

*Departamento de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC,
Serrano, 115 bis, 28006 Madrid, España*

CARACTERIZACION AGROECOLOGICA DE *HETERODERA SCHACHTII* EN ESPAÑA

por
J. LOPEZ-ROBLES

Resumen. Se hace un estudio de la influencia del clima, suelos, textura, pH y rotación sobre las poblaciones de *Heterodera schachtii* y mediante cartografiado automático un análisis de la distribución de este nematodo en las zonas remolacheras. De las 1.524 muestras analizadas, un porcentaje del 90,3 estaban infestadas, en 568 puntos geográficos se detectó la presencia del nematodo. Los factores edáficos y climáticos que favorecen el desarrollo de las plantas, fueron los óptimos para el desarrollo del nematodo fitoparásito; las rotaciones cortas son la causa principal en el aumento de las poblaciones del nematodo.

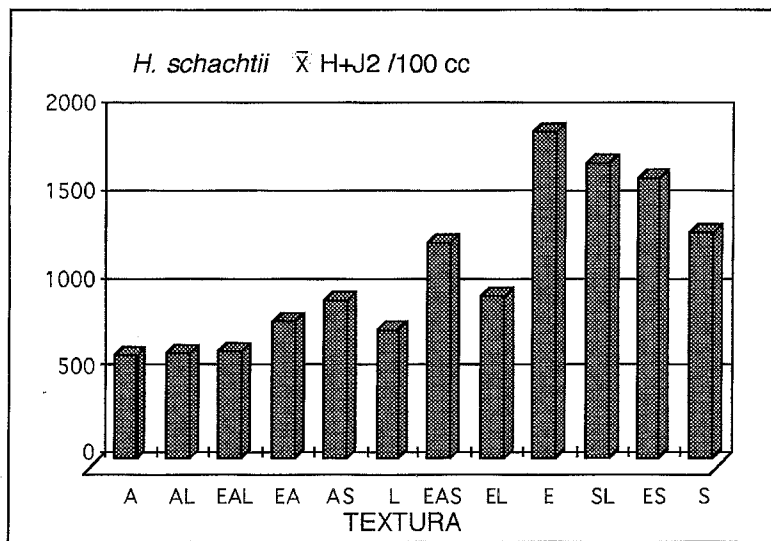
Summary. *Agroecological characterization of Heterodera schachtii in Spain.* An agroecological study was undertaken of some environmental factors affecting *Heterodera schachtii* and its distribution in Spain. Of 1,524 soil samples, 1,376 were infested with *Heterodera schachtii* indicating its geographical distribution. Edaphic and climatic factors which increase sugarbeet yield, were the optimal for nematode activity and population increase; short rotations are the principal cause of the high population densities.

El nematodo formador de quistes de la remolacha *Heterodera schachtii* Schm. es uno de los problemas nematológicos de mayor interés para este cultivo. Es un hecho frecuente que los problemas ocasionados por *H. schachtii* pasen inadvertidos hasta que alcanzan tal magnitud que la solución es difícil y costosa; a esto contribuye la falta de una sintomatología verdaderamente característica en las plantas afectadas.

Las primeras referencias conocidas en España sobre *H. schachtii*, corresponde a la descripción de una enfermedad de la remolacha azucarera a finales del siglo pasado, en las memorias de la Granja Escuela de Zaragoza, con una sintomatología que se corresponde con la producida por la acción de *H. schachtii* (Bello, 1985). Desde esta primera cita clásica, hasta la actualidad, se encuentran sobre este nematodo más

de medio centenar de trabajos, comunicaciones a congresos o memorias doctorales.

El cultivo de la remolacha azucarera (*Beta Vulgaris* L.) en España se centra básicamente en tres zonas: Norte (Duero), Centro y Sur. En las zonas del Duero (48,5% de la superficie de remolacha) y Centro (13,9%) el cultivo se efectúa en regadío, no encuentran limitaciones naturales de tipo edáfico o climático para su normal desarrollo, salvo las bajas temperaturas que pueden producirse al final del cultivo, o los déficits de precipitación que se registran en el período de mayo a agosto; se obtiene un 55% y 6% respectivamente de la producción nacional de remolacha, existiendo pocos cultivos alternativos; mientras que en el Sur con el 37,6% de la superficie cultivada, es básicamente de secano, con siembras otoñales y posibilidad de sustitución de la remolacha por otros cultivos hortícolas o industriales.



A=Arcillosa; **AL**=Arcillo limosa; **EAL**=Franco arcillo limosa;
EA=Franco arcillosa; **AS**=Arcillo arenosa; **L**=Limosa;
EAS=Franco arcillo arenosa; **EL**=Franco limosa; **E**=Franca;
SL=Areno limosa; **ES**=Franco arenosa; **S**=Arenosa.

Fig. 1 - Población media de *Heterodera schachtii* y textura de las muestras estudiadas.

Material y métodos

Para conocer la distribución del nematodo y su relación con los factores estudiados (climáticos, edáficos, pH y textura del suelo, y rotación), se ha creado una base de datos, utilizando el programa "dBASE III PLUS". En primer lugar revisamos todas las citas existentes en la bibliografía posteriores a la revisión de Bello (1985), Villarías y Redondo (1985), Lara (1987) y Rincón (1987), completando y corrigiendo los errores que hemos apreciado en las mismas, completando estos estudios sobre distribución, con el material obtenido de las 1.524 muestras procesadas desde el año 1983 hasta 1992. Para la prospección de las zonas remolacheras, se utilizó la cuadrícula UTM de 10 km de lado; en los casos en los que se han efectuado dentro de una misma coordenada UTM varios análisis nematológicos, solamente se representa un punto

debido a la escala reducida del mapa. Los mapas de distribución de la especie estudiada se elaboraron mediante el programa "ESPAN-1", Rey *et al.* (1983), el cual transforma las coordenadas UTM a coordenadas geodésicas de su propia zona, y a partir de ésta la coordenada UTM de la zona adyacente.

Se estudiaron las diferentes asociaciones de suelos, siguiendo la clasificación de suelos (F.A.O. y U.N.E.S.C.O.) y para cada uno de ellos se calculó el número de registros y la población media de *H. schachtii*.

Los quistes se extrajeron por el método de Fenwick (1940), para su determinación se montaron los conos vulvares en lactofenol, determinándose las poblaciones de huevos y juveniles de segundo estadio, Seinhorst y Den Ouden (1966).

Para determinar la influencia del clima sobre las poblaciones de *H. schachtii* en la cuenca del Duero, se han estudiado los datos pluviométricos

TABLA I - Asociaciones de suelo de las localidades muestreadas y población de *Heterodera schachtii*.

Asociaciones de suelos	número de registros	población \bar{x} (H+J2/100 cc)
Fluvisoles	246	1.723
(Je) Fluvisol eútrico+(Sg) Solonez gleyco	188	1.716
(Jc) Fluvisol calcáreo+(Je) Fluvisol eútrico	58	1.744
Cambisoles	115	675
(Bk) Cambisol cálcico+(Be) Cambisol eútrico	2	108
(Bk) Cambisol cálcico+(Lv) Luvisol vértico	62	653
(Bd) Cambisol dístrico+(Lo) Luvisol órtico	4	132
(Bk) Cambisol cálcico+(Re) Regosol eútrico	22	728
(Bk) Cambisol cálcico+(Qc) Arenosol cámbico	17	1.042
(Bk) Cambisol cálcico+(Be) Cambisol eútrico	3	539
(Be) Cambisol eútrico	3	211
(Bd) Cambisol dístrico+(Bg) Cambisol gleyco	2	108
Luvisoles	117	560
(Lo) Luvisol órtico+(Bg) Cambisol gleyco	1	352
(Lk) Luvisol cálcico+(Bk) Cambisol cálcico	7	730
(Lk) Luvisol cálcico+(Lo) Luvisol órtico	12	775
(Lk) Luvisol cálcico+(Lv) Luvisol vértico	2	179
(Lk) Luvisol cálcico+(La) Luvisol álbico	2	252
(Lg) Luvisol gleyco+(La) Luvisol álbico	19	1.180
(Lo) Luvisol órtico+(Re) Regosol eútrico	10	263
(Lo) Luvisol órtico+(Lg) Luvisol gleyco	53	306
(Lo) Luvisol órtico+(Lk) Luvisol cálcico	8	727
(Lg) Luvisol gleyco+(Bd) Cambisol dístrico	3	944

cos según el índice de precipitación media (semestre noviembre-abril), (P_s), con los siguientes valores; húmedo (H) $P_s > 450$ mm.; moderado (M) $P_s = 450-250$ mm y seco (S) $P_s < 250$ mm. Para la temperatura se han estudiado los siguientes índices térmicos: índice de temperatura media (\bar{t}), $\bar{t} = T_c + T_f / 2$, e índice de continentalidad (I_c) $I_c = T_c - T_f$, donde T_c = media de las temperaturas máximas del mes más cálido

do y T_f = media de las temperaturas del mes más frío y cuyos valores son: cálido (C) $I_t > 18$ °C, templado (T) $I_t = 18-13$ °C, frío (F) $I_t < 13$ °C y marino (M) $I_c < 28$ °C, semicontinental (Sc) $I_c = 28-23$ °C y continental (Ct) $I_c > 32$ °C, determinándose para cada asociación de índices climáticos el número de muestras procesadas y la población media de *H. schachtii* ($H + J_2 / 100$ cc de suelo).

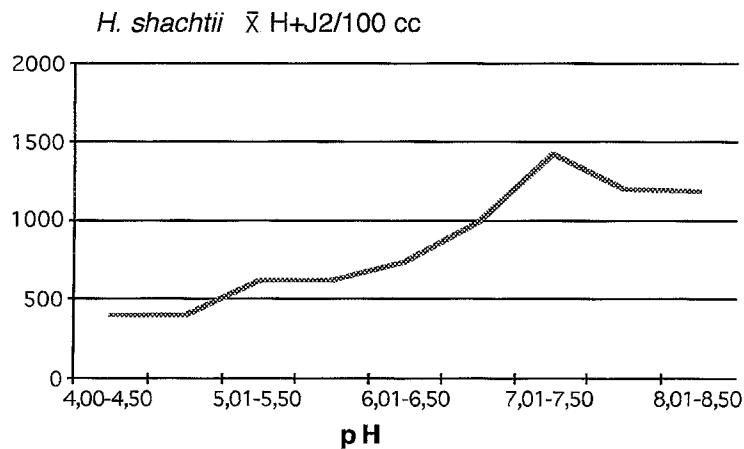


Fig. 2 - Población media de *H. schachtii* y valores de pH de las muestras estudiadas.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se representa la influencia de la textura del suelo sobre las poblaciones. Las menores densidades de población en campo se producen cuando en los suelos el porcentaje de arcilla es elevado, aumentando las poblaciones cuando los suelos poseen un mayor porcentaje de arena.

Teniendo en cuenta que el diámetro de los juveniles de segundo estadio J2 es de 20 μm , el tamaño óptimo de poro del suelo estará comprendido entre 30 y 60 μm , si es mucho más grande los J2 se mueven con dificultad y si es mucho más pequeño tienen dificultad para pasar. La proporción del volumen total formado por poros (espacio útil de poro), entre 30 y 100

μm expresado como porcentaje del volumen de suelo se conoce como "available pore space" (APS) y tiende a ser mayor en la arena que en la arcilla, por lo que existe una relación entre este factor y la textura, Wallace (1958). Las mayores infestaciones se dan en suelos con APS > 29% datos que confirman nuestros resultados.

Del mismo modo, se calcularon las medias de población para los intervalos de pH entre los valores 4,00 y 8,50, como se indica en la (Fig. 2). Las poblaciones más bajas se detectan cuando el pH del suelo esta comprendido entre 4,00 y 5,50; observándose que las poblaciones aumentan para los valores de pH entre 7,00 y 8,00; con un máximo para el intervalo 7,01 - 7,50.

TABLA II - Influencia del clima sobre las poblaciones de *Heterodera schachtii* en la cuenca del Duero.

	T	T	F	F	T	T
It	Sc	Ct	Sc	Ct	Sc	Ct
Ps	M	M	M	M	S	S
Muestras	315	390	5	2	338	152
H+J2 (\bar{x})	1.324	1.614	1.713	1.329	1.314	1.411

(It) Índice de temperatura media; (Ic) Índice de continentalidad; (Ps) Índice de precipitación.

Los valores de pH de un suelo no son selectivos o condicionantes para los nematodos fitoparásitos, siendo en general los factores que favorecen el desarrollo de las plantas los óptimos para los nematodos fitoparásitos, Steiner (1952). Los valores de pH del suelo en los que las poblaciones de *H. schachtii* son mayores, se corresponden con las condiciones óptimas para el cultivo de la remolacha azucarera.

En lo que respecta a los factores edáficos, la Tabla I muestra las asociaciones de suelos más representativas de la zona. *H. schachtii* se ha detectado principalmente en Cambisoles, Luvisoles y especialmente Fluvisoles, desarrollados a partir de depósitos aluviales recientes y localizados a lo largo de los ríos. La mayor presencia en este último tipo de suelos, tiene una explicación desde el punto de vista agronómico, ya que representan los suelos más fértiles y por lo tanto se cultivan más intensivamente con remolacha que los correspondientes a otras unidades. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Southey et al. (1982) quienes detectan mayor número de campos infestados en los

suelos ingleses denominados "fens", debido a la mayor fertilidad de estos suelos y por tanto a la mayor frecuencia de cultivo con remolacha azucarera.

Con respecto a los factores climáticos (Tabla II) todas las localidades muestreadas en la zona Duero poseen un índice de precipitación Ps entre moderado y seco; con respecto a la temperatura, los datos muestran que no existen grandes diferencias en las medias de población para los distintos parámetros.

Los datos sobre rotación en la zona Norte se muestran en la figura 3, de los cuales el análisis de regresión nos da la siguiente ecuación $y = 886,5 x - 159,4$; para el total de muestras analizadas, la rotación media consiste en cultivar dos veces remolacha azucarera en una rotación de seis años, lo cual corresponde a una población de más de 1.000 H+J2/100cc de suelo, deduciéndose que este tipo de rotación es insuficiente para mantener la población del nematodo a unos niveles no perjudiciales para el cultivo.

En algunas partes de Europa *H. schachtii* parece ser particularmente abundante (Vinduska,

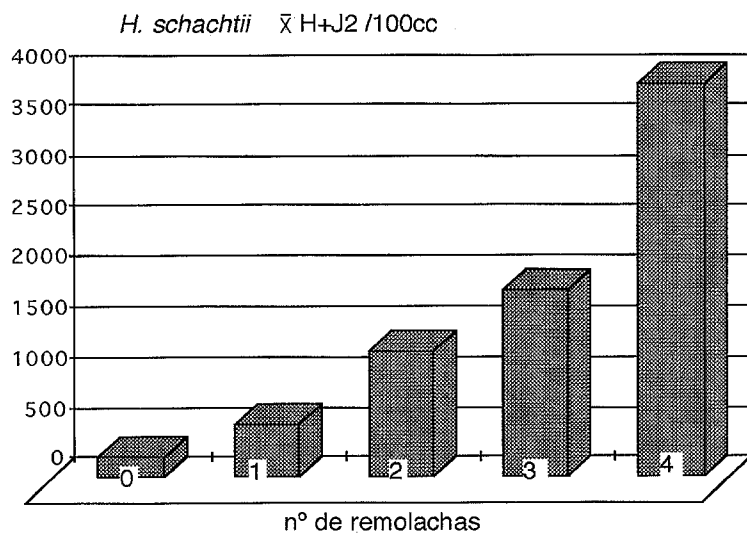


Fig. 3 - Influencia de la rotación cultural (zona Norte), en la población de *H. schachtii*.

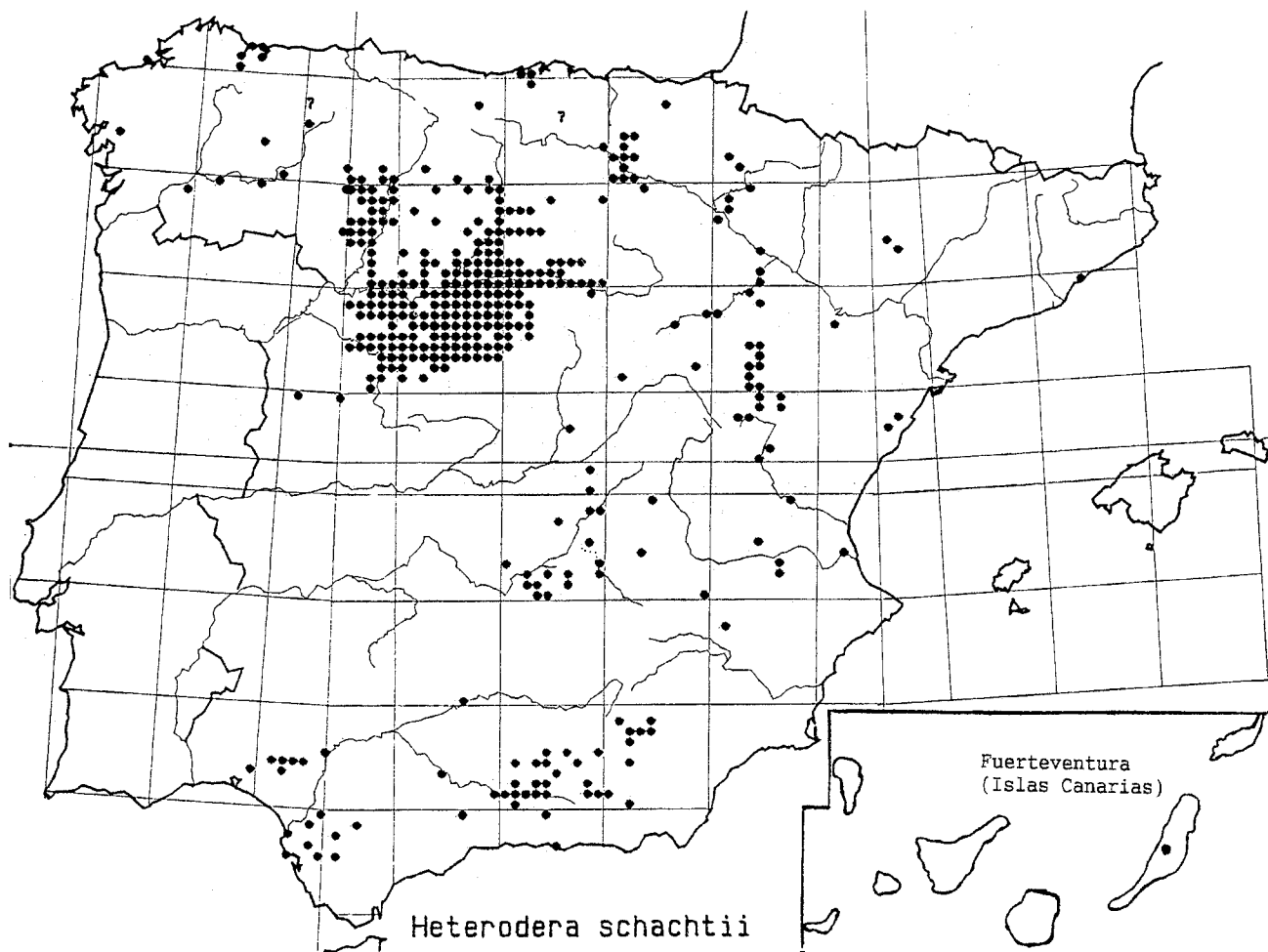


Fig. 4 - Distribución de *H. schachtii* en España.

1968; Hirling, 1976; Kondic *et al.*, 1978; Scognamiglio y Rameri, 1980; Cooke, 1983). Los datos de nuestros estudios indican que en el 90,3% de las 1.524 muestras procesadas se detectó *H. schachtii*, lo que nos sitúa en uno de los índices más altos de Europa. El total de superficie muestreada fué de 4.106 ha detectándose *H. schachtii* en 568 localidades productoras de remolacha (Fig. 4); el 37% de las muestras poseen un nivel de infestación inferior a 150 huevos y juveniles de segundo estadio por 100 cc de suelo; el 44,8% de las muestras presentan niveles de infestación superiores a 800 H + J₂ / 100 cc de

suelo, con cuyos valores son seguros los descensos de rendimiento en el cultivo. Cabe señalar que se ha detectado un 8,5% de las muestras con valores de población superiores a 2.750 H + J₂ / 100 cc de suelo.

En consecuencia podemos concluir que todas las comarcas remolacheras se ven afectadas por *H. schachtii*, siendo la presencia de estos focos de infestación la explicación a los bajos rendimientos medios de este cultivo en algunas zonas; constituyéndose las prácticas culturales en el principal factor determinante de dichos niveles de infestación.

Obras citadas

- BELLO A., 1985. Los nematodos en España y su efecto en la remolacha azucarera. In *II Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros*, 1-46. Valladolid Nov. 1985.
- COOKE D. A., 1983. Distribution and pathogenicity of beet cyst nematode in England. *Aspects appl. Biol.*, 2: 53-57.
- FENWICK D. W., 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *J. Helminthol.*, 18: 155-172.
- HIRLING W., 1976. Untersuchung von Bodenproben auf Befall mit Rübennematoden. Pflanzenschutzdienst Baden Württemberg Jahresbericht, 27 pp.
- KONDIC D., KRŃJAIC S. y KRŃJAIC D., 1978. Effects of preventive control of the sugar beet nematode *Heterodera schachtii* in the Barajan Region Yugoslavia. *Zast Bilja*, 28: 305-310.
- LARA M. P., 1987. El género *Heterodera* en cereales y remolacha de la Cuenca del Duero. *Ann. Centr. Edafol. Biol. Apl. Salamanca*, 12: 341-348.
- REY J. M., GONZALEZ REBOLLAR J. L. y BELLO A., 1983. Estudio de la distribución de los nematodos parásitos de plantas por métodos automáticos en España. II Congreso Nacional de Fitopatología. 24-28 Octubre 1983, Vitoria España. Sociedad Española de Fitopatología. pp. 345-352.
- RINCON D., 1987. Los nematodos en el cultivo de la remolacha azucarera en Castilla y León. Consejería de Agricultura, Ganadería y Montes, Junta de Castilla y León. 32 pp. Valladolid.
- SCOGNAMAGLIO A. y RAMERI A., 1980. Preliminary research on levels of infestation with *Heterodera schachtii* in soil in Fucino. *Atti Giornale Nematologiche* 1980, 23-24 Oct., Ascoli Piceno, Italy, pp. 117-124.
- SEINHORST J. W. y DEN OUDEN H., 1966. An improvement of Bijloo's method for determining the eggs content of *Heterodera* cysts. *Nematologica*, 12: 170-171.
- SOUTHEY J. F., ALPHEY T. J. W., COOKE D. A., WITTEWAY J. A. y MATHIA P. L., 1982. Surveys of beet cyst nematode in England 1977-80. *Plant Pathology*, 31: 163-169.
- STEINER G., 1952. The soil in its relationship to plant nematodes. *Soil Science Florida*, 12: 24-35.
- VILLARIAS J. L. y REDONDO J., 1985. Puesta a punto de la lucha biológica contra los nematodos *Heterodera schachtii* en Castilla y León por parte de ACOR. In *II Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros*. 137-170 pp. Valladolid. Nov. 1985.
- VINDUSKA L., 1968. Wyskyt hadalka repneho ve Stredoceskem kraji. *Listy Cukrovarnicke*, 84: 97-102.
- WALLACE H. R., 1958. Movement of eelworm. I. The influence of pore-size and moisture-content of soil on the migration of larvae of the beet eelworm *H. schachtii* Schmidt. *Ann. appl. Biol.*, 46: 74-85.