



MORFOLOGÍA DE LOS NEMATODOS

CURSO DE IDENTIFICACIÓN

(Revisado Julio 2015)

MANUAL

MORFOLOGÍA DE LOS NEMATODOS

Dr. Tom Bongers¹ (**Versión original en inglés**)

M.Sc Alejandro Esquivel² (**Versión modificada y traducida**)

I. PARTE

MORFOLOGÍA DE LOS NEMATODOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 TERMINOLOGÍA

1.2 RADIOS (Fórmula de DE MAN)

2. FORMA DEL CUERPO

3. CUTÍCULA Y ESTRUCTURAS EXTERNAS

4. SISTEMA DIGESTIVO

5. SISTEMA GENITAL

5.1 HEMBRA

5.2 MACHO

6. ESTRUCTURA Y FUNCION

6.1 NEMATODOS FITOPARÁSITOS

6.2 NEMATODOS OMNÍVOROS

6.3 NEMATODOS COMEDORES DE HONGOS

6.4 NEMATODOS BACTERIOFAGOS

6.5 NEMATODOS CARNÍVOROS

6.6 NEMATODOS COMEDORES DE ALGAS

1. Profesor e investigador. Departamento de Nematología. Universidad de Wageningen. Holanda. Curador colección de nematodos.

2 Profesor e investigador. Laboratorio de Nematología. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Curador colección de nematodos UNA. Email: a.esquivel.hernandez@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Identificar nematodos requiere de cierto conocimiento básico de su morfología. Además, conocer el funcionamiento de sus estructuras, permite predecir el comportamiento alimenticio, brindándonos valiosa información aún de especies desconocidas, de la misma forma como los dientes de un mamífero o el pico de un ave nos revelan información del tipo de alimento que consumen.

En este capítulo se discute la morfología de los nematodos y su importancia para la identificación. Además se enfatiza en la morfología funcional y en la ubicación de los nematodos en grupos funcionales

1.1 TERMINOLOGÍA

Uno de los objetivos de la terminología morfológica es la comunicación. Si en una clave de identificación de pájaros esta escrito " **alas amarillas** " y uno no sabe la diferencia entre ala, cola, pata y pico, jamás podrá identificar adecuadamente.

Además los términos morfológicos, sirven para ubicar la posición de la estructura. Así por ejemplo, **ventral** se refiere al vientre del nematodo y es la parte dónde se ubican las aberturas anal y genital. **Dorsal** para el dorso y **lateral** para indicar los lados derecho e izquierdo del nematodo. Otros términos usados son **subventral**, para indicar la parte intermedia entre ventral y lateral y **subdorsal** entre lateral y dorsal. La **figura 1** muestra un corte transversal de un nematodo mostrando esta terminología.

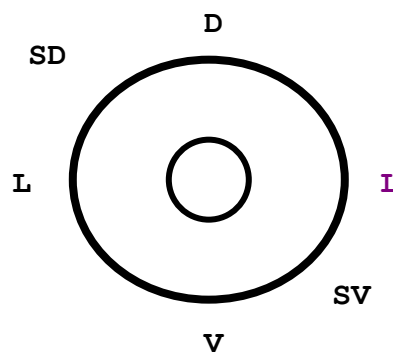


Fig 1. Corte transversal de un nematodos. **V:** ventral, **D:** dorsal, **L:** lateral, **SD:** subdorsal, **SV:** subventral

Otros términos muy útiles para evitar cualquier confusión son: **proximal y distal**. Así por ejemplo, si en una clave de nematodos se escribe que el final del esófago es muscular, es de suma importancia saber su significado. La parte final distal del esófago es aquella más separada de la línea media del organismo, mientras que la parte proximal es la parte del esófago más próxima a la línea media del organismo (**fig. 2**).

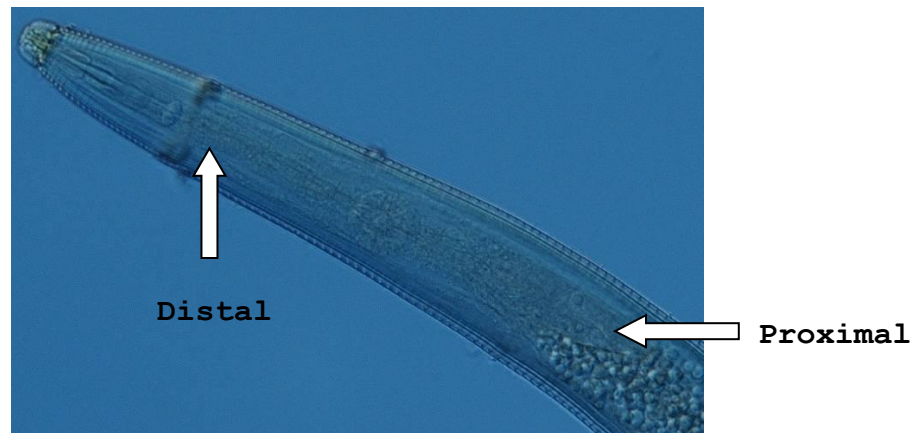


Fig. 2. Foto micrografía de esófago de un hoplolaimido. Se toma como referencia la mitad del cuerpo en sentido transversal. Las flechas muestran la parte proximal y distal del esófago. **Foto A. Esquivel**

1.2 RADIOS (FORMULA de DE MAN)

El nematólogo Holandés **De Man** (1850 - 1930), uno de los fundadores de la nematología, propuso algunos radios (proporciones) para describir las proporciones del cuerpo de un nematodo.

a = longitud del cuerpo / ancho del cuerpo

b = longitud del cuerpo / longitud del esófago

c = longitud del cuerpo / longitud de la cola

c' = longitud de la cola / ancho del cuerpo en la región anal

V = posición de la vulva en % con relación a la longitud del cuerpo.

2. MORFOLOGÍA GENERAL DEL CUERPO

Los nematodos son animales acuáticos muy delgados que viven en la película de agua que rodea las partículas de suelo, también se encuentran en el estiércol, basura orgánica y en sedimentos de estanques, ríos y océanos, aún a profundidades de 5000 metros en el Golfo de Biscaya y a una densidad de un

millón de nematodos por metro cuadrado. En pantanos de agua salada en los Países Bajos (Land van Saeftinghe) se han encontrado hasta 50 millones de nematodos por metro cuadrado. Generalmente la forma del cuerpo de los nematodos es vermiforme (anguiliforme), y su longitud en promedio es 50 veces el ancho del cuerpo con sus extremos casi redondeados hasta una proporción longitud / ancho de 200 (**a = 200**).

Los nematodos con sus cuerpos elongados nadan como una anguila o serpiente. Nematodos con colas largas nadan bien, mientras que los nematodos que viven parcialmente en las raíces de las plantas siempre tienen una cola corta.

Las hembras de algunos nematodos comienzan a hincharse tan pronto encuentran un lugar adecuado para alimentarse en las raíz de la planta, perdiendo su movilidad. Sin embargo, los machos mantienen la forma delgada para buscar activamente a las hembras inmóviles (**fig. 3**)

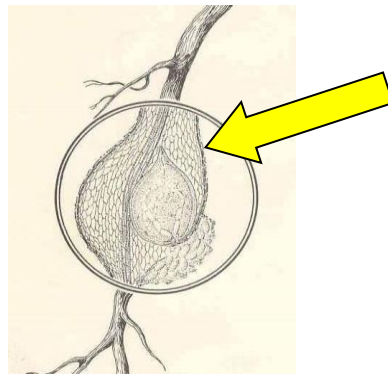


Fig 3. Hembra de *Meloidogyne* sp mostrando su hábito sedentario y forma hinchada.

Hay un número de nematodos que tienen un movimiento aberrante. Por ejemplo los Cricos (**Criconematidae**) son nematodos pequeños, en forma de salchicha y fuertemente anulados. Se mueven como una oruga mediante contracciones y discontracciones de su cuerpo. Otro nematodo con una forma aberrante de movimiento es *Desmocolex* sp el cuál se mueve como un gusano medidor. En sistemas marinos este tipo de movimiento también ha sido observado en *Draconema* sp. (**fig. 4**)

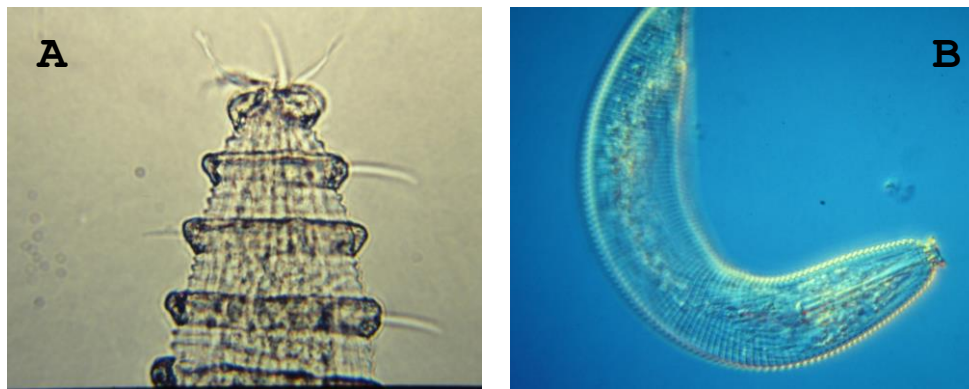


Fig. 4. Región anterior de *Desmoscolex* (A). Nematodo de la familia Criconematidae. **Fotos A. Esquivel.**

Si los nematodos se fijan con calor, sus cuerpos adquieren una forma característica. *Rotylenchus* y *Helicotylenchus* son denominados generalmente "**nematodos espirales**", forma característica que adquieren después de muertos. Algunas especies de *Plectus* se encuentran en sistemas acuáticos y otras en sistemas terrestres. Estas últimas tienen una forma fuertemente curveada después de la fijación con calor, las especies acuáticas permanecen rectas. Se deduce que los músculos de las especies con capacidad de nadar están ligeramente mejor desarrollados. La forma del cuerpo después de la fijación también brinda la posibilidad de reconocer **Mononchidae** acuáticos y terrestres.

La forma característica de un nematodo es visible únicamente si se observa lateralmente. Muchos nematodos tienen el **campo lateral** inflexible, por lo tanto, su movimiento es generalmente dorso ventral. Nematodos con hábito curvo, usualmente yacen sobre uno de sus campos laterales en montajes temporales o permanentes.

3. CUTÍCULA Y ESTRUCTURAS EXTERNAS

La cutícula de los nematodos es elástica y está conformada de diferentes capas, siendo la más externa reemplazada durante el proceso de muda. Se requiere de tinciones especiales para observar estas diferentes capas al microscopio de luz. En algunos nematodos como *Aporcelaimellus* el grosor de la cutícula en la punta de la cola facilita la observación de las distintas capas.

La cutícula puede ser lisa o provista de incisuras longitudinales y / o anulaciones. Algunos nematodos parecen estar segmentados debido a que están fuertemente anulados; sin embargo, esta anulación es únicamente externa. A alta magnificación (600 x) la anulación de algunos nematodos acuáticos parece estar

compuesta de puntuaciones. (fig. 5).

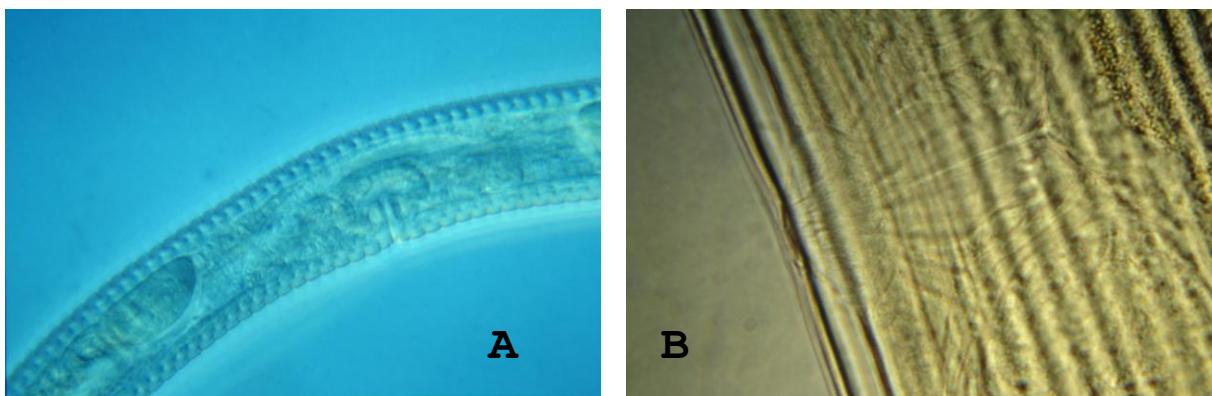


Fig. 5. Cutícula mostrando anulaciones (A). Cutícula con estrías longitudinales (B). **Fotos A. Esquivel.**

El campo lateral, esta situado a ambos lados del cuerpo del nematodo. En algunos nematodos, la abertura de las glándulas cuticulares están localizadas en el campo lateral. En la mayoría de los nematodos fitoparásitos (Tylenchida) el campo lateral esta demarcado y dividido por incisuras longitudinales (**fig.6**). La anulación del cuerpo continúa algunas veces parcialmente en el campo lateral. Este campo lateral es denominado "**aereolado**". En algunos casos las incisuras longitudinales también se observan fuera del campo lateral, en este caso, la cutícula es dividida por la interacción de las anulaciones e incisuras longitudinales. En el campo lateral a la altura de la región anal se puede observar un pequeño órgano denominado "**fasmidio**", el cuál es muy importante para la clasificación a nivel de especie.

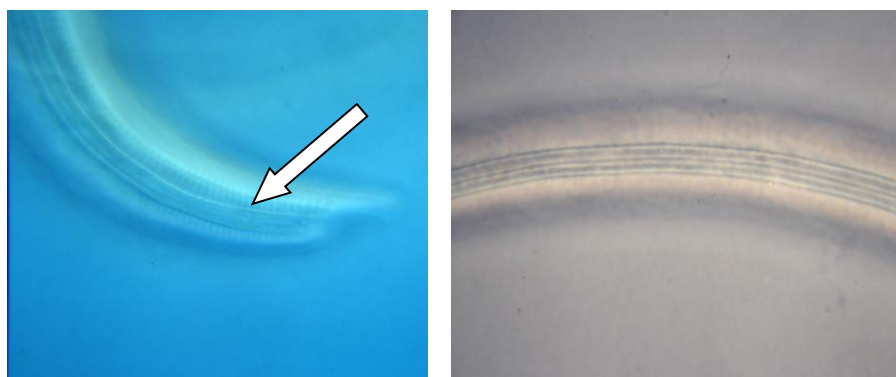


Fig.6. Fotomicrografías mostrando el campo lateral. La flecha indica la posición del fasmidio. **Fotos A. Esquivel.**

La boca o estoma de un nematodo, esta situada en la parte anterior del cuerpo, esta abertura esta rodeada por tres o seis labios. El número de labios es una característica útil de identificación siempre y cuando tengan protuberancias externas que faciliten el conteo en vista lateral (**fig. 7**). Alrededor de la cavidad bucal, sobre los labios, se localiza un anillo de seis papilas, su valor para la identificación rutinaria es limitada, debido a que únicamente son visibles en posición frontal.

Detrás de este círculo hay todavía dos círculos de papilas, uno de seis y el de atrás de cuatro papilas. Algunas veces, los últimos dos círculos se fusionan en un sólo anillo, dando como resultado un círculo de diez papilas. En varios casos, estas papilas, crecen externamente como setas o pequeños pelos siendo fácilmente observados.

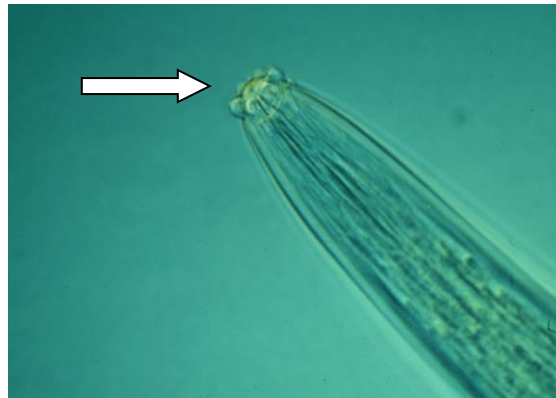


Fig. 7. Región anterior de un nematodo, mostrando claramente la región labial. **Foto A. Esquivel.**

La cutícula de los nematodos terrestres generalmente es lisa, los nematodos de habitats acuáticos tienen a menudo setas en sus cabezas y cuerpos. Nematodos de sistemas marinos tienen pelos largos, así por ejemplo *Greefiella beatlei*, fue denominado así, después del grupo popular pop de los años sesentas. En el suelo, el movimiento de los nematodos se vería fuertemente entorpecido con la presencia de largas setas. Hay muchos nematodos con crecimientos cefálicos externos como *Acrobeles*, *Cervidellus*, *Wilsonema* y *Teratocephalus*. Es importante hacer notar que estos nematodos prefieren suelos arenosos, probablemente usan su cornamenta o estructuras comparables para raspar las bacterias de los gránulos de arena.

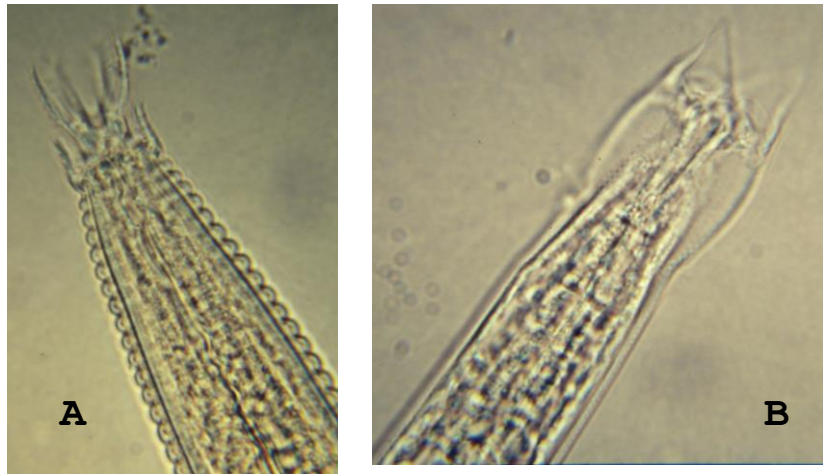


Fig. 8. (A) *Acrobeles* sp y **(B)** *Wilsonema* sp, mostrando crecimientos cefálicos. **Fotos A. Esquivel**

Los **anfidios**, son pequeños órganos con función aparentemente quimiorreceptora, ubicados en la región anterior del nematodos. El anfidio varía en forma y posición. Los nematodos fitoparásitos tienen sus anfidios sobre sus labios y no son fáciles de observar. Otros nematodos tienen anfidios en forma redonda o espiral situados posteriormente. La estructura y posición de los anfidios es una característica importante para la identificación.

La parte del cuerpo ubicada detrás de la abertura anal se denomina **cola**. La cola es variable en forma: redondeada, afilada, filiforme, recta, curva y juega un papel importante en la identificación. Algunos nematodos acuáticos tienen tres glándulas en la cola. Sus productos son excretados por el espirinete en la punta de la cola y le permite al nematodo adherirse a partículas de arena.

4. EL SISTEMA DIGESTIVO

4.1 La boca

Así como los dientes de un mamífero y el pico de un pájaro la boca nos brinda información acerca de la alimentación del individuo. La estructura de la cavidad bucal (**estoma**) y el esófago nos brinda información acerca de los hábitos alimenticios del nematodo. La **fig. 9** nos da una visión de la variedad de las estructuras bucales de los nematodos.

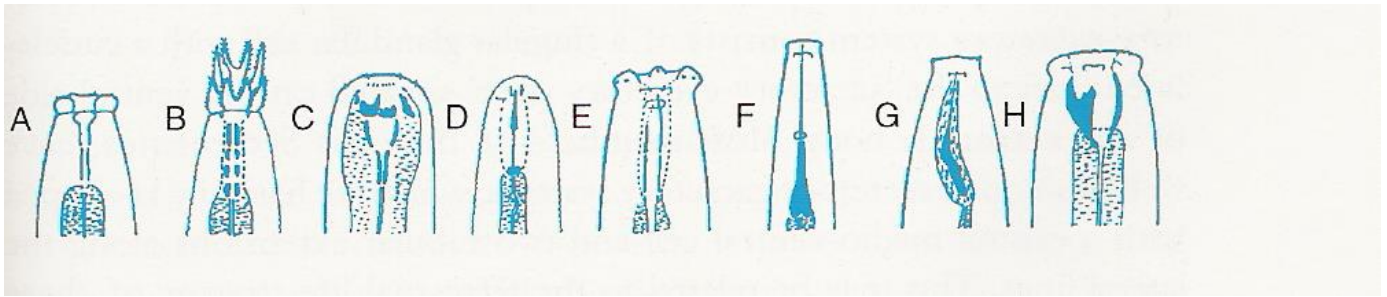


Fig.9. Algunos ejemplos de aparatos digestivos de nematodos. Fuente Weisher & Brown, 2000.

Se asume que la cavidad bucal original de los nematodos era tubular. Este tubo esta compuesto de cinco elementos, los cuáles pueden estar fusionados o separados como en **Cephalobidae**. En tylenchidos, nematodos generalmente fitoparásitos, este tubo se transformó en un estilete hueco. Debido a que el estilete puede derivarse de toda la cavidad bucal o estoma es que se denomina **estomatoestilete**. El estilete es esclerotizado y la parte anterior es cónica y es reemplazada en cada muda. La abertura del estilete esta situada ligeramente en posición ventral. Detrás de esta parte cónica esta la columna provista de tres nódulos basales.

Los tylenchidos provistos de estilete, tienen además una estructura cefálica más o menos esclerotizada (**fig. 10**). Este esqueleto está compuesto de un plato basal y un cilindro central. Los músculos que accionan hacia afuera el estilete están adheridos distalmente al plato basal y proximalmente sobre los nódulos del estilete. La parte del cuerpo, anterior al plato basal se denomina región labial.

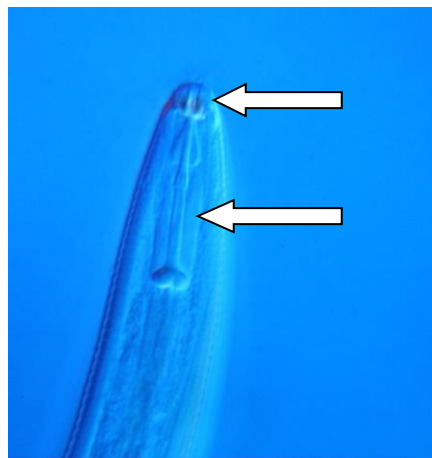


Fig. 10. Región cefálica y estilete de un nematodo Tylenchido. **Foto A. Esquivel.**

Aparentemente el anillo posterior del cuál se ha formado la cavidad bucal, algunas veces presenta uno o mas dientes o denticulos. Generalmente el diente dorsal esta más fuertemente desarrollado que el subventral. En un grupo de nematodos este diente dorsal se ha desarrollado como una estructura hueca protrusible que finaliza generalmente en forma de lanceta o odontoestilete (**fig. 11**). Esta estructura es una de las características de los nematodos dorylaimidos.

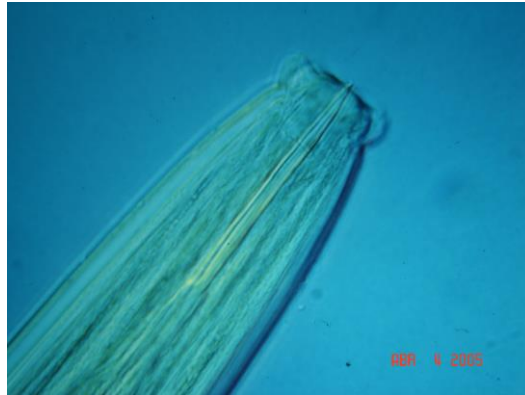


Fig. 11. Nematodo Dorylaimido con odontoestilete de gran tamaño.
Foto A. Esquivel

Los dorylaimidos que se alimentan de plantas tienen una larga lanceta hueca o como en los **Trichodoridae** una compleja lanceta abierta a la mitad. Los típicos Dorylaimidos como *Dorylaimus stagnalis*, tienen una lanceta corta y robusta con una gran abertura, permitiéndoles alimentarse de bacterias y otras partículas. A menudo sus intestinos tienen una coloración verde indicando que se alimentaron de algas.

Basado en la morfología del odontoestilete de algunos dorylaimidos, se asume que se alimentan de las raíces de plantas superiores, no obstante, aún se desconoce de que plantas se alimentan. *Longidorella* sp es un nematodo pequeño y regordete de 0.7 mm de largo con un estilete protrusible de 40 a 50 μ m de largo. Su morfología indica que ellos se alimentan de raíces de plantas. Se encuentran con alguna frecuencia en las muestras pero nunca en altas densidades.

Otro nematodo que aparentemente se alimenta de plantas es *Pungentus* sp, tiene un largo odontoestilete de 40 μ m de longitud. En una oportunidad, se

observó a uno de los miembros del género *Pungentus* alimentarse sobre raíces, pero no está claro, si ellos son parásitos obligados.

El espacio entre la pared del estoma y el odontoestilete está delimitado por una pequeña membrana, el **anillo guía**. El odontoestilete de algunos dorylaimidos tiene una elongación posterior denominada **odontóforo**. Especialmente en los nematodos más grandes (*Xiphinema* y *Longidorus*) esta elongación es fácilmente visible, la forma y longitud es una característica útil de identificación.

4.2 ESÓFAGO E INTESTINO

El lumen del odontoestilete penetra proximalmente en el lumen del esófago y éste a su vez en el intestino. El esófago también se denomina **faringe**, es muscular y tiene tres glándulas en Tylenchidos o cinco glándulas en los Dorylaimidos. La estructura general de un esófago tylenchido se muestra en la **fig. 12**. El bulbo medio o **metacorp** se localiza a la mitad del esófago y tiene un aparato valvular. El metacorp funciona como una bomba, impulsando los alimentos hacia el intestino. La parte del esófago anterior al bulbo medio se denomina **procorp**. En algunas taxas que se alimentan de plantas, y que tienen un largo estilete (**Criconematidae**, **Paratylenchidae**, **Hemicycliophoridae**) el procorp y metacorp están fusionados.

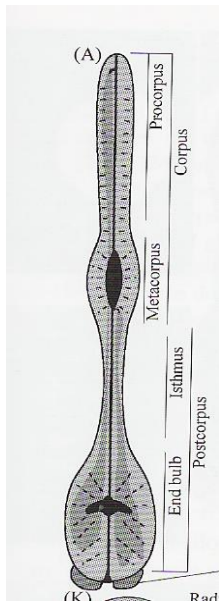


Fig. 12. Esófago de un nematodo Tylenchido. Región anterior se denomina **Procorp**, región media **Metacorp** y **Bulbo basal**. Fuente Chen, Chen & Dickson, 2004

Posterior al bulbo medio del esófago hay una región angosta denominada **istmo**, es en éste punto dónde se ubica el **anillo nervioso**, el cuál es fácilmente visible después de teñirlo, pero no juega un papel en la identificación. El anillo nervioso se conecta con el nervio ventral, la conexión entre ambos es por medio del **hemizonidio**. Otra estructura situada ventralmente en las proximidades del esófago es el **poro excretorio**, es la abertura del ducto de la glándula excretoria ventral.

La parte proximal del esófago se denomina **bulbo o postcorpus** y es dónde se ubican las tres glándulas salivares: una en el sector dorsal y una en cada uno de los sectores subventrales. En algunos casos uno de los lóbulos del esófago esta fuertemente desarrollado y traslapa el intestino. Este traslape es una característica muy importante de identificación y se puede observar fácilmente a una magnificación de 40 x. Las glándulas salivares subventrales en el bulbo basal abren en el lumen del esófago y en el bulbo medio. La salida de la glándula dorsal se encuentra justo detrás de los nódulos del estilete. Aunque esta salida es difícil de observar, el punto de salida se caracteriza por una pequeña torcedura en el lumen.

El esófago de los nematodos dorylaimidos (provistos de odontoestilete) es diferente. En general tiene la forma de una botella, la parte más ancha con cinco glándulas está localizada proximalmente. Las glándulas abren dentro del lumen en esta parte basal. El tamaño del núcleo de las glándulas y la posición de las aberturas son muy importantes para un alto nivel de clasificación.

El esófago de nematodos mononchidos carnívoros es tubular, en nematodos que se alimentan de bacterias el esófago puede ser tubular pero también está provisto de un bulbo basal. En este caso la parte anterior del esófago es generalmente muscular. Uno podría deducir que la función de este bulbo basal o terminal sea comparable al bulbo medio de nematodos tylenchidos, servir como una bomba. Sin embargo, la parte muscular anterior del esófago cumple esta función, así que es probable que el bulbo terminal mueva las bacterias.

Los jugos de las plantas y otros alimentos pasan a través del esófago y entran al intestino. Para prevenir que el contenido del intestino se devuelva al esófago, se desarrolló una estructura denominada **cardias**. El intestino por sí mismo es una célula tubular gruesa la cuál sirve para el almacenamiento de alimento. El alimento digerido es excretado vía rectum y abertura anal.

5. SISTEMA GENITAL

5.1. Femenino

La estructura del sistema genital, constituye una característica importante para la identificación. El nematodo juvenil alcanza el estado adulto después de cuatro mudas, únicamente el adulto tiene un sistema genital totalmente desarrollado, los intersexos ocurren esporádicamente. En un gran número de especies los machos están ausentes o son muy raros, en este caso las hembras se reproducen por partenogénesis.

La gónada femenina se denomina **ovario**. En general la hembra tiene dos gónadas alargadas o flexionadas, en un número de casos la gónada posterior está reducida a un saco post-uterino. Los huevos se producen en el ovario y antes de que la cáscara del huevo se forme, éstos pasan por la **espermateca** dónde son fertilizados, posteriormente en otra parte del útero la **crustaformeria**, los huevos adquieren la cáscara antes de abandonar el cuerpo vía vagina y vulva. (**fig.13**).

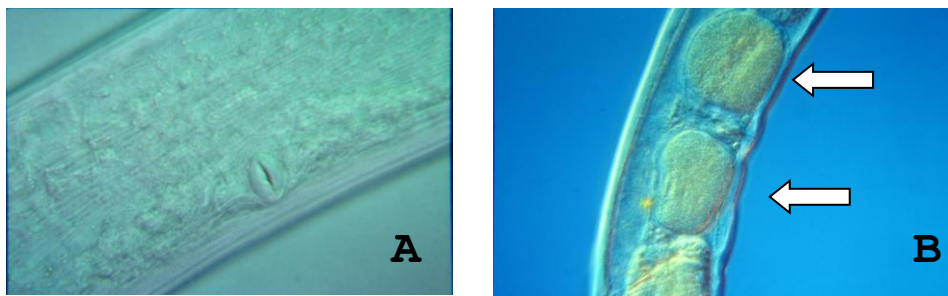


Fig. 13. (A) Vulva y (B) gónada femenina. Las flechas muestran huevos formados dentro del útero. **Foto A. Esquivel**

5.2. Masculino

El sistema genital masculino esta compuesto de uno o dos **testículos**. Vía vaso deferente, el espermatozoides es conducido a la **cloaca**, punto dónde desemboca tanto el sistema reproductivo como el digestivo. El macho tiene además dos piezas esclerotizadas llamadas **espículas** (**fig. 14**). La función de las espículas es mantener la vulva abierta para permitir el paso del espermatozoides a la vagina y acumularse en la espermateca. Hay dos incisuras ubicadas en la pared dorsal de la cloaca que sirven de guía a las espículas cuando éstas son empujadas hacia afuera. Estas incisuras son generalmente esclerotizadas y diversas en forma; la estructura guía completa se llama **gubernaculum**.

Para facilitar la copulación, se han desarrollado dos estructuras. Los machos de **Secernentea** (tylenchidos que se alimentan de plantas y rhabditidos) tienen una bursa, que consiste en una expansión lateral de la cutícula en la región de la cloaca. En machos de cola corta la bursa puede alcanzar la punta de la cola, en machos de cola larga es generalmente ad-anal. Algunos machos tylenchidos se caracterizan por presentar una bursa reducida.

La bursa en rhabditidos está provista de costillas. Cuando la bursa está reducida, los rudimentos de las costillas generalmente se pueden observar, como por ejemplo en Cephalobidae y Diplogasteridae.

En el otro grupo de nematodos, **Adenophorea** (Torquentia y Penetrantia) se ha desarrollado otro sistema para facilitar la copulación. Ventralmente y anterior a la cloaca, se han desarrollado una serie de suplementos. Generalmente se asemejan a pequeñas papilas, algunas veces tienen forma de bolsillo (**fig.14**) o tubulares. Machos con suplementos tienen generalmente una fuerte musculatura en la parte posterior del cuerpo y por lo tanto, esta parte se observa fuertemente curvada después de la fijación.

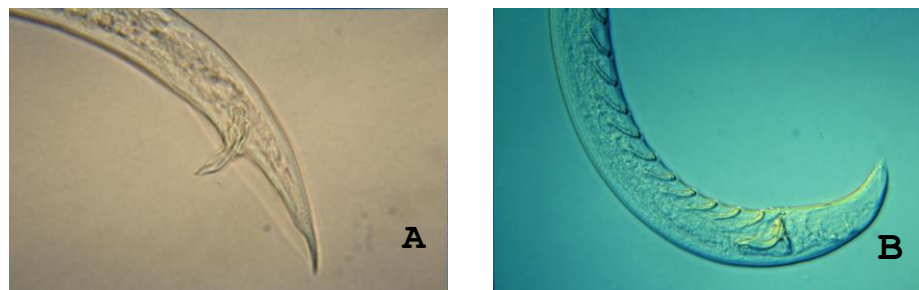


Fig. 14. (A) Espícula y bursa copuladora en Secernentea y (B) suplementos y espícula en Adenophorea. **Fotos A. Esquivel.**

6. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

6.1. Nematodos que se alimentan de plantas.

La estructura de la cavidad bucal y el esófago brinda información acerca de los hábitos alimenticios del nematodo, de la misma forma como lo hace el pico de un pájaro o los dientes de un mamífero.

La abertura del estilete de nematodos tylenchidos es menor de 1 μm , por lo tanto sólo tienen la capacidad de alimentarse de fluidos de raíces de plantas,

micelio y musgos. Este líquido es succionado por el bulbo medio que es muscular y posteriormente transportado al intestino. El cardias, estructura que está entre el esófago y el intestino, evita que el alimento se devuelva al esófago una vez que éste entra al intestino.

El estilete y la cápsula cefálica están bien desarrolladas en nematodos que penetran (parcialmente) las raíces de las plantas. Hay otra característica notable en especies de tylenchidos endoparásitos y es que las glándulas del esófago son muy activas y traslapan el intestino.

Una cola larga capacita al nematodo a nadar eficientemente; nematodos que viven en las raíces de las plantas nunca tienen colas largas. Los dorylaimidos que se alimentan de plantas como, *Longidorus*, *Xiphinema* y *Trichodorus* tienen un largo odontoestilete.

6.2. Nematodos que se alimentan de hongos

En algunas especies de nematodos tylenchidos que se alimentan de hongos, el bulbo medio esta reducido; por el contrario, otros lo tienen bien desarrollado. Este último caso se puede observar en **Aphelenchida** en donde el bulbo medio es fácil de distinguir, refracta la luz y es muscular. En otros tylenchidos comedores de hongos se presenta el caso contrario, como en **Hexatylini** en donde el bulbo medio está significativamente reducido. Nematodos que se alimentan de hongos no requieren de un fuerte estilete ni de una cápsula cefálica bien desarrollada. En general el estilete es muy delgado, los nódulos del estilete están pobremente desarrollados hasta ausentes como en *Aphelenchus*.

También dentro de los dorylaimidos, se encuentran nematodos que se alimentan de hongos (**Leptonchidae**, **Belondiridae** y **Diphtherphoridae**) es notable que el odontóforo (una extensión del odontoestilete) tiene expansiones que semejan nódulos del estilete.

6.3 Omnívoros

Los dorylaimidos que no se consideran fungívoros ni fitoparásitos, son considerados omnívoros. La abertura del odontoestilete es generalmente grande, en algunos casos el odontoestilete esta implantado sobre la cavidad dorsal del estoma semejando un diente. El intestino de los dorylaimidos tiene una constricción en la parte posterior denominada **pre-rectum**. Es probable que el pre-rectum juegue un papel importante facilitando la defecación, compensando de esta manera la baja turgencia del cuerpo de los dorylaimidos.

6.4 Alimentadores de bacterias

La cavidad bucal de los alimentadores de bacterias es muy diversa. En algunos casos es cerrada y casi invisible, algunas veces tiene forma de barril como en **Prismatolaimidae**. Los nematodos que se alimentan de bacterias no necesitan dientes en su cavidad bucal y el esófago nunca tiene un bulbo medio como en los tylenchidos. Los únicos nematodos que se alimentan de bacterias, en el cuál el corpus del esófago parece un bulbo medio es en los diplogasteridos.

6.5. Nematodos carnívoros

Los diplogasteridos mencionados anteriormente, tienen una cavidad bucal con dientes. Aunque algunos de ellos se cultivan fácilmente con bacterias, un número de ellos se alimenta de otros nematodos, así como especies de agua dulce se alimentan de diatomeas. Los verdaderos nematodos carnívoros se dividen en dos grupos: los **ingestores** y los **perforadores**. Los ingestores como Mononchida, están provistos de una gran cavidad bucal con paredes fuertemente esclerotizadas y un diente móvil el cuál sirve para romper la cutícula de la presa. En algunos casos hay tres dientes, como en **Anatonchidae**, los dientes evitan que la víctima escape. Especialmente en Anatonchidae, en dónde nematodos enteros identificables, se han observado en el intestino

Los perforadores son nematodos que depredan otros nematodos y están provistos con estilete (*Seinura*) o odontoestilete (*Discolaimus*). Después de que la cutícula de la presa es perforada el nematodo succiona el contenido del cuerpo.

6.6. Nematodos que se alimentan de algas

Los nematodos que se alimentan de algas son generalmente acuáticos, también se pueden encontrar en habitats terrestres húmedos. Tienen una cavidad bucal en forma de embudo con algunos pequeños dientes. La cavidad bucal puede estar engrandecida y algunas especies tienen la capacidad de sacar la boca para poder usar sus dientes internos para raspar el alimento de material grueso de plantas y rocas. Para estos nematodos es muy importante no ser arrastrados por corrientes de agua. Por lo tanto, la mayoría de los nematodos acuáticos tienen glándulas en la cola y un espirenete, cuya función es fijarlos al sustrato. También en habitats terrestres pueden encontrarse nematodos con glándulas en la cola (*Plectus*, *Prismatolaimus*, *Monhystera*), probablemente ellos se originaron en habitats acuáticos.

Algunas especies acuáticas tienen ocelos que son puntos pigmentados. En general son de color rojo y localizado en o detrás del esófago. Debido que estos puntos pigmentados son típicos de especies que están en la capa de agua donde penetra la luz, los ocelos son considerados estructuras fotosensibles.

MANUAL

CURSO DE IDENTIFICACION DE NEMATODOS

INTRODUCCION

El curso de identificación de nematodos es un curso práctico que está diseñado para ofrecerse en un período 2 semanas. Para aquellos que no tienen experiencia en técnicas nematológicas, también se ofrece la oportunidad para que el estudiante aprenda técnicas de muestreo, extracción, fijación y montaje de nematodos.

El material de este manual está dividido en sesiones y cada una se discute ligeramente. En este sentido, el curso puede seguirse fácilmente si mucha instrucción, haciéndolo adecuado para que el estudiante lo haga por sí mismo.

El objetivo principal de este curso es brindar el conocimiento básico para identificar algunas de las familias más comunes de nematodos. En otras palabras, una vez que uno se familiariza con la identificación de los nematodos más comunes, la identificación de especies raras y nematodos encontrados en otras latitudes no causa mayor problema, en la medida en que uno tenga claves a mano de identificación.

MANUAL DE IDENTIFICACION

Este manual de identificación es simple y puede fácilmente ser seguida por una persona que no tiene formación en nematología. Fotocopias de las ilustraciones del libro " Nematode van Nederland " (N v N), están disponibles en el laboratorio de nematología de la Universidad Nacional.

Utilice los diagramas de las páginas 52 a 66 para identificar nematodos con características fácilmente identificables.

PROGRAMA

Para cada una de las secciones se da una introducción acerca del trabajo a seguir y se explica claramente que se espera del estudiante.

Si usted descubre una lamina dañada o defectuosa, por favor repórtela inmediatamente para que pueda ser reemplazada o rectificada. Todas las sesiones serán totalmente estudiadas. Sea cuidadoso de no dibujar el mismo nematodo dos veces, si usted ha dibujado previamente el nematodo (de otro curso) pase a la siguiente sección. Quizás para algunas familias, no hayan láminas disponibles en el laboratorio de la Universidad Nacional.

Combine sus actividades en el laboratorio. La idea no es mantenerlo sentado por horas en el microscopio hasta el final del curso.

Este manual originalmente fue escrito en holandés. Posteriormente se transcribió al inglés y finalmente traducido y adaptado al español para dar la oportunidad a estudiantes hispano parlantes de usar la clave de nematodos de Holanda.

Este manual fue traducido en marzo de 1997 y corregido en marzo 2005 y revisado en julio 2015, sin embargo, aun puede tener algunos errores. Si usted tiene alguna sugerencia para mejorar este manual, hágalo saber. El libro N v N fue escrito a finales de los 80, lo que significa que mucho trabajo se ha realizado desde entonces y en algunos casos ha resultado en la reubicación de los nematodos en otros niveles taxonómicos. En este manual aun se usan los nombres mencionados en el libro de N v N para evitar cualquier confusión. Una lista con los nombres más recientes se presenta en el Apéndice 2.

INTRODUCCION GENERAL

Después de haber estudiado los términos morfológicos y la estructura de un nematodo, siguen dos pasos importantes: **1)** reconocimiento de las estructuras en los nematodos y **2)** uso de la clave. Para usar la clave, se entregaran algunos dibujos de nematodos con la finalidad de ayudar a identificar hasta nivel de género usando el libro " Nematoden van Nederland."

Antes de que usted adquiera más experiencia en morfología de nematodos, le pedimos que estudie y dibuje cuatro láminas fijas de nematodos (siempre y cuando no lo haya hecho en cursos anteriores).

Tome una lámina fija de los siguientes taxa y estudie, dibuje y compare la estructura de la boca, la región del esófago, el sistema genital y cola

1. *Plectus* (hembra)
2. *Aporcelaimellus* (hembra)
3. Mononchidae o Anatonchidae (macho)
4. *Rotylenchus* (macho)

Dibuje la estructura que usted ve y trate de interpretar la función. Compórtese como un explorador, como lo hicieron los nematólogos hace un siglo, no use la clave u otra información, **descubra** ?

Posteriormente estudiaremos las familias separadamente. Enfatizamos a los estudiantes **hacer dibujos de las estructuras que observan**. Sin embargo, hay que hacer notar que los dibujos no son el propósito de curso, ellos son un medio eficiente para ganar conocimiento. Dibujar exige mirar detalladamente las estructuras y es también un medio de comunicación. Si se detecta que usted mezcla la terminología, es mejor corregirlo tan pronto como sea posible y no esperar hasta el final del curso.

Nombre las estructuras que usted ha dibujado al menos una vez. También indique el nombre del nematodo y el número de lámina, de ésta manera el estudiante tiene la posibilidad de re estudiar el mismo espécimen si así lo desea. Dibuje con lápiz HB o H en hojas blancas.

FAMILIA HOPLOLAIMIDAE

Iniciamos con esta familia debido a que los hoplolaimidos son nematodos generalmente grandes y los detalles estructurales son claramente visibles. Después de la fijación con calor (80 C) el cuerpo de los hoplolaimidos toma forma de espiral razón por la cual son denominados “nematodos espirales”. La boca contiene un estilete robusto y entre las características distintivas están: área labial sobresaliente, región cefálica fuertemente esclerotizada, hembras con dos gónadas y una glándula del esófago la cuál traslapa el intestino.

Algunos géneros comunes de esta familia son: *Hoplolaimus*, *Helicotylenchus*, *Scutellonema* y *Pararotylenchus*. Este último es muy similar a *Rotylenchus*, sin embargo, una de sus principales características es que las glándulas del esófago no traslapan el intestino.

Dos géneros muy comunes en las muestras son *Rotylenchus* y *Helicotylenchus*. Sus características diferenciales no siempre son fáciles de detectar. En general se puede decir que *Rotylenchus* tiene una cola redonda, mientras que *Helicotylenchus* tiene una *proyección ventral* en la punta de la cola. Sin embargo, esto no siempre es cierto.

Otras características distintivas son: en *Rotylenchus* la glándula traslapa el intestino dorsalmente y en *Helicotylenchus* dorsoventralmente, el lóbulo ventral siempre es más largo. Otra característica es la distancia de la abertura de la glándula dorsal esofágica en relación a la longitud del estilete. En *Rotylenchus* esta distancia es un cuarto de la longitud del estilete; en *Helicotylenchus* la abertura de la glándula está a mayor distancia.

En los trópicos los hoplolaimidos tienen considerable importancia, algunos ejemplos son: *Helicotylenchus multicinctus*, *Hoplolaimus pararobustus* y *Scutellonema bradys*. Este último se caracteriza por la presencia de grandes fasmidios. Relacionada con la familia Hoplolaimidae está la familia **Rotylenchulidae** con *Rotylenchulus reniformis*, el cuál es un nematodo fitoparásito muy importante en las zonas subtropicales y tropicales. Solicita a su instructor las láminas fijas de estos nematodos.

ASIGNACIÓN: Observe una hembra de *Helicotylenchus*. Dibuje la cabeza, una sección de las líneas longitudinales y el fasmidio de la región de la cola. Observe un macho y dibuje la parte final de la cola. Complemente el estudio de esta familia observando las figuras

FAMILIA DOLICHODORIDAE

Entre las características distintivas de la familia, se pueden mencionar las siguientes: estructura cefálica usualmente poco desarrollada, estilete corto y la cutícula es generalmente anillada. La región labial es baja, las glándulas del esófago raramente traslapan el intestino y la hembra usualmente tiene dos gónadas. Si usted observa éstas características, la familia Dolichodoridae resulta fácil de identificar. Observe las figuras

Tylenchorhynchus annulatus y *T. brassicae* son nematodos fitoparásitos de mayor importancia en regiones tropicales y subtropicales. Existe poca información sobre la importancia económica de otros nematodos de esta familia.

En ésta familia una característica muy importante a nivel de género es el número de incisuras longitudinales en el campo lateral: *Merlinius* tiene 6, *Tylenchorhynchus* y *Dolichorhynchus* tienen 4. *Dolichorhynchus* además presenta fuera del campo lateral, incisuras longitudinales muy características. *Belonolaimus longicaudatus* y *Dolichodorus heterocephalus*, son nematodos de importancia económica en zonas tropicales.

ASIGNACIÓN: Dibuje las líneas longitudinales y el esófago de *Tylenchorhynchus*, o *Dolichorhynchus*, nombre las partes.

FAMILIA PARATYLENCHIDAE

Las siguientes secciones 3 a 5 corresponden a familias del suborden Criconematina. En la familia Dolichodoridae, el esófago muestra una notable constricción que separa el procorpus del metacorpus, mientras que en Criconematina (Paras, Cricos y Hemis) el procorpus se dirige gradualmente dentro del metacorpus, y no hay una separación distintiva entre ambas estructuras. En general los nódulos del estilete en Paras se encuentran cerca de la válvula del metacorpus. Se ha sugerido que una constricción entre el procorpus y el metacorpus podría causar problemas cuando el nematodo saca el estilete. Otra característica importante de los Paras, Cricos y Hemis, es que las hembras tienen sólo una gónada. Los machos presentan un **sistema digestivo degenerado** y usualmente carecen de estilete y esófago. En algunas ocasiones han sido mal identificados como especies no relacionadas.

Con relación a **Paratylenchidae**: uno de los miembros más comunes es *Paratylenchus*. Las especies de *Paratylenchus* que tiene un estilete mayor a 36 um se conocen también como *Gracilacus*.

En general estos nematodos son pequeños, su tamaño no supera los 0.5 mm de largo. Vivos presentan un movimiento característico y adquieren forma de C cuando están relajados. *Paratylenchus* cuando se encuentra en condiciones de muy poco alimento, el intestino adquiere un notable moteado. Algunas de las características utilizadas para la identificación de especies de *Paratylenchus* son: longitud de sus estiletes, la forma de su región labial y la forma de la espermateca. Aunque estas características parecen simples, resulta difícil separar las especies unas de otras. Así por ejemplo, aún no es claro entre especialistas en nematología si *P.dianthus* y *P.tateae* son especies actualmente separadas. Una familia cercanamente relacionada es **Tylenchulidae** que incluye a *Tylenchulus*

semipenetrans un nematodo fitoparásito muy importante en los trópicos y subtrópicos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la forma del cuerpo, el esófago y las gónadas con espermateca de una especie de *Paratylenchus*.

FAMILIA CRICONEMATIDAE

La familia Criconematidae es una de las más fáciles de reconocer debido a que los nematodos tienen el cuerpo profundamente anillado. Sin embargo, en algunos casos se requiere de juveniles para poder determinar a cuál género pertenece el espécimen.

Hemicriconemoides se identifica fácilmente observando la doble cutícula (la cutícula externa también tiene una abertura vulvar. *Xenocriconemella* se reconoce rápidamente por su estilete largo el cuál es un tercio de la longitud total del cuerpo. *Ogma* y *Crossonema* presentan anillos cuticulares agudos.

Cricos tienen una estructura cefálica compleja; afortunadamente no siempre es necesaria para lograr la debida identificación. La identificación de Cricos es más fácil de lo que uno piensa, es un proceso simple de medida y de recuento del número de anulaciones.

ASIGNACIÓN: Dibuje la región de la cola de una hembra, incluyendo la vulva y ano, usando una buena preparación, trate de ver las anulaciones del cuerpo. Tome nota del tamaño reducido del postcorpus del esófago. Láminas de *Criconemoides* están disponibles.

FAMILIA HEMICYCLIOPHORIDAE

Los Hemis se reconocen fácilmente por su largo estilete, forma típica de la cola y la doble cutícula. Varios taxónomos consideran a *Hemicycliophora* y a *Loofia* dos géneros separados, debido a que en algunas especies los machos nunca han sido encontrados y la restricción detrás de la vulva de las hembras no siempre es una característica diagnóstica.

La característica más sobresaliente para identificar las especies de *Hemicycliophora* es la longitud de su estilete y la presencia de la espermateca llena. La forma de la cola brinda la información final.

ASIGNACIÓN : Dibuje la cola de un macho de *Hemicycliophora* (incluyendo las espículas). También dibuje la región de la cola de una hembra, ponga especial atención a la vulva, forma de la cola y la doble cutícula.

FAMILIA PRATYLENCHIDAE

Esta familia incluye nematodos endoparásitos, esto quiere decir que el ciclo de vida de los nematodos (reproducción, alimentación y crecimiento) se lleva a cabo dentro de las raíces de las plantas.

Pratylenchus es un género de mucha importancia económica en zonas tropicales, así por ejemplo en Costa Rica, cultivos como el café, la piña y las plantas ornamentales entre otros, son afectadas severamente por este nematodo. Las especies del género *Pratylenchus* son morfológicamente muy similares, no hay un dimorfismo sexual marcado, los machos usualmente tienen un tamaño más pequeño.

Hirschmanniella es una forma acuática y se encuentra comúnmente en las raíces de malezas acuáticas. Dos especies de gran importancia en zonas tropicales son *Hirschmanniella oryzae* y *H. spinicaudata* causantes de grandes daños al cultivo de arroz inundado. Otro género de importancia económica en el trópico es *Radopholus similis*, responsable de la destrucción de plantaciones de banano. Costa Rica invierte anualmente miles de dólares en nematicidas para combatir a este nematodo.

ASIGNACIÓN: Dibuje la región de la cabeza de un *Pratylenchus* y trate de determinar el número de anillos labiales. Además note la forma de la espermateca y trate de determinar el número de líneas longitudinales. Láminas de *Radopholus similis* e *Hirschmanniella* están disponibles en el laboratorio de Nematología de la UNA.

FAMILIA HETERODERIDAE

Esta familia es de mucha importancia económica en diversas regiones del mundo, así por ejemplo en 1990 en los países bajos, se utilizó un total de 22.000 toneladas de nematicidas, de los cuáles el 60 % fue para combatir el nematodo

quiste de la papa (*Globodera rostochiensis*). En Costa Rica se ha detectado en varias fincas productoras de papa de la zona alta de Cartago a *Globodea pallida*.

Globodera se identifica fácilmente por la forma del quiste. Para la identificación de especies, se realizan cortes de la región ano-genital, los cuáles se montan en un portaobjetos y se estudian al microscópio. También es posible lograr la identificación de especies estudiando machos y juveniles. No se harán cortes en esta práctica, pero hay disponible una lámina con quistes para su observación.

ASIGNACIÓN: Dibuje algunos quistes, observe juveniles y machos.

FAMILIA MELOIDOGYNIDAE

Esta familia está estrechamente relacionada con la familia Heteroderidae. Uno de los géneros más importantes es *Meloidogyne* el cuál contiene alrededor de 80 especies, la mayoría restringidas a regiones cálidas. Las hembras se identifican también por el patrón de marcas cuticulares alrededor de la abertura vulvar. Este patrón de marcas se denomina **diseño perineal** y a diferencia de *Globodera* que tiene una proyección en forma de cono, en el caso de *Meloidogyne* la abertura vulvar es plana.

Se requiere de mucha práctica y experiencia para identificar al nematodo mediante el estudio de diseños perineales. Observe algunas láminas fijas con diseños perineales de *M.incognita* y *M.javanica*

Los juveniles se encuentran en el suelo y pueden identificarse por la forma de la cola. Recientemente se ha descubierto que uno puede identificar *M. chitwoodi* y *M.hapla* mediante la parte interna de la punta de la cola. En *M.hapla* la parte interna termina abruptamente mientras que en *M.chitwoodi* es más difusa. Los machos de *Meloidogyne* se pueden identificar por la longitud del estilete y la espícula. Las especies de *Meloidogyne* son parásitos de gran importancia económica en los trópicos, sub trópicos y en invernaderos en regiones templadas.

ASIGNACIÓN: Dibuje el diseño perineal y nombre las partes importantes, dibuje la región de la cola de un juvenil y la región labial de un macho.

FAMILIA TYLENCHIDAE Y FAMILIA TYLODORIDAE

Representantes de la familia **Tylenchidae** se encuentran comúnmente en muestras de suelo y frecuentemente constituyen el grupo dominante en la muestra, no obstante, la identificación de los miembros de esta familia a veces presenta alguna dificultad. Se incluye en esta sección al género (*Cephalenchus*) de la familia **Tyloodoridae** debido a la similitud del género con la familia Tylenchidae.

Todos los Tylenchidae se reconocen principalmente por el hecho de que tienen únicamente una gónada y una larga cola filiforme, la cuál es alrededor de cinco veces o más el diámetro anal. **Psilenchidae** también tiene una cola larga filiforme pero las hembras tienen dos gónadas. *Cephalenchus* (Familia **Tyloodoridae**) se reconoce fácilmente bajo el lente de inmersión por su largo estilete. Este alcanza la mitad de distancia al metacarpus.

En Tylenchidae uno primero mira la **cutícula**. *Coslenchus* tiene muchas líneas longitudinales, junto con las líneas laterales forman un diminuto pero distintivo cuadrado sobre la cutícula. *Malenchus* se identifica fácilmente por la intensa anulación cuticular, es fácil reconocerlo cuando se ha visto al menos una vez.

Si la cutícula no está fuertemente anulada, el siguiente paso es mirar la vulva. En *Aglenchus* la vagina esta dirigida anteriormente y carece de saco post-uterino. Para otras especies, la posición del anfidio es importante. Desafortunadamente la estructura no siempre es claramente visible. Sin embargo, usando otras características uno puede superar el problema. *Boleodorus* es un nematodo que presenta un hábito espiral y el metacarpus esta pobremente desarrollado. Si el estilete es medianamente ancho y resulta difícil observar los nódulos del estilete, lo más probable es que se trate de *Neopsilenchus*. *Basiria* es más difícil de identificar debido a que se necesita determinar el anfidio oval en posición diagonal.

Si el anfidio no se puede observar y la cola es extremadamente larga, aproximadamente 20 veces la longitud del diámetro del cuerpo a nivel del ano entonces puede ser *Lelenchus*. *Tylenchus* es un nematodo grande el cuál tiene una cola menos filiforme y su hábito es en forma de C. Si el nematodo tiene un hábito curvado suave y la cola es punteaguda entonces se trata de *Filenchus*.

ASIGNACIÓN: Dibuje a *Tylenchus* y sus principales características.

FAMILIA ANGUINIDAE y NEOTYLENCHIDAE

La característica más importante que separan **Anguinidae** de Tylenchidae son:

- * estructura de la cabeza (Tylenchidae tiene estructura cefálica)
- * estructura de las gónadas (Anguinidae presenta cuadricolumella)
- * estructura de la espícula (Tylenchidae el final proximal es más ancho)
- * posición del fasmidio (en Tylenchidae esta situado a nivel de la vulva)
- * longitud de la cola.

En el sentido práctico resulta difícil la separación de Tylenchidae y Anguinidae. Aunque algunos Anguinidae fitoparásitos se encuentran en las partes aéreas de las plantas (*Anguina*, *Subanguina* y algunas especies de *Ditylenchus*), la mayoría de las especies son habitantes del suelo y se alimentan de hongos. La identificación de nematodos como *Ditylenchus*, presentes en la mayoría de las muestras de suelo es casi imposible. Fortuner (1982) describe las diferencias de un número de especies, no obstante, aún no hay disponible una clave adecuada. En los países bajos *Ditylenchus dipsaci* y *D. destructor* son importantes, mientras que *D. angustus* es de importancia en los trópicos.

Neotylenchidae es similar a Anguinidae pero se distingue fácilmente cuando se observa la posición de la vulva, la cuál cerca de la abertura anal. Además el metacorpus está ausente (esto también es cierto en *Nothotylenchus* de la familia Anguinidae).

Biológicamente hablando, los nematodos son raramente observados, debido a que son entomófagos, con dos diferentes generaciones. En su ciclo de vida, la generación encontrada en el suelo y en la corteza de los árboles corresponde a nematodos de vida libre y se alimentan de hongos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la región de la cola (incluyendo la vulva) de *Deladenus*. Dibuje la región de la cabeza y las gónadas de una hembra de *Ditylenchus*.

FAMILIA APHELENCHIDAE Y APHELENCHOIDIDAE

Aphelenchidae y Aphelenchoididae se distinguen fácilmente de los otros portadores de estilete por su bulbo medio fuertemente desarrollado y refractivo a la luz. Los machos poseen costillas rudimentarias en la bursa, anterior a la cloaca y sobre la cola.

Aphelenchidae esta compuesta de dos géneros uno del cual es *Aphelenchus*, muy común y tiene una distribución mundial. En *Aphelenchus* los nódulos del estilete están ausentes y la punta de la cola es abruptamente redondeada.

La familia Aphelenchoididae tiene varios géneros, *Aphelenchoides*, el muy frecuente en las muestra de suelo. Géneros raros de esta familia son *Anomyctus* y *Aprutides*, ambos caracterizados por una notable región labial. *Seinura* un nematodo carnívoro, se caracteriza por una cola larga afilada y por la característica forma de violín que adquiere el bulbo medio después de la fijación.

Laimaphelenchus vive en la corteza de los árboles y probablemente se alimenta de algas aunque también ha informado que es carnívoro. El cuerpo de *Laimaphelenchus* es generalmente curvado, casi en forma de espiral, la punta de la cola es muy característica.

Otro género importante es *Bursaphelenchus*, una nematodo que raramente se encuentran en el suelo. Se asocia con insectos y es responsable de la enfermedad del marchitamiento de los pinos. Un árbol de pino en Japón, murió en tres meses después de que los nematodos fueron depositados (inoculados) por un escarabajo. Los machos de *Bursaphelenchus* se diferencian de los machos de *Aphelenchoides* por su pequeña bursa en la punta de la cola. Esta bursa se observa únicamente en posición dorso ventral. En los trópicos dos especies de *Aphelenchoides* son de gran importancia: *Aphelenchoides oryzae* y *A. besseyi*.

Otra especie es *Rhadinaphelenchus cocophilus* que causa grandes problemas en plantaciones de palma aceitera. Más de 150 especies de *Aphelenchoides* han sido descritas pero una clave de identificación aún no existe. Varias especies han sido mal descritas y para una tercera parte de estas especies no se da el número de líneas laterales.

ASIGNACIÓN: Dibuje la región del esófago de un *Aphelenchoides*, dibuje la parte posterior de un macho, puede observar el esperma? Observe un *Aphelenchus*. Dibuje la cola y región de la vulva de *Laimaphelenchus*.

FAMILIA RHABDITIDAE Y BUNONEMATIDAE

Para la identificación de rhabditidos a nivel de género, se requiere de machos y hembras. Si solamente se dispone de un individuo, resulta difícil la identificación correcta del género.

Identificar especies de Rhabditidae es difícil debido a la ausencia de claves y al alto número de especies no descritas. Sin embargo, algunos rhabditidos son fáciles de identificar: *Cuticularia oxycerca* se caracteriza por su cutícula gruesa e hinchada, *Cruznema tripartitum* presenta una cutícula con diminutos rectángulos que se forman por la integración de incisuras longitudinales y transversales, *Ablechroiulus paraciliatus* por bultos de papilas y *Teratorhabditis dentifera* por las profundas incisuras cuticularizadas entre los labios. Una familia relacionada, Diploscapteridae con *Diploscapter coronatus*, que tiene labios laterales curvados.

Una característica para reconocer la familia Rhabditidae es la cavidad bucal tubular con paredes paralelas. De hecho este tubo es el resultado de la fusión de cinco anillos (rhabdia). En el anillo basal de este tubo, proximalmente, pueden desarrollarse algunos pequeñísimos dentículos. Los rhabditidos se encuentran en habitats con una alta actividad microbiana, como por ejemplo después de poner estiércol así como también en materia en descomposición.

Los Bunonematidae se reconocen fácilmente, aún a baja magnificación, debido al cuerpo asimétrico; viven en madera en descomposición.

ASIGNACIÓN: Observe a *Bunonema* y dibuje la región del esófago (incluyendo la boca) de un rhabditido, dibuje la parte posterior de un macho y observe la bursa con costillas.

FAMILIA CEPHALOBIDAE

Los miembros de la familia Cephalobidae, son frecuentes en las muestras de suelo. La característica más importante es la estructura de la cavidad bucal, la cual puede derivarse del tubo Rhabditido. Los anillos o rhabdia no están fusionados y el anillo anterior, el cheilorhabdion, es más ancho que los cuatro posteriores.

Además la gónada femenina es característica. Tiene una sola gónada que se pliega un par de veces. Una mirada superficial podría inducir que se trata de dos gónadas. Un número de Cephalobidae tiene crecimientos externos labiales los cuales facilitan la identificación.

Acrobeles es el miembro más notable y fotogénico, los lóbulos ciliados se observan fácilmente a baja magnificación. Otro género fácilmente identificable es *Cervidellus* con un crecimiento externo de diapasón. Miembros de ambos géneros se encuentran típicamente en suelos arenosos, nunca en suelos arcillosos, y se presume que utilizan sus crecimientos externos para raspar bacterias de las partículas de arena.

Acrobeloides es el género más común el cual abarca nematodos pequeños fusiformes con procorpus agrandado. *Cephalobus* se asemeja a *Acrobeloides* pero es más delgado y el corpus no es tan muscular. Otros dos géneros que aparecen con alguna frecuencia son *Heterocephalobus* con tres labios redondeados y *Eucephalobus* con seis labios agudamente afilados.

ASIGNACIÓN: Observe la cabeza de *Acrobeles*. Dibuje el esófago de *Acrobeloides* y *Cephalobus*, y la gónada femenina de uno de estos.

FAMILIA PANAGROLAIMIDAE

Panagrolaimidae prefiere material en descomposición rico en nutrientes, como los Rhabditidae. Debido a un caso de cerdos moribundos, se procedió a estudiar una muestra de alimento de cerdo y se observó que la misma estaba totalmente convertida en biomasa de *Panagrolaimus*.

También el nematodo del vinagre (*Turbatrix aceti*), hoy día difícil de encontrar pertenece a esta familia (se requiere especímenes para la colección).

Panagrolaimidae están relacionados con Cephalobidae. La gónada en este caso no presenta dobleces y la estructura de la cavidad bucal es ligeramente diferente. La boca de Panagrolaimidae esta compuesta también de cinco rhabdia los cuáles gradualmente aumentan en diámetro, dando como resultado la forma de embudo o rectangular de la cavidad bucal.

Los géneros más comunes son *Panagrellus* y *Panagrolaimus* pero la identificación de especies es casi imposible; la familia necesita urgentemente una revisión crítica. Especies de *Panagrolaimus* semejan ciertos cephalobidos pero los panagrolaimidos son delgados, la cola semeja la punta de un lápiz y la mayor característica es un corpus extremadamente largo y muscular.

ASIGNACIÓN: Dibuje la región de esófago y forma de la cola de un panagrolaimido, observe la gónada femenina.

FAMILIA TERATOCEPHALIDAE

La familia Teratocephalidae esta compuesta de tres géneros. *Euterocephalus* es acuático, *Teratocephalus* y *Metateratocephalus* son terrestres.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de uno de los Teratocephalidae disponibles.

FAMILIA DIPLOGASTERIDAE y NEODIPLOGASTERIDAE.

Esta sección comprende dos familias cercanamente relacionadas, las cuales se caracterizan por un típico bulbo medio. La clasificación esta basada en Andrassy (1984), lo que significa que es difícil asignar un individuo a una de las dos familias.

Los diplogasteridos que tienen dos dientes móviles en la cavidad bucal parecidos a pinzas son ubicados en la Familia Neodiplogasteridae, si solamente tienen un diente móvil (pinza) y uno reducido (o ambos) es un miembro de Diplogasteridae. La característica más importante para clasificación es la forma de la cavidad bucal y la ubicación del diente.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cavidad bucal y región del esófago de un diplogasterido.

FAMILIA MONHYSTERIDAE y FAMILIA XYALIDAE

Los monhysteridos y xyalidos son nematodos acuáticos los cuáles se encuentran en hábitats de agua dulce, salobres y marinos. Algunas especies se han adaptado a hábitats terrestres y se encuentran inclusive bajo condiciones de gran sequía. Miembros de ambas familias pueden soportar muy bien condiciones anaeróbicas y son muy tolerantes a la contaminación.

Monhysteridos tienen una cutícula lisa y una cola relativamente larga, el radio c' (proporción) generalmente supera 5. Los Xyalidos son débilmente anulados y la cola es generalmente mas corta que cinco veces el ancho del cuerpo a nivel del ano.

Con relación a Xyalidae, *Daptonema* tiene una cola “clavada” con dos setas terminales, *Theristus* tiene una cola cónica y desprovista de setas terminales.

Los monhysteridos se identifican en base a la posición de los anfidios y la vulva, la forma de las espículas y de la cola. El cuerpo de los monhysteridos a menudo tienen pequeños cuerpos cristaloides, los cuales se forman cuando los nematodos viven bajo condiciones anaeróbicas y / o podrían jugar un papel en el proceso de destoxificación.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de un Monhysterido, trate de ubicar el anfidio.

FAMILIA PLECTIDAE

Los plectidos del género *Wilsonema* y *Tylocephalus* se reconocen fácilmente debido a los crecimientos externos sobre la cabeza. El género *Plectus* y *Anaplectus* se asemejan, pero observándolos detenidamente son fáciles de reconocer. La cavidad bucal de *Plectus* es un tubo en forma de embudo. La parte anterior de la boca de *Anaplectus* tiene una ampliación redondeada. Además los anfidios de *Plectus* son redondos y hundidos en *Anaplectus*. Los machos de *Anaplectus* son muy comunes, no así los de *Plectus*, estos son extremadamente raros, por lo tanto si encuentra uno, consérvelo para la colección.

Las especies de *Plectus* son difíciles de identificar, no obstante, se encuentran frecuentemente en las muestras de suelo. Los Plectidos se reconocen fácilmente por la cola cónica con un espirenete.

ASIGNACIÓN: Observe la cabeza de *Wilsonema*. Dibuje la cabeza y cola de *Plectus*. Dibuje la cabeza y parte posterior de un macho de *Anaplectus*.

FAMILIA LEPTOLAIMIDAE Y HALAPHANOLAIMIDAE

En esta sección terminaremos con el orden Araeolaimida, el cual incluye nematodos que se caracterizan por tener anfidios redondos. *Leptolaimus* habita suelos salobres, *Aphanolaimus* es un nematodo terrestre y de agua dulce. Aunque *Leptolaimus* y *Aphanolaimus* pertenecen a diferentes familias, muestran ciertas características en común: fuertemente anulados, anfidios redondos y machos con suplementos característicos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y la mitad posterior del cuerpo de *Leptolaimus* y *Aphanolaimus*.

CHOMADORINA

Los Chromadorina son nematodos acuáticos difíciles de identificar debido a la carencia de claves adecuadas. Algunos chromadoridos tienen anfidios espiralados espectaculares y algunos presentan cutícula punteada, en general se alimentan de algas unicelulares.

ASIGNACIÓN: Dibuje la parte anterior de un Chromadorina.

FAMILIA PRISMATOLAIMIDAE

Prismatolaimus es un nematodo que se encuentra en ambientes terrestres, preferentemente en suelos húmedos. A baja magnificación, el movimiento de estos nematodos es muy típico, un poco nervioso y difícil de describir. La principal característica para distinguir el género son: la cavidad de la boca y la cola filiforme.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y habito de *Prismatolaimus*.

FAMILIA TOBRILIDAE

El nombre anterior de la familia y los géneros más importantes fueron Trilobidae y *Trilobus* respectivamente; debido a que estos nombres estaban ya en uso por otras especies animales, las letras se mezclaron, dando como resultado Tobrilidae y *Tobrilus*. Son especies de agua dulce las cuáles se encuentran ocasionalmente en suelos húmedos. Las especies se distinguen por la longitud de las setas cefálicas y la posición de los dientes en la cavidad bucal. Los machos se identifican por la posición y forma de los suplementos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y parte posterior de un macho.

FAMILIA TRIPYLIDAE

En la familia Tripylidae se encuentran tres géneros que se encuentran en habitats de agua dulce y terrestre. *Tripyla* se reconoce fácilmente por su hábito en forma de espiral después de la fijación y por el hecho de que la cutícula se hincha después de la fijación.

La cavidad de la boca es cerrada, sin embargo, un pequeño diente en el lumen es visible. La longitud de las setas cefálicas y longitud de la cola son características útiles para la identificación de las especies.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de *Tripyla*

FAMILIA ALAIMIDAE

Son nematodos delgados pero sin ninguna peculiaridad, ellos ocurren en casi todos los tipos de suelo pero siempre en un bajo número. Debido a su cabeza angosta, se asume que se alimentan de bacterias. Los géneros de alaimidos pueden ser identificados en base a la posición del anfidio.

ASIGNACIÓN: Dibuje el habitó y la parte anterior de un alaimido.

FAMILIA MONONCHIDAE y ANATONCHIDAE

Los mononchidos se reconocen fácilmente por su cavidad bucal fuertemente esclerotizada en forma de barril, son nematodos carnívoros muy activos y se encuentran casi en todas las muestra de suelo pero en bajas densidades. Los juveniles mononchidos se alimentan de bacterias.

Las dos familias mencionadas arriba se distinguen fácilmente por la morfología de la cavidad bucal. La base de la cavidad bucal de Mononchidae está formada por un embudo y los tres sectores de las paredes de la boca difieren en estructura. Sólo la pared dorsal lleva un diente.

En Anatonchidae la base de la boca es más aplanada y todos los tres sectores de la cavidad bucal poseen un diente. Otra diferencia es la estructura de la base del esófago. Todos los géneros de Mononchidae y Anatonchidae son terrestres a excepción de *Mononchus* que es acuático, el cuál se distingue fácilmente.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y base del esófago de un representante de Mononchidae y de Anatonchidae.

FAMILIA DIPHTHEROPHORIDAE

Los Diphterophoridae son nematodos difíciles de identificar con una clave dicotómica. La familia esta compuesta de dos géneros: *Tylolaimophorus* y

Diphtherophora. *Tylolaimophorus* tiene el cuerpo entero lleno de gránulos que oscurecen los detalles internos del nematodo; *Diphtherophora* se caracteriza por presentar una extraña cutícula, la cual parece estar irregularmente hinchada. El espacio entre el cuerpo y la cutícula probablemente esta lleno de líquido.

La cavidad bucal en miembros de ambos géneros, presenta una estructura compleja a manera de lanceta. Esta compuesta de diferentes piezas y sugiere que los nematodos se alimentan de hongos, pero la forma de alimentación nunca ha sido observada. *Tylolaimophorus* es muy común en suelos arenosos ácidos pero nunca se ha encontrado bajo condiciones agrícolas. Los machos presentan un anfidio oval de gran tamaño, sin embargo, los machos casi nunca se encuentran en las muestras.

ASIGNACIÓN: Estudie y dibuje el habito de *Diphtherophora* y *Tylolaimophorus*. Dibuje lo que pueda observar, no olvide la forma del cuerpo porque la identificación con una clave es casi imposible.

FAMILIA TRICHODORIDAE

La familia Trichodoridae esta compuesta de dos géneros: *Trichodorus* y *Paratrachodorus*. Junto con *Diphtherophoridae* forman el suborden *Diphtherophorina*. Entre las características que comparten están: una compleja lanceta, una cloaca muscular y en *Paratrachodorus* una cutícula hinchada.

Los trichodoridos son parásitos importantes de plantas, además son capaces de transmitir virus. Las hembras de *Trichodorus* y *Paratrachodorus* no se distinguen fácilmente, el campo lateral presenta pequeños canales cuticulares y poros. En *Trichodorus* los poros están presentes también en la región de la vulva, mientras que en *Paratrachodorus* los poros están ausentes en la región de la vulva. *Trichodorus christei* es un nematodo fitoparásito muy importante en regiones tropicales.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de un trichodoridae. Dibuje la vulva de *Trichodorus* (con los poros cuticulares laterales) y la parte posterior de un macho de *Paratrachodorus*.

FAMILIA LONGIDORIDAE

Igual que los trichodoridos, los longidoridos son fitoparásitos y capaces de transmitir virus. La familia esta compuesta de tres géneros que son fácilmente reconocibles por su longitud y poco grosor. El género *Paralongidorus* presenta una región labial pronunciada.

Los géneros *Longidorus* y *Xiphinema* se distinguen por la estructura del odontoestilete, el odontóforo y la posición del anillo guía. Longidoridos y Xiphinematidos son de gran importancia en los trópicos y sub-trópicos, especialmente *Xiphinema americanum*.

ASIGNACIÓN: Dibuje la parte anterior de *Xiphinema* y *Longidorus*. Ponga especial atención en el odontoestilete y la posición del anillo guía.

FAMILIA ACTINOLAIMIDAE Y DISCOLAIMIDAE

Los miembros de ambas familias tienen características distintivas en la parte anterior que facilitan su identificación. En la familia Actinolaimidae, el género *Paractinolaimus* se alimenta de otros nematodos.

Los Discolaimidae también se identifican fácilmente. El género *Carcharolaimus* tiene una cavidad bucal comparable con Actinolaimidae. Los otros discolaimidos se caracterizan por presentar una región labial en forma de disco y se asume que son carnívoros

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de *Paractinolaimus* y *Discolaimus*

FAMILIA NORDIIDAE

Miembros de la familia Nordiidae se caracterizan por su “odontoestilete”. El lumen es angosto y la abertura es muy pequeña. Esto sugiere, que los miembros de esta familia se alimentan de raíces de plantas; esto ha sido confirmado para *Pungentus*, sin embargo, los hábitos alimenticios de los otros miembros requiere ser confirmado. Otra característica de los miembros de esta familia es el odontóforo con flanges.

Thornia es un nematodo acuático relativamente raro. *Longidorella* es terrestre, raro y principalmente encontrado en dunas de arena, este se parece a *Longidorus* con su largo odontoestilete pero el cuerpo es mucho más pequeño y

regordete.

El género mas común es *Pungentus* con *P. sylvestris*. En los países bajos es frecuente en pastizales. Después de la fijación, el cuerpo permanece recto. El odontoestilete tubular se caracteriza por presentar una ligera curvatura. Alrededor de la abertura de la boca se pueden observar algunas piezas esclerotizadas. Si usted logra observar estas características nunca olvidara *Pungentus*.

ASIGNACIÓN: Dibuje el habito y cabeza de *Pungentus*

FAMILIA BELONDIRIDAE

Belondoridae es una familia bien definida. Se caracteriza por una funda muscular alrededor de la parte basal mas ancha del esófago y un odontoestilete axial. La funda muscular también se encuentra en Nygolaimidae, pero en este caso el odontoestilete corresponded a un diente mural.

Algunos géneros de esta familia son: *Oxydirus*, el cuál tiene una cola muy larga, *Dorylaimellus* tiene una cola cónica mucho mas corta y el esófago se ensancha gradualmente. *Axonchium* tiene una cola redondeada y la parte basal del esófago es mucho mas larga que la parte anterior; además presenta una constricción entre ambas partes del esófago. .

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y región del esófago de *Axonchium* o *Oxydirus*.

FAMILIA LEPTONCHIDAE

La familia Leptonchidae forma un grupo heterogéneo de géneros. Aunque parecen estar escasamente relacionados es fácil identificarlos. Los géneros y especies se caracterizan entre otras cosas, por la expansión de la parte posterior del odontóforo. En general los miembros de Leptonchidae son raros, siendo *Tylencholaimus* el más común.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y cola de *Tylencholaimus*

FAMILIA DORYLAIMIDAE

En el pasado, todas las especies de nematodos con lanceta (odontoestilete) se ubicaban en la familia Dorylaimidae. Sin embargo, actualmente se dividen en una

gran cantidad de familias.

D. stagnalis es un nematodo acuático que muestra dimorfismo sexual: la cola del macho es abruptamente redondeada, la cola de la hembra es larga y filiforme. La cutícula presenta un número de costillas o levantamientos longitudinales, desafortunadamente no son fácilmente visibles.

La cola de la hembra es muy característica: la punta de la cola esta ligeramente doblada dorsalmente. Los machos se caracterizan por la presencia de 35 a 45 suplementos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de *Pro* o *Mesodorylaimus*, la cola de una hembra y de un macho.

FAMILIA NYGOLAIMIDAE

En la familia Nygolaimidae el diente mural se localiza en la pared derecha subventral de la cavidad bucal. Otras características son: una funda alrededor de la base del esófago y la presencia de tres glándulas entre el esófago e intestino. Algunos géneros son: *Aetholaimus* habitante de dunas de arena, *Paravulvus* se caracteriza por su cola cónica. *Nygolaimoides* de aspecto regordete y *Nygolaimus* mucho más delgado. Este último es carnívoro, a menudo se ha observado en su intestino oligoquetos y quetos.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y región del esófago de *Nygolaimus*.

FAMILIA APORCELAIMIDAE

La familia Aporcelaimidae se caracteriza por su gruesa cutícula y el anillo guía membranoso y doble. Algunos géneros comunes son: *Aporcelaimellus*, *Paraxonchium* y *Sectonema*. *Sectonema* se parece a *Nygolaimus* pero el diente mural esta colocado ventralmente. *Paraxonchium* se identifica fácilmente por la forma típica de la parte anterior del cuerpo; la que es muy delgada. Además la parte anterior del odontoestilete tiene forma de hoz. La parte anterior de *Aporcelaimium* también es ligeramente angosta.

Aporcelaimellus se caracteriza por la gran abertura del odontoestilete y por el grosor de la cutícula en la punta de la cola, la cual esta compuesta de varias capas, facilitando la identificación.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y la cola de *Aporcelaimellus*.

FAMILIA THORNENEMATIDAE

A esta familia pertenecen dorylaimidos relativamente grandes, las hembras tienen usualmente una cola larga. Algunos géneros exhiben dimorfismo sexual, no obstante, algunos machos también tienen colas largas. Hembras del género *Ecumenicus* y *Opisthodorylaimus* tienen únicamente una gónada, la anterior esta reducida. *Prodorylaimus* y *Mesodorylaimus* son comunes en regiones tropicales. *Prodorylaimus* muestra dimorfismo sexual.

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza de *Pro* o *Mesodorylaimus*, la cola de una hembra y de un macho.

FAMILIA QUDSIANEMATIDAE

La familia Qudsiانematidae contiene un número de géneros cuyo estatus es variable. El género más común es *Eudorylaimus*, pero se subdivide en un número de otros géneros, dependiendo del autor. *Eudorylaimus* es muy común en las muestras de suelo, pero para una identificación adecuada, se necesitan machos y hembras. En muchas especies los machos son desconocidos. .

ASIGNACIÓN: Dibuje la cabeza y cola de una hembra de *Eudorylaimus*

APÉNDICE

NOMBRE ANTERIOR (N v N)

NOMBRE ACTUAL

<i>Merlinius</i>	<i>Geocenamus</i>
<i>Scutylenchus</i>	<i>Geocenamus</i>
<i>Dolichorhynchus</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>
<i>Quinisulcius</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>
<i>Telotylenchus</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>
<i>Bitylenchus</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>
<i>Rotylenchus fallorobustus</i>	<i>R. robustus</i>
<i>Rotylenchus robustus</i>	<i>R. uniformis</i>
<i>Paratylenchus goodeyi</i>	<i>Gracilacus</i>
<i>Paratylenchus macrodorus</i>	<i>Gracilacus</i>
<i>Paratylenchus straeleni</i>	<i>Gracilacus</i>
<i>Criconemella macrodora</i>	<i>Xenocriconemella</i>
<i>Criconemella parva</i>	<i>Criconemoides</i>
<i>Crossonema</i>	<i>Ogma</i>
<i>Macroposthonia</i>	<i>Mesocriconema</i>
<i>Loofia</i>	<i>Hemicycliophora</i>
<i>Acrobeles complexus</i>	<i>Seleborca</i>
<i>Acrobeles mariannae</i>	<i>Seleborca</i>
<i>Plectus armatus</i>	<i>Ceratoplectus</i>
<i>Plectus assimilis</i>	<i>Ceratoplectus</i>
<i>Paratripyla</i>	<i>Tripylella</i>
<i>Nygolaimus aquaticus</i>	<i>Aquatides</i>
<i>Nygolaimus intermedius</i>	<i>Aquatides</i>
<i>Nygolaimus altherri</i>	<i>Clavicaudatoides</i>
<i>Nygolaimus clavicaudatus</i>	<i>Clavicaudatoides</i>
<i>Nygolaimus trophurus</i>	<i>Clavicaudatoides</i>
<i>Nygolaimus laevis</i>	<i>Laevides</i>
<i>Nygolaimus loofi</i>	<i>Laevides</i>
<i>Thonus</i>	<i>Takamangai</i>

