

# Lección 16. Nematodos.

## Generalidades y Clasificación.

### Orden Rhabditida

#### 1. INTRODUCCIÓN

El phylum Nematoda contiene un número muy elevado de especies parásitas de plantas y animales, pero también especies de vida libre que pueden desarrollarse tanto en el suelo como en el agua.

Los nematodos, también denominados "gusanos redondos", cuentan con un aparato digestivo completo, que se inicia en la boca, y termina en el ano (cloaca en los machos). Otra característica es, precisamente, que tienen sexos separados, además de presentar una cavidad pseudocelómica donde se localizan los distintos sistemas orgánicos.

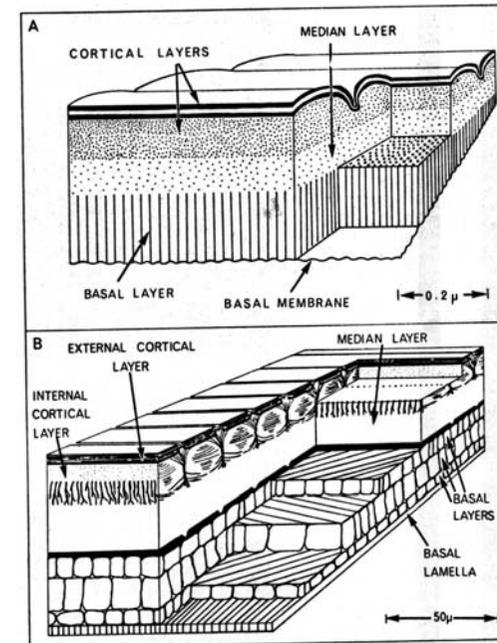
#### 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

##### 2.1. CUTÍCULA E HIPODERMIS

La cutícula constituye la envoltura externa de los nematodos. Recubre además las porciones distales de los órganos internos: la cavidad bucal y el esófago, el ano o la cloaca y el recto, así como la vagina y el poro excretor.

Esta capa externa desarrolla una serie de funciones importantes, entre las que destacan las funciones protectoras frente a enzimas proteolíticas del hospedador. Se trata además de una envoltura menos activa que el tegumento de los cestodos. Sólo permite el paso de agua e iones. Interviene así mismo como esqueleto externo, contribuyendo a contrarrestar la presión interna. En esencia, la cutícula está formada por tres capas (**Fig 1**):

- Capa Cortical
- Capa Media
- Capa Basal



**Fig. 1.:** Estructura de la cutícula de un nematodo

Cada una de dichas capas aparece subdividida en otras subcapas, en número variable dependiendo de la especie. Así, la capa cortical consta de una capa externa o **epicutícula**, recubierta de un glicocalix de naturaleza antigénica. Debajo de ésta existe una capa cortical interna, metabólicamente activa.

Las capas media y basal presentan una composición rica en proteínas, y constan de fibras distribuidas en distintas direcciones que recuerdan desde el punto de vista químico al colágeno.

La cutícula en algunas especies desarrolla una serie de **especializaciones o modificaciones de la cutícula** a las que se recurre con fines taxonómicos. Algunas de estas especializaciones son:

- Alas: Dependiendo de su localización pueden ser cervicales o caudales.
- Papilas, con funciones sensoriales.
- Cordones cuticulares.
- Crestas y surcos cuticulares.
- Placas cuticulares.

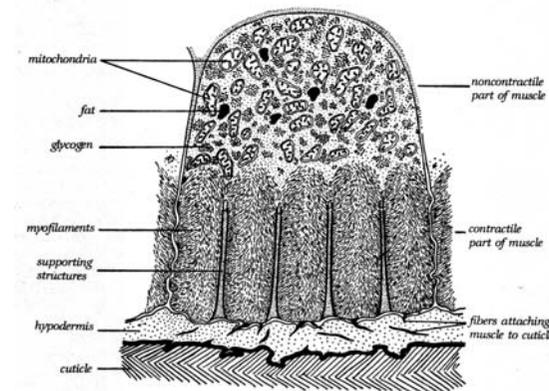
La **hipodermis** se desarrolla debajo de la cutícula y es la responsable de la síntesis de esta última capa. A partir de ella se desarrollan cuatro cordones hipodermiales que se proyectan hacia la cavidad pseudocelómica (dorsal, ventral y dos laterales), donde se alojan los núcleos de las células hipodermiales. Los cuatro cordones hipodermiales se encuentran recorridos por troncos

nerviosos, y los laterales, además, pueden presentar los conductos excretores.

## 2.2. SISTEMA MUSCULAR

La musculatura que aparece en los nematodos puede ser de dos tipos:

- Musculatura somática, carente de especialización y localizada debajo de la hipodermis.

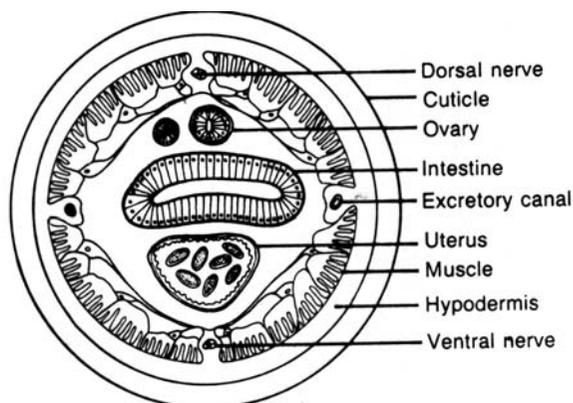


**Fig. 2.:** Estructura de la fibra muscular en los nematodos

- Musculatura especializada, con distintas localizaciones y funciones. Dentro de este tipo se encuentra la musculatura espicular, que permite la salida de las espículas en los machos, o la musculatura de la pared corporal, dispuesta longitudinalmente, y responsable de los movimientos

sinuosos de los nematodos. Esta musculatura consta de una porción contráctil rica en miofilamentos, y una porción no contráctil con numerosas mitocondrias y reservas nutritivas -glucógeno y lípidos- (**Fig. 2**).

Entre la musculatura de la pared corporal y los órganos internos aparece un espacio denominado **cavidad pseudocelómica**, que está relleno de un líquido a presión. Estos componentes se encuentran esquematizados en la sección representada en la **Fig. 3**.



**Fig.3.:** Sección de un nematodo

### 2.3. SISTEMA DIGESTIVO

El aparato digestivo de los nematodos es en esencia un tubo que se abre en la boca y termina en el ano (hembras) o en la cloaca (machos). Entre ambos elementos se distribuyen una serie de estructuras como son la **cápsula bucal**, no siempre presente, el

**esófago**, que puede ser distintos tipos (**Fig. 4**) y el **intestino**, que se comunica con el **ano** mediante el **recto**.

El tubo digestivo está formado por una capa de células provistas de numerosas microvellosidades, y dotadas de una elevada actividad. La digestión puede realizarse parcialmente en el exterior del nematodo mediante enzimas digestivas secretadas por las propias células del tracto digestivo.

### 2.4. SISTEMA NERVIOSO (**Fig. 6**)

El sistema nervioso está formado por un anillo nervioso que rodea al esófago, y que hace las veces de sistema central. De él parten una serie de cordones nerviosos longitudinales (dorsal, ventral, y dos laterales) que llegan hasta otro anillo nervioso que rodea la porción posterior del intestino.

Asociados al sistema nervioso, los nematodos poseen una serie de órganos sensoriales (**sensilios**) entre los que se incluyen:

- Anfidios
- Fasmidios
- Papilas

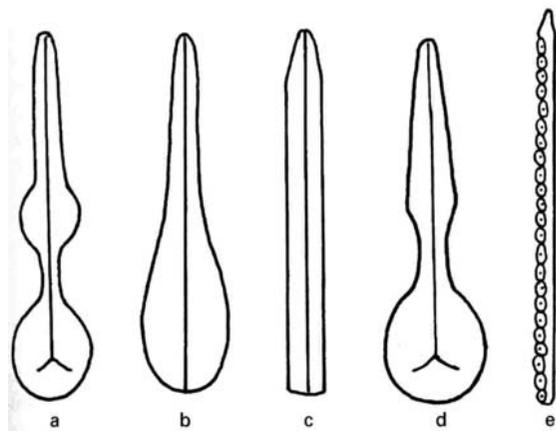
En la región cefálica, los sensilios de los nematodos suelen incluir dos anfidios bilaterales, dos juegos de 6 papilas labiales, distribuidas en dos anillos (externo e interno) y 4 papilas cefálicas (**Fig. 5**).

Todos los sensilios tienen una estructura básica formada por tres elementos: una o más neuronas, una célula que envuelve a

la neurona proporcionándole un canal para que emerja el extremo apical de la misma, y una célula "en calcetín" que permite la fijación de este sistema celular a la cutícula. La segunda célula o envoltorio puede estar especializada en la secreción de determinados productos (enzimas, anticoagulantes etc.) contribuyendo de esta forma a la nutrición del nematodo.

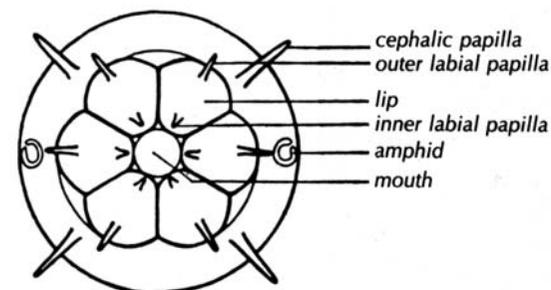
Los anfídios se localizan en la región cefálica del nematodo y desarrollan funciones quimiorreceptoras.

Los fasmidios tienen una estructura similar, pero se alojan en el extremo posterior del nematodo. La presencia o no de estos sensilios permite la clasificación de dos grandes grupos de nematodos, los que presentan fasmidios (Secernentea o Phasmidia) y los que carecen de ellos (Adenophorea o Aphasmidia).



**Fig. 4.:** Tipos de esófagos en los nematodos.  
a: rhabditiforme; b: strongiliforme; c: filariforme; d: oxiuriforme; e: tricuriforme.

Las papilas son proyecciones cuticulares, también provistas de terminaciones nerviosas.



**Fig. 5.:** Abertura oral y órganos sensoriales de un nematodo

## 2.5. SISTEMA EXCRETOR (Fig. 6)

Se trata de un sistema con una morfología bastante variable dentro de los nematodos. Los de la clase Secernentea presentan dos conductos longitudinales englobados en los cordones hipodermes laterales y unidos entre sí por un conducto que le da al sistema una forma de "H". Se abren al exterior mediante un poro excretor ventral asociado a un conducto excretor y a una glándula excretora.

Los de la clase Adenophorea disponen sólo de una glándula excretora que se abre al exterior en un poro excretor mediante un conducto.

Este sistema no sólo realiza funciones excretoras, sino que además tiene la capacidad de secretar determinadas enzimas, como las relacionadas con las mudas.

## 2.6. RESPIRACIÓN Y CIRCULACIÓN

Los nematodos carecen de aparato circulatorio como tal. Las funciones relacionadas con el transporte de nutrientes y oxígeno las realiza el fluido de la cavidad pseudocelómica. A tal efecto, dicho fluido contiene hemoglobina en algunos tipos de nematodos, una sustancia también presente en la pared corporal.

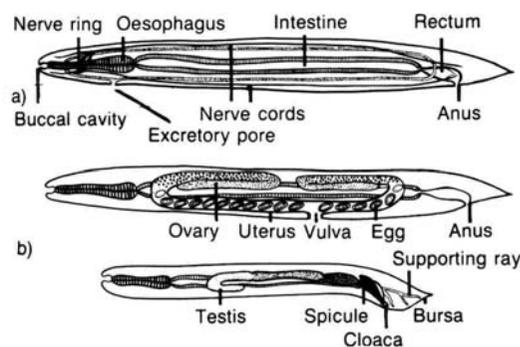


Fig. 6.: Estructura de los nematodos

## 2.7. SISTEMA REPRODUCTOR

Aunque aparecen excepciones en la Naturaleza, la mayoría de los nematodos de interés veterinario son dioicos y muestran un dimorfismo sexual más o menos marcado. Es por tanto necesario considerar independientemente el sistema reproductor de cada sexo.

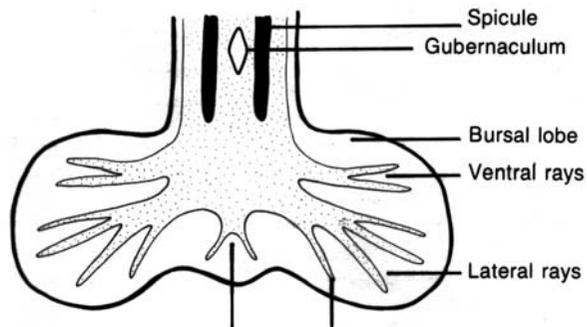
En la hembra consta normalmente de dos tubos cerrados que se unen en la **vagina**, la cual se abre al exterior mediante la **vulva**. Cada uno de esos tubos consta de un **ovario**, un **oviducto** y una **rama uterina**. La vulva estaba originalmente en el extremo posterior y las dos ramas estaban dirigidas hacia delante (hembras **prodelfas**). Pero actualmente hay nematodos cuyas hembras presentan la vulva en posición anterior, y los úteros pueden dirigirse en direcciones opuestas (**anfidelfas**) o ambos hacia atrás (**opistodelfas**).

Los huevos producidos por estas hembras presentan una gran diversidad morfológica, si bien en muchos casos se pueden distinguir una serie de capas, que de afuera hacia dentro son:

- Capa Vitelina (más externa), rodeada a su vez de una fina envoltura uterina.
- Capa Quitinosa, muy variable de unos nematodos a otros.
- Capa Lipídica (más interna): responsable de la impermeabilidad del huevo.

Siguiendo el mismo esquema que en la hembra, el aparato reproductor masculino también está constituido por un tubo cerrado, en cuyo extremo distal se localiza un **testículo**, donde se produce el esperma. La secreción espermática drena hacia un **vaso**

**deferente**, que se ensancha en una **vesícula seminal**, abriéndose finalmente al exterior en la cloaca mediante un **conducto eyaculador**.



**Fig. 7.:** Estructura de la bolsa copuladora del macho

En la transferencia de espermatozoides durante la cópula intervienen una serie de elementos accesorios, entre los que destacan las **espículas**, presentes en muchos nematodos. Se trata de estructuras alargadas que pueden emerger del nematodo gracias a una musculatura somatoespicular. Intervienen durante la cópula como órganos sensoriales táctiles o como receptores de productos emitidos por las hembras.

Otro órgano accesorio de los machos es el **gubernáculo**, una estructura fuertemente esclerotizada y desarrollada a partir de la cutícula que se sitúa entre las espículas. Parece intervenir

orientando la salida de éstas. Con esa misma función se desarrolla a veces otra estructura denominada **telamón**, que se sitúa en las paredes laterales y ventrales de la cloaca.

El extremo posterior de muchos machos cuenta además con una dilatación soportada por unos radios digitiformes denominados **costillas**. Esa estructura es la **bolsa copuladora**, formada por varios lóbulos, que el macho utiliza para fijarse a la hembra durante la cópula (**Fig. 7**).

### 3. CICLOS BIOLÓGICOS

Resulta difícil recoger en un solo apartado los ciclos biológicos de los nematodos, dadas las enormes diferencias que pueden existir entre unos y otros, de modo que trataremos de establecer unas pautas generales al respecto.

Los huevos liberados por las hembras suelen terminar desarrollando una larva en su interior (embrionan). El desarrollo de dicha larva puede producirse a veces dentro de la propia hembra, con lo que las hembras pueden eliminar también huevos larvados (**ovovivíparas**) o larvas (**vivíparas**). Las larvas o los huevos salen al exterior por diversas vías, siendo lo más común que salgan con las heces. En el exterior, bien sea en el medio, o en hospedadores intermediarios, se desarrollan los estadios infectantes (por lo general la L3, aunque a veces también lo es la L2), que ingresan de nuevo en el hospedador definitivo.

Las fases larvarias previas al desarrollo de la forma infectante (L1 y L2) suelen tener un esófago de tipo rabaditiforme, evolucionando hacia la forma de esófago del adulto en las L3

infectantes. Todas estas larvas que se desarrollan fuera del hospedador definitivo también se las conoce como forma preparasíticas.

El modo cómo ingresan las L3 dentro del hospedador puede variar. A veces tiene lugar de forma pasiva, por lo general por vía oral. En cambio, en otras ocasiones el contagio se desarrolla de una forma activa, por vía percutánea por ejemplo, o también gracias a la intervención de hospedadores intermediarios que a través de picaduras inoculan las formas infectantes.

Una vez producido el contagio, las L3 evolucionan hasta alcanzar el estado adulto, fenómeno que es precedido por dos mudas que dan lugar al desarrollo de L4 y L5 o adultos inmaduros. En ocasiones se produce un "aletargamiento" de estas formas parasíticas antes de continuar el ciclo, un fenómeno de una gran trascendencia desde el punto de vista epidemiológico.

En otros casos las formas infectantes ingresan en hospedadores no susceptibles. En tales circunstancias se puede producir la migración de la larva por la piel o distintos órganos, determinando un proceso patológico denominado de forma general *larva migrans cutánea* o *visceral*, respectivamente. Otras veces, el hospedador sirve meramente de transporte para el parásito (**paraténico**).

#### 4. CLASIFICACIÓN

-Clase Secernentea (Phasmodia)

#### Orden Rhabditida

Familia Strongiloididae

#### Orden Estrongylida

##### Superfamilia Strongyloidea

Familia Strongylidae

Familia Chabertidae

Familia Syngamidae

Familia Stephanuridae

##### Superfamilia Ancylostomatoidea

Familia Ancylostomatidae

##### Superfamilia Trichostrongyloidea

Familia Trichostrongylidae

Familia Dictyocaulidae

##### Superfamilia Metastrongyloidea

Familia Metastrongylidae

Familia Protostrongylidae

#### Orden Ascaridida

##### Superfamilia Ascaridoidea

Familia Ascarididae

Familia Anisakidae

##### Superfamilia Heterakoidea

Familia Ascaridiidae

Familia Heterakidae

Familia Trichuridae  
Familia Trichenellidae  
Familia Dioctophymatidae

## Orden Oxyrida

Superfamilia Oxyuroidea  
Familia Oxyuridae

## Orden Spirurida

Superfamilia Filaroidea  
Familia Filariidae  
Familia Onchocercidae

Superfamilia Dracunculoidea

Superfamilia Habronematoidea

Superfamilia Physalopteroidea

Superfamilia Spiruroidea

Superfamilia Thelazoidea

## Clase Adenophorea (Aphasmidia)

## Orden Enoplida

Superfamilia Trichinelloidea

## 5. ORDEN RHABDITIDA

### 5.1. GENERALIDADES

Constituyen un grupo de parásitos, algunos de los cuales alternan formas parásitas con otras de vida libre que pueden desarrollarse en el suelo o sobre materia orgánica. Desde el punto de vista veterinario, interesa especialmente la **Familia Strongyloididae**. Son un grupo primitivo de parásitos de vertebrados e invertebrados, entre cuyas características más interesantes podrían destacarse las siguientes:

- Una misma especie puede desarrollar tanto formas parásitas como de vida libre.
- En alguna de las fases de su ciclo presentan un esófago de tipo rhabditiforme (Fig. 8)
- En una misma especie se pueden alternar fases sexuales (en las formas de vida libre) con formas partenogenéticas (en las formas que se desarrollan dentro de un hospedador). Las formas partenogenéticas son hembras que no necesitan de machos para producir huevos fértiles.
- En ella se encuadra el género **Strongyloides**, que incluye especies responsables de la estrongiloidosis del hombre y de los animales domésticos.

### 5.2. GENERO ESTRONGYLOIDES

### 5.2.1. Generalidades

Los miembros de este género son normalmente parásitos del intestino delgado de animales muy jóvenes. Tradicionalmente se ha considerado que dichas especies son muy poco patógenas, pero en determinadas circunstancias pueden dar lugar a enteritis graves.

Los hospedadores definitivos son la mayoría de los animales domésticos: equinos, cerdos, carnívoros domésticos, y aves de corral. Se localizan en el intestino delgado, y, en las aves, además, en los ciegos.

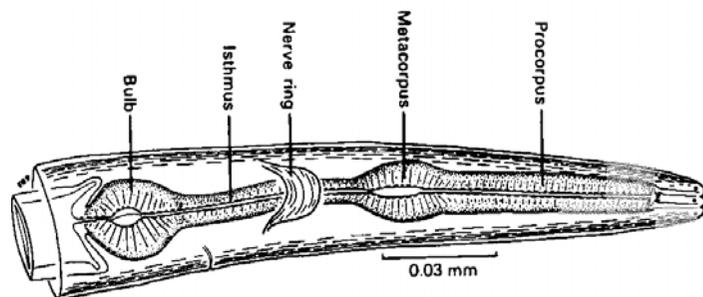


Fig. 8: Esófago rhabditiforme.

Las especies más importantes son:

- *S. westeri*: Equinos (caballo y asno)
- *S. papillosus*: Rumiantes
- *S. ransomi*: Cerdo
- *S. stercoralis*: Carnívoros domésticos - perro y gato- y hombre

- *S. avium*: Aves domésticas

La distribución de estos parásitos es mundial.

### 5.2.2. Morfología

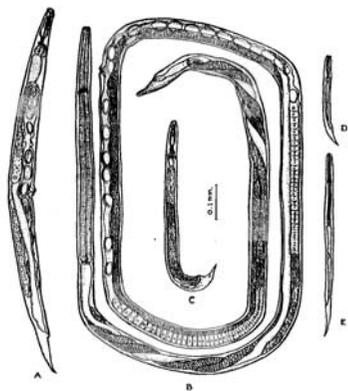
Macroscópicamente se observan como nematodos blanquecinos de menos de 1 cm de longitud, que tienen la apariencia de un "pelo fino". Al microscopio óptico (Fig. 9), las hembras partenogenéticas se caracterizan por presentar un esófago de una gran longitud (carente de bulbo), que ocupa aproximadamente un tercio de la longitud total. Su útero es anfidelfo, con la vulva situada aproximadamente en la mitad de su longitud total.

Dependiendo de la especie, en las heces del hospedador definitivo pueden encontrarse huevos larvados, o bien larvas (L1). Este último es el caso de *S. stercoralis*, una especie en la que la eclosión del huevo se produce en el intestino.

Las formas de vida libre son pequeñas y gruesas, y presentan un esófago rhabditiforme. Los machos poseen cola corta y cónica, con papilas preanales y postanales y espículas cortas, robustas, iguales y curvadas ventralmente. Existe gubernáculo. Las hembras tienen cola terminada en punta fina, son también anfidelfas y normalmente ovovivíparas.

### 5.2.3. Ciclo biológico

Las especies de este género pueden desarrollar formas de vida libre y formas parásitas. Las hembras partenogénicas alojadas en el intestino delgado del hospedador producen huevos larvados (ovovivíparas), que salen al exterior con las heces, eclosionando en el medio, o bien en la luz intestinal (*S. stercoralis*). Las L1 en el medio pueden evolucionar desarrollando generaciones de vida libre (ciclo heterogónico). Esta evolución tiene lugar a través de una serie de mudas que hacen que se desarrollen sucesivamente L2, L3, L4 y L5 o adultos inmaduros. Éstos finalmente evolucionarán a adultos machos y hembras (son por tanto dioicos). Tras la cópula y la puesta de huevos, se inicia de nuevo el ciclo.



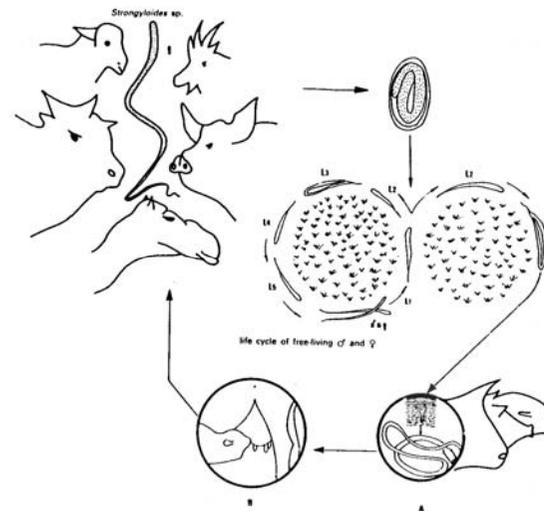
**Fig. 9:** Fases evolutivas de *Strongyloides* spp.

Ante determinadas condiciones ambientales, tal vez relacionadas con la temperatura, el estadio de L3 pasa a ser infectante para hospedadores susceptibles (ciclo homogónico). El contagio tiene lugar por vía oral (de forma pasiva) o bien por vía percutánea (de forma activa). La L3 infectante para los hospedadores definitivos tiene esófago filariforme a diferencia de las L3 de vida libre, cuyo esófago es de tipo rhabditiforme.

Se considera que los machos de vida libre son haploides, las hembras de vida libre diploides y las hembras parásitas partenogénicas triploides. Estas últimas se originan de la fecundación de óvulos diploides (formados sin reducción cromosómica) de hembras de vida libre con machos haploides de la misma generación.

Cuando el contagio se produce vía percutánea, se produce una migración larvaria a través del sistema sanguíneo cardiopulmonar. Una vez en el pulmón, las larvas ascienden por la tráquea, son deglutidas y llegan al intestino, donde alcanzan el estado adulto. El periodo prepatente es de 1-2 semanas aproximadamente.

Si las larvas son ingeridas pasivamente no hay migración pulmonar sino un desarrollo directo en el intestino.



**Fig. 10:** Ciclo biológico de *Strongyloides* spp.

Otras formas de contagio que se describen son la prenatal, y a través de la leche materna, en ambos casos a partir de larvas "quiescentes" alojadas en los tejidos de la pared abdominal. En el caso del hombre parece posible el que tenga lugar una autoinfección. En el tránsito intestinal se produciría una evolución a forma infectante y tendría lugar el contagio vía percutánea en la región perianal.