

**Según su alimentación y su modo de vida**

- a) **Libres:** son saprófitos, carecen de estilete e ingieren partículas alimentándose generalmente de bacterias y algas del suelo. Son del Orden *Rhabditida* y *Dorylaimida*.
- b) **Depredadores:** se alimentan microartrópodos y otros nemátodos del suelo. Puede poseer una cápsula bucal amplia con dientes o estilete. Son del Orden *Dorylaimida* y del Orden *Tylenchida*.
- c) **Fitoparásitos:** se alimentan de tejidos vegetales y se clasifican según realicen su ciclo de vida fuera o dentro de los tejidos vegetales así tenemos:
- \* **Ectoparásitos:** Son los que se alimentan introduciendo el estilete en el tejido vegetal pero realizan su ciclo de vida totalmente en el suelo
  - \* **Endoparásitos:** Pasan al menos una fase de su vida en el interior de los tejidos vegetales donde se alimentan; pertenecen todos al Orden *Tylenchida*.

**ESTRATEGIAS DE LUCHA CONTRA LOS NEMATODOS**

La lucha contra los nematodos y su total erradicación puede resultar casi imposible debido a diversos factores (amplia distribución en el suelo, características morfológicas, especies polípagas ciclo de vida, etc), por lo que todas las recomendaciones están orientadas a prevenir una posible infestación y extensión de estos patógenos en los diferentes cultivos

**Métodos culturales:** las prácticas culturales como barbechos, inundaciones, aplicación de abonos orgánicos, plantas trampa y de cobertera, rotaciones de cultivos etc. reducen bastante las poblaciones de nematodos parásitos de las plantas cultivadas. Generalmente estas prácticas culturales causan condiciones adversas para los nematodos, por lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedades se ve notablemente afectada.

**Métodos físicos:** se basan en la aplicación de calor. Los tipos de tratamientos más utilizados son:

- **Esterilización del suelo mediante vapor y agua caliente.** Estos métodos sólo resultan rentables en pequeñas superficies, (viveros, invernaderos etc).
- **Inmersión del material vegetal en agua caliente** (bulbos, estaquillas, semillas etc). La temperatura del agua y la duración del tratamiento no deben dañar a las plantas. Por lo general se utilizan temperaturas que varían desde 43 hasta 53°C hasta periodos que van de desde 30 minutos hasta más de 4 horas en el caso de bajas temperaturas.
- **Solarización.** Este método de desinfección del suelo que se basa en aprovechar la energía del sol para aumentar la temperatura del terreno por medio de un acolchado con lamina de plástico transparente durante la época más calurosa del año. Su mayor limitación para su aplicación, evidentemente, es de tipo geográfico o climático, dado que solo es aplicable en zonas de clima calido con elevada irradiación solar y veranos secos.

**Métodos biológicos:** Se han descrito diferentes organismos sobre todo hongos, bacterias y nematodos que se emplean para su control biológico, no obstante su uso no esta muy extendido por la dificultad que supone el manejar tres sistemas vivos: el patógeno, el agente de control biológico y el huésped, que interactúan entre ellos y a su vez se ven afectados por el ambiente.

**Métodos químicos:** Es el método de control más aceptado por los agricultores, a pesar de no ser el más efectivo. Los productos que se emplean actualmente podemos dividirlos según su volatilidad en:

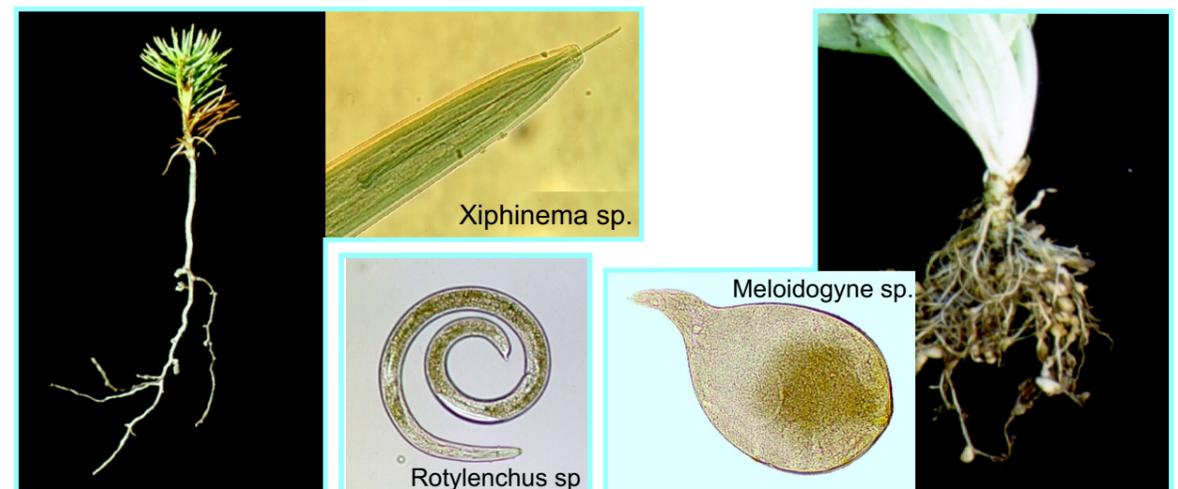
- **Nematicidas fumigantes** (Bromuro de metilo, Dicloropropeno, Dazomet, etc): conjunto de compuestos en general dotados de gran volatilidad, una vez aplicados, se evaporan y disuelven en el agua del suelo. Su aplicación requiere un equipo y personal especializado ya que pueden resultar altamente tóxicos para las personas y fitotóxicos. Por lo que su uso actualmente tiende a reducirse estando algunos de ellos prohibidos en diferentes países
- **Nematicidas no fumigantes** (Fenemifos, Mocap, Aldicarb, Oxamilo, Etoprofos, etc): gama de productos que se formulan en forma líquida o en gránulos. Tienen volatilidad muy baja. Con respecto a los anteriores tienen menor poder residual, menores dosis, sistémicos, y en general de mas fácil aplicación.

**Nematodos agrícolas**

Hace tiempo que los nematodos se conocen como parásitos del hombre y de los animales, pero ha sido relativamente reciente cuando se ha reconocido su importancia como parásitos de las plantas. Así, en el pasado, los daños causados por nematodos en los cultivos frecuentemente se ignoraban o atribuían a otras causas tales como falta de fertilidad y humedad en el suelo o al denominado "agotamiento o cansancio" del suelo. Esto se debía principalmente al tamaño microscópico de los nematodos, que sin realizar las extracciones oportunas y sin la ayuda de un microscopio no se pueden ver y también a que no provocan salvo excepciones, una sintomatología concreta que facilite su identificación.

Entre los principales problemas que plantean estos patógenos a las plantas cultivadas podemos destacar los siguientes:

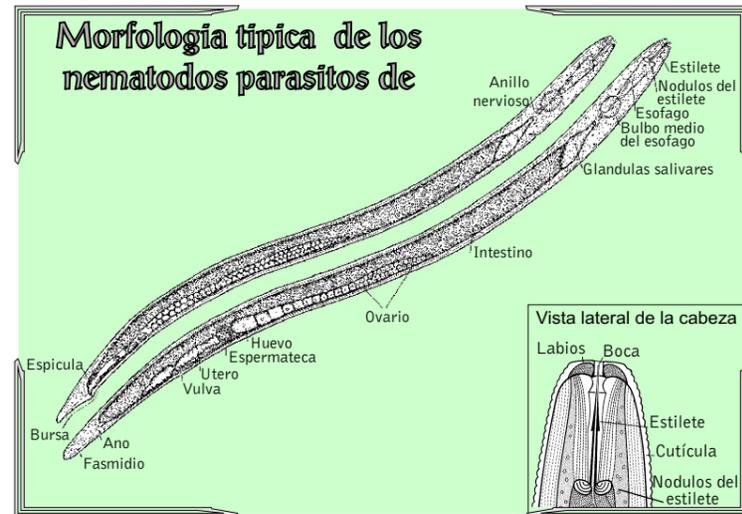
- Descenso en el crecimiento de las plantas, provocando disminución del rendimiento de cosechas
- Su papel como transmisores de virus
- Interacción con otras enfermedades (hongos y bacterias)
- Su ataque provoca una disminución de la masa radicular.
- Nódulos y engrosamientos del sistema radicular
- Infestación de semillas, bulbos y tubérculos

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los nematodos son organismos de cuerpo alargado, cilíndrico, o fusiforme. Pertenecen al Phylum *Nematoda* y el nombre nematelmintos con el que también se les conoce alude a estas características, ya que deriva de las palabras griegas *nema*=hilo y *hormis*=gusano. Miden desde 0,2mm a varios centímetros, pero los representantes de interés agrícola están, por lo general, entre 0,5 y 2 mm. Carecen de segmentación, apéndices o cilias vibrátiles, aunque en algunos casos el tegumento presenta surcos transversales cuticulares que simulan anillas (*Criconemoides spp*).

Exteriormente puede distinguirse, en la parte anterior, el orificio bucal rodeado por varios tipos de estructuras labiales y órganos sensoriales (papilas) y el poro excretor situado a la altura de anillo nervioso y, en la parte posterior, el orificio anal o cloacal y el orificio genital. El extremo caudal puede tener distintas formas según las especies redondeada, filiforme, aguda (en punta), cónica, etc..

Cerca de la boca se observan un par de órganos sensoriales, los anfidios, y en la parte posterior de un gran grupo de nematodos, se observa otro par de órganos, los fasmidios, a los cuales también se les atribuyen funciones sensoriales. El sistema digestivo es bastante completo y rectilíneo. Consiste en un tubo situado en el extremo anterior del cuerpo, que comienza en la apertura oral o boca, en la cual se halla el estilete. Por medio de éste, los nematodos parásitos se alimentan de las células de las plantas.



El líquido alimenticio pasa a través del estilete debido a una succión provocada en el esófago, que es la porción del tubo digestivo que continúa en la cavidad bucal, por debajo de la base del estilete. El esófago se presenta, en las especies fitófagas más comunes, diferenciado en 4 partes: procorpus, corpus o bulbo medio, isthmus y metacarpus o bulbo terminal. A continuación el intestino, de paredes permeables para favorecer el paso de sustancias asimilables a la cavidad general del cuerpo. La última porción constituida por el recto, desemboca en un orificio (ano en la hembra y cloaca en el macho) mediante el cual los excrementos son eliminados al exterior.

Los nematodos carecen de verdaderos aparatos respiratorio y circulatorio. Sí poseen sistema nervioso, que está constituido fundamentalmente por ganglios ubicados alrededor del isthmus y de los cuales parten nervios que forman un anillo periesofágico.

Morfológicamente machos y hembras son de apariencia similar, variando únicamente en sus sistemas reproductivos. Sin embargo, en algunas especies, se presenta un pronunciado dimorfismo: así las hembras son de forma globosa (*Meloidogyne* spp, *Heterodera* spp) mientras que los machos son cilíndricos y filiformes. Los nematodos son generalmente de reproducción anfigónica y partenogénica, existiendo además algunas especies hermafroditas. En las especies anfigónicas, las hembras presentan uno o dos ovarios y estructuras asociadas en las que se forman los huevos. Cuando los ovarios son dos, la vagina es común a ambos y la vulva tiene posición media como por ejemplo *Tylenchorhynchus* spp. Si hay un sólo ovario, la vulva está ubicada en la parte posterior (ej: *Pratylenchus* spp). Los órganos de reproducción del macho constan de 1 ó 2 testículos, con sus estructuras asociadas, dos espículas y un gobernáculo. Además, algunas especies poseen una aleta o bursa.

### SÍNTOMAS ASOCIADOS A UN ATAQUE DE NEMATODOS

En general, no hay unos síntomas concretos que identifiquen de manera clara un ataque de nematodos. Se observa una disminución en el crecimiento y vigor de la planta acompañada de una decoloración foliar, lo que ocasiona una reducción en el volumen total de la cosecha. También las plantas afectadas acusan más una situación de stress en el caso de presentarse alguna alteración fisiológica o nutricional. Estos síntomas son a menudo, confundidos y atribuidos a una falta de agua o deficiencia nutricional. Sin embargo, en el caso de los nematodos del nódulo hay un síntoma externo que revela la presencia de este género y son las agallas, nódulos o engrosamientos que se forman en el sistema radicular, sobre todo en las raíces secundarias y raicillas debido a la presencia de hembras de *Meloidogyne* en su interior. Las dimensiones de las agallas varían con la especie y van desde las grandes y voluminosas que provoca *M. incognita* a las pequeñas y casi inapreciables ocasionadas por *M. hapla*.

Con respecto a los nematodos transmisores de virus (especies de los generos *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paralongidorus*, *Trichodorus* y *Paratrichodorus*), provocan en las plantas atacadas diferentes daños, por un lado un daño directo debido a las picaduras que realizan en las plantas al alimentarse y por otro un daño indirecto resultado de la transmisión del virus.

### CICLO BIOLÓGICO

Los nematodos son ovíparos. Dentro del huevo, el embrión en desarrollo crece, se alarga y diferencia, para llegar a su primer estado larvario. En la mayoría de las especies se produce la primera muda dentro del huevo, por lo que la larva que emerge es de segundo estadio; ésta se alimenta y muda tres veces más, convirtiéndose tras la cuarta muda, en un adulto maduro. La duración del ciclo de vida y el número de generaciones anuales depende de muchos factores, variando principalmente según la especie y las condiciones climáticas ambientales.

### CLASIFICACIÓN DE LOS NEMATODOS QUE AFECTAN A LOS CULTIVOS

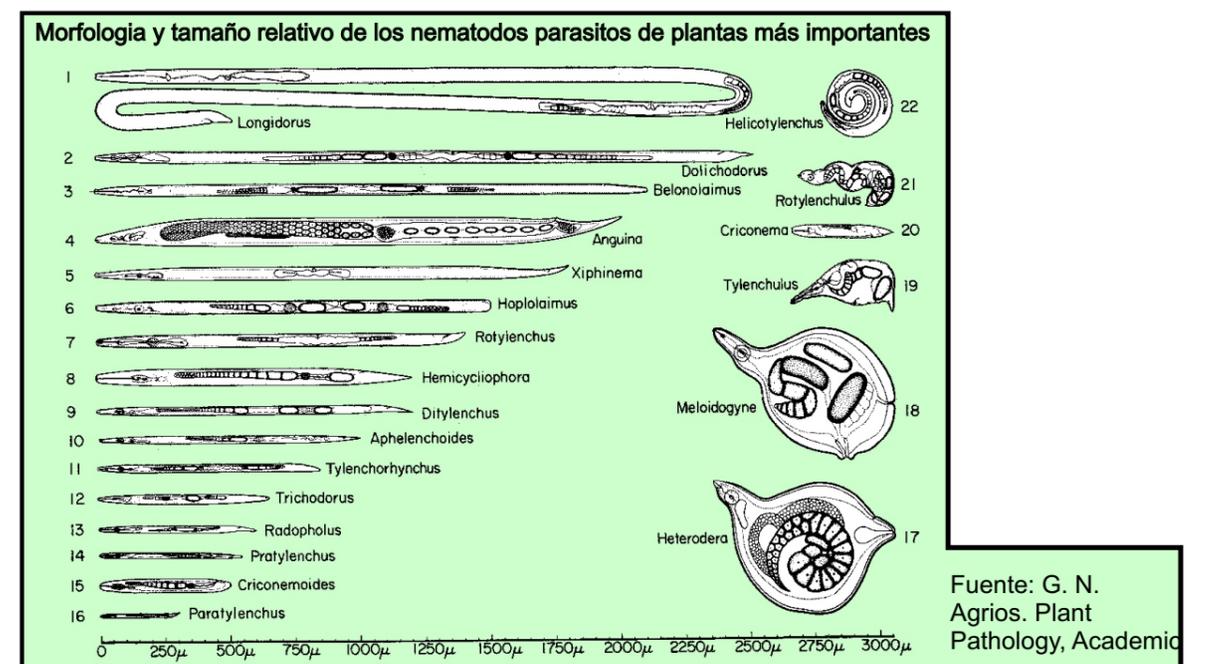
**Según su posición sistemática:** Los nematodos fitoparásitos se clasifican en dos Ordenes :

1.- Orden Tylenchida, nematodos en su mayoría endoparásitos: penetran enteramente en las raíces, donde viven, se nutren y reproducen. Las familias que engloban, los géneros más importantes son las siguientes:

- \* Familia Meloidogynidae, género *Meloidogyne* son nematodos parásitos sedentarios de las raíces.
- \* Familia Hoplolaimidae con los géneros *Pratylenchus*, *Rotylenchus* y *Helicotylenchus*, que son nematodos endoparásitos migratorios de la raíz.
- \* Familia Criconematidae con el género *Criconemoides* que son ectoparásitos migratorios de la raíz, y el género *Paratylenchus* que son nematodos ectoparásitos sedentarios de la raíz.
- \* Familia Tylenchulidae con el género *Tylenchulus* que son nematodos semi endoparásitos sedentarios de la raíz.

2.- Orden Dorylaimida nematodos generalmente ectoparásitos migratorios de las raíces, se alimentan de ellas y viven en el suelo. Causan daño directo a las plantas que parasitan, pero también causan daños indirectos al ser vectores de virus. Las especies nocivas pertenecen a dos familias:

- \* Familia Longidoridae, con los géneros; *Xiphinema*, *Longidorus* y *Paralongidorus*.
- \* Familia Trichodoridae con los géneros; *Trichodorus* y *Paratrichodorus*.



Fuente: G. N. Agrios. Plant Pathology, Academic