

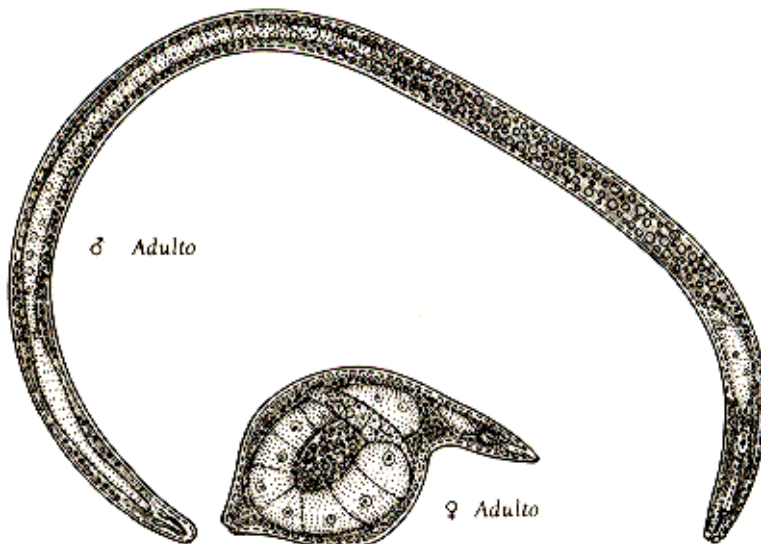


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E.T.S.I.I.A.A. DE PALENCIA

INGENIERO TECNICO AGRÍCOLA

FITOPATOLOGÍA
NEMATOLOGÍA VEGETAL
NEMATODOS FIOTOPATÓGENOS



**Profesor Titular de Escuela Universitaria
Ingeniero Agrónomo D. Manuel García Zumel**
Nematodo formador de quistes de la remolacha azucarera.

Heterodera schachtii

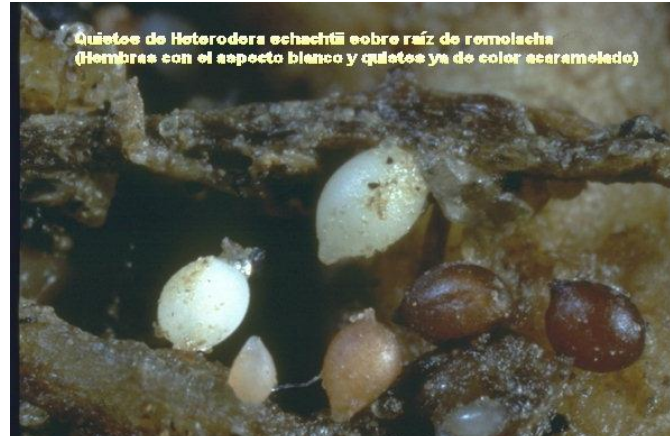
Clase: **Secermentea.**
Orden: **Tylenchida.**
Familia: **Heteroderidae.**
Género: **Heterodera.**

CULTIVOS SUSCEPTIBLES DE DAÑO:

Las Quenopoidaceas y las Crucíferas.

CICLO BIOLÓGICO.

Las especies de nematodos formadores de quistes tienen un ciclo de vida muy semejante. Los huevos completan su desarrollo embrionario dentro del quiste, el embrión incrementa su longitud, seguido de una gastrulación y comienza a moverse en el interior de la cáscara del huevo, flexionado 2 ó 3 veces. Este primer estadio juvenil muda a segundo estadio, la fase infectiva y puede eclosionar inmediatamente después de haberse completado la muda. Este segundo estadio emerge del huevo utilizando el estilete para practicar una hendidura en la cáscara. Las formas infectivas pueden permanecer en estado de dormancia en el interior del huevo y este, a su vez, en el interior del quiste en el suelo, llegando a sobrevivir, 10 años. La eclosión y emergencia gradual provoca que el cultivo continuo del hospedador de lugar a un importante incremento de la población y, a su vez, que en ausencia del hospedador se produzca un vaciamiento importante de los quistes.

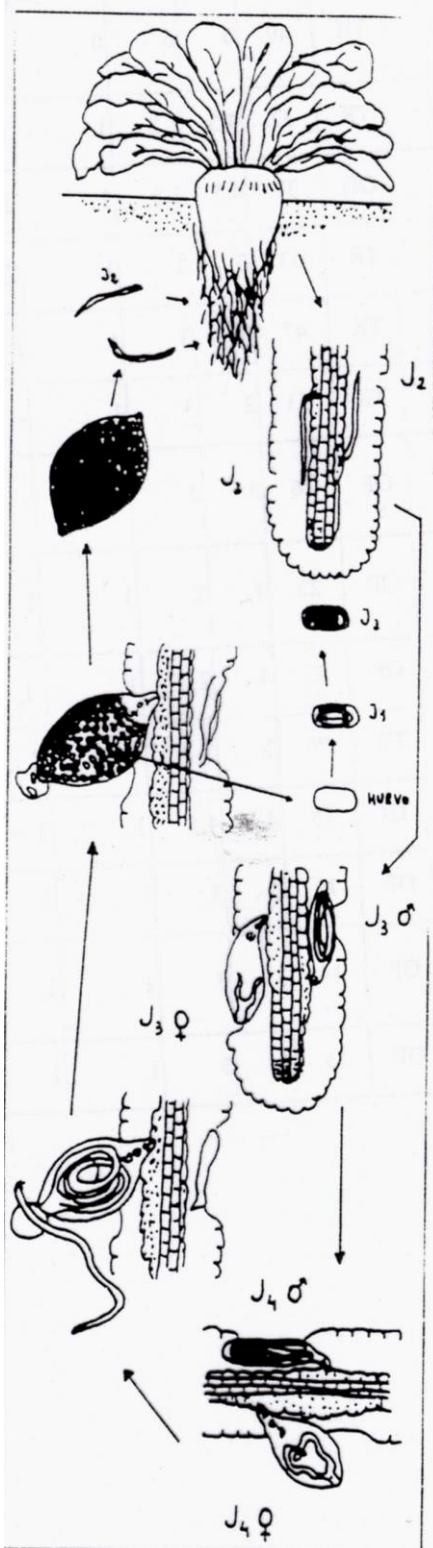


La temperatura óptima de eclosión es de 25°C, el proceso puede estimularse por exudados de raíces de plantas hospedadoras y no hospedadoras, incluso se produce en ausencia de exudados por diversos factores físicos y químicos del suelo.

En presencia de la raíz de un hospedador susceptible, los juveniles de 2º estadio penetran en el tejido epidérmico de las raíces secundarias próximo a los extremos, ayudados por el estilete bucal. El cuerpo del juvenil a menudo permanece en posición paralela al eje de la raíz, en túneles formados en el interior del cortex durante la migración de los nematodos, pasando a ser formas parásitas sedentarias en la proximidad del tejido vascular.

Este proceso causa evidentes daños mecánicos en los tejidos del hospedador, un anillo necrótico envolviendo las células endodérmicas y tres capas de tejido vascular.

Rodeando al juvenil hay un espacio vacío que permite su libre movimiento, variando los puntos de inserción del estilete en la zona de alimentación del parénquima vascular, donde por la acción de sustancias presentes en las secreciones salivares, inducen la formación de células alimenticias sincitiales a partir de las cuales el nematodo se alimenta hasta su madurez.



Tres días después de la inoculación, en el sincitio se observan numerosos tubos o tocones de pared celular y huecos, como resultado de la disolución de la pared celular. La ausencia de membrana plasmática cubriendo estas perforaciones permite la fusión de protoplastos y los movimientos del núcleo entre células adyacentes.

Dependiendo de la temperatura, el segundo estadio está completo en 7 días desde su entrada a la raíz hasta que sucede la segunda muda. En el interior del hospedador se produce la 2ª y 3ª muda, el nematodo se alimenta de la célula de transferencia, se hincha, pierde su musculatura llegando a ser inmóvil, desarrollándose el J3 y J4 de machos y hembras. El tercer estadio presenta un rectum bien desarrollado y aparece un primordio genital. Esta etapa se completa en 10 u 11 días después de la penetración en el hospedador y se produce la diferenciación sexual.

La hembra, en los estados tempranos, desarrolla un par de delgados ovarios que permanecen curvados en la cavidad del cuerpo. Sufre una cuarta muda, se produce en el interior del tercer estadio juvenil. Durante la cuarta muda el sistema reproductor se abre hacia el exterior camino a la formación de la vulva. Después de treinta días los ovarios han obliterado otros órganos en la cavidad del cuerpo y están llenos de huevos. La hembra presenta una forma alimonada, blanquecina, debido a su tamaño rasga la pared del cortex de la raíz y el nematodo se hace visible al exterior. Sólo la parte anterior de la hembra adulta permanece en el interior de la raíz, por donde continua alimentándose.

En los machos se desarrolla un único testículo, aparece como una serie de células toscamente situadas en filas con la parte terminal doblada. A partir de la masa indefinida de células que rodean el testículo, va formándose gradualmente el cuerpo del macho, tomando una apariencia vermiforme, doblado una vez, en el interior de la cutícula. Desde este tercer estadio, el macho crece longitudinalmente, hasta que está doblado de 3 a 4 veces en el interior de la envoltura cuticular que se va expansionando.

En esta etapa el macho ha desarrollado un estilete, con fuertes nódulos basales y otras estructuras propias del macho adulto. Este desarrollo tiene lugar en el cortex radicular. La cuarta muda se completa en aproximadamente 15 días. Al final de la muda, el macho emerge hacia el suelo, aproximadamente tres semanas después de la penetración del segundo estadio juvenil en la raíz del hospedador.

Los machos tienen una corta vida fuera de la raíz, permaneciendo activos entre 9 y 10 días. Las hembras viven en la raíz del hospedador dos veces más tiempo que los machos.

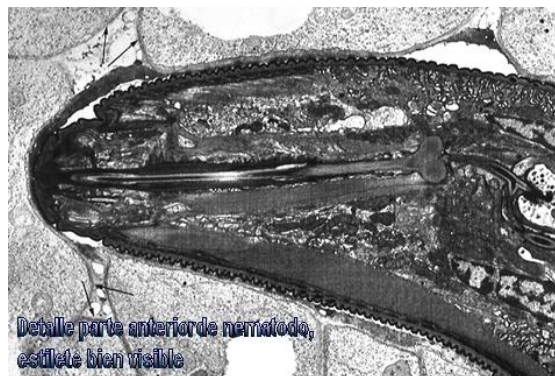
Las hembras de la mayoría de las especies formadoras de quistes emiten feromonas sexuales en la rizosfera con la subsecuente atracción de los nematodos machos. Será interesante evaluar su potencial como agente de control de nematodos en campo, una vez se haya conseguido su identificación. Métodos similares de control se han aplicado contra varias plagas de insectos.

Cada macho puede aparearse con varias hembras durante los pocos días de su vida adulta, de 9 a 10 días en el suelo. Las hembras a su vez pueden aparearse con uno o más machos.

Las hembras blancas, debido a un proceso de oxidación de los polifenoles que componen el tegumento, se endurecen y oscurecen, adquiriendo un color marrón. Esta estructura constituye una capa protectora del contenido de los quistes. El enquistamiento es una forma de conservación y supervivencia de los nematodos.

Posteriormente se producen los huevos, muchas hembras depositan algunos huevos en una matriz gelatinosa usualmente presente fuera pero adherida al quiste, ésta juega un papel importante en el ciclo vital ya que de esta manera los huevos pueden eclosionar inmediatamente, entrando en la raíz, y produciendo otra generación en condiciones ambientales favorables, completando el ciclo vital en 30 días.

El desarrollo, según las condiciones climáticas, dura de 4 a 8 semanas, desde la penetración de los J2 en el interior de los tejidos de la raíz, hasta el desarrollo de huevos en el interior de la hembra madura, pudiendo darse dos y tres generaciones por año, siendo más importante la primera que las posteriores.



Se sugiere que debido a los 8 meses de duración del cultivo, ***Heterodera schachtii*** puede completar dos generaciones por año en el norte de Europa y 3 en el sur de Europa. La temperatura óptima de desarrollo del nematodo en el interior del tejido radicular y subsecuente reproducción es de 21-27°C, el desarrollo tiene lugar en unos 18 días tras la penetración y el quiste marrón se desarrolla en unos 38 días. El ciclo vital se completa en 57 días a 17-18°C y en 23 días a 29°C. El número de generaciones de ***Heterodera schachtij*** en una planta hospedadora depende de los niveles de infestación

del suelo, la longitud del periodo de crecimiento del cultivo hospedador, la temperatura del suelo y el régimen de humedad.

El ciclo biológico de *Heterodera schachtii*, en áreas remolacheras, muestra unas características semejantes a las presentes en la Europa Mediterránea y, con respecto a la península, a las estudiadas en la Cuenca del Duero.

La emergencia, en presencia del hospedador, comienza con el desarrollo de las raíces de la remolacha, en etapas muy tempranas, coincidiendo con el aumento de las temperaturas tras periodos húmedos, (en presencia y ausencia del hospedador) siendo capaz de completar varias generaciones en el periodo normal del cultivo de la remolacha azucarera.

Los ciclos del parásito y del hospedador están sincronizados, hasta el punto de reflejarse las variaciones asociadas a la zona agroclimática.

La emergencia se produce en ausencia del hospedador, pero la estimulación de la emergencia por parte de los exudados radiculares de remolacha induce el avivamiento de los juveniles provocando una mayor emergencia y más inmediata que la emergencia espontánea (en ausencia del hospedador).

Debido a todas estas puntualizaciones resulta importante conocer el comportamiento de la especie en cada localidad para poder elaborar estrategias de control que se adapten a las condiciones específicas de cada zona.

SINTOMATOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMÁTODOS.

En campo las enfermedades causadas por nemátodos se suelen manifestar como rodales irregulares de crecimiento pobre, de forma circular o elipsoidal, si los síntomas aparecen en campo distribuidos de una forma regular, claramente el problema no será debido a nemátodos. Los nemátodos pueden producir síntomas característicos en el sistema radicular como agallas, lesiones necróticas en las raíces, proliferación de raíces secundarias y pobre crecimiento radicular, lo que se traduce en clorosis y en general plantas débiles con pobre crecimiento.



CONTROL.

Debido a que los quistes pueden contener huevos viables durante mas de 10 años las medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo son de especial importancia. Si el nemátodo se establece en un campo, el agricultor debe aprender a

manejar sus poblaciones y optimizar su producción en presencia de los nemátodos. Gracias al estrecho margen de hospedadores que presentan los nemátodo quísticos, la rotación de cultivos es en la mayoría de los casos una buena estrategia para controlar sus poblaciones. El uso de nematicidas no es tan efectivo como con otros nemátodos debido a la capacidad del quiste para proteger a los huevos.

Medios culturales

BARBECHO

Un barbecho estricto por 1-2 años normalmente reducirá las poblaciones de nemátodos en un 80-90 por ciento. Este efecto puede lograrse en tan sólo una estación introduciendo otras medidas culturales. Sin embargo, barbechar puede ser inaceptable para el agricultor debido a la potencial pérdida de materia orgánica, peligro de erosión y pérdida de tiempo productivo. Además si se permite el crecimiento de malezas durante el barbecho, algunos nemátodos puede sobrevivir y reproducirse en ellas, haciendo esta practica ineficaz

ROTACIONES

La rotación con cultivos no hospedadores es a menudo adecuada por si misma para impedir que las poblaciones nematológicas alcancen niveles perjudiciales económicamente. Sin embargo es necesario disponer de una amplia base de datos incluyendo variabilidad entre cultivares y razas de nemátodos.

SOLARIZACIÓN

La solarización es un método de pasteurización del suelo que permite suprimir la mayoría de las especies de nemátodos patógenos eficazmente. Sin embargo sólo es consistente en lugares con veranos cálidos y calurosos. La técnica básica consiste en poner una o dos láminas de plástico transparente encima del suelo ligeramente humedecido durante el verano y aproximadamente de seis a ocho semanas.

ENCHARCAMIENTO

Donde el agua es abundante, el encharcamiento del campo se puede usar para el control de nemátodos. La inundación del suelo durante 7-9 meses mata a los nemátodos reduciendo la cantidad de oxígeno disponible para la respiración y aumentando la concentración de sustancias tóxicas como ácidos orgánicos, metano y sulfuro de hidrogeno. Sin embargo puede llevar varios años destruir todas las masas de huevos de *Meloidogyne*.

Una alternativa al encharcamiento continuo es utilizar ciclos de inundación, (mínimo dos semanas) alternando secado y pases de disco. No obstante un insuficiente o pobre manejo puede empeorar la situación, ya que algunas plagas y enfermedades se pueden extender fácilmente cuando el suelo está encharcado.

ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Hay evidencias sustanciales de que la adición de materia orgánica o materiales quitinosos en forma de abono o estiércol disminuyen las poblaciones de nemátodos y el daño asociado a ellas, lo que parece ser debido a un incremento en las poblaciones de microorganismos antagonistas de los nemátodos.

CULTIVOS TRAMPA.

Fue en Alemania donde se obtuvieron los primeros resultados positivos con las plantas nematicidas, siendo este el método más adecuado, independientemente de ser el más rentable para el cultivo de la remolacha azucarera, en lo que se refiere al control de nematodos.

Además de facilitar una reducción importante de las poblaciones de nemátodos, las plantas nematicidas, que no contaminan el medio ambiente, pueden servir de forraje al ganado. Se puede enterrar su parte aérea para facilitar un abono sideral (en verde), produciéndose 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, especialmente en el cultivo de la remolacha azucarera.

La época de siembra de estos cultivos 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***.

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

Ya que tenemos casi todo el año para efectuar el control de nemátodos, la experimentación que se llevó a cabo para esa finalidad 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).

Los medios culturales: rotación, control de hierbas,... permiten mantener las poblaciones por debajo del umbral de daños. La preparación del terreno en buenas condiciones de tempero facilita el desarrollo del cultivo y ayuda a soportar los daños.

□ RESISTENCIA

Las variedades resistentes son un método de control más eficaz contra las especies de endoparásitos sedentarias como *Meloidogyne* o los nemátodos quísticos (*Globodera*, *Heterodera*) que pasan la mayor parte de su ciclo de vida dentro de las raíces. Tomates y sojas, en particular, han sido intensivamente seleccionados para resistencia a los nemátodos. No obstante, la obtención de nuevas variedades resistentes es complicada por la habilidad de las especies de nemátodos de desarrollar razas o biotipos que superen la resistencia. Cuando una variedad resistente se planta, las poblaciones de nemátodos generalmente disminuyen, pero en la estación siguiente, los pocos nemátodos en una población capaces de superar la existencia empiezan a aumentar, con lo que al cabo de unas generaciones la resistencia ha sido rota, más del 80% de las poblaciones de *Meloidogyne incognita* muestreadas en invernaderos japoneses rompe la resistencia proporcionada por el gen Mi. Por otra parte las fuentes de resistencia natural están limitadas a unas pocas especies de nemátodos y en ocasiones sólo son eficaces frente a una raza de ese patógeno.

Las variedades resistentes a nematodos y rizomanía ofrecen una alternativa; se han obtenido muy buenos resultados que hacen pensar en una nueva estrategia para luchar contra esta adversidad.

Control Químico

El control químico está hoy en día cuestionado ya que la relación coste/beneficio es muy estrecha.

Materia activa Dosis

**Presentación del
producto**

Benfuracarb 5%	12-30 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo

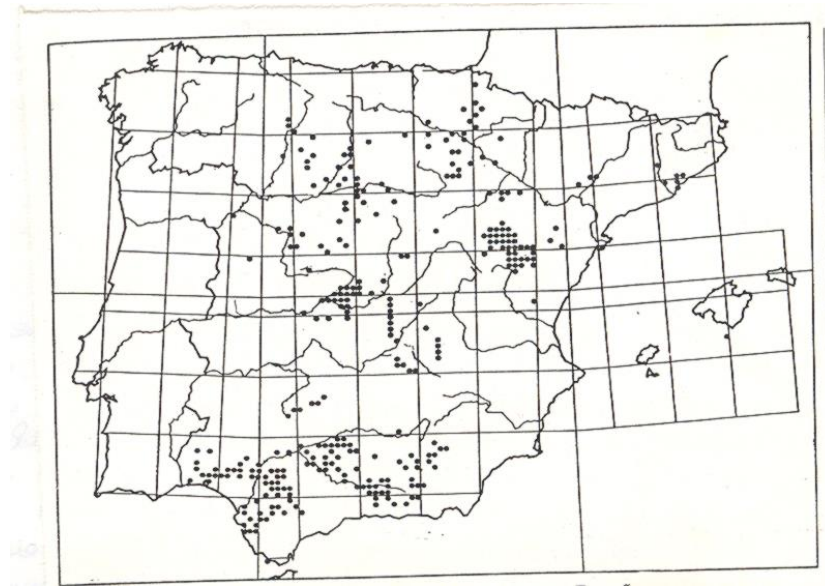
Control Biológico

Microorganismos antagonistas establecidos en el lugar de siembra antes o a la vez que el patógeno pueden ser usados para prevenir la infestación. Varios microorganismos han sido identificados como enemigos naturales de los nemátodos. Éstos incluyen las bacterias *Pasteuria penetrans* y *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamyosporium*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Catenaria* spp. Sin embargo, para la mayoría de ellos las formulaciones comerciales no están todavía disponibles.

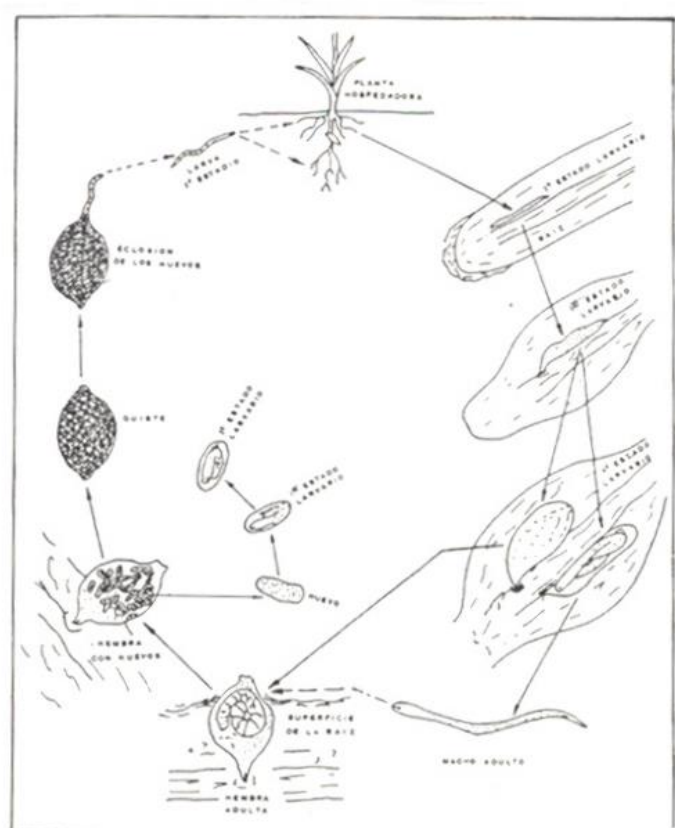
MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES NEMATOLÓGICAS

Con el desarrollo del concepto de manejo integrado de plagas, el seguimiento de las plagas y enfermedades en campo se ha convertido en un componente importante de la agricultura moderna. Mediante la toma de muestras periódica se determinan los niveles de infestación en suelo, infección en planta y los modelos de distribución en campo. Esta información se usa para determinar la estrategia de protección del cultivo de forma que las poblaciones se mantengan a niveles que no causen pérdidas o bien que éstas sean tolerables.

**El nematodo de los cereales.
*Hetrodera avenae***



Distribución de *Heteroera avenae* en España



Ciclo biológico de *Heteroera avenae*

NEMATODO DORADO DE LA PATATA

***Globodera pallida* (= *Heterodera pallida*)**

***Globodera rostochiensis* (= *Heterodera rostochiensis*)**

Es un nematodo formador de quistes y una de las plagas más severas que atacan al cultivo de la papa a escala mundial.

PRINCIPALES HOSPEDANTES:

Solanum tuberosum, patata y sus híbridos ***Lycopersicon esculentum***, tomate y sus híbridos, berenjena y otras **Solanáceas**, además de un gran número de malas hierbas.

Patotipos: Existen al menos 6 patotipos referidos a *G. pallida*: PA1; PA2; PA3; PA4; PA5; PA6; los que difieren en su habilidad para reproducirse en clones tuberosos de *Solanum* y sus híbridos utilizados en los cruzamientos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

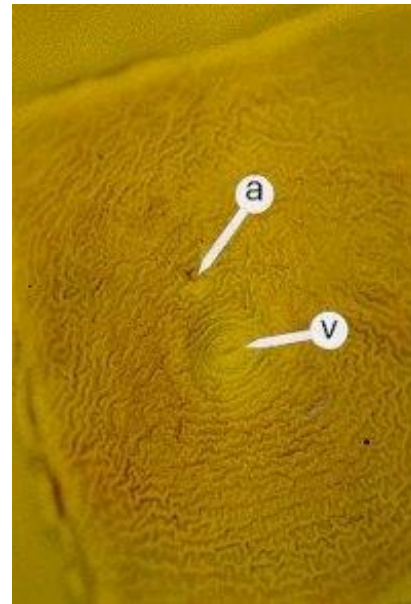
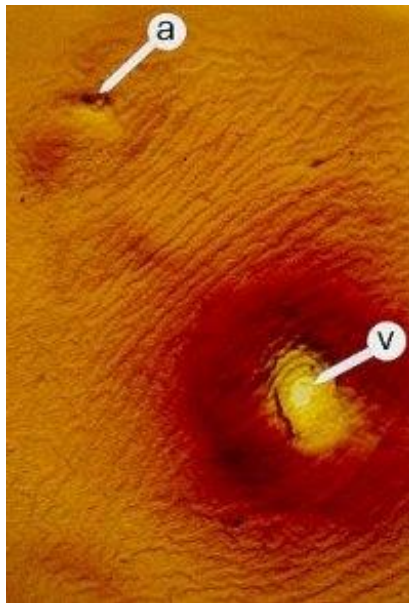
Se considera que estos nemátodos son originarios de los países andinos, especialmente Perú y Bolivia. Sin embargo, estudios recientes de ADN ribosomal, hacen pensar que el centro de origen sea más bien México. Es importante señalar, que ***Heterodera* (= *Globodera*) *rostochiensis*** Woll., fue detectado por primera vez en Alemania en el año 1881 y descrito en 1923 por Wollenweber, a partir de una población colectada en Rostok. En 1973, Stone, observó la existencia de poblaciones del nemátodo cuyas hembras no presentaban la coloración amarilla y, basándose en características morfológicas de los estados juveniles y la cromogénesis de las hembras, describió a estas poblaciones como ***Heterodera* (= *Globodera*) *pallida***, nueva especie de nemátodo quiste de la papa. Posteriormente, los nemátodos formadores de quistes fueron agrupados en seis géneros incluyendo en el género ***Globodera***, a las especies con quistes esféricos como eran ***H. rostochiensis*** y ***H. pallida***. Desde Alemania el nemátodo se dispersó a los otros países europeos y a otros continentes, incluyendo América Latina, probablemente con el comercio de tubérculos de papa para semilla.

De acuerdo con la información obtenida en la revisión internacional del centro y de la literatura de la patata, la presencia del nematodo del quiste de la patata, se ha divulgado en Austria, Australia, Argelia, Bélgica, Bolivia, Canadá, Costa Rica, Chile, Checoslovaquia, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Alemania, Grecia, Holanda, Hungría, la India, Islandia, Israel, Italia, Japón, Libia, México, Marruecos, Nueva Zelanda, Paquistán, Panamá, Perú, Filipinas, Polonia, Portugal, Sri Lanka, España, Unión ex-Soviet, África del Sur, Suecia, Reino Unido, E.E.U.U., Túnez, Isla de Vancouver, Venezuela y Yugoslavia.

IDENTIFICACIÓN

Aún cuando la coloración amarilla de las hembras indica claramente la presencia de ***G. rostochiensis***, la ausencia de hembras con esta coloración en las raíces no garantiza que se trate de ***G. pallida***, a menos que se observe el desarrollo del nemátodo a lo largo de su ciclo biológico. La preparación de los cortes perineales de los quistes, colectados en las raíces de la planta de papa, y el conteo de las estrías cuticulares presentes entre el ano y la vulva, constituyen una manera simple de diferenciar las dos especies. ***G. rostochiensis*** posee un promedio de 21.6 estrías y ***G. pallida*** 12. A veces, el número promedio puede ser de 15, lo cual causa confusión; en este caso, si es necesario identificar la especie, se deben medir otros parámetros, especialmente de hembras, quistes y segundos estados juveniles y hacer comparaciones con los valores

reportados en la literatura. La identificación con técnicas modernas y sofisticadas como son las basadas en reacciones serológicas, punto isoeléctrico, separación de proteínas, enzimas y pruebas de ADN, también es posible.



Cortes perineales de quistes de *Globodera rostochiensis* (izquierda) y *G. pallida* (derecha). Nótese el número de estrías entre la vulva (v) y el ano (a): más de 20 en *G. rostochiensis* y menos de 12 en *G. pallida*.

BIOLOGÍA:

G. pallida presenta un ciclo biológico similar a ***G. rostochiensis*** y se diferencia de este último por una mayor adaptabilidad a las bajas temperaturas.

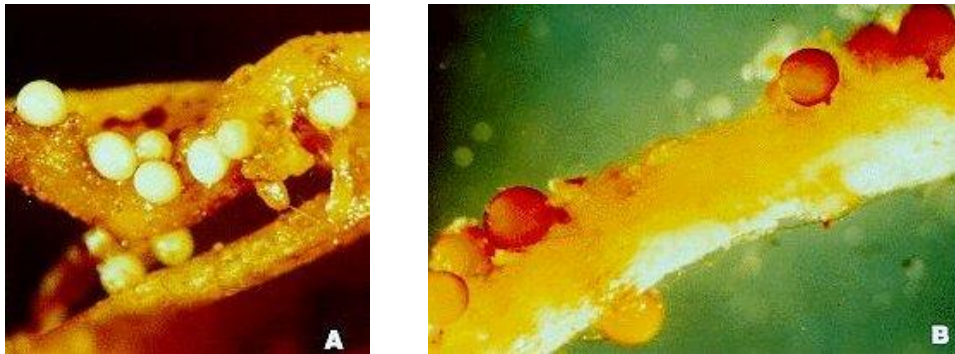
G. pallida es llamada quiste blanco de la papa porque en la etapa de la cromogénesis de la hembra, no pasa por el color amarillo característico de ***G. rostochiensis***, sino que sólo permanece de color crema.

La supervivencia, la reproducción, y la dinámica de la población de los nematodos del quiste de la patata se pueden influenciar grandemente por temperatura, la humedad, el día, y los factores edáficos. En general, los nematodos del quiste de la patata sobrevivirán en cualquier ambiente donde las patatas pueden ser producidas. Un período de 38-48 días (dependiendo de temperatura del suelo) se requieren para un ciclo vital completo de los nematodos del quiste de la patata.

El nematodo de la patata es endoparásito sedentario y presenta un notable dimorfismo sexual. Los machos son vermiformes; cuerpo torcido en una forma de C o de S. Al crecer, la hembra comienza a tomar forma esférica (Cuerpo globoso, esferoide, con un cuello corto y ningún cono terminal.) y los machos se mantienen vermiformes. Los quistes son la forma de las hembras, que son los cuerpos de los nematodos femeninos

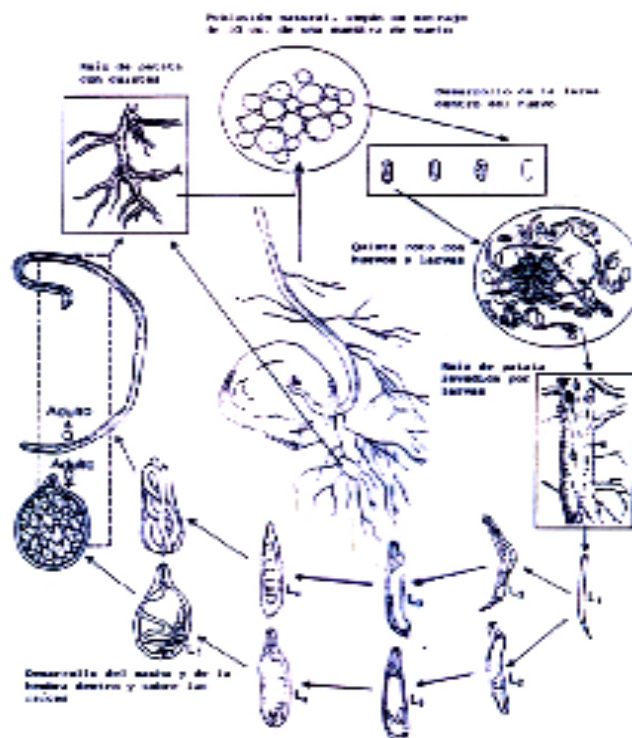
muerdos, que protegen los huevos. Los quistes nuevos son brillante-marrones, redondeado, y tienen un cuello de proyección.

La pared del cuerpo de la hembra madura hasta formar un quiste resistente el cual puede contener más de 400 huevos de los cuales, hasta el 80% eclosionan en presencia de una planta huésped. En ausencia de huéspedes, se mantienen latentes por largos períodos.



Raíces de patata infectadas con *G. rostochiensis*. A) hembras; B) quistes.

Los huevos siguen siendo inactivos dentro del cuerpo de la hembra muerta (el quiste) hasta que reciben el estímulo apropiado (es decir los estímulos químicos lanzados por las raíces de la planta anfitrión). Los huevos del nematodo del quiste de la patata pueden seguir siendo inactivos y viables dentro del quiste por 30 años. En la etapa inactiva, los nematodos son más resistentes a los nematicidas.



Ciclo biológico de *Globodera* spp.

Su ciclo en el huésped comienza con el segundo estado juvenil el cual, después de emerger del huevo, se localiza en la raíz de la planta.

Cuando las temperaturas del suelo son bastante calientes (sobre 10°C), y las señales apropiadas se rompe el quiste y los juveniles de segunda generación salen de los huevos, se escapan del quiste y emigran hacia raíces de la planta del anfitrión. La apertura del huevo es estimulada por la difusión de la raíz del anfitrión (60-80%) - solamente cerca de 5% por el agua. Algunos huevos no rompen hasta años subsecuentes.

Los juveniles penetran en las raíces y comienza a alimentarse dentro de la raíz. Las células de la planta del anfitrión dentro de la corteza de la raíz se estimulan para formar las células especializadas (sincitos) que transfieren los alimentos a los nematodos. Después de alimentar comienza, el juvenil a crecer y experimenta 3 muda más para alcanzar el aspecto adulto.

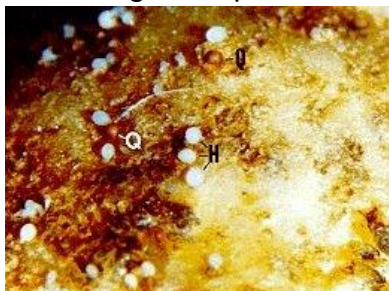
Los individuos que darán origen a los machos, continúan su forma de verme y salen de la raíz. Las hembras, aumentan en tamaño e irrumpen a través de la raíz exponiendo sus cuerpos esféricos fuera de ésta pero con la cabeza y cuello embebidos en ella para continuar alimentándose y produciendo huevos.

La hembra exuda un atrayente para el macho y una vez producida la fertilización, el embrión se desarrolla dentro del huevo dando origen al segundo estado juvenil. Cuando la hembra muere, la cutícula se endurece formando un quiste resistente con 200 a 500 huevos en su interior. En presencia de un huésped, los juveniles eclosionan desde el huevo y comienza un nuevo ciclo de vida.

El sexo es determinado por el suministro de alimentos, los más juveniles se convierten en varones bajo condiciones adversas e infestaciones pesadas.

El período de tiempo que el nemátodo necesita para cumplir una generación, desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, es de 45-60 días, según las condiciones ambientales. Si se considera una temperatura de 10°C como la mínima a la cual el nemátodo puede comenzar su desarrollo, puede cumplir una generación después de 400 grados-días. Las condiciones más favorables son una temperatura de 20-25°C y una humedad del suelo con pF de 2.6-4. Cuando las condiciones ambientales son desfavorables, como en casos de alta temperatura (28°C) y sequías, cuando la planta se aproxima al final del ciclo o bien las raíces están muy dañadas, las hembras se transforman temprano en quiste y el ciclo se acorta, mientras que, cuando la temperatura del suelo es menor de 20°C, se alarga. Estudios comparativos han demostrado que *G. pallida* se desarrolla mejor que *G. rostochiensis* a bajas temperaturas. Generalmente ocurre una sola generación por cada ciclo de cultivo de la patata. Una segunda generación puede empezar, pero difícilmente es completada; sin embargo, existen datos de que sí es posible.

Algunas poblaciones de estos nemátodos no atacan mucho a los tubérculos,



Porción de un tubérculo de papa fuertemente afectado por *G. pallida*.

Nótese las hembras de color blanco (H) y los quistes de color marrón (Q).

mientras que otras infectan y se desarrollan muy bien sobre ellos, convirtiéndose, este medio de propagación, en un vehículo efectivo de diseminación del patógeno.

IMPORTANCIA ECONÓMICA:

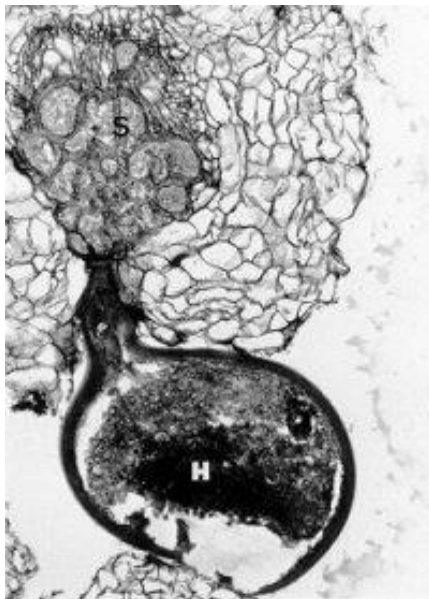
En investigaciones mundiales efectuadas en diversos países, se ha evidenciado que *G. pallida* es menos frecuente que *G. rostochiensis*.

Con relación a las pérdidas ocasionadas por *G. pallida* (PA3), experimentos efectuados en microparcelas en Italia han evidenciado un límite de tolerancia de 1.7 huevos y larvas/gr. de suelo.

Sin embargo, en las zonas donde ha sido determinada, los daños ocasionados son muy similares a los causados por *G. rostochiensis*, pero la carencia de cultivares resistentes de patatas comerciales, ha creado una mayor dificultad en el control del nematodo.

Por otro lado, el uso de cultivares de papa resistentes a *G. rostochiensis* en campos donde existe mezcla de poblaciones con *G. pallida*, puede incrementar peligrosamente el desarrollo de razas de *G. pallida* (la resistencia para *G. pallida* es diferente que para *G. rostochiensis*. *G. pallida* es poligénica, en cambio, *G. rostochiensis* es monogénica). Por esta razón, antes de iniciar un programa con variedades en campos infestados con nematodo quiste de la patata, es necesario conocer primero la especie y luego los patotipos o razas existentes en campo. La determinación de especies es posible efectuarla mediante análisis taxonómicos, o bien por técnicas bioquímicas, como electroforesis o test de ELISA. Los patotipos, en cambio, usualmente se determinan mediante un test de clones diferenciales (test de patotipos).

En la actualidad, los controles van dirigidos a la utilización de cultivo de patatas precoces con cosecha anticipada, alternado con variedades de resistencia parcial, nematicidas y rotaciones largas (4-6 años), cuando se dispone de material genético para introducir en el campo. Ultimamente se ha investigado con controladores biológicos con resultados promisorios.



Sección transversal de una raíz de papa con hembra de *G. rostochiensis* (H) y sincitio multinucleado (S) alrededor de la cabeza del nemátodo.

En el ámbito histológico el daño es representado por necrosis de las células de las raíces atravesadas por los juveniles de segundo estado. Cuando éstos se detienen en el

lugar definitivo de alimentación, las células alrededor de la cabeza del nemátodo sufren una profunda transformación. De 3 a 10 células alrededor de la cabeza de cada nemátodo se funden, la pared celular engrosa, el citoplasma se torna denso y se origina el sincitio multinucleado de alta actividad metabólica, el cual es indispensable para la alimentación del nemátodo. La formación del sincitio ocasiona una interrupción de los vasos cribosos y leñosos limitando notablemente la funcionalidad de las raíces. Debido a esto, las plantas de papa atacadas por el nemátodo presentan crecimiento y rendimiento reducidos, la senectud se anticipa y, a veces, en suelos muy infestados, el follaje presenta un ligero amarillamiento. Las reducciones de rendimiento dependen del nivel poblacional del nemátodo al momento de la siembra.

FORMAS DE INTRODUCCIÓN:

En orden de importancia: Semilla de patatas, suelo, plantas de vivero, bulbos de flores y de hortalizas, patata de consumo, sacos, maquinaria agrícola.

IDENTIFICACIÓN Y SÍNTOMAS:

El síntoma en el cultivo es un pobre crecimiento de las plantas, en uno o más sectores pequeños del campo, que es por lo general el síntoma típico de una infestación causada por nemátodos. La sintomatología se caracteriza por una disminución en el desarrollo de las plantas que se visualiza focalizadamente. Estos focos se agrandan cada vez que se cultiva una variedad susceptible.

En general, las plantas enfermas presentan una disminución del sistema radicular. El nematodo extrae los nutrientes de las raíces y reduce el suministro de nutrientes y agua a los tallos y hojas de las plantas. Ello se traduce en una disminución en el rendimiento.

Un examen cuidadoso de raíces infestadas realizado en floración, revela la presencia de pequeños cuerpos de color blanco o marrón que miden entre 0.1 a 1 mm. de diámetro. Estos cuerpos corresponden a las hembras inmaduras que han emergido a través de la epidermis de las raíces. Cuando la hembra se vuelve de color café oscuro, significa que se ha transformado en quiste el cual luego se desprende de la raíz y permanece en el suelo por largo tiempo.



SINTOMATOLOGÍA EN CULTIVO DE PATATA

La diferencia más notable entre ambas especies es que dentro del ciclo biológico, la hembra pasa por diferentes colores. En *G. rostochiensis* toma coloración amarillo oro

(nombre característico nematodo dorado), en cambio en ***G. pallida*** la hembra tiene una larga fase de color blanco o blanco cremoso. Esta fase del ciclo biológico puede ser determinada por inspección visual, sacando plantas de papas o tomate con raíces en la etapa fenológica de floración donde además de observar a la hembra, pueden detectarse pequeñas agallas, especialmente en plantas de tomate.

CONFIRMACIÓN:

Para propósitos cuarentenarios, los quistes pueden ser detectados extrayendo suelo mediante prospección sistemática como sistemas de muestreo 2x2, 4x4 u 8x8, es por ello fundamental conocer el historial de cultivo de la parcela, y la toma de muestras de suelo para determinar los niveles de población existentes.

Para realizar la toma de muestras se debe recorrer toda la parcela haciendo una W, tomando un número mínimo de 50 catas por área de muestreo. El área máxima cubierta por un muestreo sería de 4 hectáreas, para obtener un litro de tierra a remitir al laboratorio.

Los más comúnmente y más sencillos de utilizar son los métodos de flotación, tales como el embudo de Fenwick y el de la botella; este último, puede ser utilizado en forma simple para pequeñas cantidades de suelo, provenientes de material de importación de plantas tales como bulbos, tubérculos, material de propagación enraizado, etc.

Existen otros métodos más sofisticados pero muy rápidos, como son los métodos de centrifugación: ej. Método de la centrífuga de Schuilling, de rapidez extraordinaria y cuya capacidad alcanza a procesar 30 muestras por hora.

TRATAMIENTO EN TRÁNSITO:

Lavado con agua para remover el suelo, con la incorporación de un fungicida en el caso de las patatas y bulbos de flores; sin embargo, ocasionalmente puede ocurrir que los quistes queden embebidos en los ojos de las papas, y la remoción de los quistes puede ser difícil con el lavado.

Inmersión de los tubérculos contaminados en solución diluida de hipoclorito de sodio.

No se recomienda la fumigación con bromuro de metilo, porque ha sido muy fitotóxica para tubérculos, bulbos, etc., debido a las altas dosis necesarias para eliminar los quistes.

Dentro de una especie del anfitrión, hay los cultivares distintos que diferencian en su susceptibilidad a las varias razas de nematodos (Kort et al., 1977). Esta susceptibilidad diferenciada de variedades cultivadas es la base para uno de los medios primarios de controlar los nematodos del quiste de la patata, es decir, resistencia de la planta del anfitrión.

MÉTODOS DE CONTROL.

Medidas profilácticas

Como punto de partida, la profilaxis debe comenzarse por el rechazo de todo vegetal contaminado directa o indirectamente destinado a multiplicación, por lo que es necesario utilizar material con pasaporte fitosanitario y semilla certificada.

Únicamente pueden ser destinadas legalmente a producir patata de siembra certificada parcelas donde no existan nemátodos.

La limpieza y desinfección de la maquinaria y herramientas agrícolas son recomendables incluso aunque sea difícil ponerlas en práctica.

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos puede ser considerada como otra medida profiláctica más, y goza de un interés especial.

Cuando las poblaciones son bajas, cercanas al nivel de detección, la repetición poco frecuente del cultivo de patata sobre la misma parcela puede limitar y retardar el aumento de los niveles de población.

En ausencia del cultivo de la patata, en zonas de clima templado, el nivel poblacional disminuye en un 50% cada año, mientras que en países con clima cálido, como Marruecos, puede ocurrir una reducción de casi 100%. En países con clima cálido, la superficie del suelo, en el verano, se calienta mucho y los nemátodos que se encuentran en los primeros 5-10 cm mueren naturalmente. Por lo tanto, araduras en esta época del año, reducen sensiblemente el nivel poblacional del parásito.

En zonas de Bretaña y Países Bajos, un año sin cultivo de patata reduce las poblaciones entre el 18 y el 20 %, con lo que la rotación en estas zonas debería ser de 7 años. Estos valores quizá sean superiores en nuestra zona, con lo que podrían utilizarse rotaciones algo más cortas, de 6 años si se consiguen reducciones del 25 % anuales.

En ocasiones se producen incrementos continuos achacables a la existencia de rebrotes de patata en verano que permiten al nematodo mantener e incrementar sus poblaciones.

De no intervenir para destruir estos rebrotes en verano antes de la formación y liberación de los quistes, las poblaciones no se reducen y dará igual todo lo que se alarguen las rotaciones, ya que el nematodo permanecerá en el terreno esperando a la aparición del cultivo, y si estos niveles son muy altos compromete su rendimiento.

Métodos curativos

Son de orden cultural, genético y químico. Los métodos culturales son la rotación de cultivos y la prohibición del cultivo de la patata (zonas de siembra), acompañados de la ya comentada destrucción de rebrotes que permiten la pervivencia de las poblaciones del suelo. En determinadas zonas se utilizan cultivos-trampa de patata, donde éstas se destruyen antes de finalizar el ciclo de los parásitos; se utilizan variedades muy precoces y se cosechan antes de 80-90 días, pero existe el riesgo de seleccionar poblaciones de nematodo que se adapten a este manejo.

Otras medidas de control que se citan en la bibliografía son la solarización o la inundación de la parcela en verano, ambas de difícil utilización en nuestra zona de cultivo.

Es posible la utilización de variedades resistentes; pero para ello es necesario conocer los patotipos (o 'razas') de nematodo existentes en una zona determinada de cultivo. Procedente de *Solanum andigena* se ha seleccionado un gen de resistencia dominante H1, que induce una resistencia total por hipersensibilidad a los patotipos de *G. rostochiensis* 1 y 4. Es el caso de la variedad Agria, de gran calidad, que ha sido

cultivada en Rioja Alta durante los últimos años. A este gen se le asocia una mayor tolerancia al ataque del nemátodo.

El cultivo de variedades con este gen de resistencia ha permitido en primera instancia reducir las poblaciones de nemátodo en suelo un 60-80% anualmente, cultivándolas sobre poblaciones sensibles del nemátodo.

El cultivo de estas variedades selecciona las poblaciones resistentes presentes en el suelo, y después de ser cultivadas de 3 a 4 veces en una parcela, la población del suelo será resistente a este gen H1.

Por ello, en la mayoría de las zonas productoras se ha producido un incremento de la otra especie de nemátodo **Globodera pallida**. En este caso se ha encontrado para un patotipo, el Pallida 1, un gen de resistencia total (H2) procedente de **Solanum multidissectum**, que está únicamente activo en Irlanda.

Utilización de nematicidas

Los fumigantes, por su toxicidad, han de ser utilizados sin vegetación; presentan un efecto nematicida claro, pero su valor principal es el de ser utilizados para reducir poblaciones muy altas de nemátodos a niveles que sean más manejables por otros métodos: rotación y nematicidas granulares en siembra.

Estos productos difunden gas por el suelo, y los huevos, dentro de los quistes, mueren si la concentración y la duración de la exposición al gas son suficiente. Su actuación se ve influida por las condiciones que presente el suelo, las ideales son suelos secos y calientes. No es realista esperar más allá de una reducción de un 80%. El principal producto es el DD (Dicloropropano-Dicloropropeno).

Los nematicidas microgranulados desorientan a las formas juveniles infestantes que no pueden penetrar en las raíces, pero únicamente pueden ser aplicados en la plantación de las patatas. La persistencia de estos productos es del orden de 6 semanas y permiten reducir la densidad de la población infectiva y el daño al cultivo.

En general, son menos efectivos reduciendo las poblaciones finales del nemátodo en cosecha que en prevenir el daño en el cultivo. Esto es debido a que al reducir la densidad infectiva al haber menor población de nemátodo en raíces, estos se multiplican más, pero el daño al cultivo es menor porque ha habido una menor infección.

Estas desinfecciones del terreno, especialmente tras la aplicación de fumigantes, conducen a aumentos en los rendimientos por las propiedades fitoestimulantes que presentan.

En general, en nuestra zona de cultivo se utilizan a una dosis del 50% de la recomendada que parece permitir salvar y asegurar el rendimiento del cultivo, sin que el agricultor realice ningún muestreo y análisis de suelo para determinar la población inicial, bastándole con el historial anterior de la parcela: si ésta ha presentado síntomas o daños en años anteriores. En algunos casos, este modo de proceder determina que se traten parcelas que no presentan ningún tipo de problemas.

Nematicidas que se conocen como no fumigantes son los carbamatos, aldicarb, carbofurán, oxamyl y los compuestos a partir de fósforo orgánico como el fenamifos y el ethoprop. Aldicarb, carbofurán, fenamifos y oxamyl son sistémicos y sus residuos pueden permanecer en los tubérculos y especialmente en la parte aérea de la planta. Ethoprop sólo actúa por contacto. Oxamyl es eficaz solamente en suelos con pH menor de 7, mejor si es de 5 ó 6. En suelos alcalinos se degrada en pocos días. Estos nematicidas retardan la eclosión de los huevos, dicho efecto perdura hasta que el nivel del ingrediente activo, en el agua del suelo, es de 2-3 µg/ml. Una vez que los huevos

eclosionan, niveles de 1 µg/ml son suficientes para matar a los juveniles de segundo estado. Generalmente, estos nematicidas son bastante efectivos cuando el nivel poblacional de los nemátodos no es elevado y se aplican en dosis de 5-10 Kg de ingrediente activo/ha a la siembra y como no son fitotóxicos, se pueden aplicar también después de la misma. Los mejores resultados se logran cuando la dosis se aplica fraccionada: mitad a la siembra y mitad un mes después.

Si la población del nemátodo es muy elevada y el suelo presenta un alto contenido de materia orgánica, la dosis de nematicida a aplicar debe ser elevada.

Solarización del suelo.

Es una técnica recientemente implementada que aprovecha la energía solar para calentar el suelo hasta una temperatura letal para los huevos y los estados móviles del nemátodo. En el verano se ara el suelo, se riega, se cubre con plástico transparente de 30-50 µm de espesor y se deja por 4-8 semanas. El efecto invernadero que se produce bajo el plástico permite que la temperatura del suelo alcance valores de 5-12°C superiores a los del aire, que pueden ser letales para los nemátodos hasta 20-30 cm de profundidad. En países de clima cálido se logra una mortalidad de los nemátodos del 100% hasta 10 cm de profundidad y un poco menos a profundidades mayores. Esta es una técnica efectiva con niveles poblacionales medias-bajas del nemátodo del quiste de la papa (25 huevos/g de suelo), pero es costosa, requiere que el terreno esté libre de cultivos en el verano y que las temperaturas ambientales sean muy elevadas. Es una medida interesante para algunos países; tiene la ventaja de que es un método de control no contaminante y no es peligroso para el agricultor. Además, es efectivo también contra hongos y malezas. La combinación de la solarización del suelo con el empleo de nematicidas fumigantes en dosis reducidas a la mitad o a un tercio de las recomendadas, permiten un buen control de los parásitos del suelo y se reduce el efecto contaminante del medio ambiente.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
<i>Anguinidae</i>	<i>Ditylenchus</i>	<i>destructor</i>
	<i>Ditylenchus</i>	<i>dipsaci</i>
<i>Heteroderidae</i>	<i>Globodera</i>	<i>pallida</i>
	<i>Globodera</i>	<i>rostochiensis</i>
<i>Pratylenchidae</i>	<i>Nacobbus</i>	<i>aberrans</i>
	<i>Pratylenchus</i>	sp.
<i>Trichodoridae</i>	<i>Trichodorus</i>	sp.
	<i>Paratrichodorus</i>	sp.
<i>Heteroderidae</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>arenaria</i>
		<i>chitwoodi</i>
		<i>hapla</i>
		<i>incognita</i>
		<i>javanica</i>

Nematodo formador de agallas

***Meloidogyne* spp.**

Phylum-----*NEMATODA*.

Orden-----*Tylenchida*

Suborden-----*Tylenchina*

Superfamilia-----*Hetero deriodea*
 Familia-----*Heteroderidae*
 Genero-----*Meloidogyne*.
 Especies importantes

M. arenaria, Neal 1889, Chitwood 1949
M. chitwoodi, Golden, O'Bannon, Santo y Finley 1980
M. hapla, Chitwood 1949
M. hispanica, Hirschmann 1986
M. incognita, Chitwood 1949
M. javanica, Chitwood 1949

BIOLOGÍA DEL PATÓGENO

El ciclo de vida de la mayoría de los nematodos fitoparásitos es, por lo general, bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a la de los nematodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye mediante una muda. Todos los nematodos tienen cuatro etapas larvarias y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nematodos se diferencian en hembras y machos adultos. La hembra puede entonces producir huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o, en ausencia de machos, partenogénicamente, o bien produce esperma por sí misma.

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de 3 ó 4 semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura, pero tardará más tiempo en concluir en temperaturas frías. En algunas especies de nematodos la primera o segunda etapa larvaria no puede infectar a las plantas y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas, deben alimentarse de un hospedante susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren. La ausencia de hospedantes apropiados ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nematodos al cabo de unos cuantos meses, pero en otras especies las etapas larvarias pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años.

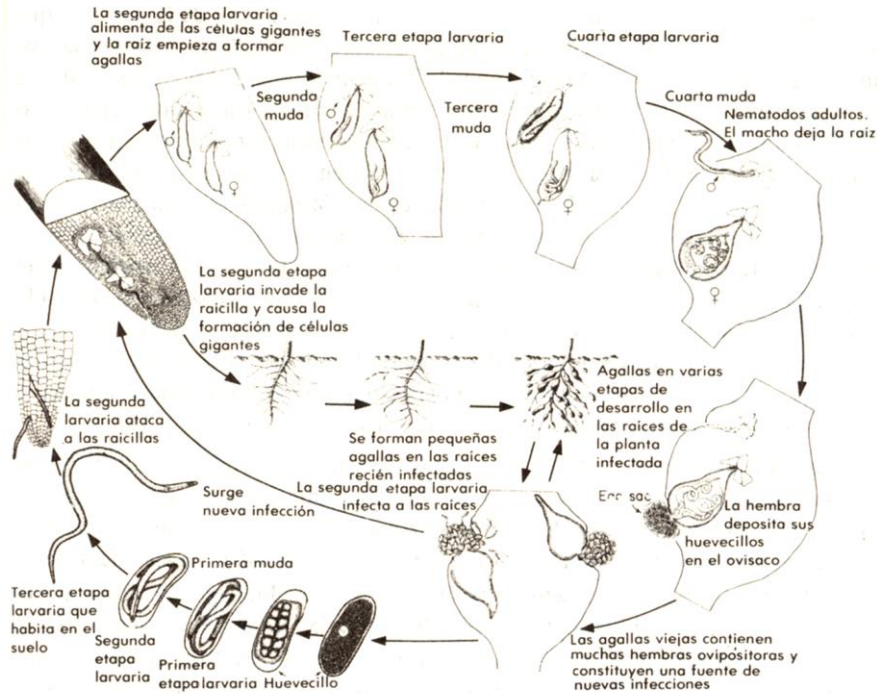
CICLO BIOLÓGICO Y EPIDEMIOLOGÍA

Epidemiología

Los nematodos requieren un medio ambiente húmedo para todas sus actividades vitales, y en él su ritmo de desarrollo se determina por la temperatura. A temperaturas inferiores a 15,5°C o por encima de los 33,5°C poco crecimiento tiene lugar y las hembras no llegan a alcanzar la madurez. El mayor desarrollo se produce entre 27 y 30°C; cuando menos tres semanas son necesarias para el desarrollo de larvas infectivas (del segundo estadio larval) a hembras capaces de poner huevos. Así, en los climas cálidos donde la estación favorable es larga, la población de nematodos puede ser muy grande y haber varias generaciones sucesivamente en una solo estación.

CICLO BIOLÓGICO

Los nematodos son organismos multicelulares. Forman uno de los grupos más abundantes y diversos del reino animal. La mayoría son benéficos, cuya principal función es descomponer la materia orgánica.



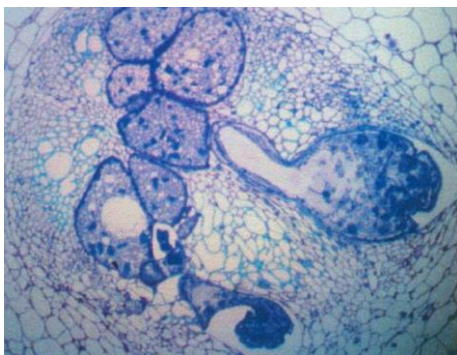
El ciclo comienza a partir del huevo (ovoide, alargado cerca del doble de l largo que de ancho), ya sean libre en el suelo o embebidos en una matriz gelatinosa, que puede estar unida a los tejidos de la raíz o de la planta hospedera, o a la hembra, las que produce de 500 a 1000 huevos.

Tras la oviposición comienzan las divisiones en el huevo, hasta formar una larva desarrollada, dando el primer estado larval tras el cual sucede la muda, apareciendo la larva de segundo estado, la cual emerge del huevo si las condiciones le son favorables, pudiendo penetrar en la raíz por la punta (zona de actividad meristemática). En hospedantes susceptibles estas larvas inducen la formación de células gigantes, sincitos (formadas por el agrandamiento de las células, hipertrofia), de las cuales continúan alimentándose. Al mismo tiempo hay una intensa multiplicación de las células del entorno de la cabeza de la larva (hiperplasia). Estos cambios son acompañados de engrosamientos de la raíz o de los tubérculos para formar agallas.

Al completar la tercera y cuarto estado larvario, se dará lugar a los cambios que originarán machos y hembras (órganos reproductivos).

Muchas especies del género *Meloidogyne* se reproducen por partenogénesis. La hembra que se ha hinchado deposita los huevos fecundados o no en una cubierta gelatinosa protectora (ooteca), los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de la planta según la posición que tenga la hembra dentro de la raíz.

Estos huevecillos pueden incubarse inmediatamente o invernar para incubarse en



Células gigantes, sincitos, los contenidos protoplasmáticos coalescen, de ellas se está alimentando una hembra de **Meloidogyne**.

la primavera siguiente. El ciclo de vida del nematodo concluye en 25 días a una temperatura de 27°C, temperaturas por debajo por encima de esta alargan el ciclo. Cuando los huevecillos se incuban, la segunda etapa infectiva puede migrar al interior de las agallas hacia las partes adyacentes de la raíz o infectar a la raíz de la misma planta o de plantas próximas.

IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Presenta una amplia distribución a escala mundial. Tiene alrededor de 3 mil especies de plantas hospederas y es económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos. Las especies de *Meloidogyne* más ampliamente distribuidas y de mayor importancia económica en hortalizas son *M.incógnita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla* y *M. chitwoodi*,

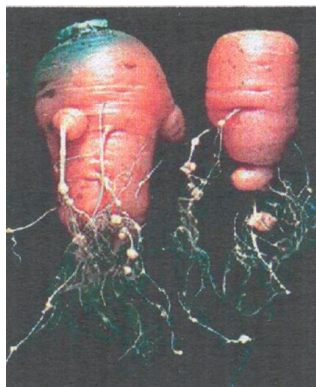
Zanahoria: *Meloidogyne hapla*, es descrito como un nematodo específico causando grandes problemas.

Patata: *Meloidogyne hapla* y *Meloidogyne chitwoodi* causan serios daños en zonas productoras de este cultivo, por lo tanto impacto económico negativo.

Las euforbiáceas, son consideradas buenos hospederos de *Meloidogyne*.

SÍNTOMATOLOGÍA.

Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que produce muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el clima es cálido. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad.



Los síntomas más característicos de la enfermedad son los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas de los nódulos de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas. Es frecuente que las raíces infectadas sean más pequeñas y muestren varios grados de necrosis.

MÉTODOS DE CONTROL

- Control cultural

Barbecho. Esta practica disminuye la población de nemátodos parásitos en la mayoría de los cultivos, frecuentemente cuando el problema es grave, no es costeable económicamente, pues las tierras labradas no reditúan ingresos al productor.

Temporada de siembra. Cuando es la temporada de calor hay mas incidencia o movimiento de nematodos que cuando es temporada de frío, es por eso que hay que planear bien las fechas de siembras.

Rotación de cultivos. Se debe de hacer una rotación de cultivos que sean residentes a los nematodos, el problema es que lleva algo de tiempo él controlarlos entre los 3 y 8 años por este método.

Cultivos de cobertura. Es una practica poco efectiva en la reducción de nematodos salvo casos de especie particularmente endoparásitos, en donde la cobertura se una como planta trampa.

Abonos orgánicos. Esta práctica reduce la cantidad de nematodos patógenos después de agregar abono orgánico al suelo. Con esto se busca incrementar la actividad microbiana del suelo, así aumentan los organismos destructores de nematodos.

Inundación. Esta puede ser una buena practica para el control de nematodos, pero hay que recordar que la mayoría de ellos son acuáticos, y algunas especies pueden persistir aunque no se reproduzcan. Por ejemplo, se sabe que son necesarios de 12 a 22 meses de inundación para eliminar del suelo a los nemátodos de los nódulos radicales de *Meloidogyne* spp. La desventaja es que se necesita una gran cantidad de agua y el terreno nivelado, además de que no se puede tener labores durante varios meses y por otro lado se anega que hay cambios inapropiados de la estructura, fertilidad y el pH del suelo.

Plantas trampa y antagónicas. Se basa en le principio de permitir el ataque de nemátodos a plantas susceptibles en campos infectados, para destruir posteriormente el cultivo, sin permitir que alcancen su madurez sexual. En el caso de los nemátodos del quiste y nódulo radicular, sólo el segundo estado larvario es infeccioso, cualquier desarrollo más allá de dicho estado los inmoviliza y mueren; la planta se destruye antes del estado de madurez.

La desventaja es que puede ser efectiva para algunas especies, pero se puede propiciar la aparición de otras especies mucho mayores o aumentar la infección inicial si no se tienen los cuidados, el productor va a tener un gasto si tener ganancias ese año, El estado reproductivo del nematodo es variable y no muy conocido. *Crotogolaria spectabilis* ha dado resultado satisfactorio en la reducción de poblaciones de ciertas especies de nematodos nódulo radicular, en donde las larvas entran a la raíz pero no sobreviven.

- Control genético

El método más efectivo y económico para el control de nemátodos es el uso de variedades resistentes. Los nematólogos y genetistas han desarrollado resistencia en diferentes especies de plantas como algodón, soya, frijol vaca, tabaco, frijol lima, pimiento, tomate, sarmientos de la vid y estacas de durazno, así como resistencia a los nematodos de nódulo radicales de *Meloidogyne* spp.

- Control biológico

Es cualquier condición bajo la cual se reduce la actividad del nematodo debido a la acción de otro organismo (a excepción del hombre), lo que da como resultado una disminución en la importancia del daño por el patógeno. Estos son algunos de los organismos que atacan a *Meloidogyne* spp.

Protozoarios. Un potencial como control es *Duboscquia penetrans* que es un esporozoario (protozoos no flagelado)

Amibas. *Theratromyxa weber* Esta especie se come a los nematodos, excepto no ataca a los que excedan 1mm. Otras amibas son *Urostylia spp.*

Tuberlarios. Son metazoos del tipo platelmintos, de cuerpo muy alargado y comprimido, que dentro de su dieta incluye a los nematodos.

Bacterias. Géneros *Rhaptis* y *Panagrellu*.

Hongos. Principalmente son los hongos nematófagos.

Nematodos depredadores. Como los de las superfamilias *Mononchoidea* y *Diplogasteroidea*.

Hongos antagonistas. Los hongos antagonistas de nemátodos son una gran variedad de organismos que incluyen los hongos depredadores-atrapadores de nemátodos, hongos endoparásitos, parásitos de huevos de nemátodos, parásitos de quistes de nematodos y hongos que producen metabolitos tóxicos a nemátodos.

- Control legal.

Tiene como objetivo evitar la entrada y establecimiento de plagas de vegetales y animales en una región o país determinados, así como erradicar o contener las plagas que se han establecido en áreas definidas, estas son las cuarentenas y cada país tiene sus leyes de sanidad fitopecuaria.

- Control químico

CADUSAFOS. Granulado (GR): Tratamientos nematicidas- insecticidas de suelo en los cultivos de patata y tabaco, contra nematodos e insectos del suelo (larvas de noctuidos y de elatéridos).

Aplicar el producto al suelo incorporándolo mediante labor adecuada. El tratamiento se efectuará en presiembra o pretransplante debiendo transcurrir en todo caso 90 días entre el tratamiento y la recolección. En tabaco no efectuar el transplante hasta 7 días después de la aplicación.

Clasificación toxicológica: Xn. Peligrosidad para la fauna terrestre: B. Peligrosidad para la fauna acuicola: C.

CARBOFURANO. Líquido autosuspendible (LA). Tratamientos nematicidas- Insecticidas en los cultivos: Platanera, tomate, florales y ornamentales en aplicación al suelo incorporado al agua de riego, contra nematodos de la raíz en plantaciones que dispongan de instalaciones de riego por goteo. La aplicación se realizará mediante un dosificador que incorpore el producto a la tubería de riego. Plazo de seguridad: 60 días en platanera y 45 días en tomate, florales y ornamentales.

Clasificación toxicológica: T. Peligrosidad para la fauna terrestre: C. Peligrosidad para la fauna acuicola: C.

TERBUFOS. Es un insecticida-nematicida formulado para su aplicación en gránulos.

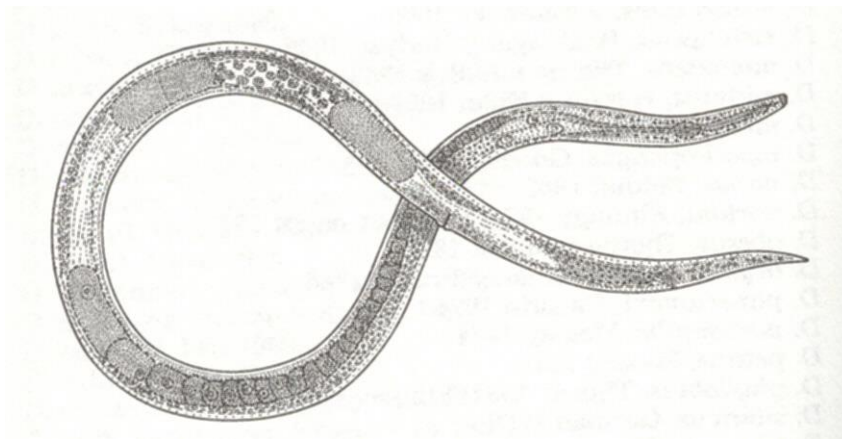
OXAMIL. Solución Concentrada Acuosa: El insecticida/nematicida agrícola es un producto carbámico altamente tóxico que contiene metanol y puede ser fatal o causar ceguera si se ingiere, se absorbe por la piel o se inhala. Evite el respirar los vapores o nebulizaciones de la aspersión. Es un insecticida sistémico, soluble en agua, del grupo de los carbamatos que controla nemátodos e insectos barrenadores cuando se aplica al suelo o a la base de los pseudotallos del plátano, así como por inmersión de los hijuelos antes de plantar.

Ditylenchus spp.

Clase	Secernentea.
Subclase	Diplogasteria.
Orden	Tylenchida.
Suborden	Tylenchina.
Superfamilia	Tylenchoidea.
Familia	Anguinidae.
Subfamilia	Ditylenchinae.
Género	<i>Ditylenchus</i> , Filipjev 1936.

GENERALIDADES

El género *Ditylenchus* tiene una estrecha relación con *Tylenchus* y *Anguina*, por lo que ciertas especies se han colocado en un género y otras veces en otro. Las dos especies más conocidas de *Ditylenchus* son *D. dipsaci*, que es la más común e importante de todas, denominada nematodo del bulbo y tallo, y *D. destructor*, nematodo de la pudrición de la patata, que ocasiona grandes pérdidas económicas. El nematodo es un ecto y endoparásito migratorio. Cosmopolita, especialmente en regiones templadas donde está uno de los parásitos más devastadores de la planta. Las poblaciones del nematodo se pueden dispersar por transporte anual y migración de ovejas, aunque el nematodo no aparece pasar a través de la tripa viva. Probablemente también asociado al heno se movió con las ovejas.



CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de los nematodos fitoparásitos comprende cuatro mudas de la cutícula para producir cuatro estados juveniles y un adulto. En el huevecillo pasan su primera etapa larvaria, y su primera muda ocurre dentro del mismo.

La segunda etapa larvaria va desde que eclosiona el huevecillo hasta que se presenta la segunda muda. De aquí en adelante, pueden ser nematodos parásitos o vivir libremente, en cuyo caso utilizarán las reservas internas para sus procesos biológicos.

La tercera etapa larvaria va desde la segunda muda hasta que ocurre la tercera muda. Cada vez que se aproxima una muda de cutícula, el estado juvenil se inactiva y permanece casi inmóvil. El sistema reproductivo va desarrollándose a la par que el juvenil.

En la cuarta etapa larvaria ya son nematodos adultos que ascienden y penetran a su hospedero; el macho y la hembra adultos se desarrollan en las hojas, y buscan las escamas de los bulbos en la parte de abajo.

En el siguiente paso se forman espículas en las hojas, que no crecen y se engruesan de la base; los nematodos se desplazan hacia abajo por vía intercelular o sobre la superficie de las hojas.

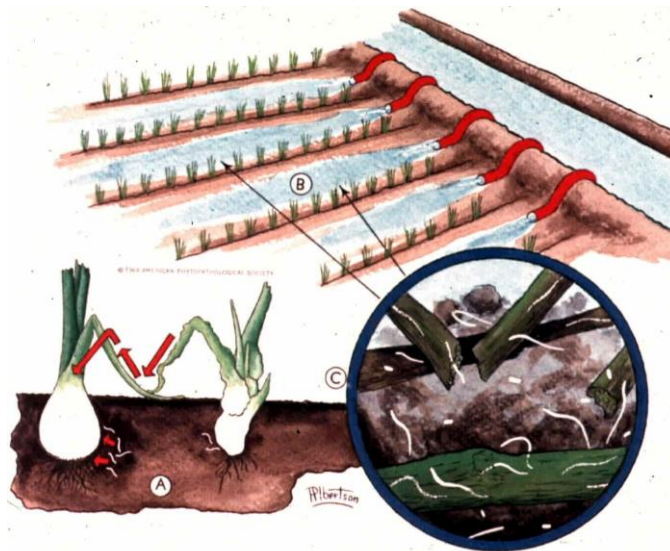
En algunas especies de nematodos, la primera y segunda etapa larvarias no pueden infectar a las plantas, y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas deben alimentarse del hospedero susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren.

La ausencia de hospederos apropiados, ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nematodos al cabo de unos cuantos meses, pero en otras, las

etapas larvarias pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años.

SINTOMATOLOGÍA

El género provoca deformación en tejidos de bulbo; en tejidos foliares se forman pequeñas y grandes cavidades llenas de nematodos, ocasionándose raquitismo, ya que hay grandes pérdidas de almidones y de otros compuestos; se adapta a los cambios de temperatura y es cosmopolita.

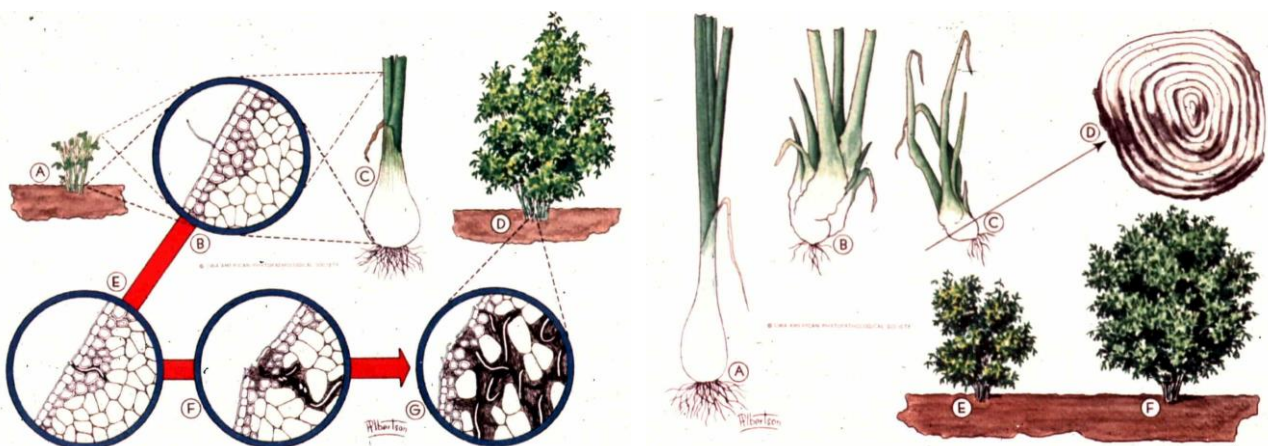


Por otro lado, las infestaciones raramente ocurren en partes aéreas de la planta. Los síntomas sobre la superficie, como achaparramiento y deformaciones de la hoja, no son frecuentes. Bajo la superficie aparecen diminutos tocones grises a cafés, y tubérculos infestados; las cavidades se tornan harinosas y granulares. La corteza del tubérculo se deseca, encoge y quiebra.

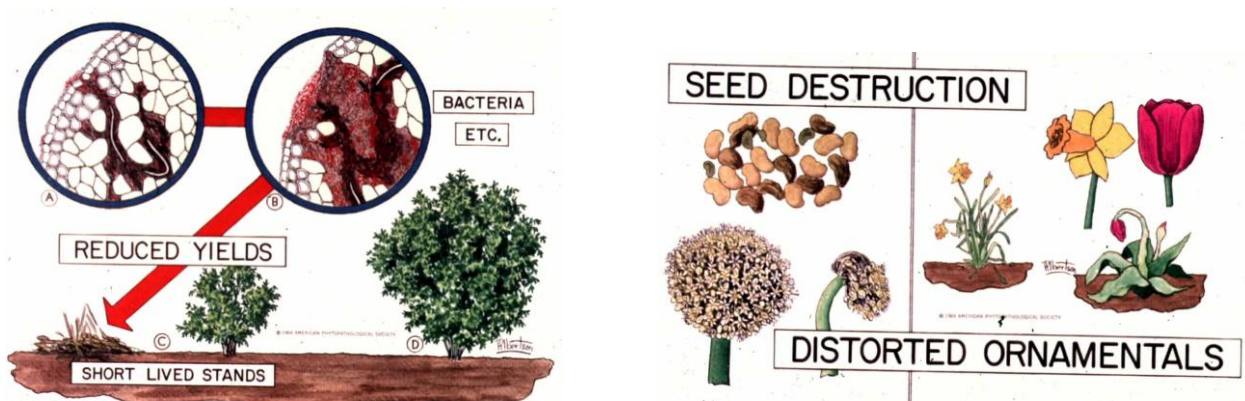
Grandes cavidades de pudriciones internas están presentes en los estados finales. Los tejidos continúan pudriéndose durante el almacenamiento del tubérculo. Muchos tubérculos infestados se modifican durante el almacenamiento.

HOSPEDEROS

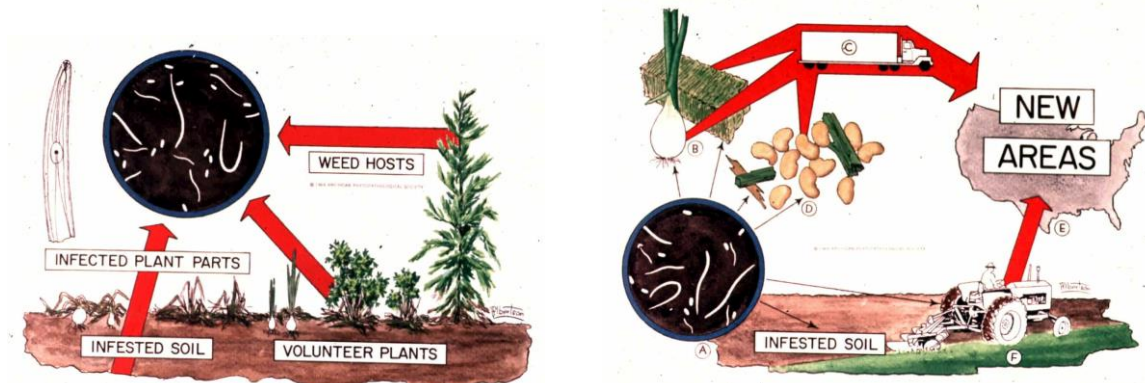
Los hospederos de este género son ajo, alfalfa, avena, cebada, cebolla, centeno, fresa, gladiolo, lúpulo, maíz, papa, remolacha, trigo y zanahoria.



Daños a las plantas



Componentes de la pérdida de la cosecha



CONTROL

Evitar plantar semilla o plantones infectados. El uso de rotaciones o barbechos reduce considerablemente las poblaciones de nemátodos de los tallos y bulbos. El tratamiento con agua caliente de bulbos y semilla mata a los nemátodos, no obstante la temperatura del agua debe ser cuidadosamente mantenida entre 43-46 °C durante una o dos horas. Como estos nemátodos se mueven por la superficie de las hojas con el agua, la humedad sobre las hojas también debe ser controlada.



NEMATODO DEL TALLO DEL ARROZ

Ditylenchus angustus

Sinónimos: *Anguillulina angustus* (Buttler) Goodey; *Tylenchus angustus* (Buttler)

HOSPEDEROS

Los hospederos conocidos de ***Ditylenchus angustus*** son las especies de arroz cultivado silvestre tales como ***Oryza sativa***, ***O. alta***, ***O. eichingeri***, ***O. glaberrima***, ***O. latifolia***, ***O. meyeriana***, ***O. minuta***, ***O. nivara***, ***O. officinalis***, y ***O. rufipogon***. También puede infectar malezas como ***Leersia hexandra***, ***Echinochloa colonum*** y ***Sacciolepis interrupta***.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Asia: Bangladesh (A), India (B), Indonesia (B), Malasia (B), Myanmar (B), Pakistán (X), Filipinas (B), Tailandia (B), Viet Nam (B), Africa : Egipto (B), Madagascar (B), Sudan (B). **A = Presente, ampliamente distribuido B = Presente, distribución limitada X = Presente, sin detalles de distribución.**

BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

D. angustus vive como ectoparásito en los tejidos jóvenes de las plantas de arroz. Durante los períodos de humedad se desplazan desde el suelo a lo largo del tallo de las plantas jóvenes y penetran por el punto de crecimiento encontrándose luego en las glumas y tallos jóvenes específicamente sobre el último nudo del tallo, en los pedúnculos florales, en las panículas y semillas jóvenes. Bajo condiciones de sequía, los nematodos se enrollan en plantas maduras y permanecen inactivos y al ser humedecidos recuperan

rápida su movilidad. Al final del período de crecimiento, los nematodos en estado de latencia (anabiosis) forman masas algodonosas sobre las plantas secas y en proceso de maduración. Algunos permanecen en los rastrojos después de la cosecha pudiendo sobrevivir al menos de 6 a 15 meses en condiciones de sequía.

El rastrojo del arroz infectado y residuos de otros cultivos proporcionan la principal fuente de inóculo para la siguiente temporada de cosecha. Los nematodos también pueden sobrevivir en rebrotes, en arroz silvestre y malezas huéspedes entre temporadas de cosechas.

La temperatura óptima para un ataque es de 28 a 30°C, de modo que en regiones tropicales con alta temperatura y humedad relativa alta puede ser una plaga muy peligrosa del arroz durante casi todo el año.

TIPO DE DAÑO Y SINTOMATOLOGÍA

El nematodo causa la enfermedad del arroz llamada "Ufra". Los síntomas más evidentes son en la panoja ya que esta puede no emerger, puede emerger parcialmente o completamente pero retorcida o distorsionada con alguno o todos granos vacíos (Berg 1993).

En el follaje el primer síntoma es una clorosis o un estriado de las hojas más altas de la planta, las que luego se tornan de color verde blancuzco. El nervio central se vuelve amarillento y a veces se engruesa. Las hojas pueden presentarse retorcidas y deformadas y frecuentemente aparecen bordes ondulados. Cuando el ataque es severo, la espiga puede quedar encerrada en la vaina foliar, mientras que el tallo, en la parte afectada, tiende a ramificarse ("swollen ufra") o se desarrollan panojas distorsionadas con un raquis de color marrón oscuro con granos solo en su porción apical. En el resto de la panoja quedan granos retorcidos y estériles ("ripe ufra"). Plántulas fuertemente atacadas pueden mostrar un crecimiento retardado y marchites foliar. (Kranz 1982)

DISEMINACIÓN

La propagación del patógeno se ve favorecida por la lluvia y el agua de riego. La lluvia facilita el movimiento del nematodo hacia todas partes de la planta de arroz que se encuentra en desarrollo. Tanto el riego como las inundaciones de los campos de arroz, proporcionan un medio de dispersión hacia otras plantas dentro del campo y hacia otros campos ((Kranz 1982, Berg 1993).

La presencia de adultos y estados juveniles secos y viables en granos de arroz recién cosechado puede ser de importancia para la diseminación de esta especie. (Ibrahim 1993).

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Ditylenchus angustus es una plaga destructiva del arroz que ocasiona pérdidas significativas en el rendimiento alcanzando hasta un 90% de la cosecha. En Tailandia se han reportado pérdidas en producción del 20 al 90% y en Bangladesh 40 al 60%, estimándose pérdidas promedio en rendimiento del 4%. En India durante la cosecha de 1985-86 se observaron pérdidas del 30%.

CONTROL

El control más efectivo es quemar los rastrojos y demás restos de plantas, eliminar los retoños y arar los campos en los períodos de sequía. Los nematodos no toleran prolongadas sequías o inundaciones.

Nemátodo de las lesiones radiculares

Pratylenchus similis.

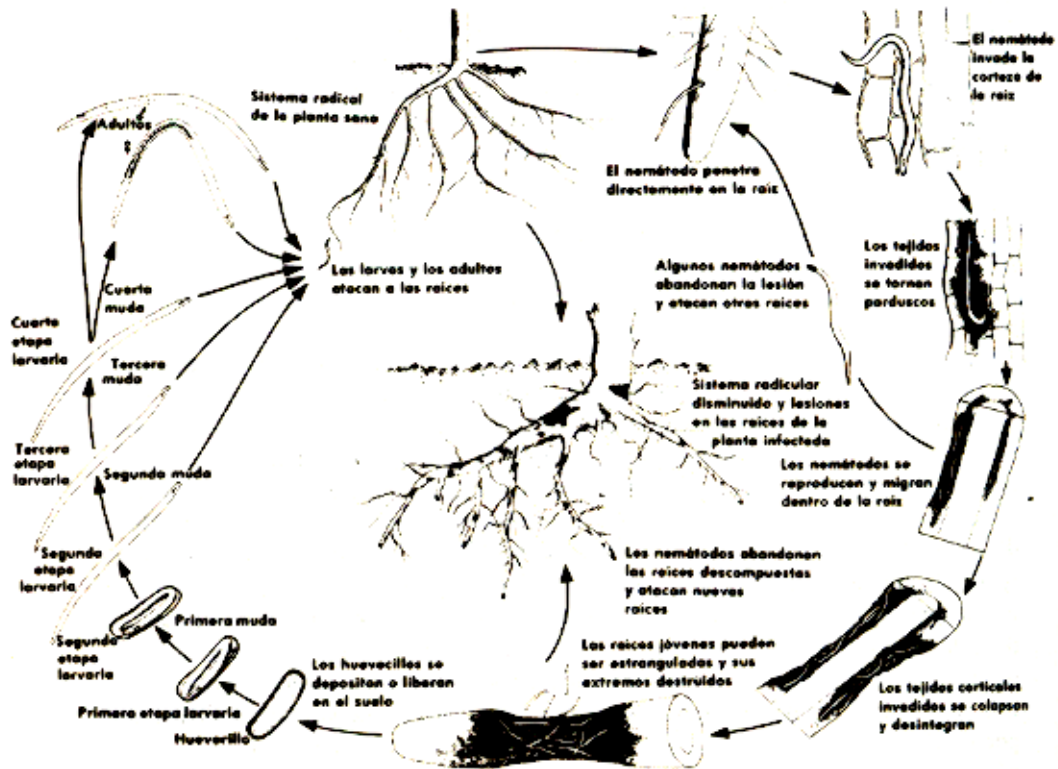
PRINCIPALES HOSPEDEROS

Puede atacar un amplio rango de especies vegetales, entre ellas: cultivos hortícolas, ornamentales, frutales, forestales, hierbas y malezas.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Nemátodo endoparásito móvil, que al trasladarse por el interior del tejido vegetal radical provoca heridas, por este motivo son conocidos como nemátodos lesionadores.

Son nemátodos pequeños, su longitud varía de 0,3 a 0,9 mm y son siempre vermiformes. Cuando se les observa en agua son de movimientos lentos, al ser relajados con calor suave, el cuerpo queda recto, pero levemente curvado en forma ventral.



Ciclo biológico del nemátodo lesionador *Pratylenchus similis*

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Al alimentarse dentro de las raíces, libera componentes polifenólicos que oxidan causando lesiones y necrosis en las raíces.

El nemátodo de las lesiones no produce síntomas marcados en la parte aérea de la planta. Las plantas afectadas decaen en rendimiento y productividad. Las raíces dañadas se ennegrecen y toman un aspecto de alambre. Este tipo de daño es casi imperceptible en condiciones de campo, si el ataque es severo la planta se vuelve improductiva y facilita la entrada de otras plagas que acompañan al nemátodo como: *Verticillium dahlie*, *Cylindrocarpon destructans* y *Rhizoctonia fragariae*.

Estados adultos y juveniles migran constantemente hacia dentro y fuera de la raíz, por lo que todos los estados pueden considerarse infectivos. Siendo en algunos casos los adultos más infectivos que los juveniles.

CICLO BIOLÓGICO

Los machos de la mayoría de las especies de *Pratylenchus* son escasos o desconocidos. Las hembras no revelan la presencia de espermios ni espermatecas, lo que sugiere que la mayoría sea partenogénica.

Los huevos son depositados por las hembras al interior de las raíces o en el suelo. Luego de la incubación emerge del huevo un juvenil de segundo estado, el que migra en busca de un sitio para alimentarse.

Su ciclo de vida es corto. Presenta tres estados juveniles, morfológicamente parecidos al estado adulto.

CONTROL CULTURAL

Como primer factor hay que excluir a la plaga del área afectada, controlando el estado de las raíces. Importantes son las enmiendas al suelo con materia orgánica.

Al ser nemátodos muy polífagos, su control mediante rotaciones de cultivos es difícil.

NEMATODOS ASOCIADOS A LOS FRUTALES Y SU CONTROL: FRUTALES PERENNES"

La producción de frutales es frecuentemente afectada por la presencia de nematodos fitoparásitos en diversas partes del mundo. El daño causado puede ser directo e indirecto. Los síntomas en las raíces se manifiesta por la adhesión de partículas de suelo en los lugares donde se encuentra alojada la hembra adulta. Su ataque causa una enfermedad denominada decaimiento de los árboles, la cual se manifiesta principalmente por la marchitez de las plantas. Las medidas de control a aplicar son preventivas: desinfección del suelo; siembra de plantas sanas; fertilización y riego adecuados, podas de plantas, entre otras medidas.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos fitoparásitos son microorganismos, generalmente presentes en el suelo y en raíces de cultivos de importancia económica, entre los que cabe mencionar a los frutales. Su presencia pasa muchas veces inadvertida en la planta que establece su parasitismo, de allí que se ha confundido el ataque de nematodos con deficiencia de nutrientes.

El daño causado por estos organismos puede ser directo e indirecto; el primero se origina por ruptura de las células de la planta con el estilete del nematodo, por la disolución de las paredes o por la inducción de cambios fisiológicos en las células como resultado de la inyección de sustancias por el nematodo a través del estilete. El segundo tipo de daño, el indirecto, surge como consecuencia del daño directo, el cual causa una predisposición de la planta al ataque de otros microorganismos patogénicos como son hongos, bacterias y virus. Estos daños dan origen a la manifestación de síntomas que no son característicos, pero sí indicativos al nivel de campo.

Los síntomas pueden dividirse en aéreos y subterráneos. Los síntomas aéreos se manifiestan por la presencia de parches en el campo con zonas de clorosis, aún en presencia de fertilización adecuada; marchitez de las hojas; reducción del crecimiento y del rendimiento de la planta. Los síntomas subterráneos pueden ser necrosis externa e interna de las raíces, formación de agallas por multiplicación y aumento del tamaño de las células y proliferación del número de raíces por acumulación de sustancias de crecimiento.

La producción de frutales es frecuentemente afectada por la presencia de nematodos fitoparásitos en diversas partes del mundo.

El cuidado de un huerto de frutales perennes desde el punto de vista de la protección vegetal es muy importante, ya que luego de la inversión inicial que se realiza para establecerlo, requiere de una vigilancia permanente y una cuidadosa implantación de un manejo integrado de plagas y enfermedades. Esto evita que los agentes patogénicos se establezcan en el huerto y reduzcan, tanto la cantidad como la calidad de los frutos a producir.

CÍTRICOS (*CITRUS* SPP.)

En este frutal se han realizado muchos estudios sobre diferentes géneros de nematodos asociados al cultivo, entre ellos *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Criconemella*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Tylenchurhynchus*, *Tylenchus* y *Xiphinema*. Sin embargo, las especies más importantes son el nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans* y el nematodo barrenador *Radopholus similis*.

Tylenchulus semipenetrans

Nematodo semi-endoparasítico, causante de la enfermedad conocida como decaimiento lento. Los síntomas aéreos aparecen de cinco a diez años después que ha ocurrido la infección y consiste en un aspecto de mala nutrición como amarilleo del follaje; puntas de las ramas defoliadas y formación de frutos pequeños.

Los síntomas en las raíces se manifiestan por la adhesión de las partículas de suelo en los lugares donde se encuentra alojada la hembra adulta y ha producido la matriz gelatinosa que protege a los huevos. La porción de la corteza se separa quedando el cilindro central, ya que el nematodo penetra sólo las células del tejido cortical.

Las pérdidas a escala mundial oscilan entre 8 y 12%.

CONTROL

1. Desinfección de suelo en semilleros y viveros: esta es una de las prácticas más importantes, ya que la mayoría de los problemas por fitoparásitos se inician en estos lugares. Los métodos pueden ser: a) físicos: vapor y b) químicos: con bromuro de metilo o Basamid.

2. Selección de material libre de nematodos: es recomendable que el material esté sano, ya que no hay un método de control que sea 100 % eficiente. De la adecuada selección del material, dependerá el futuro de la plantación.

3. Uso de material resistente: los materiales *Poncirus* y sus híbridos han mostrado resistencia, mientras que los materiales provenientes del género *Citrus* han resultado susceptibles.

4. Prácticas culturales: la fertilización y el riego son importantes para que la planta tenga buen desarrollo.

5. Uso de productos químicos: este sería el método de control que pueda aplicarse en plantaciones establecidas, pero el producto tiene que ser sistémico. La aplicación debe hacerse inmediatamente después de la cosecha, para evitar residuos en el fruto y tomando en consideración que no se deben cosechar los frutos dentro de los 90 días después del tratamiento.

Es interesante destacar que para frutales con fines de exportación, los residuos de plaguicidas son un factor limitante, por lo tanto, deben tomarse todas las precauciones; no obstante, hoy en día la tendencia es de evitar la aplicación de químicos.

NEMATODO BARRENADOR

Radopholus similis

ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA

Radopholus similis es menor de 1 mm de longitud, la hembra presenta la cabeza con esqueleto cefálico fuerte, esclerotizado, chato. El esófago está sobrepuesto dorsalmente; presenta dos ovarios, la vulva se sitúa a la mitad del cuerpo; la cola es cónica, irregular en su extremo. El macho presenta un esqueleto cefálico usualmente proyectado; estilete débil y esófago más delgado; el ala caudal puede extenderse o no hasta el extremo de la cola.



Radopholus similis ♀



Radopholus similis ♂

IMPORTANCIA ECONÓMICA

La presencia de nemátodos en los cultivos ocasiona pérdidas considerables debido a la reducción de la calidad, escasa producción y de los costos derivados de su control. Pero más importantes aun son las restricciones cuarentenarias que se dan en algunos países para la importación de plantas provenientes de áreas infectadas.

Este nemátodo está distribuido mundialmente en las regiones tropicales y subtropicales y en las regiones templadas se le encuentra en los invernaderos.

HOSPEDEROS

R. similis es polífago, atacando cientos de especies de plantas. Notablemente éstas se encuentran dentro de la familia Rutacea (naranja amargo, *Citrus aurantium*; el naranja dulce, *C. Sinensis*; el pomelo, *C. maxima*; el limonero, *C. limon*; el mandarino, *C. reticulata*, pero también muchas otras familias incluyendo Arecaceae (palmeras), Musaceae (Plátano), Poaceae, Brassicaceae, Rubiaceae (cafeto), Solanaceae y muchas más.

SÍNTOMAS

Los síntomas que indican la presencia de *R. similis* son similares a los que pueden provocar la mayoría de nemátodos o también la presencia de hongos o bacterias en tallos y raíces. En el área foliar se puede observar escaso desarrollo, enanismo y

amarillamiento. En las raíces de las plantas se observa pudrición de las raíces primarias, cormos y pseudotallos, en el caso de las raíces secundarias, éstas son escasas y presentan necrosis generalizada, las raíces casi están ausentes y las que se pueden observar están más en la región cercana al cuello del tallo.

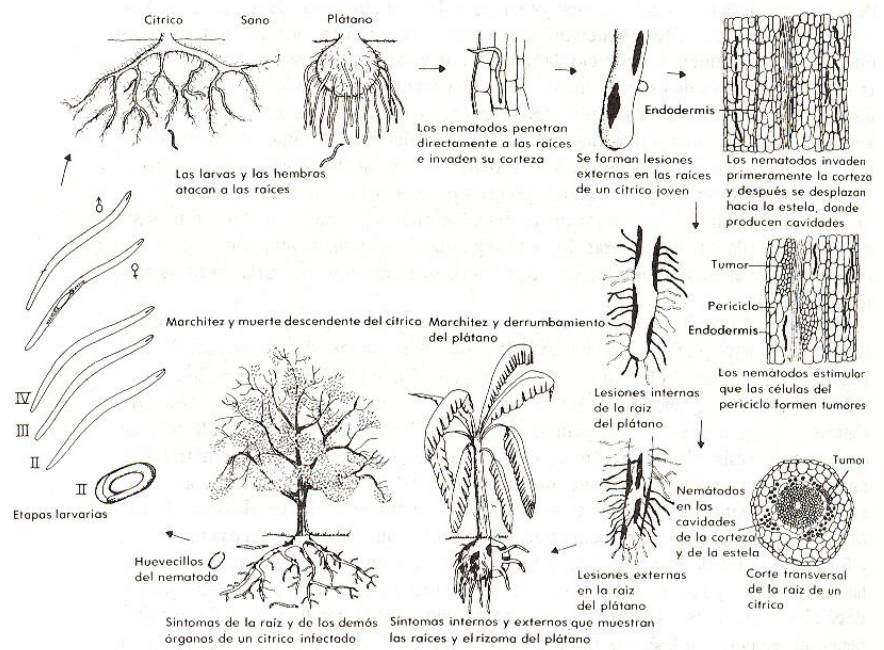


Planta dañada (izquierda) y planta sana de Marantha por *Radopholus similis*

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Es un endoparásito migratorio que desarrolla todo su ciclo de vida dentro de la raíz donde las hembras perforan túneles y van depositando huevos a medida que van avanzando. Las larvas y los adultos permanecen dentro del tejido pero pueden emerger al suelo cuando las condiciones le son adversas dentro de la misma. El área afectada se torna de color marrón.

El ciclo de vida puede durar de 18 a 25 días dependiendo del hospedante y la temperatura principalmente. Todos los estados larvales y las hembras son infectivos. La reproducción se da por partenogénesis. Esta especie sobrevive brevemente (5-6 meses o menos) en ausencia de hospedantes.



Ciclo biológico de *Radopholus similis* de los cítricos, plátano y otros árboles frutales

DIAGNÓSTICO

La sospecha de la presencia del nemátodo se da cuando aparecen los síntomas en la parte aérea, notándose parches o grupos de plantas infectadas, siguiendo un patrón semicircular cuando el riego es por inundación o por aspersión. Cuando el riego se da por canales se observa la sintomatología en los surcos, paralelo a los canales de riego.

Las raíces afectadas muestran áreas necróticas de color marrón que bordean completamente la misma, intercalándose espacios sanos con espacios necróticos, pero esto es muy similar al daño ocasionado por otros endoparásitos migratorios como *Pratylenchus* que es un nemátodo de la misma familia.

El diagnóstico final se obtiene en el laboratorio pudiéndose obtener especímenes tanto de suelo como de raíces, siendo las últimas, las muestras más aptas para su análisis.

CONTROL

El uso de fumigantes puede ayudar a reducir drásticamente las poblaciones, pero son muy peligrosos para humanos, animales y para el ambiente, además no logran la erradicación completa. El uso de nematicidas convencionales ayuda a reducir las poblaciones; pero no se logra una total eficiencia si no se desarrolla un programa integrado de manejo del cultivo. Entre las medidas a tomar se recomienda:

a. Prevención

Si no se tiene al nemátodo en las plantaciones, deben obtenerse plantas sanas o de áreas libres, donde no se manifieste el nemátodo. Debe hacerse diagnóstico a lotes de plantas que provengan de otras áreas de producción especialmente si provienen de las regiones costeras.

b. Cuarentena

Si se detecta al nemátodo dentro de la plantación, debe restringirse la circulación dentro de dichas áreas, no utilizar las plantas del área afectada para propagación o comercialización. Así mismo, no propagar plantas de áreas sospechosas o confirmadas de la presencia del nemátodo.

c. **Erradicación**

Es una medida drástica y consiste en la eliminación de todas las plantas hospederas dentro del área de producción que se encuentra infestada. Se recomienda también el uso de fumigantes al suelo para garantizar la eliminación del nemátodo.

d. **Termoterapia**

Las partes de las plantas que sirven para propagación asexual si son sospechosas de portar al nemátodo deben tratarse con agua caliente. El periodo de exposición y la temperatura mínima dependerá en gran parte de la tolerancia del tejido vegetal y su consistencia. Un parámetro de rangos de exposición puede probarse a partir de 55 °C más o menos, con periodos de tiempo de 20 minutos (25 si va a ser plantada inmediatamente), aunque esto depende de la planta a tratar.

e. **Barbecho**

Dejar el suelo descansando por espacio de 6 meses con ausencia total de plantas hospedantes y malezas.

f. **Rotación**

La rotación con *Panicum maximum var trichoglume* (pasto de Guinea), por espacio de dos años es otra alternativa que se reporta como un método de erradicación.

g. **La quimioterapia**

La inmersión de tejidos de trasplante en solución de nematicida es otra práctica que debe adoptarse. Así como el uso de nematicidas al suelo previo al trasplante y como uno de los componentes de un plan de manejo.

Anguina tritici

Clase: **SECERNENTEA**

Subclase: **DIPLOGASTERIA**

Orden: **TYLENCHIDA**
 Suborden: **TYLENCHINA**
 Superfamilia: **TYLENCHOIDEA**
 FAMILIA: **ANGUINIDAE**
 Nombre científico: *Anguina tritici*
 Nombre común: **Nematodo de la agalla de la semilla**

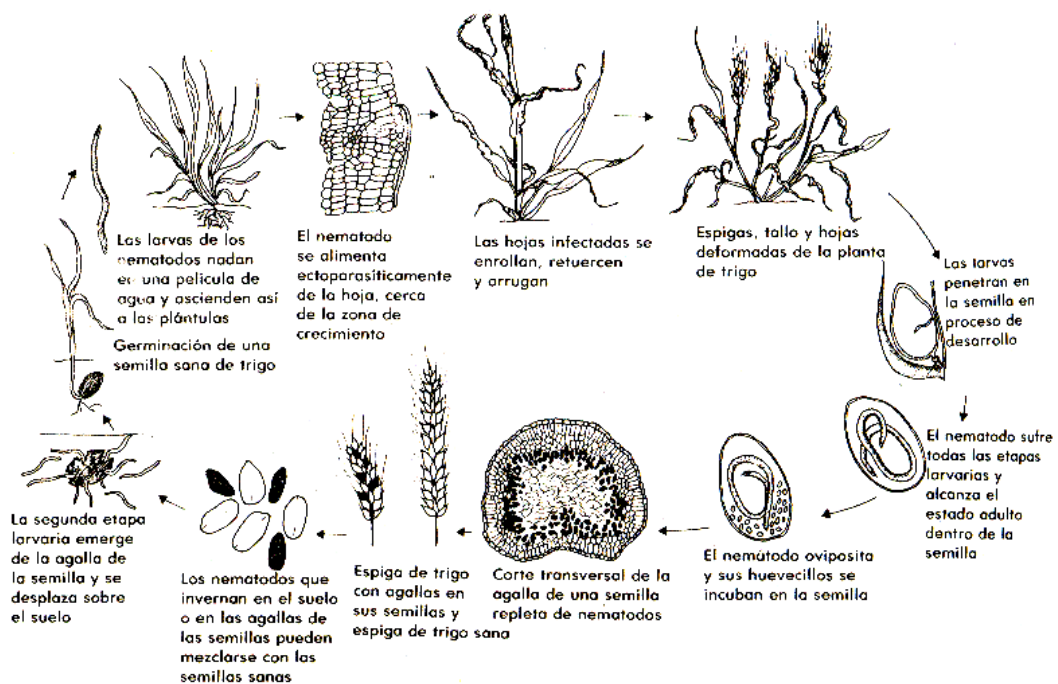
HOSPEDEROS:

Trigo y centeno. La avena y la cebada se han registrado como anfitriones pero poco o nada de reproducción ocurre en ellos. La avena puede ser atacada y ser deformada seriamente en la etapa de la planta de semillero.

DISTRIBUCIÓN

En las regiones más importantes en la producción del trigo de los cinco continentes

CICLO VITAL



Endoparasitos sedentarios, diploides y amphimicticos. Cada hembra pone hasta 2.000 huevos de la semilla. El ciclo vital sigue el patrón estándar con 4 mudas. La muda final en ambos sexos ocurre solamente después que irrita han formado. Los adultos mueren pronto después del oviposición; los huevos traman rápidamente y los juveniles de la primera etapa mudan a la segunda etapa. Por la cosecha irrita contienen solamente juveniles de la segunda etapa cuáles son muy resistentes a la desecación y se han restablecido después de 28 años de almacenaje. Si irrita se siembran con la semilla, los juveniles de la segunda etapa emergen en suelo húmedo, invaden plantas de semillero del anfitrión y la alimentación ectoparasita en los tejidos finos de jóvenes se va cerca del

punto cada vez mayor. Irrita son vertiente de los oídos más fácilmente que los granos así que muchos bajan hacia fuera durante cosecha e infestan el suelo. Cada rozadura contiene en primeros hasta 40 o más adultos de cada sexo que produzcan hasta 30.000 o más huevos y/o juveniles.

SÍNTOMAS

Las plantas de semillero infestadas se impiden más o menos seriamente y demuestran que el balanceo característico, torciendo y arrugándose de se vaya con la distorsión consiguiente del crecimiento. Los granos infestados son generalmente los de tamaño insuficiente, más cortos y más densamente que los sanos. Algunos o todos los granos se substituyen cerca irritan.



GERENCIA

El control más eficaz está por la limpieza mecánica moderna de la semilla que elimina irrita. Fueron separados antes de grano por la flotación en salmuera o aún en agua llana. El trigo y el centeno no se deben sembrar en campos infestados. En condiciones húmedas la ausencia de las plantas del anfitrión por un año es suficiente liberar el suelo de *A. tritici*, pero bajo condiciones de la sequía prolongada irrita puede seguir siendo viable por muchos años.

IMPORTANCIA

Las pérdidas pesadas antes causadas pero, debido a los métodos de limpieza modernos de la semilla que se separan irritan de granos sanos, han llegado a ser extintas o raras en la mayoría de las áreas.

Nematodo de las hojas

Aphelenchoides fragariae

Clase: **SECERNENTEA**

Subclase: **DIPLOGASTERIA**

Orden: **TYLENCHIDA**
SUBORDEN: **APHELENCHINA**
SUPERFAMILIA: **APHELENCHOIDEA**
FAMILIA: **APHELENCHOIDINAE**

Varias especies de *Aphelenchoides* se alimentan ectoparásita y endoparásitamente de los órganos aéreos de las plantas. Algunas de las especies más importantes son: *A. ritzemabosi*, el nematodo foliar del crisantemo; *A. fragariae*, el nema todo del enanismo o enrizado de primavera de la fresa y que ataca también a muchas plantas de ornato; y *A. besseyi*, el nematodo que produce el enanismo o enrizado de verano de la fresa y la punta blanca del arroz.

Se sabe que el nematodo foliar de los crisantemos, conocido también como anguílula del crisantemo, se encuentra ampliamente distribuido en los Estados Unidos y en Europa. Produce pérdidas bastante graves. Además del crisantemo, el nematodo foliar u otras especies estrechamente relacionadas atacan a varias otras plantas que incluyen al áster, dalia, cinnia y en ocasiones al tabaco y a la fresa.

SÍNTOMAS.

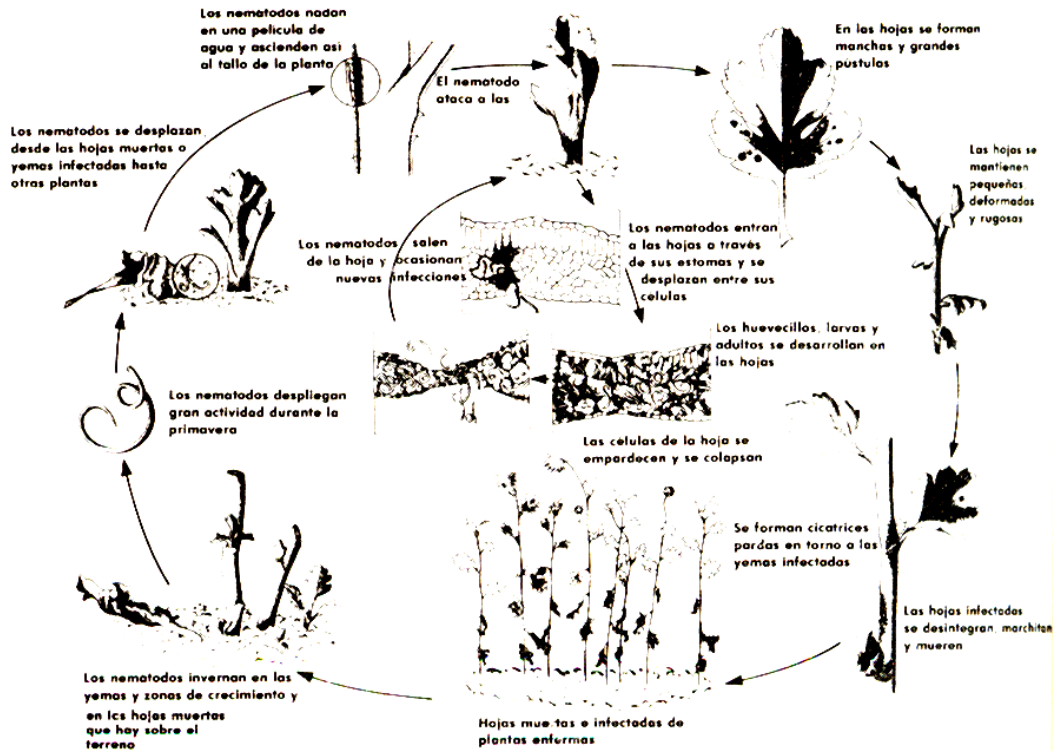
Las yemas o las zonas de crecimiento del tallo que han sido afectadas producen plantas pequeñas que con frecuencia se ven anormalmente tupidas y presentan entrenudos cortos. Las zonas de crecimiento pueden ser dañadas en una forma tan severa que los vástagos no se desarrollan y se empardecen. Las hojas que se forman a partir de las yemas infestadas son pequeñas y deformadas. El tallo y los pecíolos muestran cicatrices café producidas por los nematodos que se alimentan externamente de los tejidos de esos órganos en tanto estén todavía en la yema. Los vástagos que son infestados de esta forma, rara vez se desarrollan en plantas normales. En una misma rama puede haber tanto vástagos sanos como infestados y los primeros se desarrollan en plantas normales. Sin embargo, conforme transcurre la estación, los nematodos suben por el tallo y atacan en primer término a las hojas inferiores de la planta y después a las superiores produciendo pequeñas manchas amarillentas que más tarde adquieren un color negro pardusco. Estas manchas en poco tiempo coalescen y forman grandes pústulas que al principio se encuentran entre las nervaduras grandes de la hoja. Como resultado, toda la hoja se cubre de manchas o pústulas y en poco tiempo se contrae, se hace quebradiza y cae sobre el suelo. La defoliación, al igual que la infección, avanza desde las hojas inferiores de la planta, hasta las superiores. Las plantas severamente infectadas mueren sin que produzcan un follaje normal abundante o flores que puedan venderse en el mercado.

PATÓGENO: *Aphelenchoides fragariae*.

Es un nematodo largo y delgado que mide aproximadamente 1 mm de largo por 20 mm de diámetro.

Aphelenchoides fragariae puede pasar toda su vida dentro de las hojas o en la superficie de otros órganos de la planta. La hembra adulto oviposita en los espacios intercelulares de la hoja. Los huevecillos se incuban y producen las cuatro etapas larvarias y finalmente los adultos, todos ellos en el interior de la hoja. El ciclo de vida concluye al cabo de 2 semanas. Este nematodo no tiene que pasar alguna etapa de su ciclo de vida en el suelo, ya que con frecuencia se encuentra ahí debido a que va en las hojas inertes e infectadas que han caído sobre el suelo o a que escurre en el agua de

riego o de las lluvias cuando se encuentra por azar sobre la superficie de los tejidos de la planta. Este nematodo inverna como adulto en las hojas muertas o entre las escamas de las yemas de los tejidos infectados.



Ciclo biológico de *Aphelenchoides*.

DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD.

Los nematodos invernan entre las escamas de las yemas o en la zona de crecimiento de los vástagos, que muestran actividad en la primavera y se alimentan ectoparasítamente al insertar su estilete en las células: Epidérmicas de los órganos que se encuentran en sus alrededores. Así, las áreas del tallo que se localizan cerca de las yemas infestadas, así como las hojas y pecíolos y que provienen de dichas yemas, muestran cicatrices caféas que constan de grupos de células destruidas por los nematodos. Además de matar directamente a las células, los nematodos, mediante sus secreciones, hacen que los entrenudos del tallo se acorten y que la planta tenga un aspecto tupido; también hacen que los vástagos se empardezcan y que no se desarrollen (ceguera); inducen la formación de vástagos laterales cortos y prematuros y el desarrollo de hojas deformadas.



Los nematodos infestan a las nuevas plantas sanas al nadar sobre el tallo cuando éste se encuentra cubierto por una película de agua durante los climas húmedos o las temporadas de lluvia. Cuando llegan a ser hojas, penetran a través de los estomas. La presencia de nematodos entre las células de la hoja hace que estas últimas se empardezen. Las células del mesófilo comienzan a degradarse formando grandes cavidades en este último. En las primeras etapas de la infección las células de la cubierta de la nervadura, que en las nervaduras grandes van desde la superficie superior hasta la inferior, impiden que los nematodos penetren a través de sus espacios intercelulares e impiden de esta forma el avance de la necrosis foliar a través de las nervaduras. En las etapas avanzadas de la infección, dichas células se degradan y los nematodos y la necrosis foliar avanzan a través de las nervaduras sobre toda la superficie de la hoja. En las hojas severamente infectadas, las células degradadas tienen una gruesa capa de una sustancia café sobre sus paredes, la epidermis se rompe en ciertos puntos y las hojas se contraen y después de mantenerse adheridas al tallo durante cierto tiempo, caen al suelo.

CONTROL.

Varias medidas sanitarias son muy útiles e importantes en el control del nematodo foliar. El tallo y las hojas deben mantenerse secos, especialmente bajo techo a fin de prevenir el movimiento y dispersión de los nematodos. Los esquejes deben tomarse sólo de las puntas de las largas ramas que muestren un crecimiento vigoroso y no de los vástagos que se encuentren cerca de la base de la planta. La superficie del suelo en torno a donde crecen los crisantemos debe cubrirse con estiércol y paja a principios de la primavera a fin de cubrir las hojas viejas infestadas e impedir que los nematodos invernen en ellas cuando llegan hasta las hojas de la parte inferior de la planta. Los esquejes o ramas en reposo que se suponga están infestadas deben desinfectarse sumergiéndolos en agua caliente (a 50°C) durante 5 minutos o a 4,4°C durante 30 minutos.

Bibliografía

BELLO, A., (1985): "Control de nemátodos". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.

BELLO, A., 1.991, *Phytomona*, 8: 6 - 16.

BERG, G. 1993. Hojas de Datos Sobre Plagas y Enfermedades Agrícolas de Importancia Cuarentenaria para los Países Miembros del OIRSA. *Ditylenchus angustus* (Buttler) Filipjev. OIRSA. El Salvador.

BOVEY, R., 1.984, "La defensa de las plantas cultivadas.. Ed. Omega. Barcelona.

CENIS, J.L., López-Uorca, C.V., Bello, A., 1.988, *Phytophthora*, 2: 17 - 22.

GONZÁLES, J.A., RODRÍGUEZ, M.C., ARIAS, M., BELLO, A., 1.989, *Phytophthora* 9: 30 39.

EVANS, K., D.L. TRUDGILL, Y J.M. WEBSTER. 1993. Capítulo 1. Extracción, identificación y control de los nematodos parásitos de la planta. en nematodos parásitos de la planta en agricultura templada. TAXI internacional, páginas de Reino Unido 648.

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 en la lucha biológica". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.

ESSE, R.C., 1.982, "Nemátodos de los vegetales.. De. Limusa México.

KRANZ, J. 1982. Enfermedades de los Cultivos Tropicales. Verlag P.P. Alemania. p.254.

MÜLER, J. (1985): "Lucha biológica". Segundas Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros. SFIA de ACOR. 27-28 Nov.

SOUTHEY, J.F. 1972. *Triticum de Anguina*. C.I.H. Descripciones de nematodos plant-parasitic. Fije 1, No. 13. Instituto de la Commonwealth de la parasitología. C.A.B. Internacional. 4 páginas.

VILLARÍAS J.L., (1997): "Control biológico del nemátodo de quiste de la remolacha azucarera por medio de las plantas nematicidas", *Agricultura* nº 784.

VILLARÍAS, J.L., (1999): "Compendio práctico del cultivo de la remolacha azucarera". Eds. Agrotécnicas. Madrid.

WALKER, J.C., 1.973, "Patología vegetal". De. Omega Barcelona.