

Control biológico de nematodos fitoparásitos con especial referencia al nematodo de los cereales, *Heterodera avenae*

D.L. Trudgill, L. López-Llorca.

Zoology Department, Scottish Crop Research Institute, Invergowrie,
Dundee, Scotland. (SCRI).

B.R. Kerry.

Institute of Arable Crop Research, Rothamsted Experimental Station,
Harpenden, England



« **L**as investigaciones realizadas en los últimos 15 años, han llevado a la conclusión de que varios hongos, y dos en particular, controlan espontáneamente el nematodo de los cereales y previene el incremento de sus poblaciones por encima del umbral de perjuicio económico.»

Introducción

El ejemplo más destacado de control biológico de nematodos fitoparásitos es el que se lleva a cabo con el nematodo de los cereales (*Heterodera avenae*) en el norte de Europa. Las investigaciones realizadas en los últimos 15 años han llevado a la conclusión de que varios hongos, y dos en particular, controlan espontáneamente el nematodo de los cereales y previenen el incremento de sus poblaciones por encima del umbral de perjuicio económico.

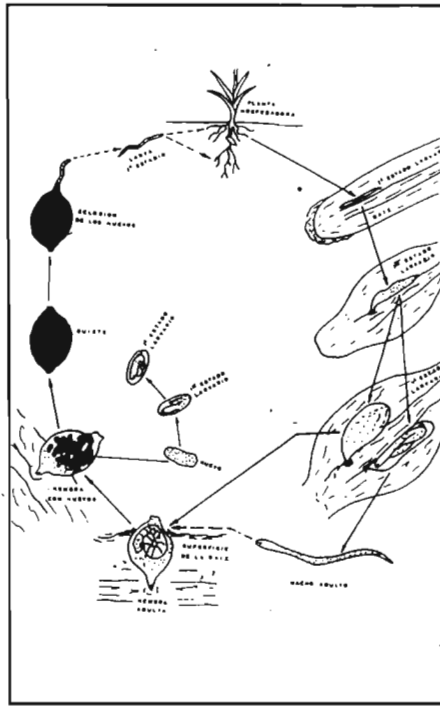
El primer indicio de la existencia de un agente de control natural capaz de suprimir el nematodo de los cereales derivó de los estudios llevados a cabo por nematólogos del «Agricultural Development and Advisory Service» de Inglaterra, en 1950 (Gair, Mathian & Harvey, 1969; Ann. appl. Biol., 63, 503-512), quienes observaron que en un monocultivo de cereales o con períodos de rotación cortos, las densidades de población de este nematodo aumen-

tan inicialmente, pero a los 3 ó 4 años disminuyen. En principio se pensó que esta disminución se debía a dos efectos dependientes de la densidad, la competición de los individuos por los puntos de alimentación en las raíces, en las que inducen a la formación de grandes sincitios que son esenciales para los estados larvarios que van a dar lugar a hembras, y el deterioro extensivo en el sistema radicular de la planta hospedadora con la consiguiente reducción del número de puntos disponibles donde alimentarse. Sin embargo, cuando la población ha disminuido hasta un nivel en que la competición y el deterioro son de escasa importancia, la población de este nematodo continúa disminuyendo incluso cuando el cultivo de cereal está desarrollándose.

Entre 1963 y 1967 se realizaron experimentos que confirmaron que, entre los quistes, es excepcional que las poblaciones del nematodo de los cereales disminuyan en un monocultivo de su planta huésped (Tabla

1), Jones, Parrot & Whithead, 1967 (Rothamsted Exp. Stat. Ann. Rept., 142-144). Suelos de Winchester infectados con el nematodo de los cereales se colocaron en macetas y a alguno de ellos se añadieron otras cuatro especies de nematodos formadores de quistes; se mantuvieron con hospedadores adecuados durante cinco años, al final del experimento las poblaciones de *Globodera rostochiensis* (el nematodo de la patata) había aumentado su población inicial de un huevo/g a 145 huevos/g de suelo, las poblaciones de *H. cruciferae* (nematodo de la col) de 0,4 huevos/g a 5 huevos/g; los de *H. goettingiana* (nematodo de las habas y guisantes) de 1 huevo/g a 29 huevos/g y los de *H. carotae* de menos de 0,1 huevos/g a 2,3 huevos/g de suelo. En contraste con esto, las poblaciones del nematodo de los cereales no se pudo ni detectar, incluso en avena, su mejor hospedador, donde se había mantenido durante cinco años. Resultados parecidos se obtuvieron con las mismas cinco especies de nematodos en suelo de Woburn.

Aunque el descenso de la población de *H. avenae* en un cultivo de cereales, es el modelo observado en general, existen excepciones ocasionales en las que las poblaciones pueden aumentar repentinamente causando daños considerables en el cultivo siguiente. Este tipo de daño es más severo en suelo



Ciclo biológico de *Heterodera avenae*.

delgados, bien drenados, sobre yesos y se ha observado que este tipo de situaciones tienden a producirse a continuación de veranos secos.

Otro indicio de este control natural apuntó hacia la existencia de agentes naturales que controlan este nematodo (Williams & Salt, 1970; Ann. appl. biol., 66, 329-338). Williams & Salt realizaron un experimento para el estudio de la dinámica de la población de *H. avenae* y su efecto en el rendimiento del cultivo. Para el control del nematodo regaron una serie de parcelas con una solución de formol. El campo había estado sembrado continuamente de cereales y la población de *H. avenae* era bastante baja, sin embargo el rendimiento del cereal en las parcelas tratadas con formol no fué mucho mejor, aunque había desaparecido el 80% de los individuos de *H. avenae*. Pero, cuando recontaron la población después de la recolección, encontraron que ésta era mucho mayor en las parcelas tratadas con formol que en las no tratadas (Tabla 2), un efecto que no podía explicarse por diferencias de incidencia en uno u otro cultivo, ni por competencia entre los nematodos. Estos resultados indicaron que el formol controlaba más eficazmente a un competidor o un agente de control natural de este nematodo, que al nematodo mismo.

TABLA 1
Efecto de cinco años de monocultivo de diversos hospedadores sobre las poblaciones de cinco especies de nematodos formadores de quistes (Jones et al., 1967)

Cultivo hospedador/Especie de Nematodo	Huevos/g de suelo	
	1963	1967
Avena/ <i>Heterodera avenae</i>	1	1
Patata/ <i>H. rostochiensis</i>	1	119
Col/ <i>H. cruciferae</i>	1	5
Guisante/ <i>H. goettingiana</i>	1	29
Zanahoria/ <i>H. carotae</i>	0,1	1,4

GOTERO AUTOCOMPENSANTE



- Caudal 2 y 4 litros/hora
- Compensa desde 0,5 ÷ 4 Kg/cm²
- Uniformidad total
- No sobresale una vez instalado



GOTERO INTERLINEA



- Para insertar a tubo de Ø 12 y Ø 16
- Caudal de 2-4 y 8 l/h.
- Gran uniformidad de caudal

GOTERO DESMONTABLE



- Para montar en tubo de 12-16-20 y 25 mm.
- Caudal de 2-4 y 8 l/h.
- Fácilmente desmontable
- Gran uniformidad de caudal

Tabla 2

Efecto del tratamiento con formol durante dos años en el rendimiento del trigo y la densidad de población del nematodo de los cereales, después de la recogida (según Williams, Bean & Salt; Rothamsted Exp. St. Ann. Rept., 1971)

	Sin tratar	Tratado con formol cada año durante dos años
Rendimiento de trigo t/Ha	2,57	2,84
H. avenae, huevos/g suelo	2,57	14,0

Agentes de control biológico del nematodo de los cereales

Nematophora gynophila

Kerry, 1974 (Nematológica, 20: 259-261) cita por primera vez un hongo que puede ser el responsable del control biológico natural de *H. avenae*. Esta sugerencia se basa en la observación de que las hembras de este nematodo recogidas de las raíces de cebada («spring barley») en Junio y Julio, frecuentemente contenían esporas de un hongo desconoci-

do del tipo *Entomophora*. Kerry se planteó si este hongo sería el responsable del llamado decaimiento («decline») de *H. avenae* en los cultivos continuados de cereales. Estudios posteriores mostraron que este hongo estaba ampliamente distribuido, apareciendo asociado con el nematodo de los cereales en 30 de 31 campos muestreados en Inglaterra. También se observó que muchas hembras no infectadas con el hongo tipo *Entomophora* (posteriormente denomi-

nado *Nematophthora gynophila*. Kerry et Crump, 1980; Trans. Br. Mycol. Soc., 74: 119-125), contenían algunos huevos infectados con *Verticillium chlamydosporium* y otros hongos con *Cylindrocarpon destructans*.

Kerry y colaboradores continuaron con el estudio de los hongos que infectaban *H. avenae*, utilizando una modificación en las técnicas de extracción que les permitía obtener hembras blancas de *H. avenae* del suelo (Kerry, 1975; Nematológica, 21: 163-166) y con la práctica de observación en cajas (Crump & Kerry, 1977; Nematológica, 23: 398-402) comprobaron que *N. gynophila* era responsable de la destrucción de gran proporción de hembras jóvenes. Estudios posteriores revelaron que el hongo penetra en las hembras infectadas a través de la cutícula y produce tubos de descarga que liberan gran cantidad de zoosporas biflageladas (Kerry, Crump & Doncaster, Rothamsted Exp. St. Ann. Rept. 1978, 176-177). Estas zoosporas nadan en las películas de agua del suelo hacia otras hembras a

**He aquí nuestro substrato para
semilleros, tacos y bandejas.
Extra-fino, sin fibras.**

- calidad alemana
- buena retención de agua. Sin peligro de solidificación total
- reducción del tiempo de cultivo sin pérdida de calidad

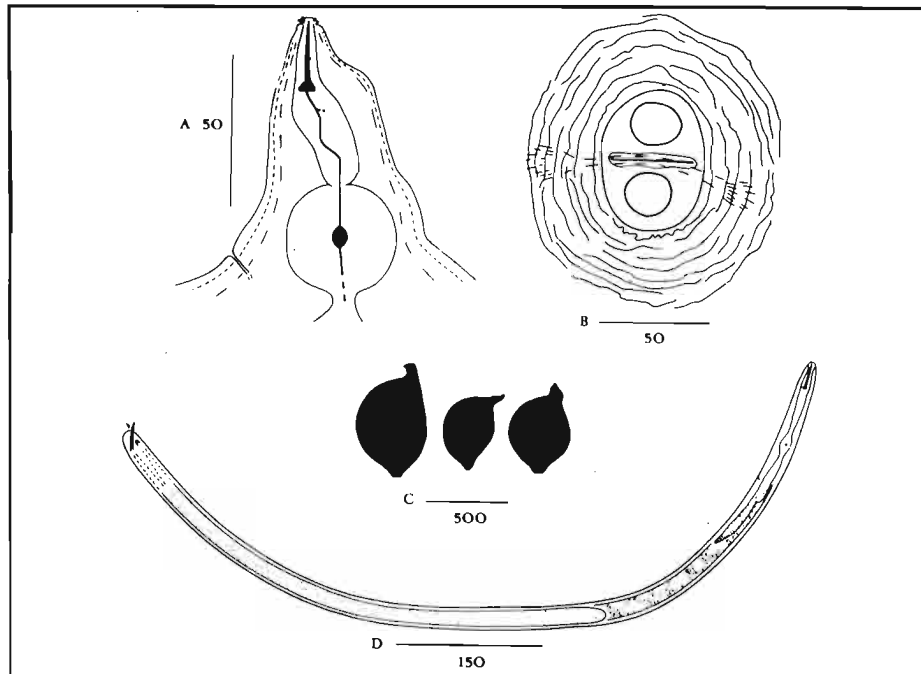


GRÜNLAND

S.A.
C./ Pelirrojo 26, 1º B
28047 Madrid
Telf.: 91/461.60.00
461.84.88

las que infectan. Si se separan las hembras infectadas antes de la producción de zoosporas, la tasa de infección decrece en las hembras en un 61 a un 17% (Kerry, Crump & Muller, 1976; Rothamsted Exp. St. Ann. Rept., 209-210). Las hembras aparecen totalmente destruidas a los cinco días de la infección y el contenido de su cuerpo aparece reemplazado por una masa de esporas. Estudios adicionales mostraron que el contenido de su cuerpo aparece reemplazado por una masa de esporas. Estudios adicionales mostraron que el tratamiento del suelo con formol reduce la dispersión posterior del ataque por *N. gynophila* y aumenta la supervivencia de las hembras *H. avenae* (Crump & Kerry, 1977; Nematológica, 23: 398-402). Kerry, Crump & Muller, 1980 (Nematológica, 25: 57-68) también encuentran una explicación al porqué el nematodo de los cereales crea a veces graves problemas tras un verano seco: en experimentos en parcelas observaron que la reducción del riego, en el período en el que las hembras están alcanzado la madurez, restringe el movimiento de las zoosporas de *N. gynophila*, con lo que se incrementa la supervivencia de las hembras de *H. avenae*.

Inicialmente, *N. gynophila* se considera como un agente potencial de control biológico prometedor a desarrollar para su utilización contra otras plagas importantes por nematodos. Sin embargo, existen dos problemas en principio, en primer lugar, este hongo es un parásito obligado y no puede cultivarse «in vitro»; por otra parte, ataca a otros quistes de nematodos tales como *H. carotae*, *H. cruciferae* y *H. schachtii*, pero no



Heterodera avenae.

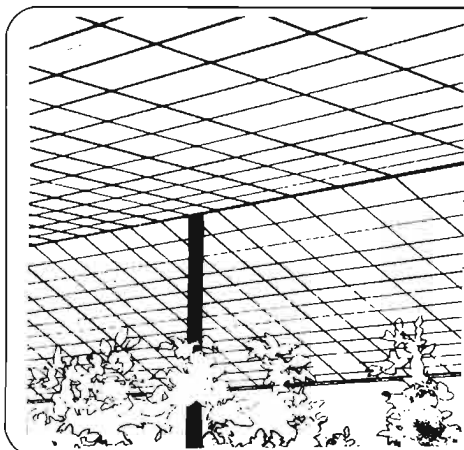
- a) Región anterior de la hembra madura.
- b) Vista frontal del cono vulvar.
- c) Formas características de los quistes.
- d) Aspecto general del macho.

ataca a otros nematodos de interés desde el punto de vista fitopatológico, como es el nematodo dorado de la patata (*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*) (Kerry & Crump, 1977; Nematológica, 23: 193-201). Estas dos limitaciones para el desarrollo de *N. gynophila* como agente de control biológico comercial, dirigieron la atención sobre el segundo hongo parásito más extendido, *V. chlamydosporium*.

Verticillium chlamydosporium

V. chlamydosporium es un parásito

facultativo que se cultiva fácilmente «in vitro» en cereal agar o en medio líquido. Sin embargo, es también un parásito efectivo de los huevos de *H. avenae*, donde a veces se encuentra en grandes cantidades. Los muestreos realizados en Escocia por López-Llorca demuestran que existen cepas de este hongo en la mayor parte de los campos infectados por *H. avenae* y pueden aparecer infectados hasta un 70% de los huevos (López-Llorca & Duncan, 1986; Nematológica, 32: 486-490). Además de *V. chlamydosporium*, una proporción significativa de huevos aparece in-

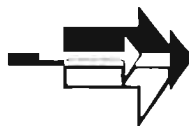


Hilo-Bayco

Es un hilo de nylon ideal para sustituir al alambre en el montaje de invernaderos, espalderas viñas, sombreadamientos, arboricultura...etc.

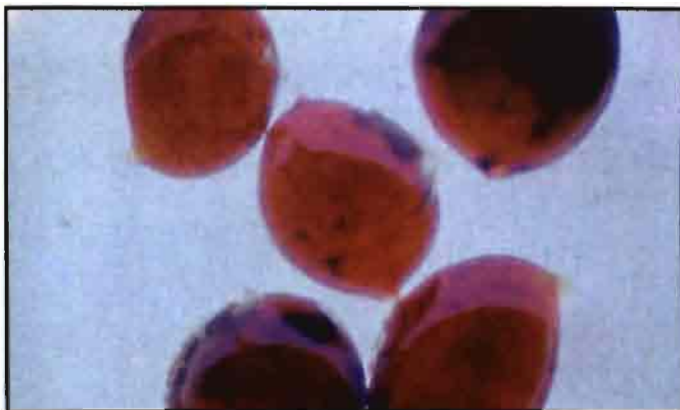
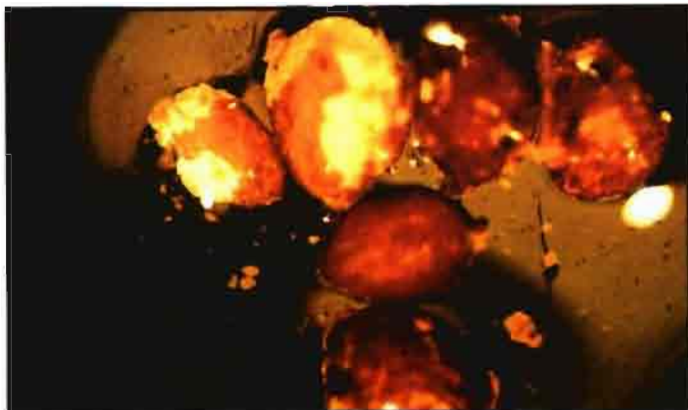
NO SE OXIDA - LARGA DURACION - GRAN RESISTENCIA
NO SE DESTENSA - 6,5 VECES MAS LIGERO QUE EL ALAMBRE

Distribuidor:



EBESA

Avda. de Tolosa, 87. Tel. (943) 21 12 92
20009 SAN SEBASTIAN. Tlx. 38197 ebes E.



Quistes de *Heterodera avenae*. (Foto de Romero y Valdeolivas, CSIC).

fectada también por *Paccilomyces carneus* (Tabla 3). En España, también está muy extendido este nematodo en cereales y los estudios preliminares realizados han mostrado la presencia de hongos parásitos en sus huevos, sin embargo se desconoce su importancia.

Kerry y colaboradores observaron niveles similares de infección en huevos con *V. chlamydosporium* en Inglaterra (Kerry & Crump, 1977; Nematológica, 23: 193-201). Los es-

tudios en realización de López-Llorca muestran que *V. Chlamydosporium* inicialmente se desarrolla en la superficie de las raíces adyacentes a hembras jóvenes en desarrollo. Poco después de que la infección se lleva a cabo, se detectan en el interior de la superficie de hembras estériles. Cuando la infección es temprana la hembra muere sin haber producido huevos (Kerry, Crump & Muller, Ann. appl. Biol., 100: 489-499) quedando la pared del quiste delgada y

este vacío. Las infecciones tardías matan la mayor parte de los huevos formados y solamente reducen la fecundidad de la hembra. Incluso las infecciones tardías matan únicamente una parte de los huevos, siendo más vulnerables a la infección los no embrionados. Al microscopio de barrido se observa una clara diferencia entre los infectados y los sanos. Los huevos infectados observados poco después de la recolección del cultivo, contienen una masa de micelio

Nuestra fuerza:

¡LA CALIDAD!



La gran difusión de los INVERNADEROS RICHEL en toda EUROPA, es el resultado de una fabricación cuidadosamente controlada y una técnica confirmada por 20 años de experiencia. Más de 2.000 Ha. de invernadero instaladas en todo el mundo.

Nuestros diseños han sido cuidadosamente estudiados y calculados, para conseguir aunar el criterio de robustez y resistencia tradicional en nuestras estructuras, a las exigencias propias de cualquier tipo de clima.

- Variedad de técnicas de aireación.
- Construcción con tubos de hierro ovalizado (aumento de la resistencia).
- Galvanización de gran calidad (aumento de la duración).
- Sistema patentado de ensamblaje de arcos y correas, mediante bridas soldadas a las correas (precisión del montaje a lo largo del tiempo).

Amplia gama de modelos : 4,50 m (Especial fresón) 4,50 m normal - 7 m - 7,50 m - 8 m - 9,30 m - BITUNNEL 16 m - y MULTICAPILLA modular de 6,40 m de ancho, en SIMPLE PARED o DOBLE PARED INFLABLE (que permite hasta un 40% de ahorro de energía).



SERRES DE FRANCE
RICHEL

13810 EYGALIÈRES - FRANCE

GIRONA :
MASSAGUER HIVERNACLES
CTRA SANT HILARI S/N
STA COLOMA DE FARNERS
TEL. 84 08 21

BARCELONA :
AGROFUTUR INVERNADEROS
GRUPO SAN JORGE 14 BAJOS
VILADECANS
TEL. 658 39 52

del hongo. Si estos huevos se cultivan en un medio específico en el laboratorio (López-Llorca & Duncan, 1986) las hifas del hongo perforan la cubierta del huevo y se forma una colonia alrededor de cada huevo infectado. A los 10-14 días el micelio desaparece del huevo infectado y lisado, que queda vacío, arrugado y con las características clamidosporas.

Un proceso similar ocurre con menor intensidad en el suelo. Sin embargo, algunos aislados escoceses de *Verticillium* de los huevos de este nematodos, no produce clamidosporas en el laboratorio.

Experimentos posteriores (Kerry, Crump & Muller, 1982; Ann. appl. biol., 100: 489-499) muestran que un pretratamiento del suelo con formol también controla la infección de *V. chlamydosporium*, decreciendo el número de huevos infectados.

Los estudios de Kerry y colaboradores muestran que casi todos los casos de parasitismo se realizan en la superficie de la raíz y muy pocos o ninguno después de la recolección. Esto induce a cuestionar la implicación de las raíces del cultivo en la etiología de *N. gynophila* y *V. chlamydosporium*. Del mismo modo, las investigaciones de los equipos del SCRI y Rothamsted Exp. St. muestran que *V. chlamydosporium* puede atacar «in vitro» a huevos del nematodo de la patata y a nematodos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.) casi tan fácilmente como a los del nematodo de los cereales. Sin embargo, en campo apenas

Tabla 3
Porcentaje de infección por hongos de huevos de *H. avenae* en seis puntos de Escocia

Punto de muestreo	Nº de huevos/g de suelo	% de infección		
		<i>Verticillium</i>	<i>P. carneus</i>	<i>C. destructans</i>
1	1,5	68	4	4
2	59,0	6	9	1
3	8,9	23	14	3
4	18,7	51	17	1
5	11,6	48	7	0
6	28,5	4	3	1

se detectan ataques, incluso en lugares donde el suelo tiene un grado de infección natural de estas especies. *V. chlamydosporium* también puede infectar huevos de otros nematodos formadores de quistes y las hembras de algunos de ellos también son atacadas por *N. gynophila*, los niveles

de control son generalmente insuficientes para prevenir los incrementos de población y las eventuales pérdidas del cultivo. Esto puede deberse al elevado potencial reproductor de algunas especies, p.e. *H. schachtii*, que tiene dos o más generaciones por año. Existe además información adicional sobre el declive de la población asociada al cultivo conti-

nado, implicando varias especies de nematodos formadores de quistes entre los que hay que incluir *G. rostochiensis*. En cualquier caso, el parasitismo por hongos deber ser objeto de una investigación más profunda.

Se ha tratado de comercializar *V. chlamydosporium* como agente de control biológico, aunque con escaso éxito debido a la complejidad del sistema edáfico y a las muchas interacciones que afectan a la proliferación del parasitismo. Cualquier hongo introducido en el suelo debe competir con la microflora autóctona y generalmente requiere una fuente de energía para que se produzca la fungistasis. Las cepas de *V. chlamydosporium* han mostrado «in vitro» una gran variabilidad en su crecimiento saprofito y su patogenicidad. Estos factores condicionan su capacidad para competir con otros hongos en suelos no esterilizados y las cepas de mayor competitividad como saprófitas, tienden a ser menos efectivas como parásitas. La adición de granos de cereal a *V. chlamydosporium* le provee de una fuente rica en energía, aumentando su competitividad (Kerry et al., 1984; Rothamsted Exp. St. Ann.

FLORCID, s.a.

Finca del Teniente. Apart. 155

03660 NOVELDA (Alicante)

Tel. (96) 560 03 28

Ofrece

sus

VARIETADES DE CLAVEL

- Constantemente controladas y mejoradas en su laboratorio.
- Toda la gama de colores.
- Máxima resistencia a las enfermedades.
- Producción constante de buena calidad.
- Las mejores y más adaptadas para cultivo en clima a verano muy cálido, tipo Andalucía.

Rept., 120) ya que se requiere gran cantidad de propágulos para el control del nematodo (aproximadamente 1.000 g suelo).

A pesar de estas limitaciones, se han conseguido buenos resultados (Kerry, Simon & Rovira, 1984; Ann. appl. Biol., 105: 509-516). Introduciendo *V. chlamydosporium* en macetas con granos de avena, se evita la producción de quistes en un 65% y el número de huevos por quiste en un 25%. Incluso así, la dosis media utilizada de 2,5 g de suelo con granos de avena 100 g suelo es equivalente a 62,5 t/ha lo cual no resulta una propuesta rentable. Introduciendo el hongo en gránulos de atapulgita éste puede sobrevivir en un suelo no esterilizado durante 6 meses y podría colonizar el sistema radicular completo de plantas de trigo de 6 semanas. Se han testado formulaciones alternativas del hongo, p.e. en capsulación en 1% de alginato sódico y 10% de caolín añadido a 0,1 M de gluconato cálcico y se ha progresado en la producción de mutantes fungicida-resistentes (Kerry et al., 1986; Rothansted Exp. St. Ann. Rept., 106-

107). Sin embargo los problemas para desarrollar un producto comercial efectivo y seguro, son muy grandes.

Especificidad de agentes fúngicos de control biológico

Existen niveles claramente diferentes de mecanismos de especificidad pero se sabe poco sobre el tema (Kerry, 1984; Helminthological Abstracts, 51: 1-14). *V. chlamydosporium* ataca a los huevos de *H. avenae* en el laboratorio pero parece no hacerlo en campo. Esta diferencia de comportamiento sólo puede explicarse por la implicación de un efecto relativo a la planta hospedadora. *N. gynophila* ataca a cierto número de especies de nematodos formadores de quistes del género *Heterodera*, pero no a *Clobodera*. Los mecanismos, mediante los que las zoosporas alcanzan e infectan a las hembras de estos nematodos, son totalmete desconocidos, pero parece como si existiera un proceso de reconocimiento específico a las hembras de *Heterodera*, solamente en el momento en que la zoospora alcanza a la hembra.

Los hongos antes citados son endoparásitos, pero existes una amplia gama de especies ectoparásitas que son parásitos facultativos y producen distintos tipos de trampas, incluyendo las estructuras anilladas y las nudosidades pegadizas. Se sugirió que la producción de lectinas por parte de los hongos puede implicar un proceso de reconocimiento específico para atrapar a los nematodos, las lectinas se unen a los hidratos de carbono específicos de la superficie de los nematodos (Nordbring-Hertz & Mattiasson, 1979; Nature, 281: 477-479). Los estudios realizados en el SCRI con *Arthrobotrys dasguptae*, un hongo que produce nódulos pegajosos (Boag, Robertson & Ainsworth, 1986; Nematológica, en prensa) confirma que los hongos ectoparásitos pueden ser específicos. En experimentos realizados en placas de agar, especies de *Rotylenchus* retienen muchos nódulos del hongo, mientras que, estos nódulos, no se adhieren a la mayoría de los *Dorylaimidos*, p.e. *Xiphinema* (Tabla 4). Los estudios realizados con lectinas fluorescentes muestran la existencia de grandes diferencias en los hidra-



Twin Drops Ibérica, s.a.®

Primera marca de calidad en tubería de riego por goteo



TWIN DROPS IBERICA, S.A.,

es la primera empresa en España que se le ha concedido la marca de calidad en tuberías de polietileno de baja densidad para ramales de microirrigación.

OFICINAS: Basilio Sala, 21 (965) 652058 - 03550 SAN JUAN DE ALICANTE - Telex: 66624 HMSN-E

FABRICA: Poligono Industrial Pla de la Vallonga, c/ 5 N 24 (965) 288851 - 03113 ALICANTE

NANDOR
FESTEJA SUS 10 AÑOS
EN FAMILIA!



graines d'élite
clause

CLAUSE IBERICA, S.A. - Pla del Pou - Paterna (Valencia)
Ctra. de la Cañada, Km. 11,5 - Tel.(96) 132 27 05 - Telefax: 132 34 11 (dia)
Contestador automatico: 132 34 11 (noche) - Apartado de correos, 162

Tabla 4
Número de nódulos del hongo *Arthrobotrys dasguptae* que se adhieren a diferentes nematodos fitoparásitos.

Nematodo	Nº de nódulos por nematodo
<i>Rotylenchus robustus</i>	657
<i>Globodera rostochiensis</i>	4
<i>Xiphinema diversicaudatum</i>	2
X. index	0

tos de carbono de la superficie de los nematodos a los que se adhieren los nódulos pegajosos, con las de aquellos a los que no se adhieren. Las especies de *Rotylenchus robustus* se marcan ampliamente con concanavalina A, gemen de trigo aglutinina y soja aglutinina; mientras que *X. diversicaudatum*, con excepción de algunos de los poros del cuerpo, no se marca con ninguna de las 10 Ictinas testadas (Tabla 5). Sin embargo, cuando *R. Robustus* se trata previamente con una mezcla de lectinas marcadas específicamente, no le afecta la consiguiente adhesión de esporas de *A. dasguptae*. Estas observaciones no excluyen la presencia de otras lectinas distintas de las que se han testado, pero los resultados no dan la confirmación esperada del papel de la lectinas carbohidratos en el control de nematodos por hongos.

Resumen y conclusiones

Los hongos parásitos de nematodos son agentes importantes de control biológico, al menos para algunas especies de nematodos de los cuales el nematodo de los cereales es el ejemplo mejor conocido. Sin embargo, los progresos hacia el desarrollo de preparados comerciales seguros, son lentos debido a la especificidad de ciertos hongos, de la extrema

Tabla 5
Fijación de lectinas sobre *Rotylenchus robustus* y *Xiphinema diversicaudatum*

Lectina	fijación en	
	<i>R. robustus</i>	<i>X. diversicaudatum</i>
CONA	XXXX	X
WGA	XXX	X
PNA	---	-
NEA	XX	X
SBA	XXXX	-
DBA	---	-
BSA	XXXX	-
LFA	---	-
LEA	---	-
STA	---	-

X Solamente a los poros del cuerpo.

XXXX Se extiende el marcaje a la mayor parte del cuerpo.

complejidad del subsistema edáfico y de la logística de introducir suficiente número de propágulos. Pero, se ha progresado en el conocimiento de los procesos de infección y en la identificación de las diferencias en la competitividad y capacidad de parasitismo entre las cepas de los hongos.

Un campo de interés en el que se ha progresado poco, es en el conoci-

miento de los mecanismos que rigen la especificidad de los distintos hongos parásitos. Con la especie endoparásita *Verticillium chlamydosporium* se ha conseguido atacar algunos quistes en el laboratorio, pero no en campo, y existen pruebas circunstanciales de que en ello puede influir la especie vegetal cultivada. Respecto al ectoparásito *Arthrobotrys dasgupta*, se han encontrado grandes diferencias entre los hidra-

tos de carbono de la superficie de los nematodos a los que los nódulos del hongo se adhieren. Sin embargo, no se ha podido demostrar por medio de lectinas, que los hidratos de carbono de la superficie de los nematodos sean los responsables de la adherencia o no de los nódulos del hongo. ☼

Corros producidos en cereal por la Heterodera avenae. Finca La Hiqueruela (Santa Olalla).



Traducción de la Dra. **Maria Arias**, investigadora científica del Instituto de Edafología y Biología Vegetal.