

ZOOLOGÍA AGRÍCOLA



Unidad N° 10 Nematodos

Ing. Agr. Esp. Alejandro Mongabure. Zoología Agrícola. Ingeniería Agronómica UNRN

Presentación teórica sobre la base del Ing. Agr. Arturo Carlos Dughetti

Unidad N° 10

Phyllum: Nematoda

Clase: Nematelminta

PHYLUM: NEMATODA ; CLASE: NEMATHELMINTA

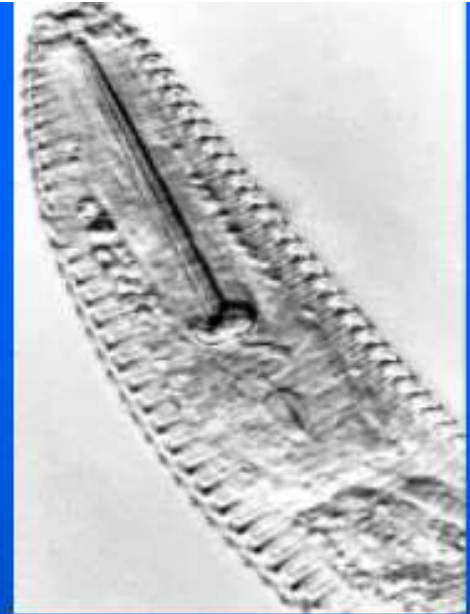
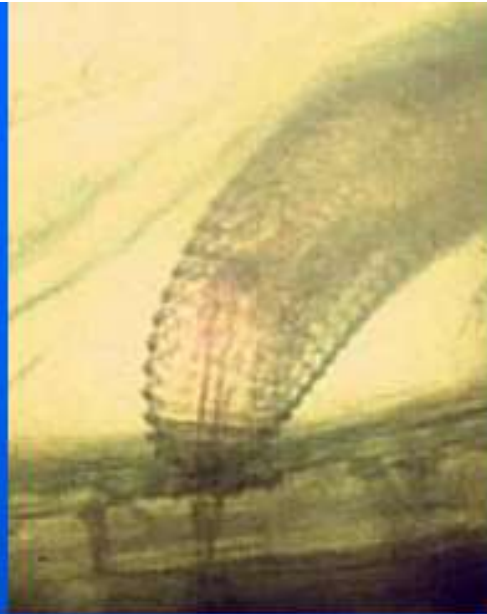
- Los nematodos son uno de los grupos más frecuentemente encontrados en los suelos y en las aguas marinas y continentales.
- Están adaptados tanto a la vida libre como al parasitismo actuando como parásitos de animales, hongos y plantas.
- Se considera que la mayoría de las especies están parasitadas por al menos una especie de nematodos.
- Son gusanos cilíndricos, no segmentados, cubiertos por una cutícula gruesa y continua formada mayoritariamente por colágeno, la cual mudan periódicamente a medida que crecen.
- Poseen una cavidad del cuerpo (pseudoceloma) que participa en el transporte de líquidos por el cuerpo
- Pseudoceloma funciona como endoesqueleto hidrostático.

PHYLUM: NEMATODA ; CLASE: NEMATHELMINTA

- Carecen de sistema circulatorio y respiratorio.
- Presentan solamente músculos longitudinales (ausencia de músculos circulares), por lo que sus movimientos son en forma de látigo.
- La reproducción es generalmente sexual y los sexos suelen estar separados (dioicos).
- La fecundación es interna y la hembra puede contener 27 millones de huevos oviponiendo a una tasa de 200.000 por día.

Clasificación de los nematodos de acuerdo a sus hábitos alimenticios

- **SAPROFITOS:**- Se alimentan de materia orgánica en descomposición
- **PREDADORES:** Se alimentan de animales pequeños incluyendo nematodos
- **FITOPARÁSITOS:** Se alimentan de plantas



NEMATODOS

Características de nematodos fitopatógenos

- **Microscópicos; su tamaño varía de 0.2 a 1.0 mm.**
- **Carecen de aparato respiratorio**
- **Carecen de aparato circulatorio**
- **Los que afectan a plantas tienen una estructura llamada estilete**
- **Poseen simetría bilateral**

Características de nematodos fitopatógenos

- Gusanos alargados cilíndricos con los extremos ahusados
- Existe dimorfismo sexual (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Nacobbus*, etc.)
- Generalmente las especies patógenas de plantas son hialinos (excepto los formadores de quistes)

Nematodos Fitoparásitos

- Se encuentran en el suelo, alrededor de las raíces.
- Producen hinchazones, agallas, distorsiones en distintos órganos vegetales
- Pueden producir necrosis, clorosis y enanismo o achaparramiento.
- Estos parásitos han llegado a un alto grado de co-evolución con sus huéspedes ya que tienen la capacidad de conservar vivo el órgano atacado, manifestándose el ataque en una disminución del rendimiento.
- Tienen una longitud variable entre 200 y 1500 micras.
- Son vermiformes, cilíndricos o subcilíndricos (a veces hembra adulta es piriforme)

Nematodos Fitoparásitos

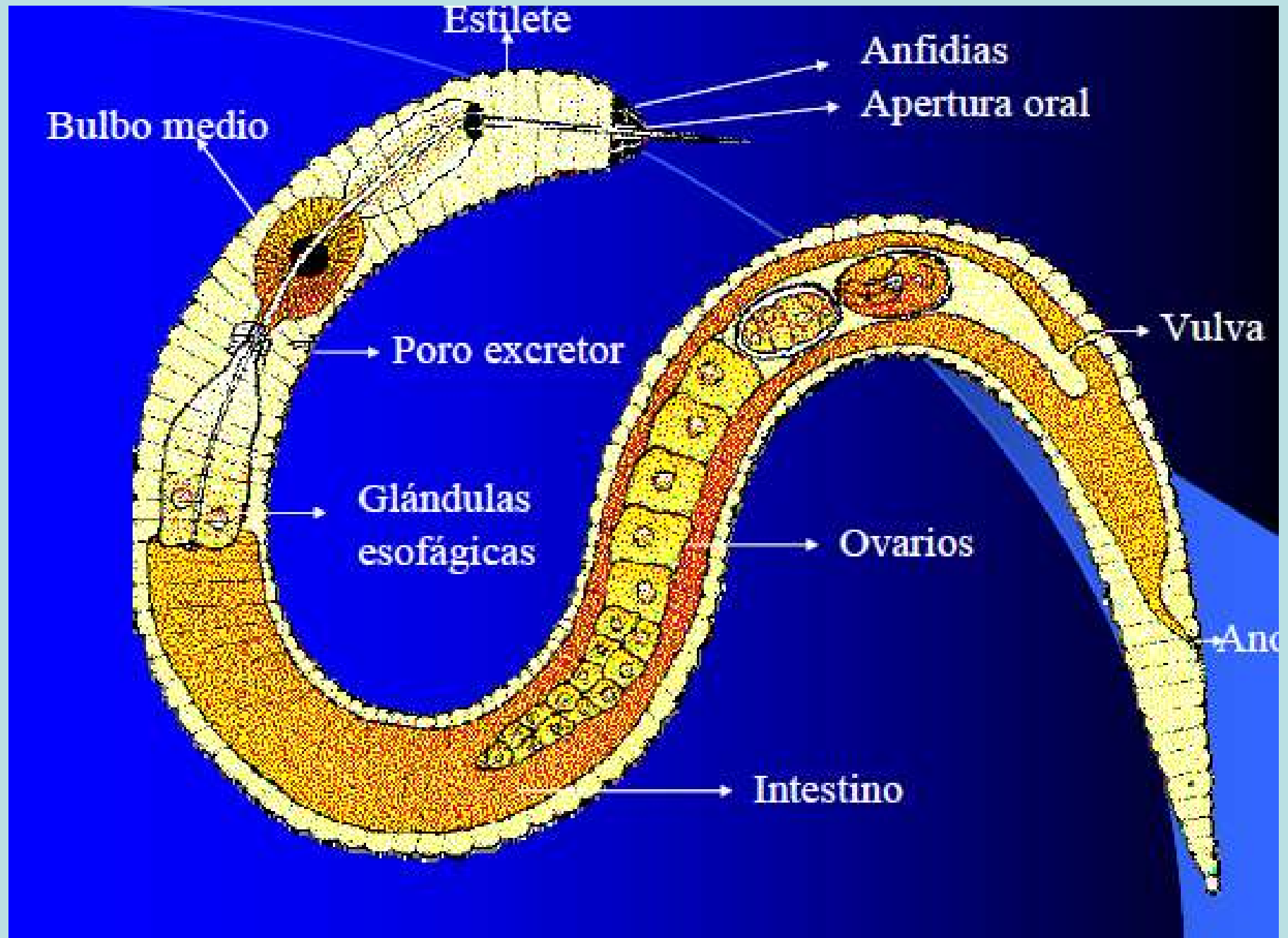
- La alimentación se basa en la succión de líquidos
- La cavidad bucal se modifica, estrechándose y agudizándose para transformarse en un elemento punzante (estilete).
- El cuerpo flexible, permite el movimiento del animal.
- **El tegumento es liso, pero puede presentar estrías.**
- Por debajo está la capa muscular formada por fibrillas longitudinales: responsables de los movimientos y de la circulación del líquido sanguíneo.
- **Para el desarrollo de huevo a adulto, deben mudar debido a la rigidez del tegumento, lo hacen 4 veces**

Nematodos Fitoparásitos

Sistema digestivo:

- Comienza en la boca: ubicada en la parte anterior del nematodo
 - Fitófagos se encuentra un aguijón o estilete perforador, que absorbe el contenido de las células.
 - El bulbo medio está provisto de una válvula con fibras musculares radiales que actúan como bomba aspirante.
 - Secretan jugos digestivos que pasan al intestino para ayudar a la digestión de alimentos.
 - En zona glandular: No hay aparato circulatorio. El líquido que baña el pseudoceloma se encarga de distribuir las sustancias nutricias. Recibe el alimento a través de la sangre que quema el oxígeno.
- La respiración es por intercambio gaseoso . El oxígeno quema los alimentos y éste se provee por *ósmosis* o *difusión* a través del tegumento.

Clase: Nematoda



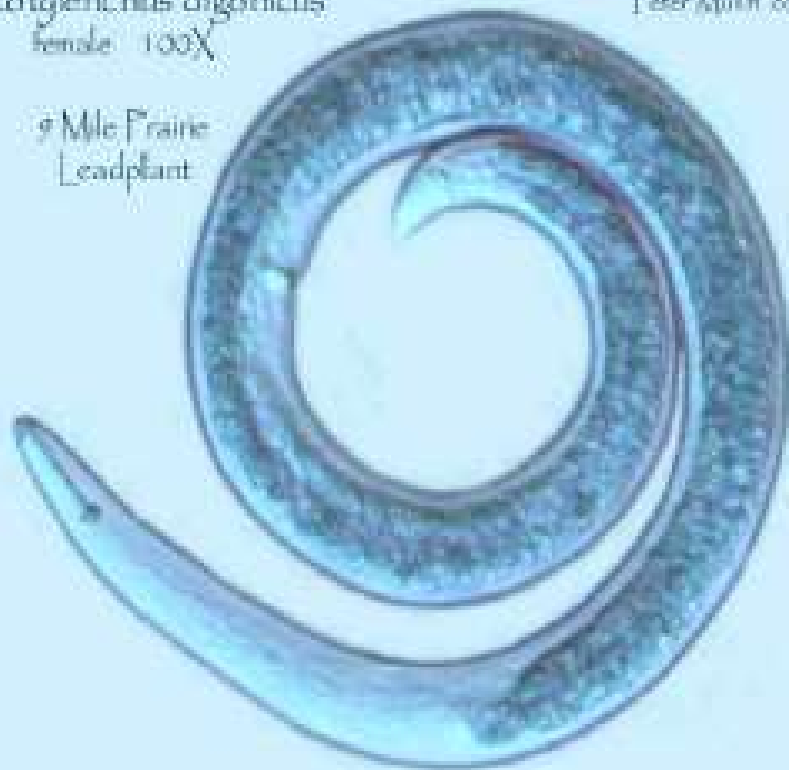
Características de los nematodos

Helicotylenchus digonicus

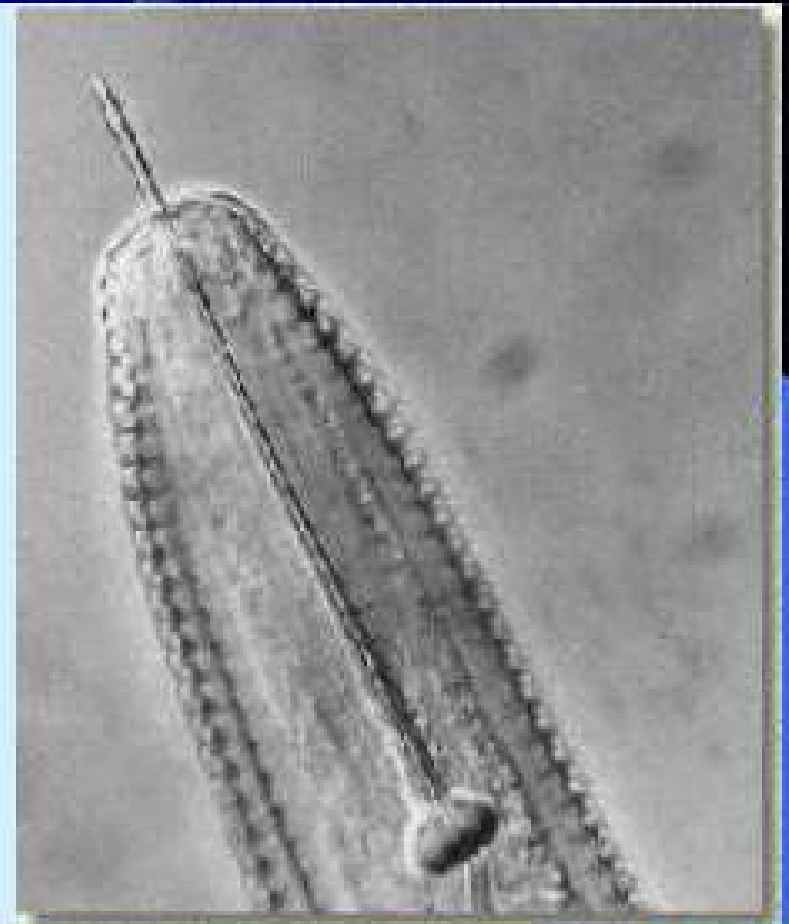
female 100X

9 Mile Prairie
Leadplant

Peter Mullin, c. 1999



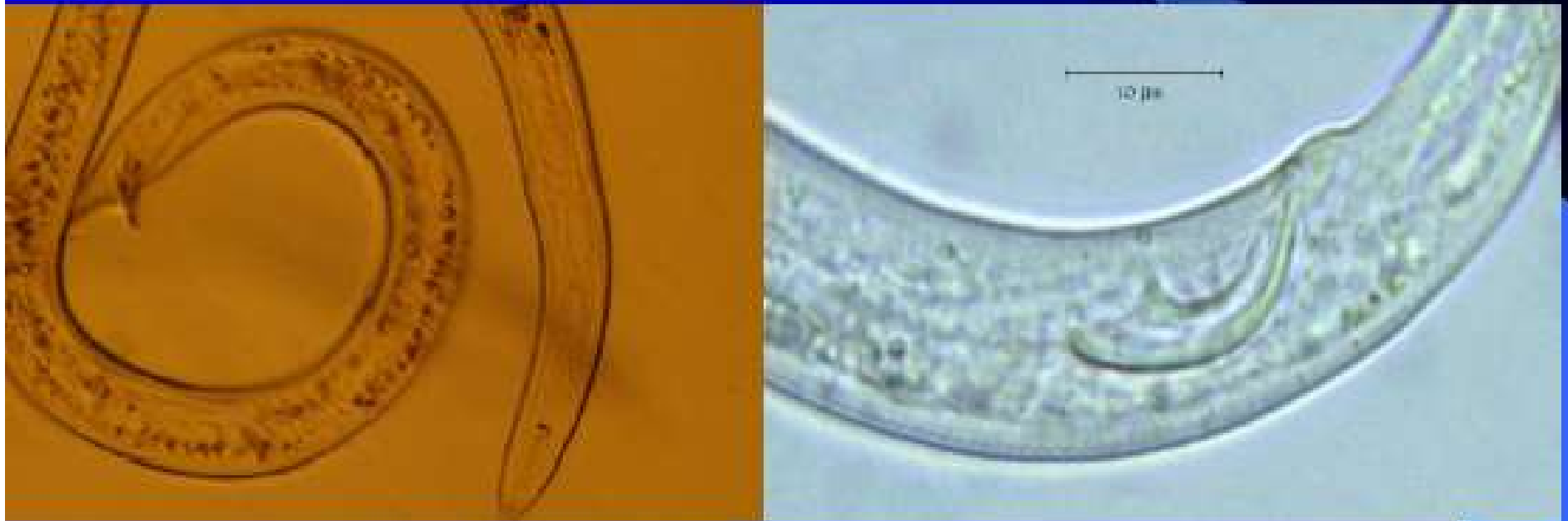
100 μ m



Nematodos Fitoparásitos

- **Sistema excretor** está situado por debajo del esófago.
- **El sistema nervioso:** Formado por un anillo nervioso compuesto por nervios y ganglios alrededor del istmo esofágico.
- **Aparato reproductor:** los nematodos se reproducen sexualmente. Son de sexos separados (dioicos), hermafroditas o partenogenéticos.
- El aparato reproductor femenino consta de: 1 ó 2 ovarios, oviducto, espermateca, útero, vagina y vulva o poro de salida ventral.
- En las hembras: el poro excretor, la vulva y el ano están en la misma línea ubicados ventralmente.

S. REPRODUCTOR.- La forma de reproducción de nematodos es bisexuada (partenogenética, intersexos, hermafroditismo)



ESPÍCULA: Organo reproductos masculino

S. REPRODUCTOR.- La forma de reproducción de nematodos es bisexuada (partenogenética, intersexos, hermafroditismo)



VULVA: Organo reproductos femenino

Nematodos Fitoparásitos

- **El aparato reproductor masculino** consta de: 2 testículos (el posterior generalmente degenera), un gonoducto (canal eferente y vesícula seminal), canal deferente, ducto eyaculador (con abertura en la pared del recto), cloaca, el aparato copulador (formado por 2 espículas y un gobernáculo) y la bursa.
- Las espículas abren la vulva en la cópula y el gobernáculo o gubernaculum es la guía de las espículas al proyectarse hacia fuera.
- Los machos poseen un poro excretor y cloacal ventral y en una misma línea.

Tipos de reproducción:

- R. sexual o anfigónica: es la más común.
- R. hermafrodítica: un testículo rodea al ovario y produce los propios espermatozoides.
- R. partenogenética

“Los nemátodos son todos ovíparos”

Nematodos Fitoparásitos

Ciclo biológico de un nematodo fitófago:

- Comprende:
 - una fase libre: suelo.
 - una fase parasitaria: planta.
- Las condiciones del medio externo deben ser favorables. Deben mudar 4 veces hasta llegar al adulto.
- El ciclo biológico de un nematodo comienza a partir del huevo del cual nacen las formas juveniles o larvas (no son verdaderas larvas, solo hay cambio de muda y aumento de tamaño).
- El primer estadio larval se cumple dentro del huevo, cumpliéndose tres estadios más hasta llegar a la forma adulta:

Huevo → L1 → L2 → L3 → L4 → Adulto

Nematodos Fitoparásitos

- Las formas juveniles penetran en los tejidos y más tarde lo hacen las formas adultas.
- De acuerdo al hábito parasitario los nematodos se dividen en 3 grupos:
 1. ectoparásitos: se alimentan de las células de la epidermis (eventualmente de la corteza) **sin penetrar en los tejidos**
 2. semiendoparásitos: se alimentan de las células de la corteza e introducen dentro de los tejidos la parte anterior del cuerpo.
 3. Endoparásitos: aquellos parásitos o nematodos que penetran en la raíz y cumplen su ciclo biológico dentro de ella. Se fija en el periciclo y corteza.
- Las formas juveniles son semejantes a los adultos, pero son distintos entre las larvas y hembras adultas de *Meloidogyne* sp, *Heterodera* y *Nacobus*.

Nematodos Fitoparásitos

- **Al llegar a adultos los nematodos se aparean: el macho muere y la hembra continúa su ciclo hasta la deposición de huevos.**
- **Los huevos son redondos o subesféricos. No son visibles con las técnicas en uso para separar nematodos.**

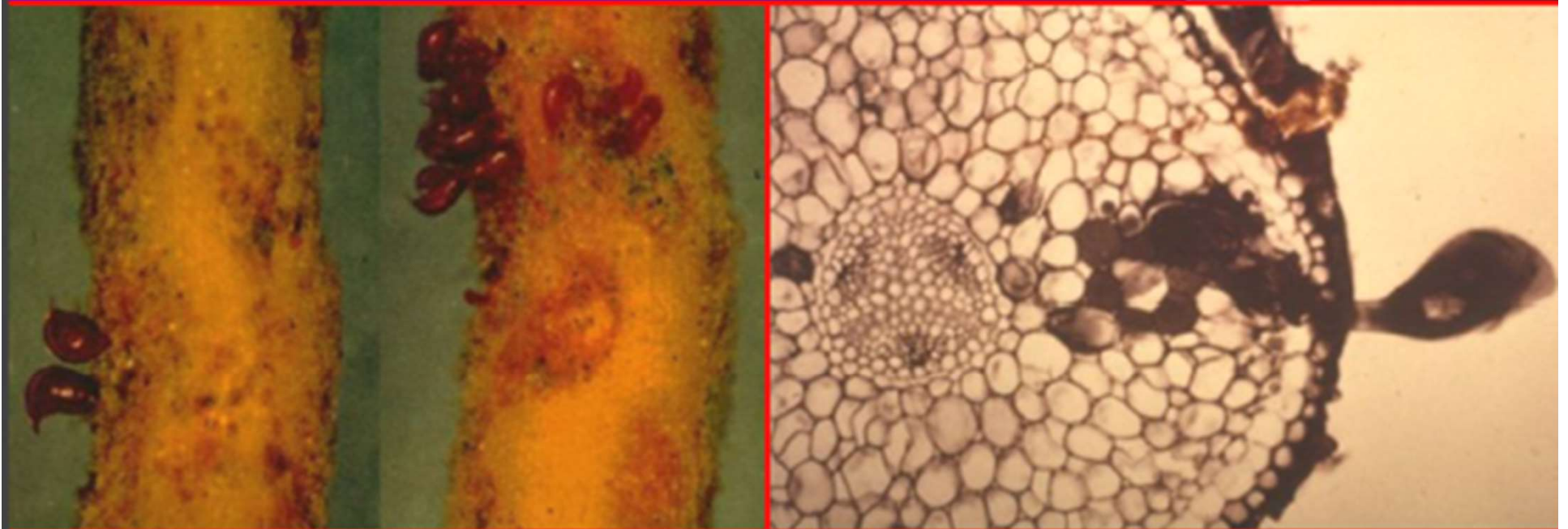
Nematodos fitoparásitos

- **ECTOPARÁSITOS.-** Se alimentan desde afuera introduciendo solamente una parte de su cuerpo (estilete)



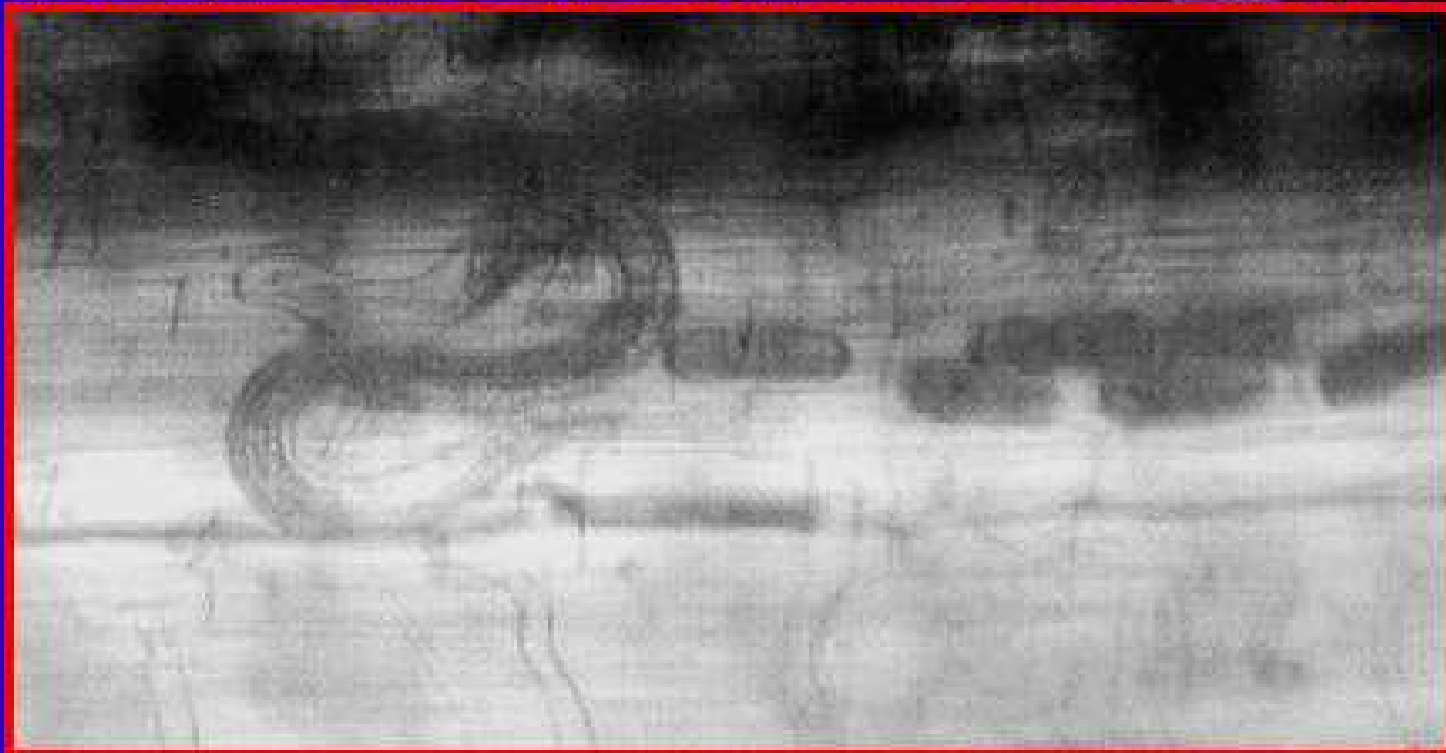
Nematodos fitoparásitos

- **SEMIENDOPARÁSITOS.-** Se alimentan introduciendo la mitad de su cuerpo



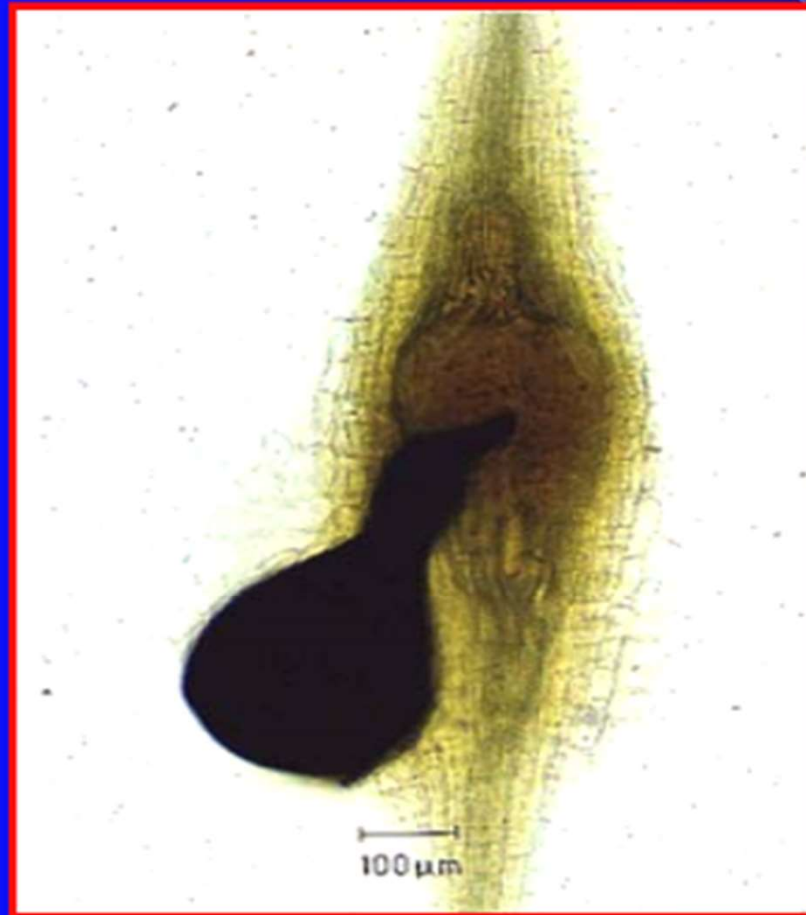
Nematodos fitoparásitos

- **ENDOPARÁSITOS.-** Se alimentan introduciendo la totalidad de su cuerpo



Nematodos fitoparásitos

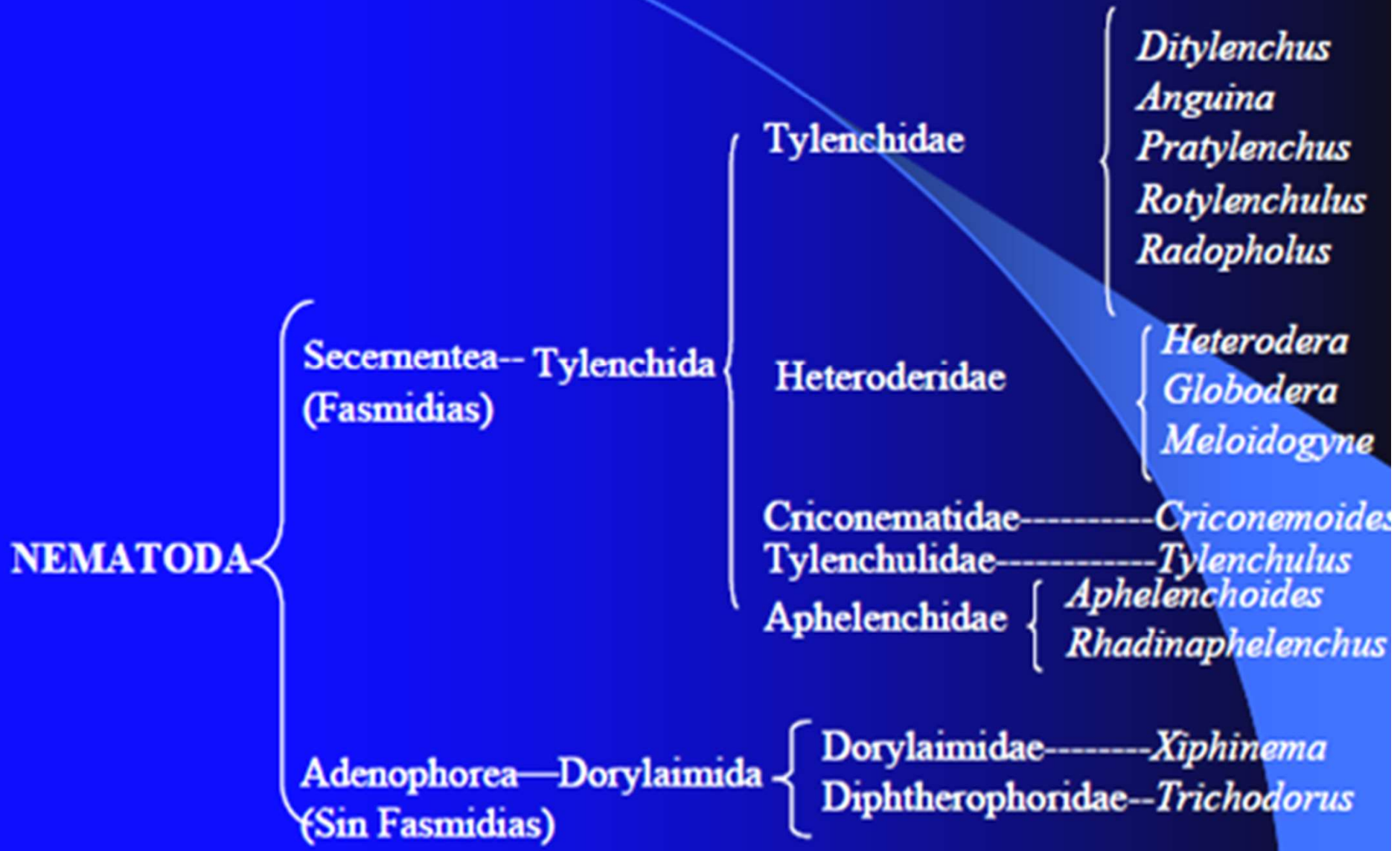
- **ENDOPARÁSITOS SEDENTARIOS.-**
Se alimentan de una parte de la planta
(raíz)



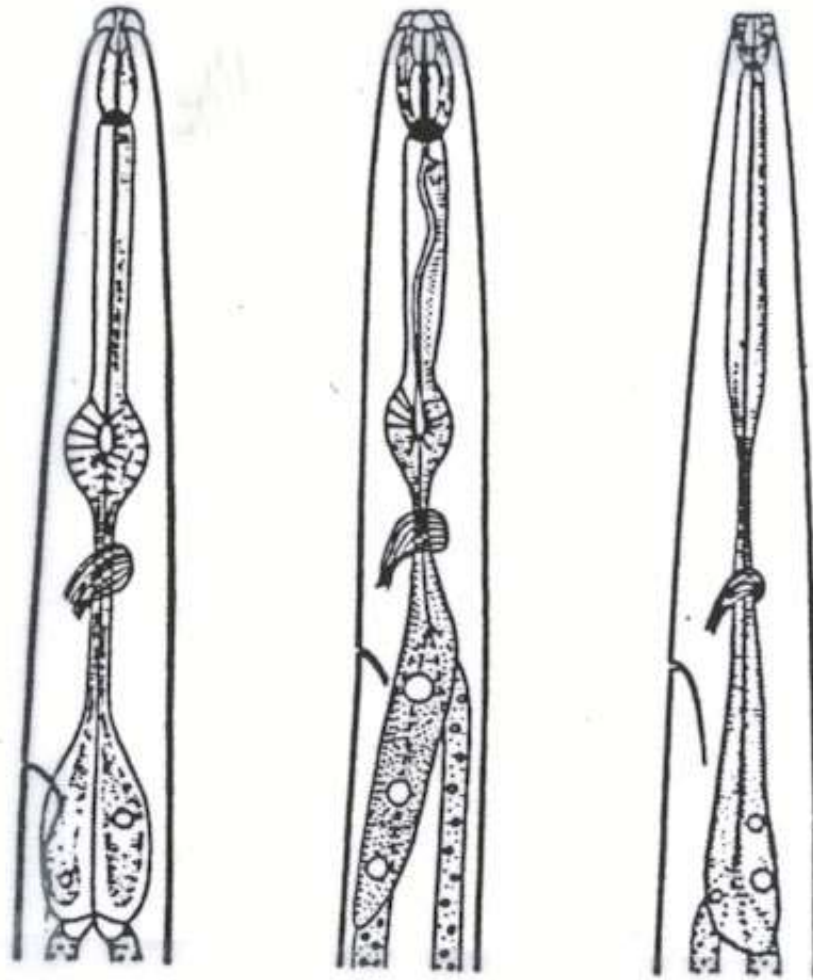
SINTOMATOLOGIA

- Debilitamiento de las plantas
- Lesiones en las raíces
- Infecciones fungosas y/o bacterianas
- Aparente deficiencia de nutrientes
- Nodulaciones de raíces
- Marchitez

PHYLUM CLASE ORDEN FAMILIA GENEROS

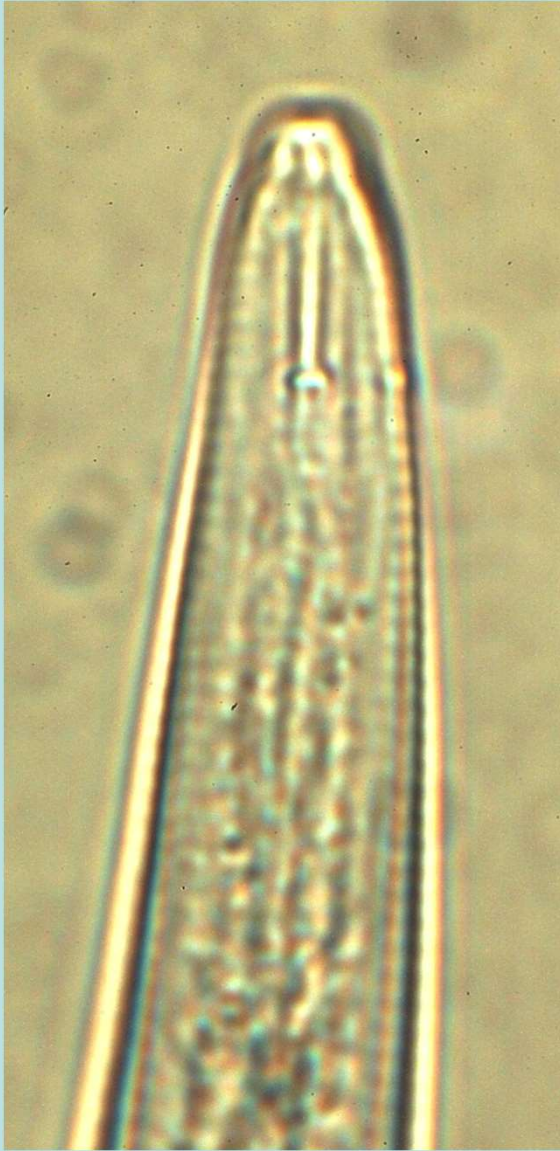


Clase: Nematoda Orden: Tylenchida



Tylenchoid esophagi

Clase: Nematoda, Orden: Tylenchida, Flia: Tylenchidae



esófago



cola

Especies mas relevantes

**“Nematodo del tallo” *Dytilenchus dipsaci*
(Tylenchida: Tylenchidae).**

**“Nematodos del nudo” *Meloidogyne* spp.
(Nemathelminta: Tylenchida: Meloidogynidae).**

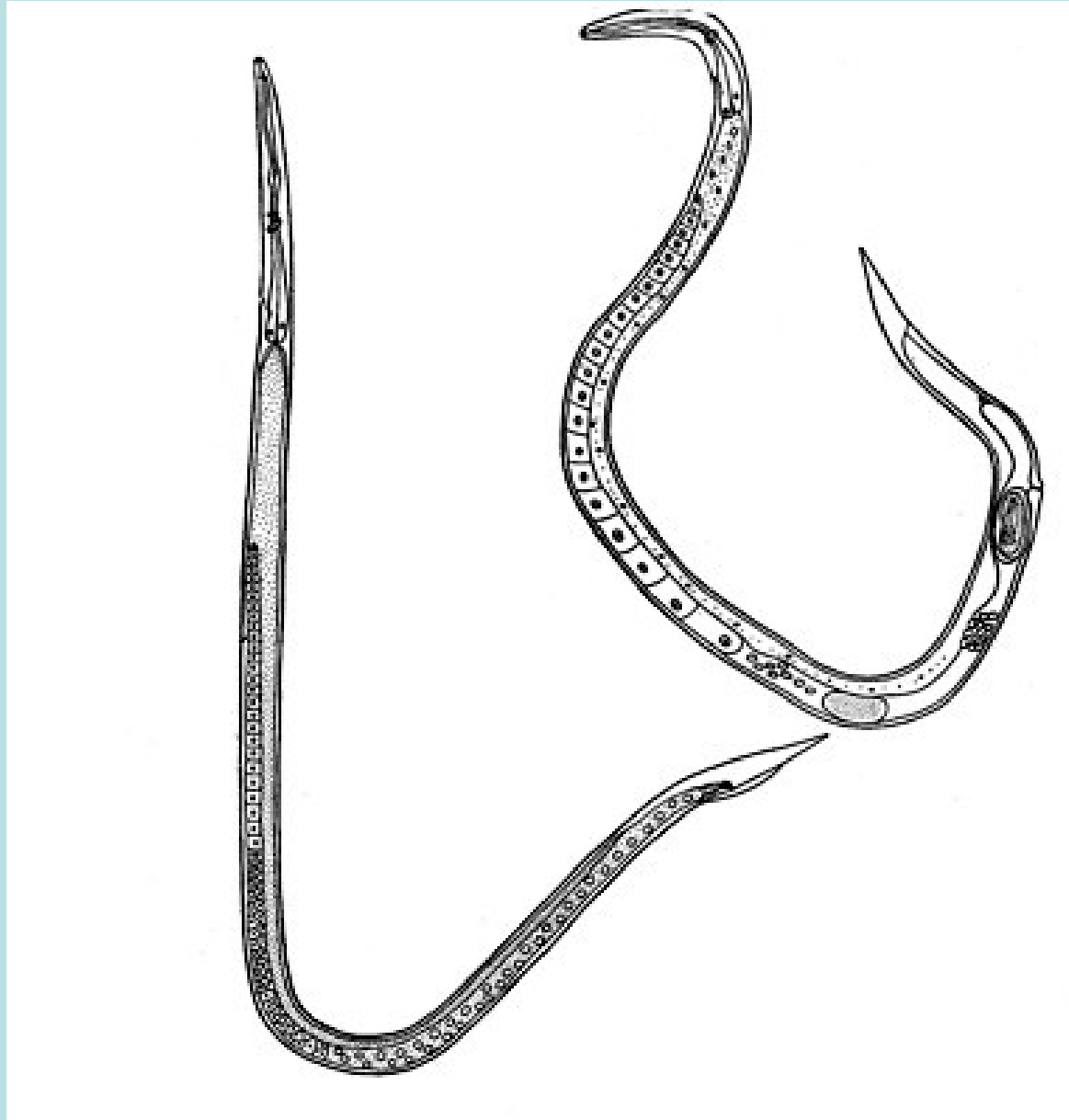
**“Nematodo del nudo” *Meloidogyne incognita*
(Tylenchida: Meloidogydae).**

**“Nematodo del nudo” *Nacobus aberrans*
(Tylenchida: Haplolaimidae).**

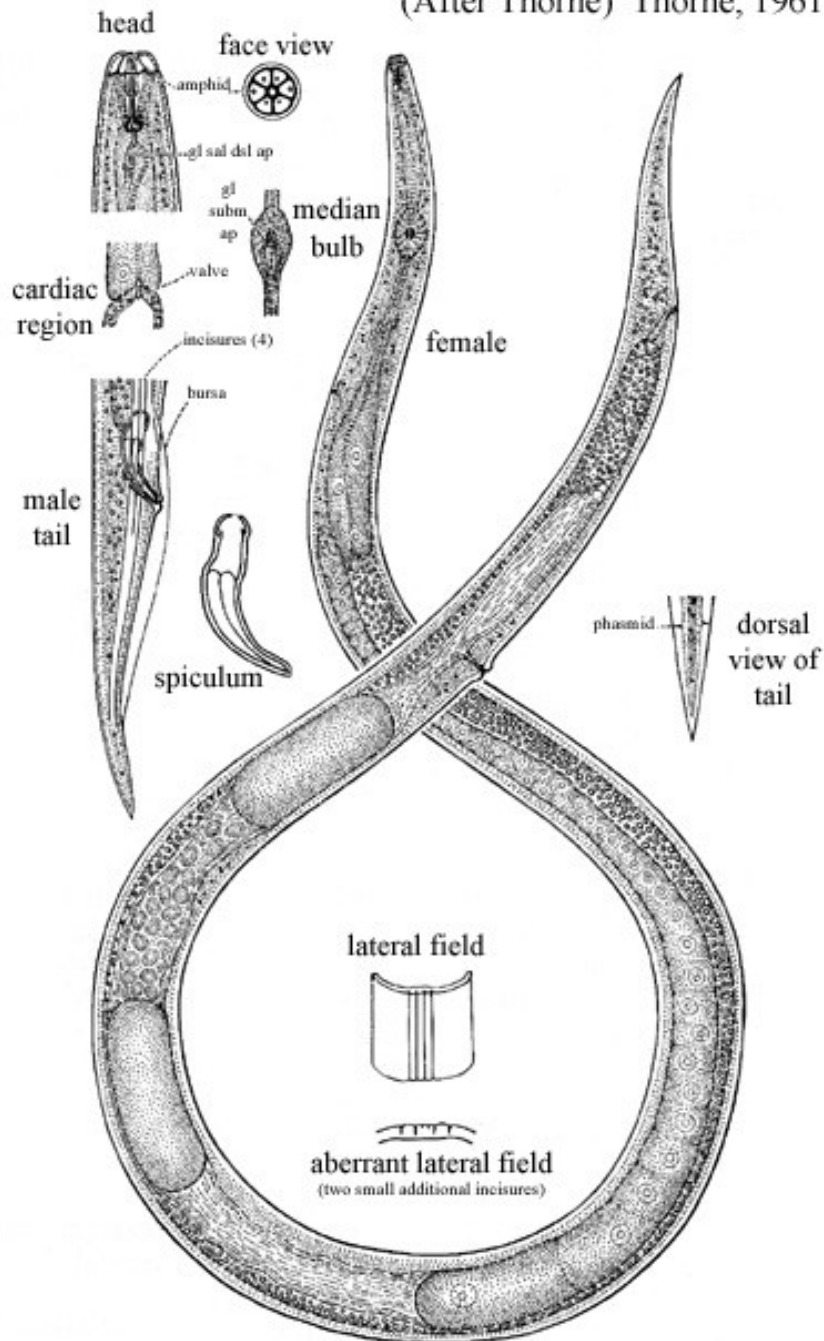
**“Nematodo del tallo” *Dytilenchus dipsaci*
(Tylenchida: Tylenchidae)
Resumen**

- Son endoparásitos de las partes aéreas o tallos subterráneos del vegetal (no atacan las raíces)
- Tienen hábitos polífagos encontrándose en papa, alfalfa, trébol, poroto, cebolla, etc.
- Los síntomas son variables dependiendo de la especie de vegetal atacada.
- En términos generales existe enanismo, debilitamiento general de la planta, clorosis, amarillamiento y hojas rizadas.
- En bulbos de cebolla, en corte transversal se observan zonas concéntricas claras y oscuras.

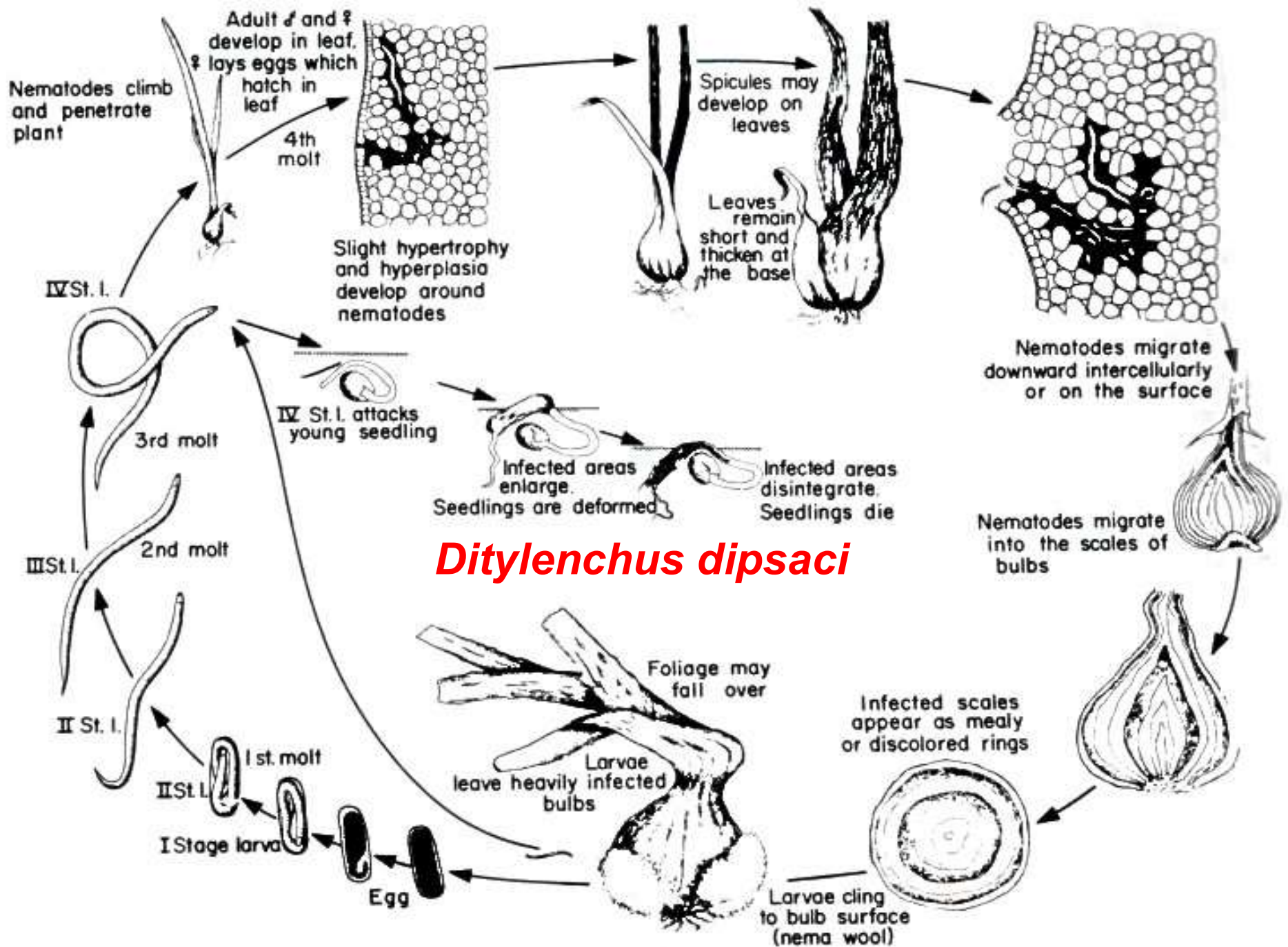
**“Nematodo del tallo” *Dytilenchus dipsaci*
(Tylenchida: Tylenchidae)**



Ditylenchus dipsaci
(After Thorne) Thorne, 1961



“Nematodo del tallo”
Ditylenchus dipsaci
(Tylenchida: Tylenchidae)



Ditylenchus dipsaci

“Nematodo del tallo”

Ditylenchus dipsaci Filipjev (Tylenchida: Tylenchidae)



Daños en cebolla: bulbo y plantas

“Nematodo del tallo”

Ditylenchus dipsaci Filipjev (Tylenchida: Tylenchidae)



Lote de cebolla del V.B.R.C. infectado por el nematodo del tallo

“Nematodo del tallo”

Ditylenchus dipsaci Filipjev (Tylenchida: Tylenchidae)

Distorsión de las hojas en plantas infectadas por el nematodo del tallo

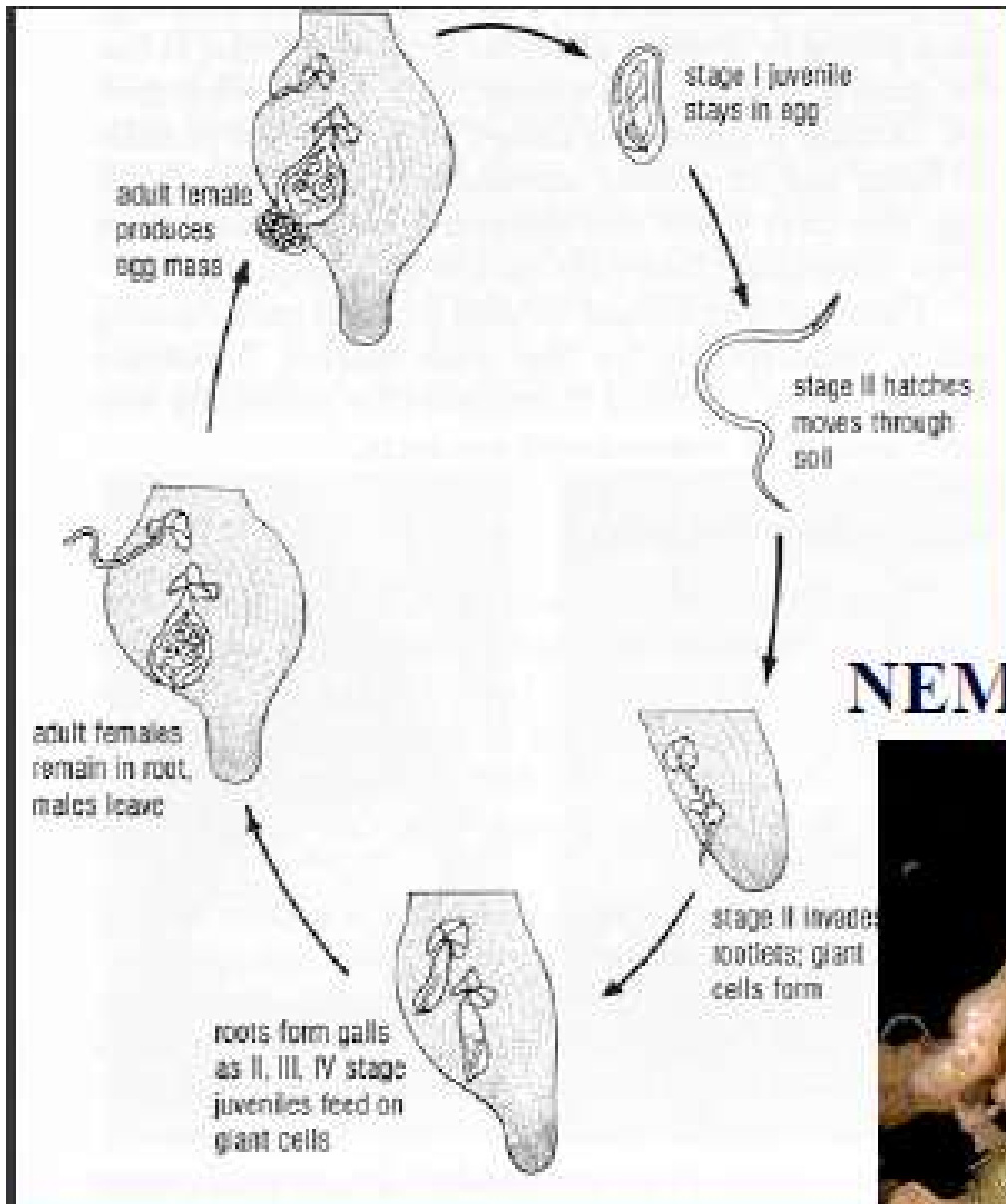


Plantas de cebolla afectadas por el nematodo del tallo



**“Nematodos del nudo” *Meloidogyne* spp.
(Nemathelminta: Tylenchida: Meloidogynidae)
Resumen**

- **Produce afecciones llamadas "anguilulosis" o "nematodos de la raíz".**
- **Su nombre debe a que los machos son como pequeñísimas anguilas.**
- **Es un nematodo polífago que ataca papa, tomate, alfalfa, crucíferas, trébol, vid, yerba mate, etc. Posee un amplio rango de plantas huéspedes desde cultivadas hasta malezas.**
- **Estos nematodos producen deformaciones de las raíces, generando agallas.**
- **Además de las agallas radiculares, en la parte aérea de la planta atacada se observa un desarrollo deficiente con menos hojas y menor tamaño, decoloración anormal, raquitismo y marchitamiento, pero rara vez muerte.**
- **Gramineas menos atacadas**

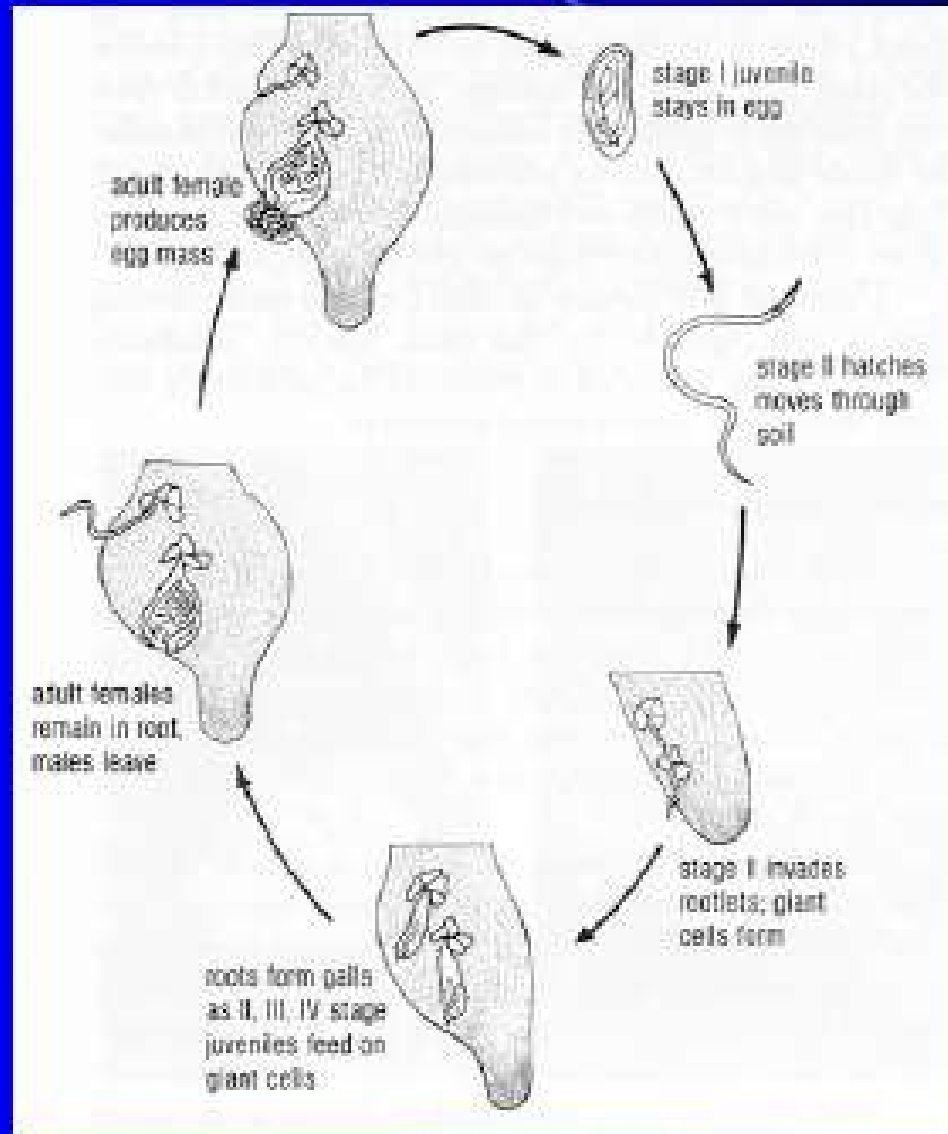


NEMATODOS NODULADORES

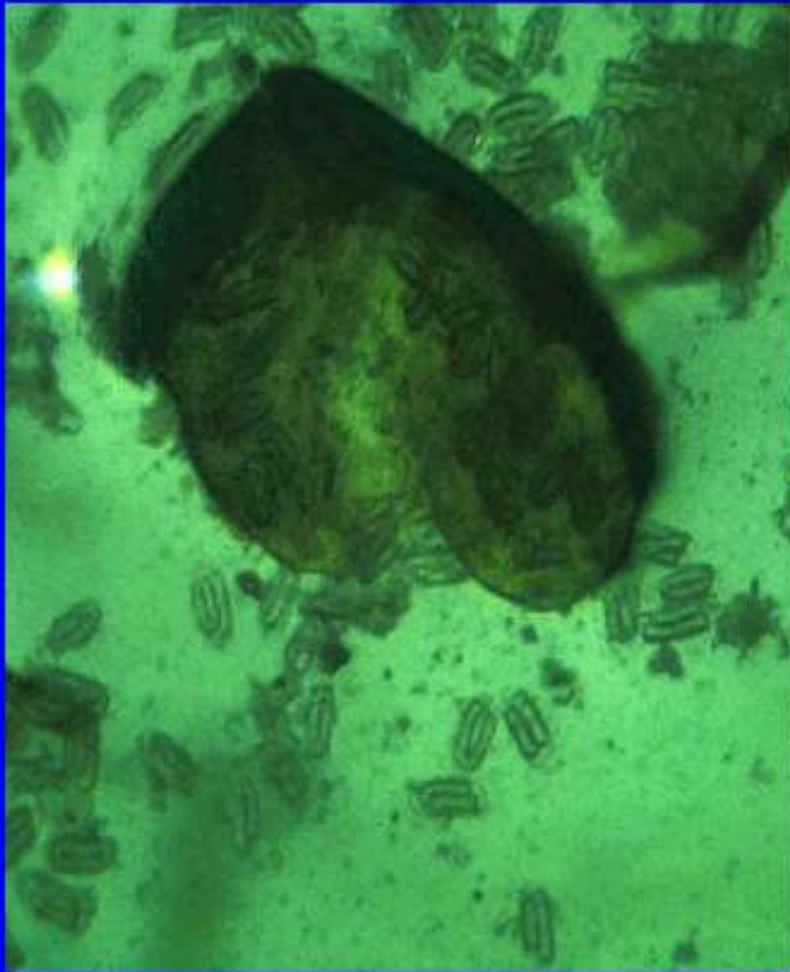


UC Statewide IPM Project
 © Records and Reports of California

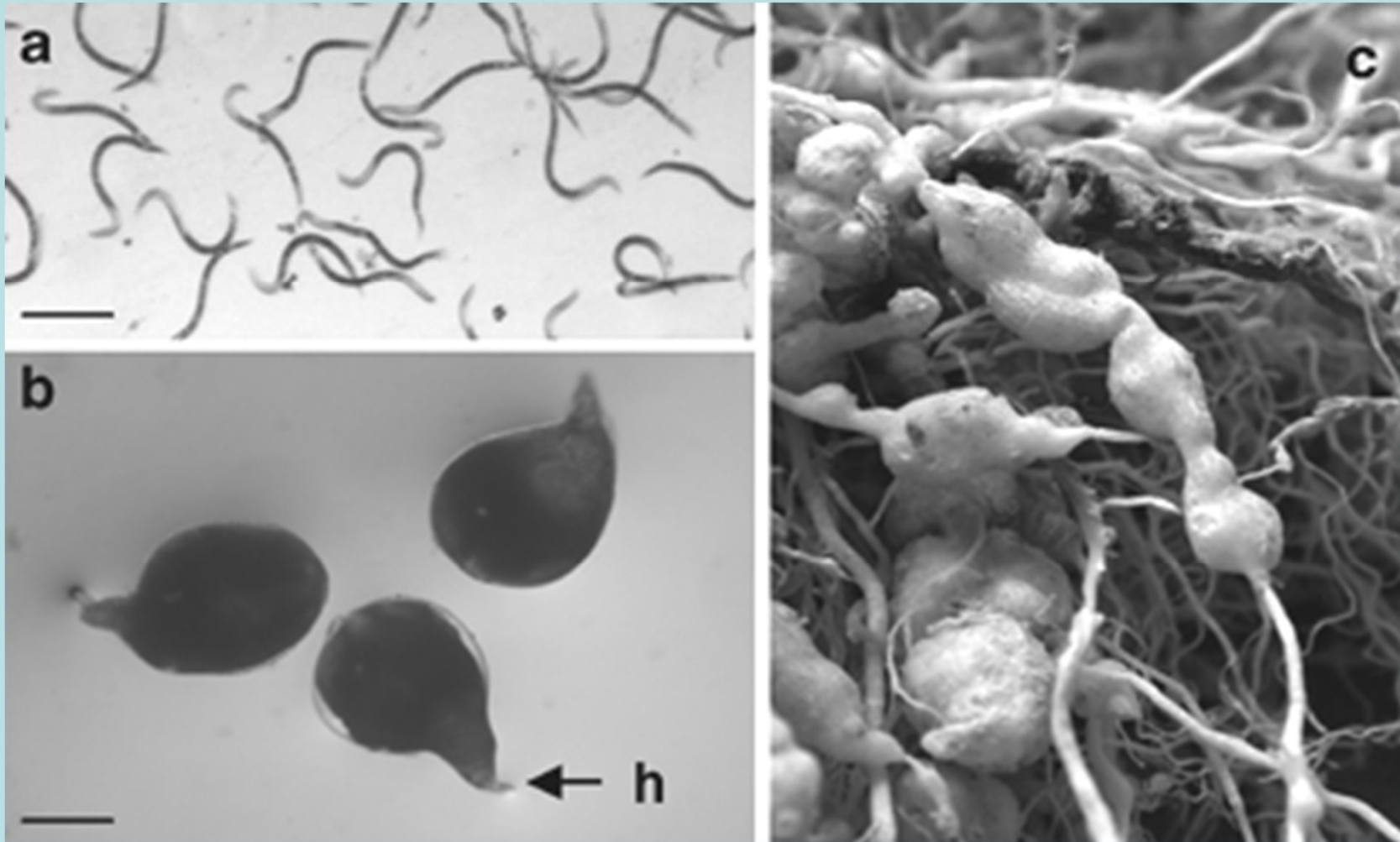
Ciclo biológico de *Meloidogyne incognita*



C. BIOLÓGICO.- Huevecillo, Larvas (L1-L4) y Adulto (dura entre 15 –25 días)



**“Nematodo del nudo” *Meloidogyne incognita*
(Tylenchida: Meloidogyidae)**

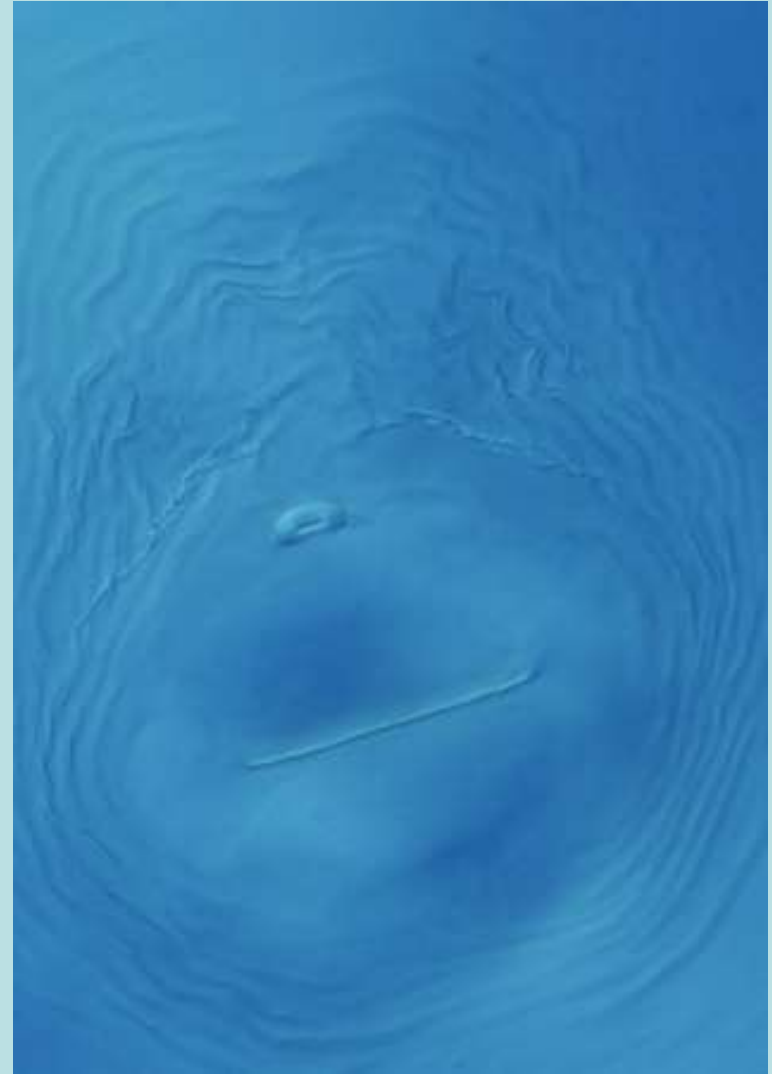


***Meloidogyne incognita*. (a) 2° estado juvenil infectivo
(b) Hembras disectadas del tejido de las raíces, h=cabeza
(c) Síntoma de agalla típica sobre raíces de tomate**

**“Nematodo del nudo” *Meloidogyne incognita*
(Tylenchida: Meloidogyidae)**

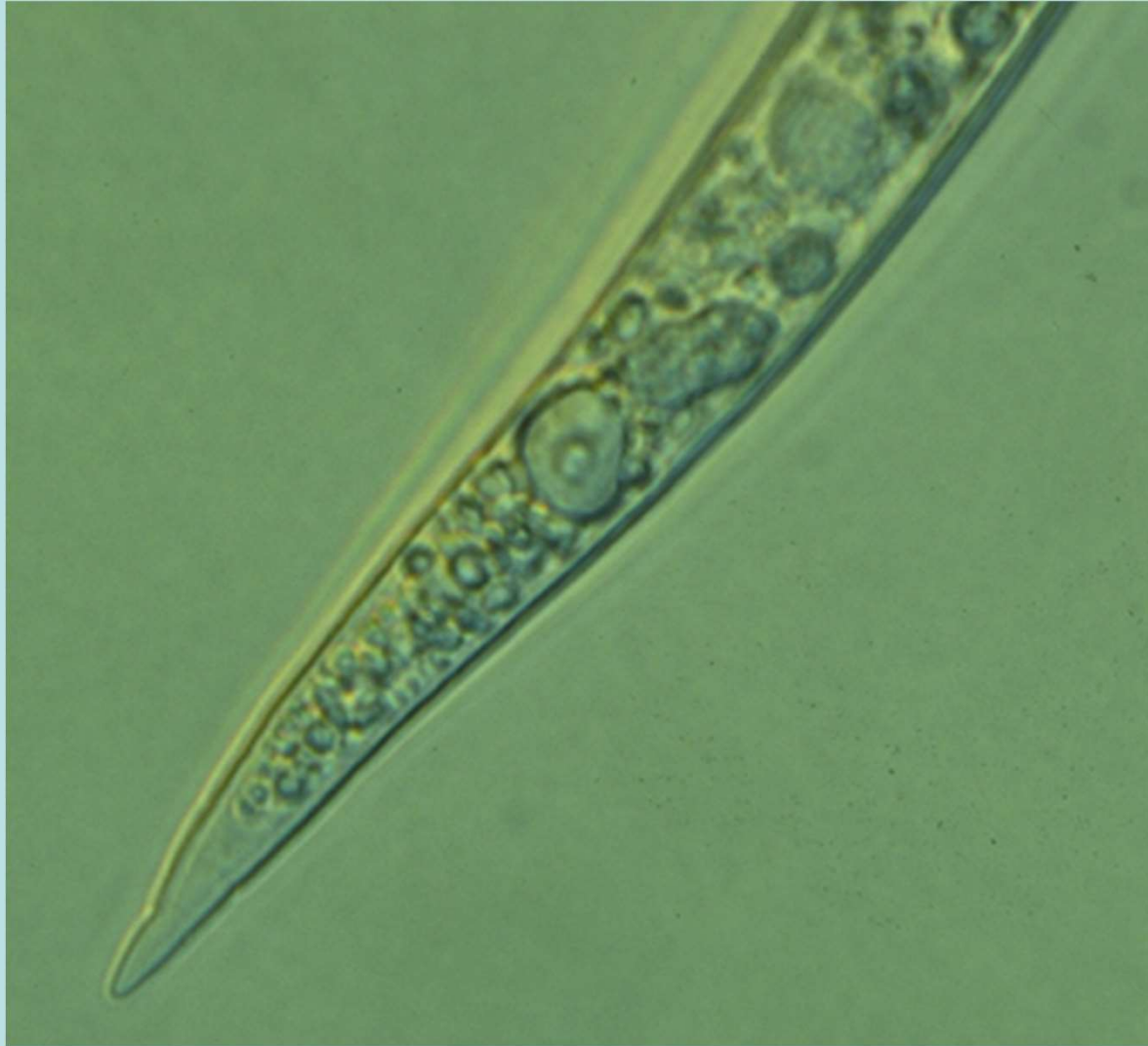


Fotomicrografía de la región anterior de un juvenil (J2) de *Meloidogyne incognita*



Diseño perineal de una hembra ovígera de *M. incognita*

**“Nematodo del nudo” *Meloidogyne incognita*
(Tylenchida: Meloidogyidae)**



Fotomicrografía de la región posterior de un juvenil (J2) de *Meloidogyne incognita*

**“Nematodo del nudo” *Meloidogyne incognita*
(Tylenchida: Meloidogydae)**



Nódulos o agallas en raíces de zapallo

NEMATODOS EN TOMATE



“Falso nematodo del nudo” *Nacobus aberrans* **(Tylenchida: Haplolaimidae)**

Resumen

Importancia económica

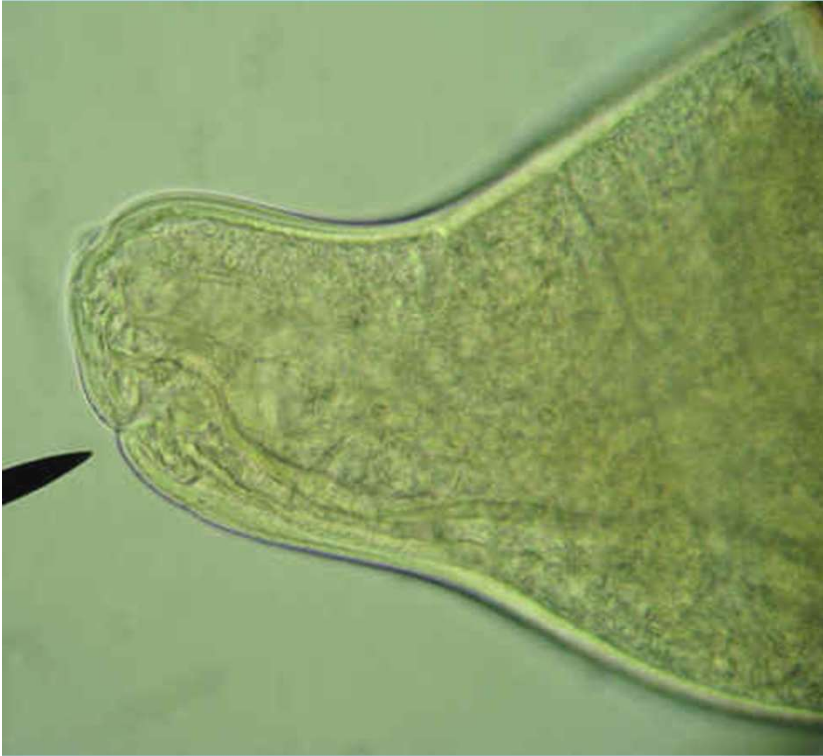
En general, las pérdidas de rendimiento causadas por estos fitoparásitos dependen del grado de asociación hospedante-nematodo; de la raza y densidad poblacional del nematodo

•*N. aberrans*, debido a su amplio ámbito de hospedantes y distribución geográfica en Bolivia, afecta la producción de semilla de papa.

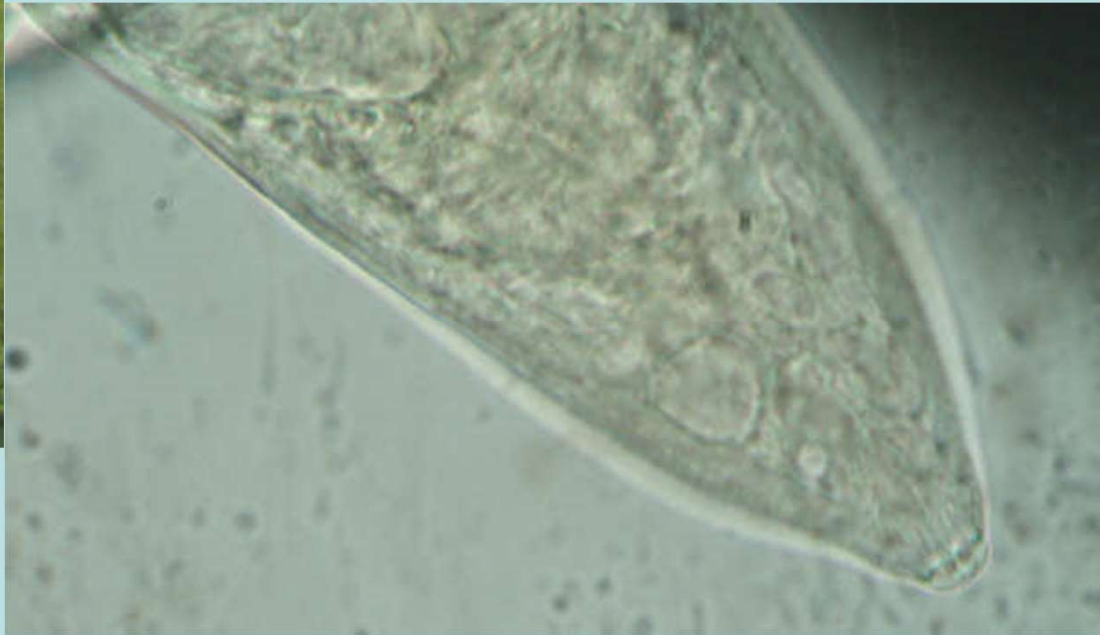
Signos y Síntomas:

- Síntomas parte aérea de la planta no son específicos.**
- Plantas atacadas se muestran débiles;**
- Formaciones de agallas en las raíces en forma sucesiva como las cuentas de un rosario**

**“Falso nematodo del nudo” *Naccobus aberrans*
(Tylenchida: Haplolaimidae)**

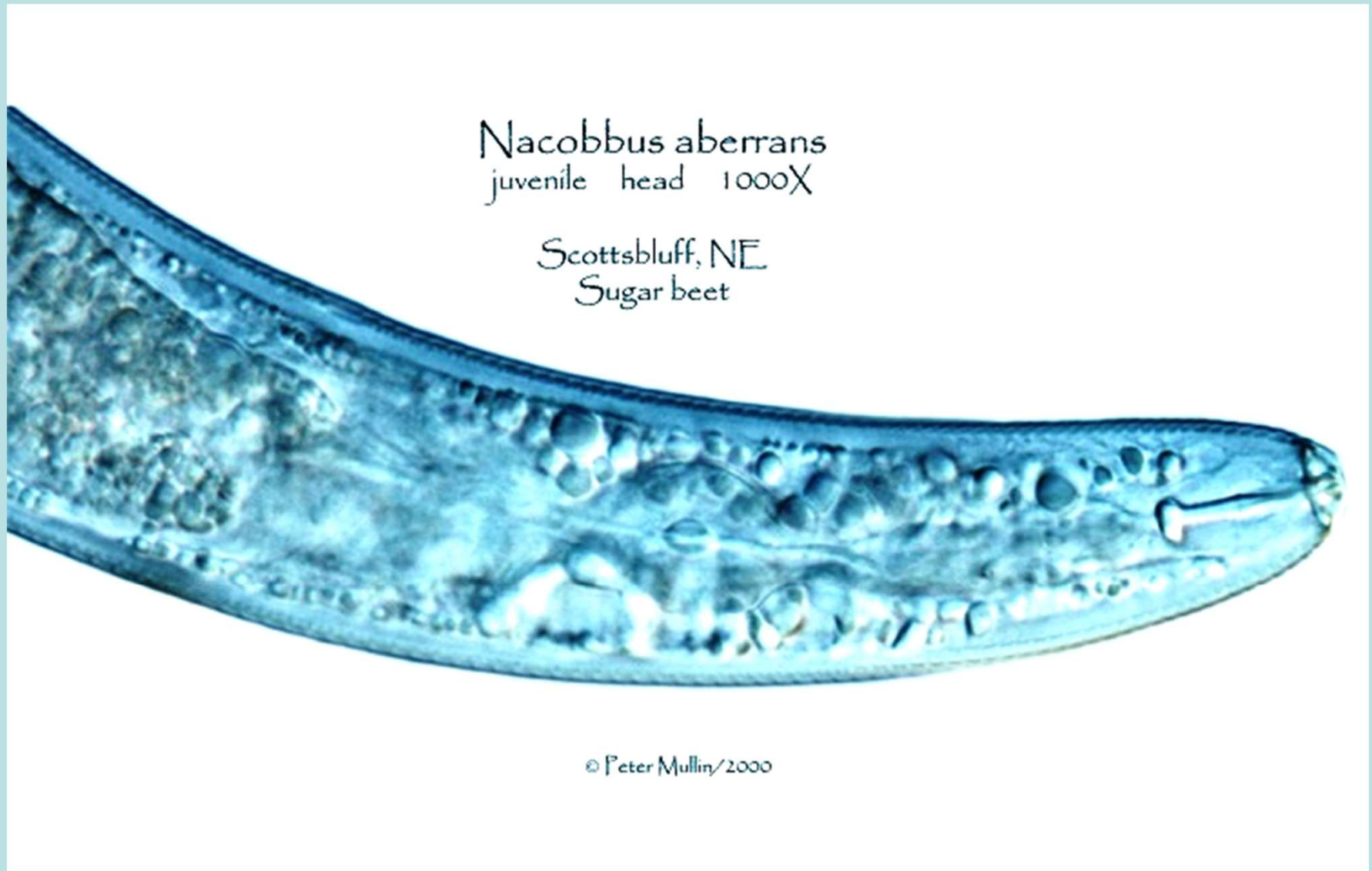


Detalle de la cola



Detalle de la cabeza

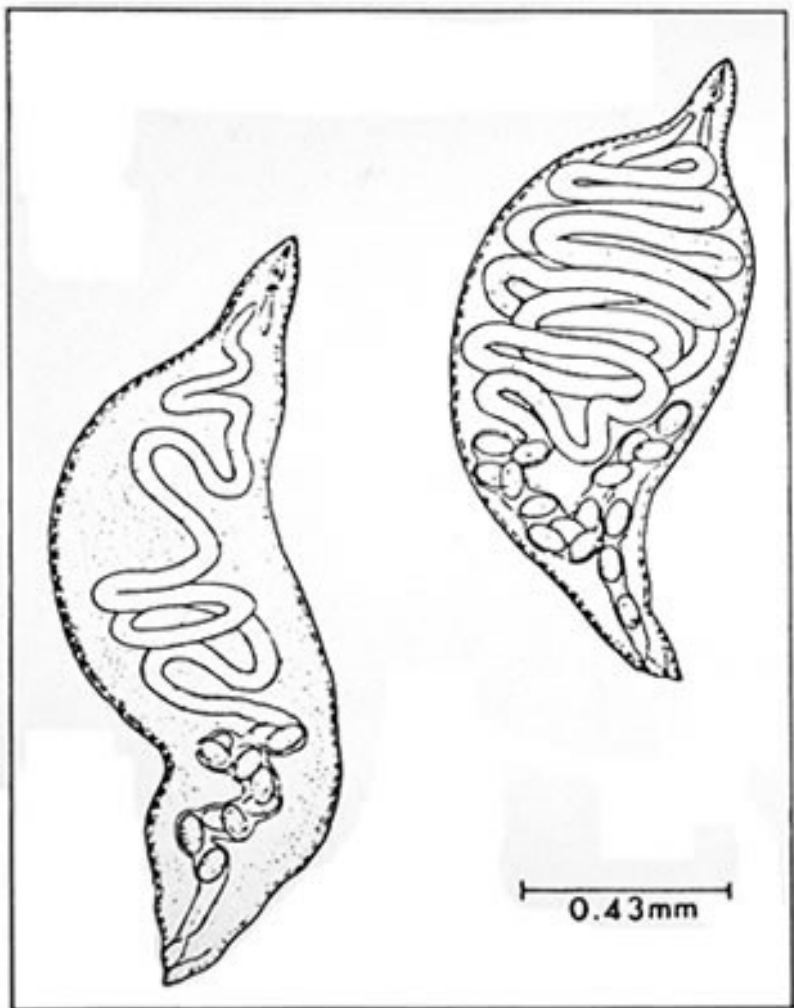
**“Falso nematodo del nudo” *Nacobus aberrans*
(Tylenchida: Haplolaimidae)**



Cabeza al estado juvenil

**“Falso nematodo del nudo” *Nacobbus aberrans*
(Tylenchida: Haplolaimidae)**

Hembras maduras



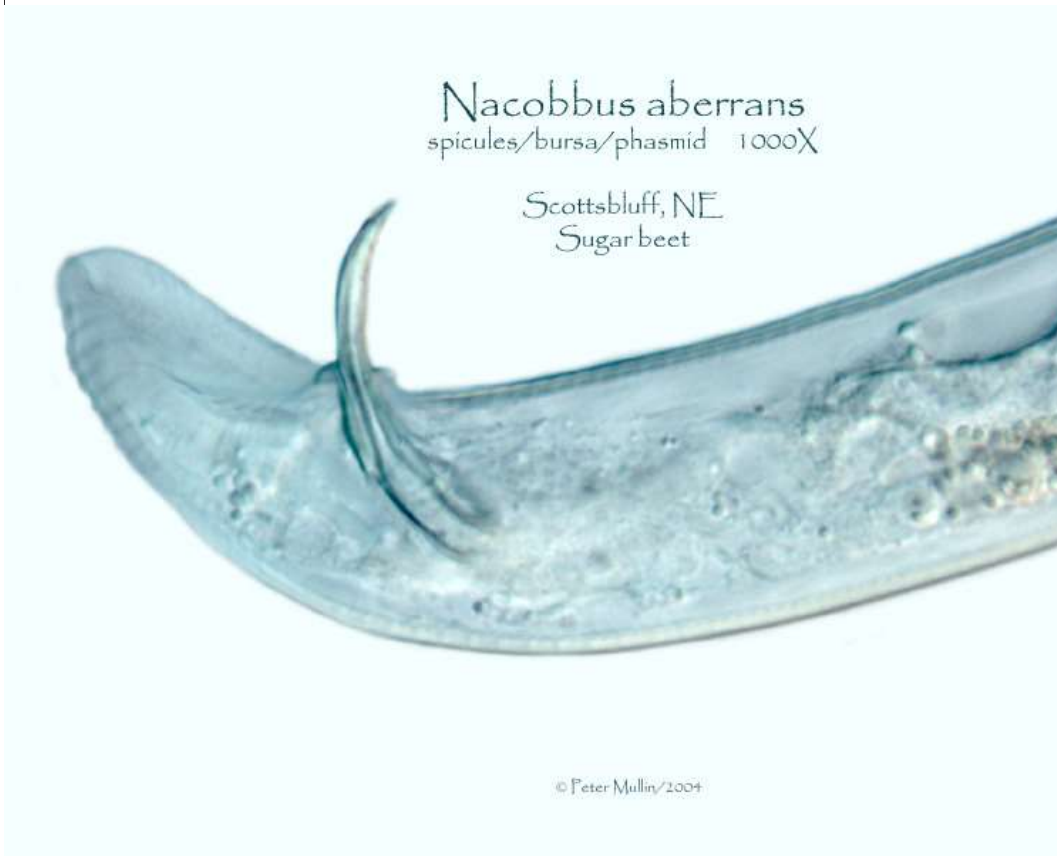
Nacobbus aberrans
female 50X

Scottsbluff, NE
Sugar beet



© Peter Mullin/2004

**“Falso nematodo del nudo” *Nacobus aberrans*
(Tylenchida: Haplolaimidae)**



Macho



CONTROL DE NEMATODOS NODULADORES

- Barbechos y rastreos en verano
- Inundación
- Fumigación del suelo
- Solarización
- Rotación con gramíneas
- Aplicación de nematicidas químicos
- Aplicación de nematicidas biológicos

MANEJO DE NEMATODOS EN CULTIVOS PROTEGIDOS

- Conocer antecedentes del terreno.
- Aplicación de nematicidas al terminar el ciclo anterior, y antes de sacar las plantas.
- En el caso de Mallasombras, recogerlas en verano en los meses de mayor radiación solar.
- Manejar el suelo con barbechos y rastreos en verano
- En casos extremos, aplicar fumigantes del suelo antes de plantar nuevamente.
- Aplicación de nematicidas adecuados durante el desarrollo del cultivo.
- Cambiar a cultivos hidropónicos.