

Morfología e identificación de las especies españolas del género *Heterodera* Schmidt, 1871 (Nematoda)

M. D. ROMERO

Se hace una descripción de los caracteres morfométricos más utilizados en la determinación de especies del género *Heterodera*. Asimismo se dan claves, cuadros comparativos de medidas y una breve descripción de las especies de este género que han aparecido en España y algunas que se han encontrado en otros países mediterráneos.

M. D. ROMERO.—*Instituto Español de Entomología*. Madrid.

INTRODUCCION

La importancia de los nematodos del género *Heterodera* aumenta de día en día, desde que se ha descubierto que la mayoría de los cultivos de interés económico pueden verse seriamente afectados por el ataque de estos parásitos, que pueden llegar a mermar de un modo considerable el rendimiento de los mismos.

Varias especies de este género han aparecido ocasionando daños, que pueden calificarse de importantes en algunas regiones españolas, como ocurre con *Heterodera schachtii* y con *H. rostochiensis*, en zonas de cultivo intensivo de remolacha azucarera y patata respectivamente.

Todo esto, unido a las dificultades que presenta para los no especializados la identificación de las especies, nos ha movido a la realización de este trabajo, en el que pretendemos dar una idea de los procedimientos a seguir para la determinación de las mismas, basados en los caracteres de los quistes, larvas del segundo estadio y machos.

Hemos procurado, a su vez, reunir el mayor número posible de datos morfológicos, biométricos, geográficos y de hospedadores de las especies que han aparecido en España, junto con otras que, aunque no se han encontrado en nuestro territorio, pudieran existir, por ser frecuentes en otros países mediterráneos, aportando nosotros los datos obtenidos en las especies españolas que hemos identificado.

Las citas de *Heterodera* en España anteriores a 1971 están recopiladas por ROMERO, BELLO y ARIAS en 1973, por lo cual este trabajo es el único que figura en la bibliografía.

El género *Heterodera* Schmidt, 1871, perteneciente a la familia Heteroderidae de la superfamilia Tylenchoidea, abarca unas 50 especies, todas ellas parásitas de raíces de plantas.

Todos los miembros de esta familia presentan dimorfismo sexual, los machos con vermiformes, con un esófago bien desarrollado y cola ampliamente redondeada sin bursa, mientras que las hembras están engrosadas llegando a tener forma esférica. Estos ca-

racteres, dimorfismo sexual y forma de los machos, separan a Heteroderidae de las restantes familias de la superfamilia Tylenchoidea.

El género *Heterodera* difiere de los demás nematodos conocidos por la transformación de las hembras en quistes que forman sacos protectores para todos o gran parte de los huevos. Esta transformación incluye el oscurecimiento y endurecimiento de la cutícula a la muerte de la hembra y la formación de una capa subcristalina blanca iniciada antes de que muera el nematodo (posiblemente durante la última muda larvaria), cuyo espesor y estructura varía en las diferentes especies, en algunas es incompleta y desaparece pronto.

Según la morfología de los quistes se establecen dos grupos fundamentales: 1.º) Con la vulva situada al mismo nivel que el contorno del quiste, que tiene por tanto un extremo redondeado. 2.º) La vulva está situada en una protuberancia cónica (cono vulvar) con lo cual el quiste presenta forma de limón.

SKARBILOVICH (1959) establece el subgénero *Globodera* para incluir a las especies del primer grupo, quedando las restantes como subgénero *Heterodera*.

CARACTERES UTILIZADOS EN LA IDENTIFICACION DE ESPECIES DE HETERODERA

a) *Quistes:*

1) *Forma:*

Se distinguen tres tipos: redondos (con una protuberancia o cuello en la parte anterior), de forma de pera y de forma de limón (Fig. 1 a, b, c, d, e, f, g y h).

2) *Color:*

Algunas especies de *Heterodera* al ir madurando, cambian el color de blanco a amarillo y más tarde a castaño, mientras que otras carecen de fase amarilla. Este carácter puede servir para diferenciar algunas especies; sin embargo, el color de los quistes maduros es muy variable y sólo puede servir en algunas ocasiones y si se tiene una gran experiencia. Tanto el tamaño como el color deben observarse en poblaciones, no en quistes aislados.

3) *Tamaño:*

Es un carácter muy variable y por tanto debe utilizarse con precaución, ya que en las especies que tienen quistes grandes también se encuentran pequeños. También hay que tener en cuenta que en la medida de la longitud, unos autores incluyen el cuello y otros no. Se tendrá en cuenta la longitud (L), anchura (A) y proporción (L/A).

4) *Caracteres de la cutícula:*

Estructura: La cutícula consta de dos capas diferentes: exo y endocutícula. El estudio de la estructura de la cutícula requiere técnicas especiales y es un carácter que aún se utiliza poco.

Textura: Se refiere a la apariencia de la superficie del quiste cuando se observa a pocos aumentos (20 a 40) con luz incidente. Puede variar desde granulosa y mate a lisa y brillante.

Marcas cuticulares: Los dibujos que se observan en la cutícula pueden ser de dos tipos principalmente: reticulados y punteados, pero dentro de cada tipo hay muchas variaciones y la interpretación varía con los aumentos del microscopio (JONES, 1952)

Capa subcristalina: Se encuentra solamente en quistes jóvenes y puede ser desde

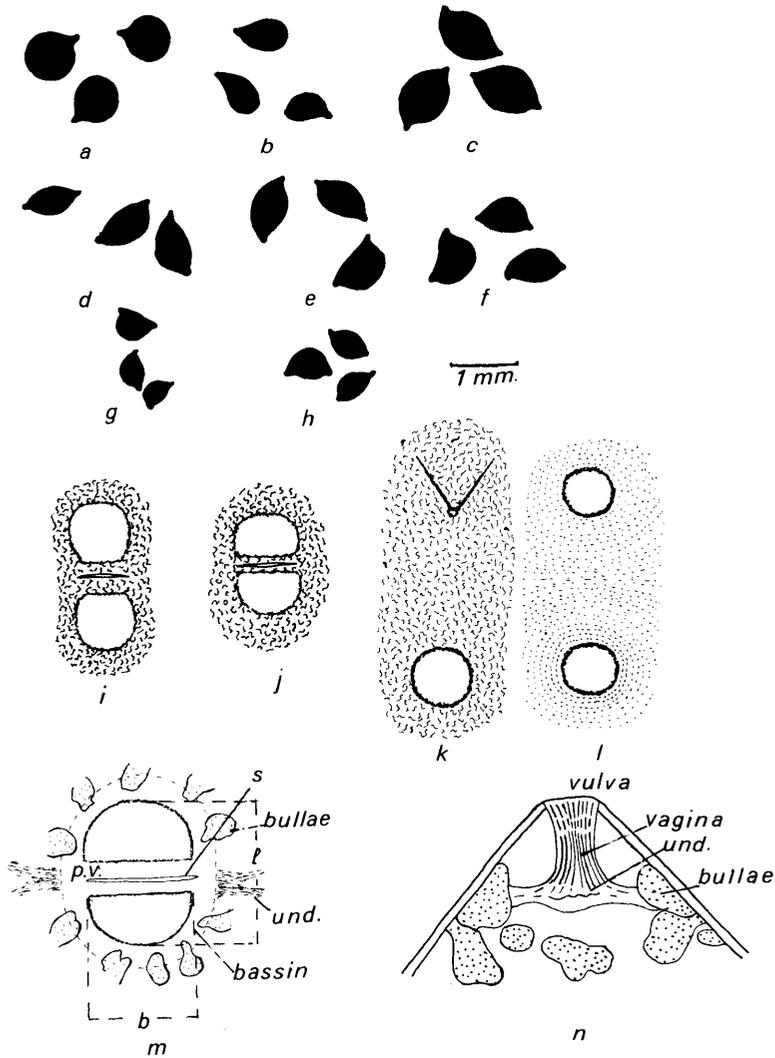


Fig. 1

Fig. 1.—Quistes de Heterodera: a = *H. rostochiensis*; b = *H. punctata*; c = *H. schachtii*; d = *H. avenae*; e = *H. trifolii*; f = *H. goettingiana*; g = *H. carotae*; h = *H. cruciferae* (Según Goffart, 1960). Tipos de fenestración: i = Tipo bifenestrado; j = Tipo ambifenestrado; k y l = Tipo circumfenestrado (k = *H. rostochiensis*; l = *H. punctata*) (Según Decker, 1967). Estructuras del cono vulvar: m = corte transversal (orig.) n = corte longitudinal (Según Decker, 1967).

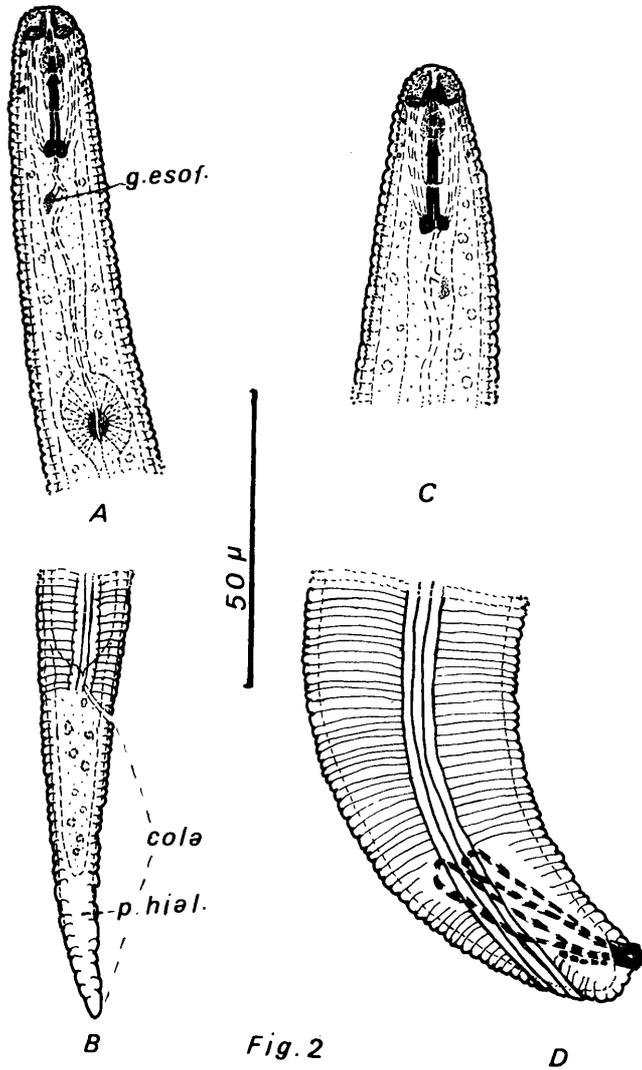


Fig. 2

Fig. 2.—*Heterodera rostochiensis*. Larva del segundo estadio; A = cabeza; B = cola. Macho: C = cabeza; D = cola (Según A. M. Golden et al, 1972).

una especie de pelusilla blanca (en *H. cacti*), a un depósito como de yeso grueso y agrietado. No existe en todas las especies.

Todos los caracteres hasta ahora citados pueden servir de ayuda, pero los que más se utilizan en la determinación de especies son los derivados de las estructuras del cono vulvar.

5) *Cono vulvar y estructuras asociadas:*

Forma: La prominencia situada en el extremo posterior de los quistes de forma de limón es el cono vulvar, que puede ser obtuso (*H. galeopsidis*) o estrecho (*H. schachtii*) o tan pequeño que no se observa a primera vista, con lo cual el quiste parece esferoidal u oval.

Estructuras: Si damos un corte transversal al cono vulvar examinamos este por el interior y lo montamos y lo observamos al microscopio, veremos lo siguiente:

En el extremo del cono, está la apertura vulvar, bordeada por los labios vulvares que forman los parapetos de un puente (puente vulvar), que cruza un área redondeada de pared fina (la fenestra). Así pues, el puente vulvar divide a la fenestra en dos semifenestras. En los quistes viejos, éstas se rompen, dejando orificios que proporcionan la salida de las larvas que emergen del quiste.

Según el tipo de fenestración (rotura de la fenestra), se distinguen los siguientes tipos:

Tipo ambifenestrado. Las dos semifenestras están separadas por un puente vulvar estrecho, siendo la longitud de la fenestra, poco mayor que su anchura (Fig. 1 j).

Tipo bifenestrado. El puente vulvar es más ancho, las semifenestras son casi redondas y la longitud de la fenestra es casi doble que su anchura (Fig. 1 i).

Tipo circunfenestrado. Al romperse el área de pared delgada que rodea la apertura vulvar se forma solamente una fenestra redonda (Fig. 1, k y l).

Resto vaginal y «underbridge». En ciertas especies, los restos de la vagina persisten en el cono vulvar. Presentan unos pliegues en las paredes y un estrechamiento en el centro que les dan en conjunto un aspecto de haces o gavillas. En vista lateral el residuo vaginal es estrecho y opaco y las estriaciones pueden no ser perceptibles.

En la parte próxima al puente, la vagina parece engrosarse para formar el bulba basal (COOPER 1955) o cerviz (THORNE 1961) que está unido a las paredes del quiste por dos brazos que se extienden de parte a parte del cono vulvar. Estos brazos están situados por debajo y paralelos al puente vulvar y forman el «underbridge», cuyos extremos (la unión de cada brazo con la pared del cono vulvar) están a veces bifurcados Fig. 1 m y n).

«Bullae». Son estructuras en forma de nodulos sencillos o ramificados que se encuentran aislados o en grupos dentro del cono vulvar. En las especies en que persiste el resto vaginal, los «bullae» están situados a nivel del «underbridge». En los que falta el resto vaginal (*H. avenae*, p. ej.), los «bullae» están aglomerados dentro del cono inmediatamente debajo de la fenestra.

6) *Biometrías*

Las estructuras del cono vulvar son de gran importancia en la identificación de los quistes. La longitud de la vulva, tipo de fenestración y medidas de la fenestra, presen-

cia o ausencia y forma de los «bullae», resto vaginal y «underbridge» son buenos caracteres específicos para identificar quistes o al menos para situarlos entre un grupo de especies. Las medidas que más se utilizan son:

l = longitud de la fenestra

b = anchura de la fenestra

l/b

s = longitud de la vulva

P.v = anchura del puente vulvar

«bassin»: Es el área que rodea a la fenestra que puede verse claramente en algunas especies.

Índice de GRANÉK (I. G.). Se emplea para diferenciar las especies del grupo Rostochiensis.

$$I.G. = \frac{\text{Distancia del ano al borde más próximo de la fenestra vulvar}}{\text{Diámetro de la fenestra vulvar.}}$$

Matriz gelatinosa o saco ovígero: Es una masa de consistencia gelatinosa que se encuentra en el extremo del saco vulvar de los quistes jóvenes de algunas especies. El tamaño relativo es muy variable; en algunas especies cubre casi el hemisferio posterior del quiste, mientras que en otras es pequeño o casi ausente. En muchas especies quedan retenidos en este saco parte de los huevos, mientras que en otras, como *H. avenae*, nunca se han encontrado.

b) Huevos:

Se encuentran dentro de los quistes o en el saco ovígero. Difieren por el tamaño, forma y la razón longitud/anchura, diferencias que existen no sólo entre especies, sino también dentro de la misma especie. La longitud de los huevos no guarda relación con el tamaño del quiste. La forma puede depender del

modo en que esté doblada la larva dentro del huevo (generalmente, 4 ó 5 veces; en *H. leptonepia*, 7 veces).

El tamaño y la relación L/A pueden servir a veces para confirmar una especie.

c) Larvas:

Las larvas del segundo estadio que emergen de los huevos pueden ser útiles en la diagnosis de especies. Los caracteres más utilizados en la identificación de las mismas son:

L = Longitud

A = Anchura

$$a = \frac{L}{A}$$

Cabeza: Anchura, altura, número de anillos, forma y desarrollo del esqueleto cefálico.

Estilete: Longitud. Forma y tamaño de los nudos.

Distancia de la apertura de la glándula esofágica dorsal a los nudos del estilete (G. esof.).

Posición del poro excretor.

Longitud de la cola (del ano al extremo de ésta) y forma de la misma.

Longitud de la parte hialina de la cola (P. hial.).

$$\frac{\text{Longitud parte hialina cola}}{\text{Longitud del estilete}} \quad (P.h./E)$$

d) Machos:

Los machos de *Heterodera* pueden ser importantes en la identificación de especies, pero en la mayoría de los casos las descripciones que existen son incompletas. Aunque en las especies de *Heterodera* que se han

descubierto en los últimos años y en algunas redescrpciones, se estudian detalladamente los machos, son muchas aún las especies en que aún no tenemos información suficiente.

e) *Hospedadores:*

Algunas especies de *Heterodera* atacan a un grupo limitado de plantas pertenecientes a una o pocas familias; otras parasitan a muchas plantas de varias familias. Las primeras pueden identificarse cultivándolas en huéspedes conocidos, siempre que se sepa no sólo la especie de planta, sino también la variedad, ya que algunas especies de *Heterodera* atacan a una variedad de una planta y no a otras variedades de la misma especie.

f) Otros procedimientos citológicos, bioquímicos... etc., requieren técnicas especiales, generalmente muy delicadas y su uso aún está poco generalizado.

CLAVE PARA LA DETERMINACION SISTEMATICA DE ESPECIES

Heterodera (Globodera) spp. (Quistes redondos o en forma de pera).

- Quistes ovoides (forma de pera), con fenestras vulvar y anal circulares, casi del mismo tamaño, separadas por, al menos, una distancia equivalente al diámetro de las fenestras: *H. punctata*
- Quistes globulares, con fenestra vulvar grande y sin fenestra anal: (1).
- (1) Hembras de color blanco o crema. Parte anterior del estilete en las larvas puntiaguda. I. G. < 3: *H. pallida*.
- Hembras color dorado. Parte anterior de los nudos del estilete en las larvas redondeada. I. G. > 3: *H. rostochiensis*.

Heterodera (Heterodera) spp. (Quistes en forma de limón).

Con «*bullae*»

a) *Ambifenestrados:*

- Longitud de la fenestra < 38,7 μ . «Underbridge» sencillo: *H. schachtii*.
- Longitud de la fenestra > 38,7 μ . «Underbridge» grueso, muy pigmentado y con los extremos bifurcados: *H. trifolii*.

b) *Bifenestrados:*

- Sin «underbridge»: *H. avenae*
- Con «underbridge» débil y bifurcado en los extremos: *H. mani*.

Sin «*bullae*»

a) *Ambifenestrados:*

- (1) Parte hialina de la cola de las larvas de 22-25 μ . Quistes casi esféricos: *H. cruciferae*.
- Parte hialina de la cola de las larvas de 28 μ o más: (2).
- (2) Quistes casi esféricos, relativamente pequeños (450 μ de longitud, 340 μ de anchura). Bassin liso: *H. carotae*.
- Quistes relativamente grandes (630 μ long. 460 μ anch.) «Bassin» con marcas en forma de ladrillos: *H. goettigiana*.

b) *Bifenestrados:*

- Longitud de la vulva de unas 40 μ . Distancia entre las semifenestras menor que el diámetro de una semifenestra: *H. fici*

- Longitud de la vulva de 6-9 μ . Semifenestras casi circulares. Distancia entre semifenestras (Puente vulvar) mayor que el diámetro de una semifenestra: *H. latipons*.

Heterodera (H.) avenae Wollenweber, 1924.

Fue descubierta por KÜHN en Alemania en 1874 en *Avena sativa*. Desde entonces ha sido descrita por varios autores y es una de las especies de este género que ha despertado mayor interés en relación con los ataques a cultivos de cereales.

Los quistes tienen forma de limón, color castaño muy oscuro, casi negro los viejos, con capa subcristalina gruesa y saco ovígero pequeño y vacío. El cono vulvar es de tipo bifenestrado con los «bullae» muy próximos a la fenestra.

Distribución: Está muy extendida por Europa (Alemania, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Francia, Grecia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Noruega, Polonia, Suecia, Suiza, U.R.S.S. y Yugoslavia), Australia, Canadá, India, Israel, Japón y Marruecos.

En España ha sido citada en Lérida, Tarragona, Barcelona, Logroño y Granada.

Hospedadores: El hospedador tipo es *Avena sativa*, y se ha encontrado también en trigo, cebada, centeno y con menos frecuencia en maíz y en algunas gramíneas silvestres.

Heterodera avenae forma parte de un gran complejo de patotipos y especies próximas (entre las que se encuentran *H. latipons* y *H. mani*), cuyas diferencias no siempre están bien definidas y que parasitan a cereales y gramíneas silvestres.

Heterodera (H.) carotae Jones, 1950.

Quistes de forma de limón, pequeños y redondeados, de color castaño oscuro, con cono vulvar de tipo ambifenestrado, con un puente

vulvar muy estrecho que aparece roto con frecuencia en los quistes viejos.

Distribución: Se ha encontrado en varias localidades de Italia, así como en Alemania, Holanda, Inglaterra, Irlanda y la India.

Hospedadores: Es un parásito extraordinariamente específico. Según WINSLOW, 1954, solamente ataca a las siguientes especies de *Daucus*: *D. carota*, *L. ssp. carota*, *D. carota* *L. ssp. sativus* (Hoffm.) y *D. pulcherrimus* Koch.

Heterodera (H.) cruciferae Franklin, 1945.

Quistes pequeños casi esféricos con saco ovígero a veces casi tan grande como el quiste. El cono vulvar es de tipo ambifenestrado y la fenestra es reniforme, muy corta y ancha.

Distribución: No se ha encontrado nunca en España. Se ha citado en Alemania, Bélgica, California, Holanda, Gales, Inglaterra, U.S.A., U.R.S.S y Yugoslavia.

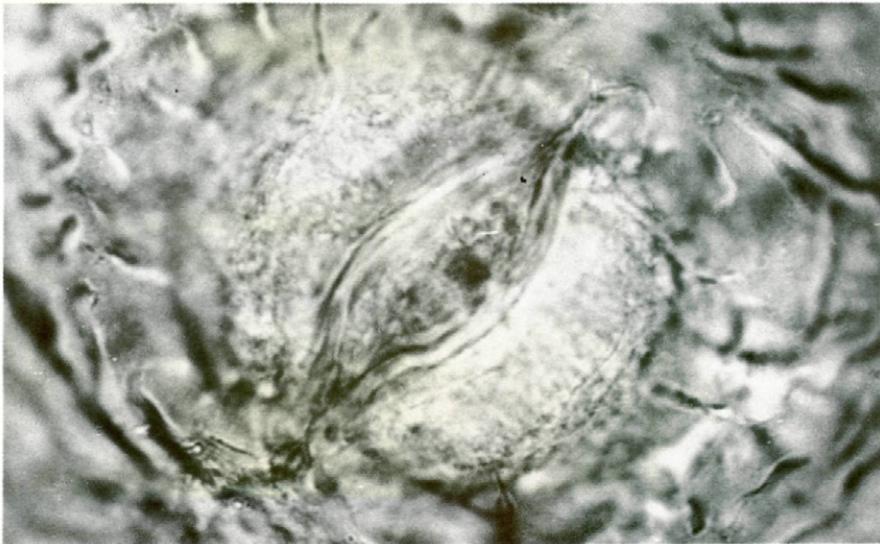
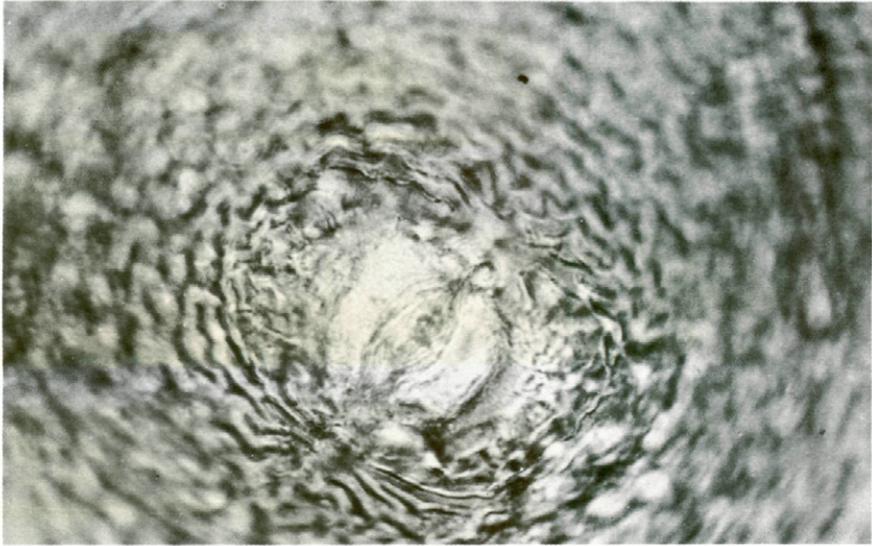
Hospedadores: Se ha encontrado siempre infestando plantas de la familia Crucíferas. El hospedador tipo es *Brassica oleracea* L. Otros hospedadores son: *B. napobrassica*, *B. napus*, *B. rapa*, *Allyssum maritimum*, *Crambe maritima*, *Cheiranthus allionii*, *Ch. cheiri*, *Iberis umbellata*, *Lepidium sativum*, *Raphanus sativus*, *Sinapis alba*... etc.

Heterodera (H.) fici Kirjanova, 1954.

Quistes pequeños de color castaño claro brillante con la superficie rugosa. Marcas cuticulares confusas y abigarradas. El cono vulvar es de tipo bifenestrado sin «bullae» o si existen son pequeños y aislados.

Distribución: Se ha encontrado en Alemania, Australia, Bélgica, California, Italia, Sudáfrica, U.S.A. y U.R.S.S.

En España aparece citada en El Arahál y Paradas (Sevilla) y en Granada.



Figs. 3 y 4.—Estructura del cono vulvar de *Heterodera goettingiana* (original).

Hospedadores: Es un parásito muy específico; se ha encontrado solamente en especies de *Ficus* (*Ficus elastica*, *Ficus carica* y otras especies de *Ficus* empleadas como ornamentales).

Heterodera (H.) goettingiana Liebscher, 1892.

Quistes de forma de limón de color castaño rojizo sin capa subcristalina. Marcas cuticulares con puntuaciones pequeñas irregularmente distribuidas. El cono vulvar es de tipo ambifenestrado sin «bullae» o, si acaso, con «bullae» pequeños y aislados. El «underbridge» falta casi siempre, pero si existe es fino. Son características las marcas en forma de ladrillos que se encuentran en el «bassin» rodeando a la fenestra.

Distribución: Se ha encontrado en Alemania, Bélgica, Francia, Holanda, Inglaterra y U.R.S.S.

En España ha sido citada en veza, garbanzos y habas en varias localidades de la provincia de Granada; en yeros (*Vicia ervilea*), en la provincia de Valladolid y en hortalizas en la de Barcelona.

Hospedadores: Pertencen a las leguminosas. Figuran entre ellos: *Cicer arietinum*, *Ervum lens*, *Lathyrus cicer*, *Lupinus albus termis*, *Lupinus cruckshanskii*, *L. luteus*, *Pisum sativum*, *Vicia amphicarpa*, *V. canadiensis*, *V. cordata*, *V. disperma*, *V. faba*, *V. hirsuta*, *V. leucospermum*, *V. monantha*, *V. narbonensis*, *V. ramonica*, *V. sativa*, *V. serotina*, *V. serratifolia* y *V. villosa*.

Heterodera (H.) latipons Franklin, 1969.

Quistes de forma de limón de color castaño oscuro con capa subcristalina blanca. El cono vulvar es de tipo bifenestrado y difiere del de las restantes especies porque tiene un «un-

derbridge» fuerte y las semifenestras casi circulares separadas por una distancia mayor que el diámetro de una semifenestra.

Distribución: Bulgaria, Canadá, Escocia, Grecia, Inglaterra, Isla del Príncipe Eduardo, Israel, Libia, Polonia y Trípoli.

Hospedadores: El hospedador tipo es trigo (*Triticum aestivum* L.) y se ha encontrado también en avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y centeno (*Secale cereale* L.)

Heterodera (H.) mani Mathews, 1971.

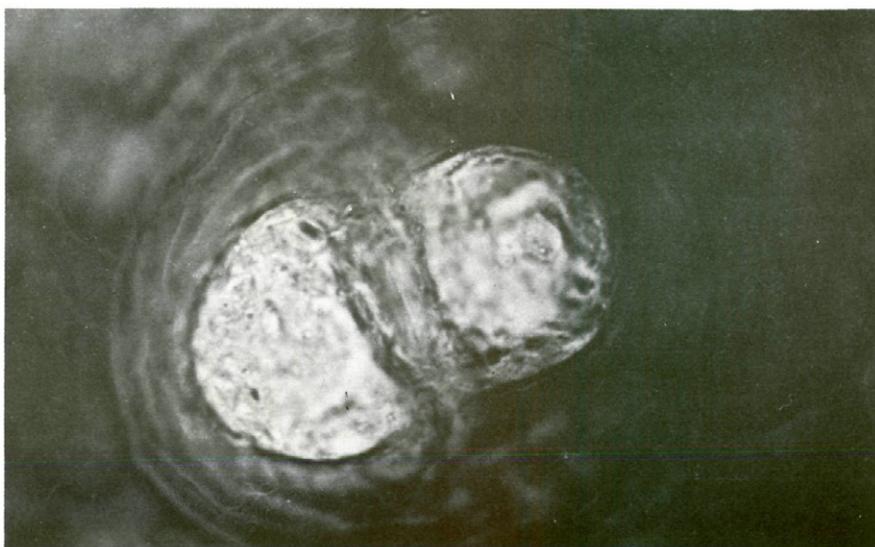
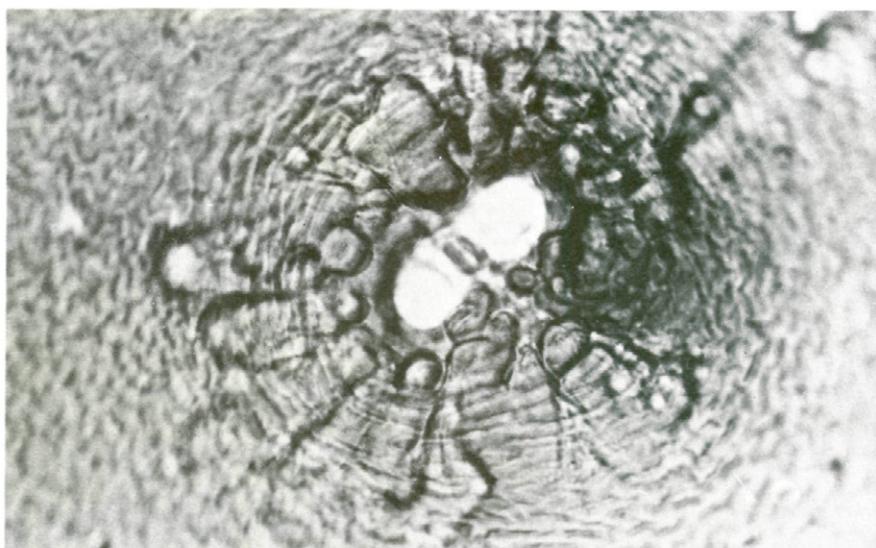
Esta especie, muy semejante a *H. avenae* presenta con ella, según su autor, algunas pequeñas diferencias de medidas; además los nudos del estilete son más cóncavos en *H. mani* y los quistes tienen un «underbridge» bifurcado (que no existe en *H. avenae*), que generalmente se rompe al montarlo.

Otras diferencias se establecen según su autor por los hospedadores, ya que, al parecer, esta especie no ataca a trigo, cebada ni avena.

Esta especie fue descubierta en Irlanda sobre gramíneas silvestres: *Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L. y *Festuca pratense* Huds; sin embargo, nosotros la hemos encontrado con mucha frecuencia en cultivos de trigo y cebada, por lo cual pensamos que quizá sea también parásito de estos cultivos, y dado que las diferencias morfométricas con *Heterodera avenae* son muy pequeñas, posiblemente se trate de razas o variedades de una misma especie más bien que de especies diferentes.

Heterodera (G.) pallida Stone, 1972.

Incluimos esta especie, que no figura en los cuadros, porque al parecer se ha encontrado últimamente en España en cultivos de patata.



Figs. 5 y 6.—*Heterodera mani* (original).

Aunque muy semejante a *H. rostochiensis*, hasta el punto de que se había considerado hasta hace poco como patotipo de ella, difiere principalmente por los siguientes caracteres: Las hembras en cierto estado de desarrollo tienen color blanco o crema en lugar de dorado. Las larvas del 2.º estadio son generalmente mayores y con el estilete más largo; los nudos de éste, tienen la parte anterior puntiaguda, siendo redondeada en los de *H. rostochiensis*, y el Índice de Granek es menor de 3 en *H. pallida*, y mayor de 3 en *H. rostochiensis*.

Distribución: Alemania, Francia, Holanda, India, Inglaterra, Islandia, Nueva Zelanda, Perú y Suiza.

Hospedadores: El hospedador tipo es *Solanum tuberosum* L.

Heterodera (G.) punctata Thorne, 1928.

Quistes de forma de pera con el cuello a veces curvado y un gran saco ovífero. Marcas cuticulares con puntos gruesos formando ondas. El cono vulvar es de tipo circunfenestrado con dos fenestras, vulvar y anal, casi del mismo tamaño, separadas por, al menos, una distancia equivalente al diámetro de las fenestras.

Se considera a *H. punctata* como un complejo que debe contener al menos tres especies próximas, porque hay una considerable diferencia entre las medidas de las fenestras y la distancia vulva-ano y en algunas poblaciones procedentes de Canadá, se han encontrado «bullae» muy grandes, que no han aparecido en poblaciones de otras partes del mundo.

Distribución: Alemania, Canadá, Holanda, México, U.S.A., U.R.S.S. y Yugoslavia.

Hospedadores: El hospedador tipo es trigo (*Triticum aestivum* L.) pero es más frecuente en gramíneas no cultivadas: *Agropyron repens*, *Agrostis stolonifera*, *A. tenuis*... etc.

En España ha sido citada en gramíneas silvestres.

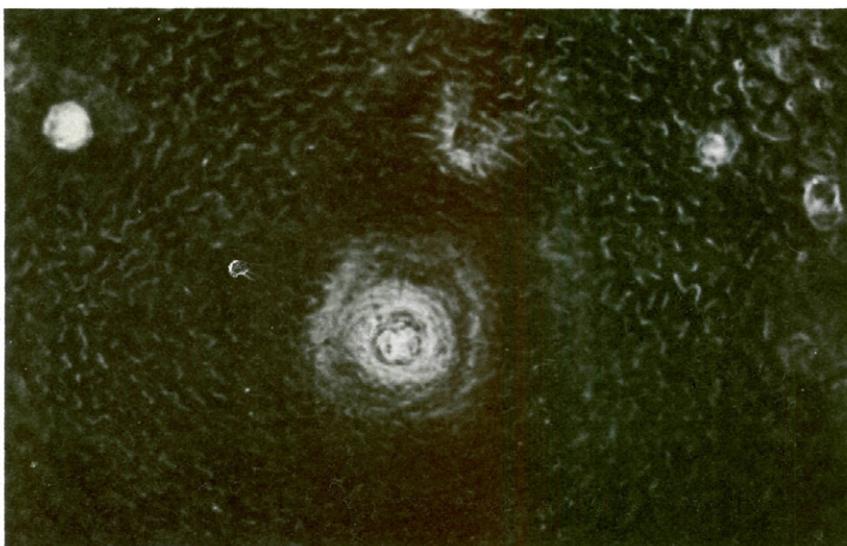
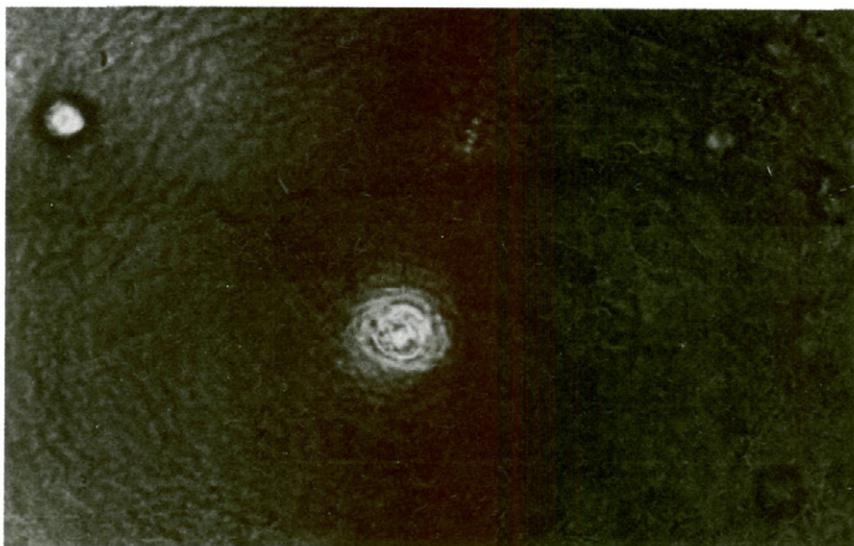
Heterodera (G.) rostochiensis Wollenweber, 1923.

Es ésta una de las especies más estudiada por los nematólogos de todo el mundo; según MORGAN GOLDEN es quizá la especie más importante de los nematodos fitoparásitos y son muchos los países en que se han dictado leyes para evitar su expansión.

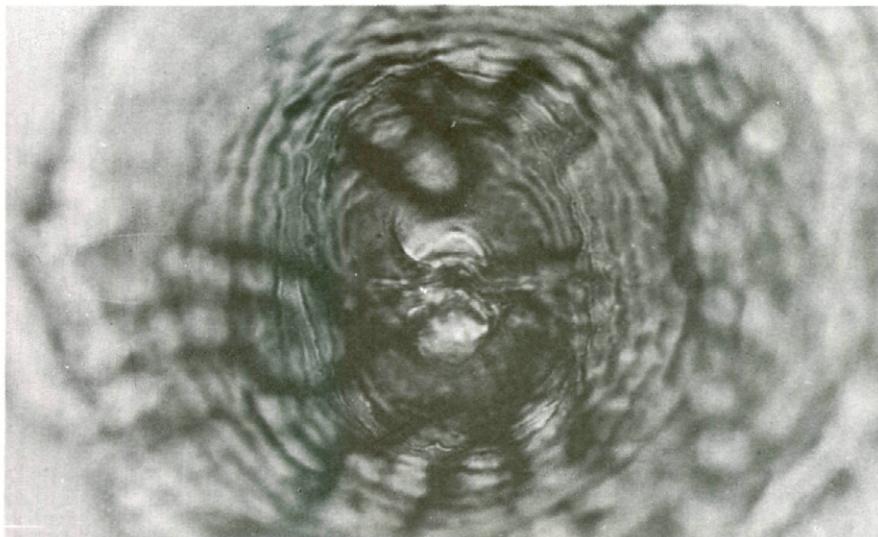
Su identificación va siendo cada día más difícil, debido a que se van descubriendo nuevas especies próximas y patotipos dentro de ellas, cuyas diferencias son tan grandes como entre especies próximas.

Quistes de forma oval a esférica, con cuello saliente. Las hembras jóvenes tienen color blanco perlado y hacia la madurez cambian a amarillo dorado y por fin a castaño. Cutícula gruesa con marcas en zig-zag y puntuaciones cuya colocación e intensidad son variables, pero que generalmente están en filas longitudinales irregulares. Cono vulvar de tipo circunfenestrado, sin «bullae», con fenestra vulvar y sin fenestra anal; el ano tiene forma de V. Índice de Granek 2-7 (4,5). En las hembras jóvenes se encuentran con frecuencia debajo de la vulva unos «cuerpos vulvares» cuyo tamaño y forma son variables y que se han confundido a veces con los «bullae».

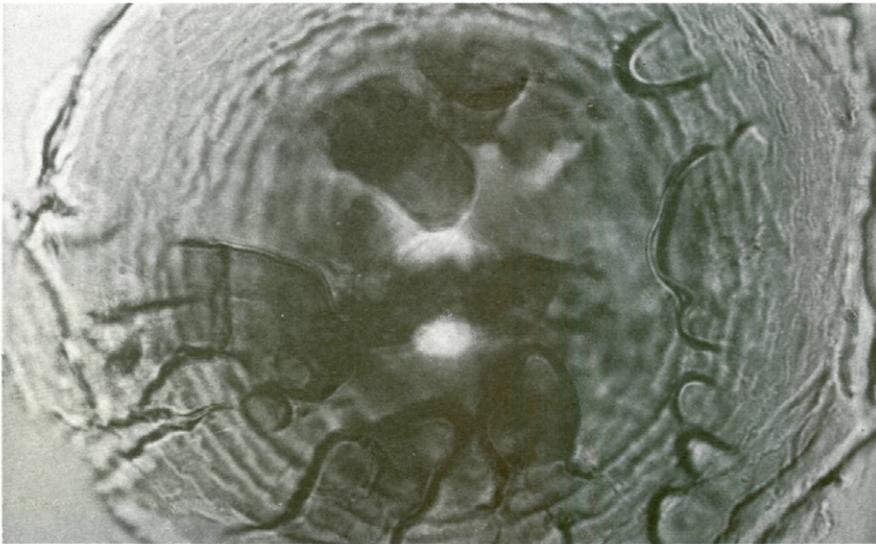
Distribución: Alemania, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Colombia, Checoslovaquia, Chile, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Escocia, Estonia, Finlandia, Francia, Gales, Grecia, Holanda, Islandia, India, Inglaterra, Irlanda, Islas Canarias, Islas Channel, Islas Feroe, Israel, Italia, Japón, Jersey, Líbano, Lituania, Luxemburgo, México, Mozambique, Noruega, Nueva Zelanda, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, Sudáfrica, Suecia, Suiza, U.S.A., U.R.S.S., Venezuela y Yugoslavia.



Figs. 7 y 8.—*Heterodera rostochiensis* (original).



Figs. 9 y 10.—*Heterodera schachtii* (original).



Figs. 11 y 12.—*Heterodera schachtii* (original).



Fig. 13.—*Heterodera trifolii*, detalle del «underbrige» (original).

En España ha sido citada en Levante, Cataluña, la Rioja y las provincias de Avila y León.

Hospedadores: Solanum tuberosum, S. dulcamara, S. xanti... etc.

Heterodera (H.) schachtii Schmidt, 1871.

Es otra de las especies a las que se ha dedicado mayor atención por las pérdidas que ocasiona a los cultivos de remolacha azucarera.

Quistes de forma de limón ovoides con cuello corto y cono vulvar saliente de color castaño no muy oscuro, con saco ovígero que puede alcanzar un tamaño de 1/3 del quiste, con capa subcristalina que cubre el quiste, pero que se cae con facilidad. Marcas cuticulares en zig-zag con puntos distribuidos irregularmente. El cono vulvar es de tipo ambifenestrado, con «bullae» grandes de forma de muelas bastante característicos que sirven para su identificación.

Distribución: Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Gales, Inglaterra, Fran-

cia, Finlandia, Holanda, India, Israel, Pakistán, Suecia, Sudáfrica, U.S.A. y U.R.S.S.

En España ha sido citada en Aragón y en las provincias de Barcelona, Burgos, Granada, León, Logroño, Madrid, Soria, Valencia y Valladolid. Nosotros la hemos encontrado muy extendida por toda España, alcanzando los niveles más elevados de infestación en la Región Central, Aragón, la Rioja.

Hospedadores: Son plantas silvestres y cultivadas pertenecientes a las familias Quenopodiáceas, Crucíferas, Poligonáceas, Cariofiláceas, Amarantáceas... etc. Dentro de las cultivadas están *Beta vulgaris*, *Spinacia oleracea*, *Brassica rapa*, *B. napobrassica*, *B. oleracea*, *B. napus*, *B. alba*, *B. nigra*, *Lepidium sativum*, *Raphanus sativus*... etc.

Heterodera (H.) trifolii Goffart, 1932.

Es muy semejante en todo a *H. schachtii*. El cono vulvar difiere del de ésta por la mayor longitud de la vulva y por el «underbrid-

ge» que en *H. trifolii* es más grueso, más pigmentado y con los brazos bifurcados.

Distribución: Australia, Canadá, varios países del Continente Europeo, Inglaterra, Hawai, Israel, India y U.S.A.

En España ha sido citada en trébol en la provincia de Granada. Nosotros la hemos encontrado en cultivos de remolacha y hortalizas, sin duda debido a la presencia de trébol, muy frecuente como planta acompañante, en puntos aislados de la Península.

Hospedadores: La mayoría de las especies

de *Trifolium*, *Dianthus cariophyllus*, *Phaseolus vulgaris*, *Rumex crispus* y *Sesbania macrocarpa*.

AGRADECIMIENTOS

Las preparaciones de conos vulvares han sido realizadas por D. JOSÉ M.^a LÓPEZ PEDREGAL, a quien agradecemos la ayuda prestada, así como a la Dra. MARÍA ARIAS por sus consejos para la realización de este trabajo.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE QUISTES, LARVAS Y HUEVOS DE *HETERODERA* spp.

Especie	Forma, color... etc.	QUISTES									
		L.	A	L/A	Grupo	l	b	s	P.v.	I.G.	Und.
<i>H. avenae</i>	Limón, algo redondeados. Color castaño oscuro. Capa subcristalina gruesa. Saco ovigero sin huevos	536-935 μ	410-682 μ	1,1-1,4	Bifenestrados. Con bullae.	44-54 μ 43-44 μ	15-24 μ 21-23 μ	10-13 μ	5-9 μ de anchura		Casi nunca observado
<i>H. carotae</i>	Limón, alargados y pequeños. Color castaño claro.	340-520 μ	340-450 μ		Ambif. Sin bullae.	34-40 μ	38-40 μ	45-50 μ	Muy estrecho		Ausente
<i>H. cruciferae</i>	Limón, pequeños y redondeados. Castaño rojizo a oscuro. Con capa subcristalina y saco ovigero, a veces tan grande como el quiste.	380-500 μ	300-400 μ	1	Ambif. Sin bullae. Semifenestra en forma de riñón.	20-38 μ	30-50 μ	45-55 μ			Si existe, largo y fino. 90-100 μ L 12-33 μ A
<i>H. fici</i>	Limón, redondeados, Color castaño brillante. Cutícula rugosa.	400-700 μ (600)			Bifenestrados. Sin bullae.	51,3-72,5 μ (62,3) 45-68 μ	26-48 μ (32,9) 22-40 μ	37,5-57 μ (45,5) 35-60 μ			Bien desarrollado, pero poco visible.
<i>H. goettingiana</i>	Limón, redondeados. Castaño oscuro. Sin capa cristalina. Saco ovigero pequeño	578-682 μ 400-700 μ *326-702 μ (496)	398-503 310-540 *248-558 (389)	1,39 *0,9-1,6 (1,2)	Ambifenes-trados. Sin bullae.	40-50 μ *31-50 μ (40,4) μ	30-45 μ *28-47 μ (37,7)	43-50 μ *40-53 (45,4)	*5-8 μ (6,4)		Ausente
<i>H. latipons</i>	Limón ovoide, cuello largo y cono vulvar pequeño. Castaño a castaño oscuro. Con capa subcristalina y saco ovigero pequeño y vacío.	348-645 μ (525)	277-510 μ (414)	1,3	Bifenestrados. Sin bullae.	58-76 μ (67) μ 52-72 μ	15-27 μ (21) μ 15-20 μ	6-9 μ (7) 6-16 μ	18-39 μ (33)		Fuerte, engrosado en el centro y bifurcado en los extremos.
<i>H. mani</i>	Limón, redondeados Cuello saliente y cono vulvar pequeño. Color castaño claro a oscuro. Capa subcristalina gruesa. Saco ovigero pequeño y vacío.	604-864 μ *406-998 (696) (con cuello)	390-650 μ (490) *205-750 (525)	1,1-1,4 *1,1-1,6 (1,3)	Bifenestrados. Con bullae.	43-59 μ (52) 43-55 μ *38-59 μ (46,6)	17-33 (27) 22-28 *16-31 (22,4)	4-10 μ (7) 12-13 μ *6-12 μ (8,6)	5-9 μ (7) *4-12 μ (11,1)		Bifurcado. Muy débil.
<i>H. punctata</i>	Pera (ovoideos). Color pardo amarillento mate. Con capa subcristalina.	337-654 μ (490) Sin cuello	208-504 μ (336)	1,1-2,1 (1,47)	Circunfenestrados.	18-30 μ	18-40				
<i>H. rostochiensis</i>	Ovalado a subesferico. Color blanco amarillento, dorado, naranja, castaño.	430-990 μ (680) *362-711 μ (516)	250-810 μ (540) *268-640 μ (451)	1-1,8 (1,3) *0,9-1,4	Circunfenestrados. Con bullae	\emptyset ventana = 8-20 μ * \emptyset ventana = 12-24 μ		6-11 μ (9) *4,7-8,1 (6,9)		2-7 (4,5)	
<i>H. schachtii</i>	Limón, cuello corto, cono vulvar corto pero bien visible. Color blanco-castaño claro-castaño medio. Capa subcristalina y saco ovigero.	652 μ 763 μ Sin cuello *522-934 μ (653)	466 μ 510 μ *276-725 μ (471)	1,5 *1,1-1,6 (1,3)	Ambifenes-trados. Con bullae.	24-38 μ *22-42 μ (35,4)	18-30 μ *20-33 μ (27,3)	35-46 μ *33-50 μ (44,4)	*4-12 μ (10,4)		*52 \times 83
<i>H. trifolii</i>	Limón con cono vulvar saliente. Color blanco amarillento-castaño oscuro. Capa subcristalina y saco ovigero.	615-995 μ (685) *421-894 μ (578)	190-615 μ (425) *210-473 μ (374)	1,3-2,4 *1,3-2,3 (1,6)	Ambifenes-trados con bullae	45-60 μ (54,6) 40-58 μ *35-65 μ (43,5)	31-49 μ (40,2) 30-48 μ *27-49 μ (38,0)	39-58 μ (47,8) 39-50 μ *40-65 μ (49,1)	*8-14 μ (11)		Grueso y con extremos bifurcados *85 \times 14

Las abreviaturas empleadas están explicadas en los apartados de biometría y larvas

*Corresponden a las medidas obtenidas por nosotros.

Otros caracteres	LARVAS									HUEVOS		
	L	A	Estilete	Nudos	G.esof.	Cola	P.hial	P.h/E	C.L.	L	A	L/A
Muchos bullae oscuros muy próximos a la fenestra.	520-610 μ (575)	20-24 μ	24-28 μ	Planos a cóncavos en parte anterior		45-70	35-45	1,5	2 líneas	106-126 μ	30-50 μ	2,3-2,6
Puente vulvar muy fino, generalmente se ve roto	430-475 μ (454)		22-24 μ	Convexos parte anterior	5 μ o menos.	54 μ	30 μ		4 líneas lisas.			2,2
Quistes casi esféricos.	390-430 μ		22-24 μ	Convexos parte anterior.	5 μ o menos	45-47 μ	22-25 μ	1	4 líneas lisas	93,5 μ	46,7 μ	2,0
Bullae presentes con bastante frecuencia, pero pequeños y aislados.	330-420 μ (370)		23 μ	Cóncavos parte anterior			Algo más larga que el estilete.			93-104 μ	38-58 μ	
Fenestra rodeada por un dibujo como de ladrillos. En quistes viejos bullae aislados.	400-500 μ *435-597 μ (514)		*24-28 μ (25,9)		*3,6-7,9 (5,8)	*41-56 60 μ Extremo puntiagudo.	35 μ *27-40 μ (33,3)	1,5 *1,1-1,5 (1,3)	4 líneas	101-110 μ *99-114 (110)	44-54 μ *44-60 (57)	2,1 *1,7-2,4 (2,2)
Puente vulvar más ancho que el diámetro de una semi-fenestra.	401-478 μ (454)	20-25 μ (22,5)	23-25 μ (23,8)	Cóncavos en la parte anterior.	4-5 μ (4,6)	42-54 μ (47,8)	20-31 μ (26,5)	0,8-1,3 (1,1)	4 líneas. Exteriores areoladas	100-124 μ (112)	44-56 μ (48)	
	530-627 μ (578) *513-645 μ (575)	22-30 μ (27)	22-28 μ (24) *21-30 μ (26)	Cóncavos en la parte anterior.	2-10 μ (6) *2-11 μ (8,5)	58-77 μ (67) *54-80 μ (65,9)	28-48 μ (40) *31-59 μ (43,7)	1,2-1,9 (1,6) *1,5-2,2 (1,6)	4 líneas	108-166 μ (125) *111-158 (133)	41-57 μ (49) *43-61 (51)	2,1-3,1 (2,6) *1,9-3,1 (2,4)
Cutícula con puntuaciones colocadas en filas onduladas.	550-600 μ (582)		26 μ					1,5		95-120 μ (105)	40-50 μ (46)	2,56
Cutícula en zig-zag con puntuaciones. Ano rodeado por dos marcas en V.	370-470 μ (430) *415-472 μ (453)		21-23 μ (22) *23-27 μ (25,4)	Redondos y hacia atrás	5-6,7 μ (5,5) *6,7-8,6 μ (7,6)	44-57 μ (51) *45-59 μ (53,8)	18-30 μ (24) *22-32 μ (27,2)		4 líneas	95-115 μ (105) *93-115 (107)	42-48 μ (48) *40-56 (48)	2-2,6 (2,3) *1,9-2,2 (2,1)
	447 μ 475 μ 500 μ *389-590 μ (450)		24-25 μ 22-28 μ *22-28 μ (24,8)		*4,4-8,2 μ (6,2)	*34-59 μ (46)	*21,5-42 μ (30,1)	\approx 1 *0,9-1,2 (1,1)	(106)	*94-119 (50)	*44-59 (2,1)	*1,8-2,5
	443-547 μ (497) *446-540 μ (490)		25,5-29,5 μ (27,5) *23-29 μ (25,9)	Redondeados.	5,6-9 μ (7,3) *7,4-13,8 μ (10,2)	51-71 μ (60,3) *46-59 μ (51,7)	24-39,6 μ (30,7) *21-43 μ (37,8)	*1,1-1,5 (1,2)	4 líneas	92,120 μ	39-50 μ	2,4

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LOS MACHOS DE *HETERODERA*

Especie	L. en mm	a	Estil	Nudos	L. esp.	Forma esp. y extremo	Gub.	Forma cabeza y n.º anillos	C. L.	P. exc.	Cola	Fasmidios
<i>H. avenae</i>	1,36-1,38	39	26-29 μ	Ligeramente redondeados	33-38 (36) μ	Extremo enrollado		5 anillos separada del resto	4 líneas	Cerca de la unión esófago-intestino		
<i>H. carotae</i>	1,0-1,27	30,5 46,7		Redondeados	31,3 μ 36,3 μ	Bi o tridentada	11,3 μ 12,5 μ	7-8 anillos	4 líneas	137,5 μ 168,8 del extremo anterior	5-7	
<i>H. cruciferae</i>	1,179		25 μ			Bi o tridentado		4, 5 ó 6 anillos				
<i>H. fici</i>	0,865 0,900	29-36	30 μ		30-35 μ	Tercio anterior cilíndrico, resto afilado.	8 μ	7-8 anillos. Separada del resto		Posterior al anillo nervioso	6 μ lon. 5 papilas terminales	
<i>H. goettingiana</i>	1,21-1,29		27,5		32,5 μ 37,9 μ	Truncado tridentado	10,9 μ	5 anillos				
<i>H. latipons</i>	0,960 1,460	32-51	22-29 μ	Cóncavos en la parte anterior	32-36 μ	Arqueadas retorcidas	8 μ	4 anillos. Separada	4 líneas			Adanal
<i>H. mani</i>	1,11-1,75 (1,388)	41-58 (49)	22-30 μ (26)	Parte anterior ligeramente cóncava.	33-43 μ (39)	Retorcidas bidentadas	9-14 μ (12)	5 anillos. Algo saliente.	4 líneas	139-195 μ (165)		Poco visible. A nivel ano.
<i>H. punctata</i>	0,9-1,3 (1,076)					Extremo sencillo. Enrolladas.		4 anillos	4 líneas	Posterior al anillo nervioso a una distancia doble de la anchura del cuerpo		Casi terminal.
<i>H. rostockiensis</i>	1,113		27-28 μ	Redondeados	34 μ	Delgadas Terminan en punta fina	8,2 μ 10 μ	5 a 9 anillos				
<i>H. schachtii</i>	1,46 0,8-0,9 1,5	37 32 48 40	23 μ 30 μ	Redondeados	33 μ	Bidentada	L. esp. 2	Semi-circular. 3, 4 ó 5 anillos	4 líneas		Muy corta	A la altura de la cloaca
<i>H. trifolii</i>	0,63 0,98 1,32					Bidentadas	L. esp. 2	4 ó 5 anillos				

L.esp. = Longitud de la espícula; Gub. = Gubernáculo; C.L. = Campos laterales; P.Ex. = Poro excretor

ABSTRACT

ROMERO, M. D. 1976.—Morfología e identificación de las especies españolas del género *Heterodera* Schmidt, 1871 (Nematoda). *Bol. Ser. Plagas*, 2. 123-143.

A study of the methods used for the systematic determination of nematodes of the genus *Heterodera* is made and likewise a brief description of the species appeared in Spain as well as of another species from the Mediterranean Basin, that could be found in our country. We have added the most morphological, biometrical, geographical and hosts data, proceeding from our works and from another authors ones, useful for their identification.

REFERENCIAS

- FRANKLIN, M. T. 1945: On *Heterodera cruciferae* n. sp. of brassicas and on *Heterodera* strain infecting clover and dock. *Jour. of Helm.*, 21 (2/3): 71-84.
- FRANKLIN, M. T. 1951: The cyst forming species of *Heterodera*. *Comm. Agric. Bur. Farnham Royal, England* 147 pp.
- FRANKLIN, M. T. 1969: *Heterodera latipons* n. sp. a cereal cyst nematode from the mediterranean region. *Nematologica*, 15: 535-542.
- FRANKLIN, M. T. 1971: Taxonomy of Heteroderidae. *Plant parasitic nematodes*, vol. 1, 345: pp. 139-162.
- GOFFART, H. 1960: Die taxonomische Bewertung morphologisch anatomischer Merkmale by den Zysten der gattung *Heterodera* (Nematoda). *Biol. Bunde. Land. und Forstwirtschaft, Munster*: 24-51.
- GOLDEN, M. A. y ELLINGTON, D. M. S. 1972: Redescription of *Heterodera rostochiensis* (Nematoda: Heteroderidae) with a key and notes on closely related species. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, 39 (1): 64-78.
- HESLING, J. J. 1965: *Heterodera*: Morphology and identification. *Tech. Bull. Minist. Agr. Fish. Fd.*, 7: 103-130.
- MACKINTOSH, G. M. 1960: The morphology of the brassica root eelworm *Heterodera cruciferae*, Franklin 1945. *Nematologica*, 5: 158-165.
- MATHEWS, H. J. P. 1971: Two new species of cyst nematodes *Heterodera mani* n. sp. and *Heterodera iri* n. sp. from Northern Ireland. *Nematologica*, 17: 553-566.
- MULVEY, R. H. 1957: Taxonomic value of the cone top and the underbridge in the cyst forming nematodes *Heterodera schachtii*, *H. schachtii* var. *trifolii* and *H. avenae* (Nematoda: Heteroderidae). *Can. Jour. Zool.*, 35 (3): 421-423.
- MULVEY, R. H. 1972: Identification of *Heterodera* cysts by terminal and cone top structures. *Can. Jour. Zool.*, 50: 1277-1292.
- MULVEY, R. H. y STONE, A. R. 1976: Description of *Punctodera metadorenensis* n. gen. n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) from Saskatchewan with lists of species and generic diagnoses of *Globodera* (n. rank.), *Heterodera*, and *Sarisodera*. *Can. Jour. Zool.*, 54 (5): 722-785.
- ROMERO, D., BELLO, A. y ARIAS, M. 1973: The genus *Heterodera* Schmidt in Spain. *Nematologia Mediterranea*, 2 (1): 83-91.
- STONE, A. R. 1972: *Heterodera pallida* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) a second species of potato cyst nematode. *Nematologica*, 18 (4): 591-605.
- WILLIAMS, T. D. y SIDDIQI, M. R. 1972: *Heterodera avenae*. C. I. H. Descriptions of plant Parasitic Nematodes Set. 1, núm. 2.

Según la última información bibliográfica, recibida cuando se estaba componiendo este trabajo, el género *Heterodera* ha sido sustituido por cuatro géneros: *Heterodera* que comprende las especies del *Heterodera* (*Heterodera*), *Punctodera*, para la especie *Heterodera punctata*, *Globodera* para las especies de *Heterodera* (*Globodera*) excepto la citada *H. punctata* y *Sarisodera* (MULVEY y STONE, 1976).