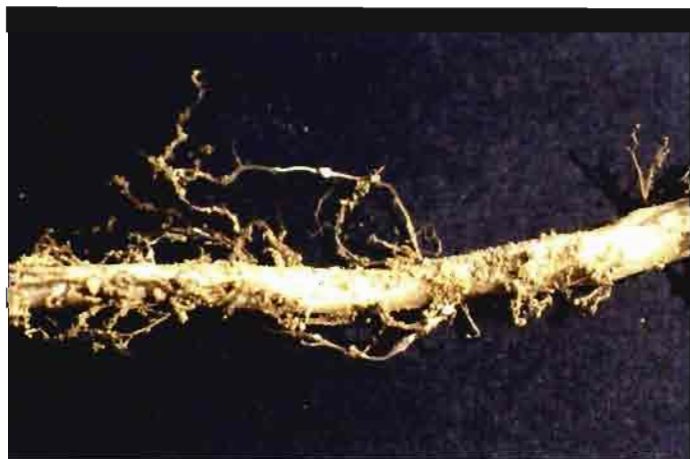


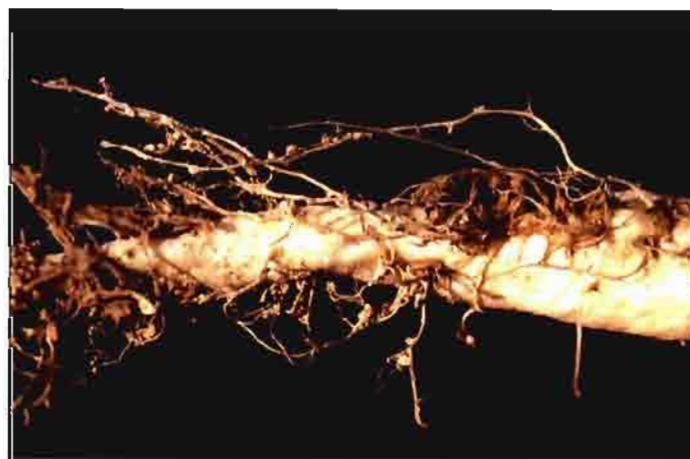
NEMATODO DE QUISTE de la REMOLACHA AZUCARERA

Su control biológico por medio de las plantas nematocidas

Por: José Luis Villarías Moradillo*



Raíz de remolacha invadida por nemátodos



Heterodera (schachtii) en raíz de remolacha

ANTECEDENTES

De todos es conocido que, a finales del siglo pasado se empezó a cultivar la remolacha azucarera en España, y más particularmente en Córdoba. Desde allí pasó a las vegas de Granada y del Ebro, ocupando más tarde los valles del Duero, Andalucía, Extremadura y Zona Centro de España (siguiendo fundamentalmente las cuencas de los ríos, normalmente en las tierras regadas).

Desgraciadamente en la actualidad, sólo encontramos el cultivo en las últimas regiones y algo sobre la cabecera del Valle del Ebro. Por lo tanto, ha desaparecido completamente de Granada y de gran parte del valle del Ebro. Una de las razones que motivó ese desplazamiento fue, sin duda, la elevadísima incidencia económica negativa, que causaban los nemátodos en dichas regiones de Granada y valle del Ebro.

INTRODUCCION

Fue en 1.902, cuando los insignes y prestigiosos ingenieros agrónomos Cañizo y Sardiña publicaron, por primera vez en España, un trabajo sobre este parásito. Así

mismo, se ha encontrado de a finales del siglo pasado, en las memorias de la Granja-Escuela de Zaragoza (Aula Dei), una magnífica descripción de la sintomatología de una enfermedad, desconocida en aquella época, que corresponde a los daños causados por *Heterodera schachtii*, en la remolacha azucarera.

A lo largo de más de 25 años, hemos podido observar que los daños en el Valle del Duero, provocados por este parásito, se han ido elevando paulatinamente y sin pausa. El efímero Servicio de Formación e Investigación Agronómica de la cooperativa ACOR, creado en 1983, fue el pionero en establecer las bases para el control biológico de la plaga, desarrollando enormemente la

(*) Dr. Ingeniero Agrónomo
Prof. Titular de la Universidad de León
Subdirector de la Escuela Superior y Técnica
de Ingeniería Agraria



Cultivo de remolacha afectado por *Heterodera schachtii*

El 76% de las tierras productoras de remolacha azucarera están infectadas de *Heterodera schachtii*



Nemátodo de quiste en remolacha

lucha contra esos parásitos, e introduciendo en la región su control ecológico e integrado.

En esa época se efectuaron una serie de análisis sistemáticos de las tierras de los agricultores, que se pueden cifrar en unos 27.000 muestreos y que pusieron de manifiesto la extensión y nocividad del parásito.

Algunas azucareras como la Sociedad General Azucarera también realizó numerosos análisis en Alava y Rioja. Así mismo la sociedad Ebro Agrícolas, a la vista de la alarmante subida de las poblaciones de ese nemátodo, puso en marcha en sus laboratorios centrales de Valladolid unas instalaciones dedicadas a su estudio y control.

También la Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla y León propugnó una serie de ayudas pioneras durante los años 1.985 a 1.987, que fueron ejemplares en aquella época, de control biológico de la plaga, y que a pesar de los magníficos resultados obtenidos por los agricultores progresistas, no se llevan a cabo con la intensidad que requiere el control de ese enemigo del cultivo de la remolacha azucarera.

Los datos que se muestran a continuación, son lo suficientemente elocuentes como para tomar en serio a ese parásito. Se

puede constatar que el 76% de las tierras productoras de remolacha azucarera, están infectadas de *Heterodera schachtii*.

¿Como se ha podido llegar a esta situación?. Se pueden prever dos causas principales: las cortas rotaciones de cultivos que buscan los agricultores a la vista de alta rentabilidad de la remolacha azucarera, sembrándola cada dos o tres años en la misma parcela (en vez de cada cuatro o cinco años), y el ganado ovino que pasta los residuos de cosechas y pasan de una propiedad a otra, puede diseminar la *Heterodera schachtii*, con la tierra que portan en sus pezuñas.

A la vista de las elevadas pérdidas que sufren los agricultores, con los niveles de infestación relativamente débiles, hizo necesaria, la modificación de las tablas tradicionales de niveles de daños, para adaptarlo a la realidad de nuestras zonas remolacheras y podemos constatar que son superiores a las Centro-Europeas.

Las pérdidas que produce el parásito, de producción en azúcar por ha, se estudiaron durante los años 1984 a 1989. De esa manera se pudo ordenar los daños producidos, atendiendo al nivel de infestación, siguiendo los resultados obtenidos de forma experimental. (Cuadro 1).

Se puede observar que a partir del nivel

5 (501 a 800 H+J (H) huevos + (J) estados juveniles, los daños pueden alcanzar los 19,4% de pérdidas en azúcar por hectárea, lo que ya supone una merma importante en los rendimientos.

Con el fin de conocer las situaciones de infestaciones en la región de Castilla y León, se efectuaron tomas sistemáticas de muestras de tierras para analizar su contenido en quistes y huevos y estados juveniles, cuyos resultados se incluyen en el cuadro 2.

A pesar del riesgo grave de aumento del problema en los próximos años, se considera que el nivel de infestación es aún débil ya que casi el 46% de los controles realizados indican que las poblaciones de nemátodos se encuentran entre 0 y 150 H+J, lo que no supone una situación demasiado alarmante, por el momento si se toman las medidas correctoras adecuadas. Además se ha empezado relativamente pronto a concienciar en los agricultores sobre la necesidad de controlar esa plaga, a pesar de que lamentablemente las subvenciones llevadas a cabo por la Consejería de Agricultura de Castilla y León, se han inhabilitado. Lógicamente esa línea de ayudas que tanto éxito tuvieron, entre los labradores que quisieran mejorar sus tierras, se debería retomar.

SANIDAD VEGETAL

CUADRO 1.

Nivel	H+J en 100 g de suelo	Pérdida en % de azúcar/Ha.
0	0	0
1	1 a 150	0
2	151 a 300	1,9
3	301 a 500	6,6
4	501 a 800	19,4
5	801 a 1500	26,9
6	1501 a 1500	42,0
7	> de 2500	> 54

Media de 23 ensayos realizados para esta finalidad.

CUADRO 2.
NIVELES DE INFESTACION DE HUEVOS+LARVAS POR 100 g DE TIERRA

Provincias	Nº muestras	0	1-150	151-300	301-500	501-800	801-1500	1501-2500	>2500
Avila	8650	22,6	17,6	8,1	8,8	11,8	12,5	8,5	11,1
Burgos	1306	14,9	27,0	10,7	10,0	13,3	15,4	6,2	2,4
León	1695	37,1	23,7	7,6	5,1	7,6	6,4	6,5	6,0
Palencia	964	16,0	22,5	20,2	12,2	7,6	9,9	6,9	4,7
Salamanca	1070	18,2	14,0	3,5	8,4	9,8	9,1	19,6	17,4
Segovia	1735	29,9	27,7	11,2	4,1	5,4	12,1	5,1	4,5
Soria	34	28,6	28,7	11,9	5,0	9,4	9,4	7,0	0
Valladolid	10805	24,9	24,4	10,0	9,0	9,2	11,1	5,8	5,6
Zamora	813	20,7	34,3	15,7	5,8	10,3	7,9	2,5	2,8
TOTAL	28072	23,4	22,4	9,8	8,4	9,8	11,5	7,2	7,5

. Se han detectado estados juveniles J₂, en el suelo, en casi todo el ciclo del cultivo de la remolacha azucarera, habiendo varias épocas de emergencia máxima; las causas de estas emergencias se pueden encontrar en la temperatura del suelo, la aparición de lluvias primaverales y la presencia de raíces de remolacha u otras plantas que les puedan hospedar.

. Las larvas (estados juveniles J₂) aparecen en las raíces a partir de los 10 a 15 días de sembradas, sobre las remolachas en estado de cotiledones. Pero también se las puede encontrar hasta diciembre en el suelo.

. Los estados yerberos más avanzados (estados juveniles J₂ y J₄), aparecen en las raíces sucesivas entre los 12 a 30 días sucesivos y las primeras hembras, con sus sacos abajeras se presentan hacia mediados o a finales del mes de mayo.

. La aparición de los primeros quistes tiene lugar a finales de mayo, hasta mediados de junio, cuando ya la remolacha tiene de 8 a 10 hojas verdaderas, época en la cual se comienzan a detectar machos en el suelo.

. El ciclo de tres generaciones por año parece ser que es el más frecuente en Castilla y León: la primera completa su ciclo hacia mediados de junio; la segunda hacia mediados de agosto y la tercera lo hace

BIOLOGIA DEL PARASITO

El Estudio de la biología de la *Heterodera schachtii* es el primer escalón que hay que recorrer para conocer perfectamente la evolución del nemátodo de quistes, si queremos combatirlo de forma adecuada.

. El principio de la emergencia de los primeros estados juveniles J₂, puede variar entre el final del mes de marzo y finales de abril, según la climatología anual.

La climatología influye enormemente en la evolución de los quistes. Los años lluviosos y calurosos propician el desarrollo de la plaga



Cultivo de Pegletta



Emergencia de plantas de Pegletta sobre rastrojo

hacia mediados de octubre; puede haber una cuarta generación que normalmente no llega al final del ciclo, y de ella se detectan solamente en las raíces atacadas por los estados juveniles J₂ y J₃.

En general se ha podido constatar que los años lluviosos y calurosos, propician el desarrollo de la plaga, especialmente en los primeros estados del cultivo de la remolacha.

EFFECTO DE LAS PLANTAS NEMATICIDAS SOBRE HETERODERA SCHACHTII

Estas plantas realmente no matan a los nemátodos, por lo que el nombre de nematocida no es muy feliz. Tampoco lo es el de



Planta de Pegletta

"Catch-crop" que utilizan los anglosajones.

Efectivamente esas plantas no son capaces de producir las células gigantes que necesita la Heterodera para desarrollarse como hembras, y como consecuencia de ello, solo evolucionan como machos y en consecuencia no se producen quistes, con una bajada considerable de la descendencia. En definitiva los machos apenas encuentran hembras para poder copular.

EL CONTROL BIOLÓGICO

Con el fin de ser respetuosos con el medio ambiente el control biológico, por medio de las plantas nematocidas, que no contaminan en absoluto el medio ambien-

te, pueden servir de forraje al ganado, se puede enterrar su parte aérea para facilitar un abono sideral (en verde), producen un subsolado natural muy interesante para las plantas que se cultivan por sus raíces suculentas (remolacha, zanahoria, etc.), pudiéndose desarrollar mejor y en definitiva ofrecen a los agricultores una rentabilidad indiscutible.

La época de siembra de esos cultivos es bastante extensa, ya que se puede realizar desde finales de febrero a finales de octubre, lo que facilita enormemente el trabajo de la lucha biológica contra la *Heterodera schachtii*.

Ya que tenemos casi todo el año para efectuar su control, la experimentación que se llevó a efecto se escalonó en tres épocas: siembras de primavera (febrero a marzo); siembras de verano (agosto a primeros de septiembre); siembras de otoño (septiembre a octubre).

una de ellas sus ventajas e inconvenientes, que habrá que sopesar en cada caso, para adaptar la fecha de siembra a las condiciones concretas de las rotaciones de cultivos.

Para las siembras de primavera, la longitud del ciclo útil (entre la emergencia y la floración) de esas Crucíferas es de 55 a 60 días; lo que permite cultivar esos vegetales sobre el terreno que se piense sembrar antes de la remolacha y enterrar sus restos como abono sideral a finales del mes de abril, lo que permitirá sembrar girasol, maíz o patatas.

El cultivo efectuado en esta época tiene las ventajas siguientes:

- Ganar un año en la lucha contra *Heterodera schachtii*.

- Obtener un cultivo barato, ya que en esas condiciones no se necesita regar las plantas nematocidas, ya que es frecuente la lluvia en esa época en el Valle del Duero.

Con el fin de ser respetuosos con el medio ambiente el control biológico, por medio de las plantas nematocidas, es el método más adecuado, además de ser el más rentable

Las características estudiadas en esos trabajos, fueron las siguientes:

- Reducción de las poblaciones de nemátodos.
- Utilización de las plantas como abono verde.
- Uso de las plantas como forraje del ganado.
- Aumento de la producción en el cultivo de la remolacha azucarera.

Se han estudiado diferentes plantas nematocidas, pero entre las más interesantes se encuentran dos rábanos *Raphanus sativa* var. *olifera* (Pegletta y Nemex) y una mostaza *Sinapis alba* (Maxi).

EPOCAS DE SIEMBRA DE LOS CULTIVOS NEMATICIDAS

Después de una larga experimentación se puede asegurar que en Castilla y León, el cultivo de las plantas nematocidas se realiza en tres épocas diferentes, teniendo cada

- Se produce un subsolado natural muy favorecedor para cultivos de bulbos, tubérculos o raíces.

Por el contrario produce algunas desventajas:

- En ciertas condiciones no se prepara bien el terreno para la nascencia del cultivo siguiente.

Con las siembras del verano, la longitud media del ciclo se puede reducir a unos 45 días. Por esta razón se efectúa la siembra a finales de julio o agosto, inmediatamente después de cosechar el cereal, se puede enterrar toda la masa verde durante el mes de octubre.

Esta época de siembra ofrece las ventajas siguientes:

- Se aumenta el porte aéreo de las plantas con lo que se obtiene más masa verde.

- Facilita los trabajos preparatorios del cultivo siguiente y especialmente por el subsolado natural.

SANIDAD VEGETAL

Por el contrario, las siembras estivales, producen algunas desventajas:

- Pueden aparecer problemas de rebrotes de cereales, si no se echa algún herbicida barato antigramíneo (TCA) o, en caso contrario los costes se elevan si tenemos que recurrir a la utilización de los nuevos antigramíneos (Fenoxi-fenoxi), con esa finalidad.

- En algunos años secos, que no aparecen las tormentas de verano, no se puede aprovechar ese agua y hay que recurrir al riego, lo que eleva los costes de los cultivos.

Por último en el caso de siembras de otoño, el ciclo es más largo si no tenemos heladas (caso de los últimos inviernos) o se acorta cuando aparecen pronto las temperaturas bajo cero. Pero en cualquier caso los frutos no llegan a madurar.

Si se efectuó la siembra pronto, se pueden enterrar las plantas a primeros de diciembre. También cuando los inviernos sean benignos se pueden dejar en reposo vegetativo, durante todo el invierno, para enterrarlo a la llegada de la primavera. De esta manera se obtiene una más importante cantidad de masa verde. A este respecto se debe considerar, que en las condiciones de Castilla y León el *Raphanus* no se suele helar, mientras que *Sinapis* sí puede ser afectada por las bajas temperaturas.

Las ventajas e inconvenientes de las siembras en esta época del año son similares a las del cultivo de primavera.

REDUCCION DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS

Dependiendo de la época de siembra del cultivo nematicida y la especie elegida,

los resultados que se obtienen son diferentes.

Como resumen de 47 ensayos realizados a tal fin se han obtenido los resultados siguientes. (Cuadro 3):

De entrada se observa una buena reducción de la población del nemátodo con la Pegletta en las tres épocas del año. La utilización de Nemex en primavera ofrece también buenos resultados. El Nemex en verano reduce fuertemente las poblaciones del parásito.

Es importante señalar, que las reducciones de quistes en los años secos, son inferiores a los obtenidos durante las temporadas lluviosas o normales. Así mismo parece ser que la densidad de siembra juega un papel muy importante en la reducción de los quistes, como veremos más adelante.

En general, parece ser que en nuestras condiciones, las reducciones que se obtienen con los *Raphanus* son superiores a las alcanzadas por *Sinapis* y siempre la mejor época de siembra, para mejorar las tierras, es el verano.

DENSIDAD DEL CULTIVO DE LAS PLANTAS NEMATICIDAS

La densidad más normal del cultivo de las plantas nematicidas se sitúa alrededor de 25 kg de semilla por ha, pero se observó que puede afectar enormemente al desarrollo de las plantas, además de otras características como fertilidad del terreno, abonados etc.

Así mismo se observó que la variabilidad de la eficiencia "nematicida" era muy grande ya que se han observado reducciones del 92% con Maxi y del 89% con Pegletta lo que se ha achacado a las con-

diciones climatológicas del año.

Una experimentación llevada a cabo en la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de la Universidad de León demuestra que la densidad de siembra puede jugar un papel muy importante en ese efecto nematicida. A este respecto debemos recordar que 1.000 semillas pesan entre 10 y 11 gramos, por lo que con los 25 kg/ha de semillas se pueden obtener unos 2.000.000 de plantas por hectárea, que tengan un 80% de geminabilidad en campo.

Diferentes densidades producen un desarrollo desigual en el cultivo, no solo en su parte aérea sino en las raíces del mismo, como se puede ver en cuadro 4.

De los datos obtenidos, parece ser que se deduce, que a mayor densidad el cultivo se desarrollan menos las plantas de Pegletta, tanto su raíces como su porte, pero su efecto nematicida es mayor, como se desprende de los datos anteriores que se deberán confirmar con ensayos posteriores.

OTRAS APLICACIONES

Las plantas nematicidas son, por el momento, la manera más ecológica de rebajar los niveles de infestación de la *Heterodera schachtii*. Este control biológico permite hacer rentable el cultivo de la remolacha azucarera en el Valle del Duero, permitiendo a la vez, dar un subsolado ecológico al suelo, obtener un abono verde o forraje para el ganado y aumentar los rendimientos de la remolacha azucarera.

BIBLIOGRAFIA

- Bello, A.**, (1985): "Control de nemátodos". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.
- Heinicke, D.**, (1985): "Lucha biológica contra los nemátodos de la remolacha por medio de cultivos intercalares resistentes". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.
- Heinicke, D.**, (1985): "Efecto de las crucíferas". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.
- Mayer, H.**, (1985): "Los nemátodos en Europa". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.
- Müller, J.**, (1985): "Lucha biológica". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.
- Villarías, J.L. y col.**, (1985): "Puesta en marcha de la lucha biológica contra los nemátodos en Castilla y León". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.

CUADRO 3.
REDUCCION DE LA POBLACION DE H*J DE HETERODERA SCHACHTII

CULTIVOS	EPOCA DE SIEMBRA		
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
PEGLETTA	65	66	62
MAXI	52	44	43
NEMEX	45	68	39

CUADRO 4.
DESARROLLO Y EFECTO NEMATICIDA DE LA PEGLETTA (siembra de verano)

SIEMBRAS kg/ha	DENSIDADES plantas/m ²	LONGITUD RAICES m	PORTE AEREO m	REDUCCION DE NEMATODOS %
19	153	1,15	1,37	56
22	176	8,85	1,08	64
25	187	0,65	0,79	76
28	210	0,47	0,56	85
(Media de seis repeticiones)				