

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL  
**Búsqueda e identificación de parásitos en heces de roedores  
sinantrópicos del Canal Nacional, Ciudad de México**

Presentadora del Servicio Social:  
Gabriela Ortiz Armenta  
Matrícula: 2163024808

Asesora Interna: Dra. Claudia Irais Muñoz García  
Núm. Económico: 36943

Asesor Externo: MVZ Pablo Miguel Gómez Iriarte  
Cédula profesional: 11997775

Lugar de Realización: Laboratorio de Parasitología Veterinaria – UAM  
Xochimilco

Fecha de inicio: 15 de enero de 2023  
Fecha de término: 16 de julio de 2023

## **Búsqueda e identificación de parásitos en heces de roedores sinantrópicos del Canal Nacional, Ciudad de México**

### **1. Introducción.**

En la Ciudad de México, existen tres especies de roedores sinantrópicos e invasivos: la rata noruega (*Rattus norvegicus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y el ratón doméstico (*Mus musculus*) (Hortelano-Moneada *et al.*, 2016). Su presencia, representa un riesgo de transmisión de patógenos, ya que pueden ser hospedadores definitivos, intermediarios o reservorios de una amplia gama de patógenos. Además, de ser hospederos de ectoparásitos vectores que podrían transmitir agentes infecciosos (Torres-Castro, 2017).

Los roedores sinantrópicos participan en el ciclo de numerosas enfermedades zoonóticas de importancia a nivel mundial y nacional; algunas de las especies de helmintos reportadas en estos roedores, afectan con frecuencia a los humanos en todo el mundo. Debido al impacto de las enfermedades transmitidas por estos roedores, en la salud pública y animal, el estudio de parásitos en heces podría representar un paso fundamental para establecer un programa de medicina preventiva y control efectivo de fauna nociva, mejorando así el estado general de salud de la población y de otros animales (Mohtasebi *et al.*, 2020).

Actualmente el crecimiento poblacional y la urbanización son dos tendencias dominantes; la proporción de la población mundial (más de 8 billones de personas) que vive en zonas urbanas es mayor al 50% y la Ciudad de México es una de las ciudades más pobladas del mundo con 9 millones 209 mil 944 personas en el año 2020. Este incremento masivo en población urbana seguramente estará acompañado de un incremento en la población de plagas como los roedores sinantrópicos y sus artrópodos vectores (Landaeta-Aqueveque *et al.*, 2021). Por lo tanto, es necesario realizar más estudios y actualizar los existentes, particularmente en áreas como el Canal Nacional ya que este espacio favorece la agregación de personas y animales, así como la diseminación de patógenos a través del agua hacia zonas productivas, como los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.

El objetivo de este trabajo es realizar una investigación acerca de los principales parásitos, diagnosticados a partir de materia fecal, que se encuentran en el tracto digestivo de las ratas y ratones que albergan en la Ciudad de México, encontradas específicamente en el Canal Nacional, con ello se pretende generar información acerca de los parásitos que existen en estos animales.

## **2. Planteamiento del problema y justificación.**

Los roedores sinantrópicos habitan en zonas rurales y urbanas; las áreas recreativas, como el Parque Lineal del Canal Nacional, pueden favorecer la diseminación y transmisión de patógenos de roedores a humanos y animales de la zona. Además, de acuerdo con la literatura, existen reportes en roedores sinantrópicos de una gran variedad de parásitos causantes de enfermedades zoonóticas en estas especies. Por lo tanto, este estudio cobra relevancia debido a que no existen estudios actuales de patógenos, incluidos los parásitos, en roedores sinantrópicos de la Ciudad de México. La búsqueda de parásitos es de suma importancia para identificar helmintos y protozoarios con potencial zoonótico y que además representen un riesgo para la salud de los animales.

## **3. Objetivos.**

### **3. 1. Objetivo general.**

- Identificar los parásitos presentes en heces de roedores sinantrópicos colectados a lo largo del Canal Nacional, de la Ciudad de México.

### **3. 2. Objetivos específicos.**

- Identificar morfológicamente protozoarios y huevos de helmintos presentes en heces.
- Determinar, con base en la literatura, el potencial riesgo que representan los parásitos encontrados hacia los humanos y los animales.

#### **4. Antecedentes.**

A nivel mundial los roedores representan el grupo de mamíferos más abundante del planeta, abarcando el 40% de estos. De acuerdo con la base de datos de la “*American Society of Mammalogists*”; el orden Rodentia se encuentra conformado por 35 familias y 2623 especies a nivel mundial; de todas estas especies, un pequeño grupo es considerado plaga o fauna nociva (Panti-May *et al.*, 2021), entre ellos, los principales exponentes son: la rata negra (*Rattus rattus*), la rata noruega (*Rattus norvegicus*) y el ratón doméstico (*Mus musculus*).

Estas especies, han causado la extinción de diversas especies de flora y fauna, tanto de invertebrados como pequeños mamíferos, así como pérdidas económicas debido al consumo y degradación de toneladas de cereales y cosechas, daño a instalaciones y edificios, elevados costos derivados de las medidas para su control y gastos relacionados a tratamientos por transmisión de enfermedades (Panti-May *et al.*, 2021). Asimismo, el uso de rodenticidas y sus ingredientes activos pueden contaminar el suelo y el agua y ocasionar la muerte a especies distintas, provocando mayores prejuicios (Triunver y Scalice, 2012).

En el contexto urbano, se ha demostrado que condiciones socioeconómicas, como nivel de ingreso y nivel educacional, son factores determinantes asociados a los niveles de infestación de roedores sinantrópicos (Triunveri y Scalice, 2012); por lo tanto, la concientización y educación para la salud resulta fundamental en la prevención de enfermedades transmitidas por estos.

Los roedores sinantrópicos, son considerados los más relevantes en el ámbito de la salud pública y animal, en comparación con los roedores nativos (Landaeta-Aqueveque *et al.*, 2021). Debido a que, son capaces de adaptarse, desarrollarse y reproducirse, tanto en un entorno silvestre, como en un ambiente con efecto antropogénico, es decir altamente modificado por la acción del hombre, como las zonas urbanas (Torres-Castro, M., 2017). Entre los principales factores que propician la sobrepoblación de roedores sinantrópicos en zonas urbanas, están: el elevado potencial reproductivo de los roedores, su reducido tamaño, los numerosos espacios de resguardo y reproducción en las ciudades, la

reducida cantidad de depredadores naturales y la abundancia de desperdicios orgánicos que funcionan como fuente de alimentación, además de la capacidad que tienen los roedores para explotar diversos recursos alimenticios debido a su dieta omnívora (Triunveri y Scalice, 2012).

Existen dos vías a través de las cuales los roedores transmiten los agentes, la vía directa, que es por ejemplo cuando la infección ocurre a consecuencia de mordeduras y la vía indirecta, que puede suceder a través del consumo de productos contaminados con heces, tal como sucede con los patógenos *Salmonella* y *Cryptosporidium* en alimentos (Meerburg-Bastiaan *et al.*, 2006), al entrar en contacto con agua contaminada con orina (*Leptospira*) o por inhalación de patógenos presentes en las heces (Hantavirus). Además, los roedores pueden albergar a vectores (ectoparásitos), como piojos, ácaros y garrapatas, los cuales pueden ser transmisores de muchos más agentes infecciosos.

En el caso de los helmintos, algunos pueden transmitirse directa o indirectamente a los humanos, el riesgo de infección depende de una serie de variables, pero la proximidad es crítica para su transmisión (Mendenhall *et al.*, 2018); y las áreas recreativas asociadas a cuerpos de agua, como el Parque Lineal Canal Nacional, pueden favorecer el contacto y diseminación de estos patógenos.

En el estudio realizado por Panti-May *et al.*, (2021), se hizo un registro de la diversidad de helmintos que se encuentran en roedores en México, en el cual, se han identificado un total de 35 especies de helmintos, los reportados incluyeron trematodos (Diplostomidae y Echinostomatidae), cestodos (Anoplocephalidae, Hymenolepididae y Taeniidae), acantocéfalos (Moniliformidae y Oligacanthorhynchidae) y nematodos (Ascarididae, Gongylonematidae, Heligmonellidae, Oxyuridae, Spirocercidae, Strongyloididae, Trichinelloidea y Trichuridae). Las especies más frecuentes de helmintos son los cestodos (*Hydatigera taeniaeformis*, *Hymenolepis diminuta* e *Hymenolepis nana*) y los nematodos (*Syphacia obvelata*, *Syphacia muris* y *Trichuris muris*).

Las helmintiasis donde los humanos no son el hospedador definitivo a menudo pueden provocar manifestaciones clínicas atípicas, como infecciones subcutáneas o viscerales

aberrantes (Mendenhall *et al.*, 2018). Tal es el caso de *Angiostrongylus cantonensis*, un nematodo que, en su estado adulto, parasita las arterias pulmonares de la rata café y del cual los moluscos son los hospedadores intermedios que son infectados por medio de las heces de roedores. La infección humana es probable que ocurra mediante la ingesta de estos moluscos o por el contacto directo con las larvas presentes en el moco que secretan, asimismo puede ser mediante el consumo de hospedadores paraténicos como camarones, cangrejos o ranas. Este parásito llega a producir meningitis eosinofílica en humanos (Simões *et al.*, 2014); dicha patología se caracteriza por la presencia de 10 o más eosinófilos por microlitros en el líquido cefalorraquídeo debido a que las larvas se alojan en las meninges del hospedador. Y entre las manifestaciones clínicas, se observan: cefalea, fiebre, rigidez de nuca, vómitos, en algunos casos existe fotofobia, exantema, parestesias y parálisis (Zamora-Giler *et al.*, 2020).

Un parásito comúnmente transmitido a los humanos es el cestodo *Hymenolepis diminuta* (conocido como la *Taenia* de rata) e *Hymenolepis nana* (conocida como la tenia enana), las cuales causan la enfermedad conocida como Himenolepiasis. En su ciclo biológico los hospedadores intermediarios se encuentran algunas especies de pulgas, escarabajos del grupo de los Tenebrios, orugas y milpies; los cuales pueden contaminar los alimentos con sus heces, siendo esta la principal fuente de transmisión hacia los seres humanos. La infección, suele ser asintomática, sin embargo, una infección severa puede causar vértigo, anorexia, trastornos intestinales y diarrea. A pesar de que el cestodo adulto no posee órganos de fijación (ganchos) que puedan dañar mecánicamente los tejidos del hospedador, sus metabolitos pueden afectar el funcionamiento adecuado del tracto digestivo, e incluso podría potencializar algunas causas de mortalidad en personas inmunodeprimidas (Kapczuk *et al.*, 2022; Khan *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2017).

## **5. Materiales y métodos.**

El presente estudio fue observacional, prospectivo y descriptivo.

### **5. 1. Delimitación del área de estudio.**

El Canal Nacional es un cauce artificial de agua que se encuentra en el oriente de la Ciudad de México, abarca desde Río Churubusco hasta Anillo Periférico, con una longitud aproximadamente de 12 km. Este parque público ha estado en rehabilitación desde el año 2019, mediante la limpieza de cuerpos de agua, de lirio acuático, retiro de maleza, desazolve, captura de roedores invasores, remoción de otras especies animales acuáticas invasivas y especies vegetales no nativas, así como mejorando e integrando calles aledañas.

### **5. 2. Revisión Bibliográfica.**

Se realizó una búsqueda bibliográfica de los principales parásitos que se han encontrado en revisiones previas tanto a nivel nacional como internacional en las especies de roedores *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*. La búsqueda de artículos científicos se hizo en la página de PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) y en la plataforma BidiUAM (<https://bidi.uam.mx/>), utilizando los artículos más recientes disponibles. Las palabras clave y términos utilizados en la búsqueda fueron, *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y zoonosis. Posteriormente, se hizo una búsqueda más específica de helmintos basada en los resultados encontrados en los primeros artículos, con palabras clave tales como, *Hymenolepis diminuta*, *Angiostrongylus cantonensis*, entre otras especies de helmintos y protozoarios.

### **5. 3. Procesamiento de muestras.**

Se trabajó con 152 muestras del tracto gastrointestinal de roedores, las cuales fueron previamente almacenadas en refrigeración.

Para analizar las heces encontradas dentro del tracto gastrointestinal, se utilizaron las técnicas de sedimentación y Faust modificada. Este último método se basa en la propiedad que tiene la solución de mayor densidad para hacer flotar elementos menos densos como los quistes y huevos de parásitos (Tarqui-Terrones *et al.*, 2019). Las primeras 31 muestras se procesaron utilizando solución salina saturada de NaCl, y para las siguientes muestras se utilizó Sulfato de Zinc. Se colocaron en un tubo de ensayo

hasta el borde e inmediatamente se colocó un cubreobjetos durante 10 minutos. Posteriormente, el cubreobjetos se colocó en un portaobjetos para ser analizado bajo el microscopio utilizando los objetivos de 10 y 40 X.

Asimismo, a partir de la muestra 32 se utilizó de manera conjunta la técnica de sedimentación, para mejorar la detección de parásitos. En esta técnica, las muestras se mezclaron con agua corriente, luego se filtraron y finalmente se colocaron en un tubo de ensayo para posteriormente colocarlas en una centrífuga durante 15 minutos, después se decantaron y de la muestra restante se colocaron unas gotas en el portaobjetos para ser analizado bajo el microscopio utilizando los objetivos de 10 y 40 X.

## **6. Metas alcanzadas.**

Se logró procesar todas las muestras disponibles mediante la técnica de Faust modificada. Con los resultados obtenidos de las muestras, se identificó morfológicamente los distintos géneros de parásitos encontrados, para así revisar en la literatura datos sobre su potencial de riesgo.

## **7. Resultados.**

De las 152 muestras, 76 fueron ratas de la especie *R. norvegicus*, de estas 38 fueron machos y 38 hembras. De la especie *M. musculus* hubo un total de 76 muestras, de las cuales 45 fueron machos, 30 hembras y 1 no identificada. Sin embargo, de las 152 muestras, 7 de estas no tenían etiquetas legibles, por lo que no se pudo tener la certeza del roedor al que correspondían estas muestras.

Del total de muestras, 32 fueron positivas a alguna forma parasitaria. De estas, sólo 2 pertenecieron a la especie *M. musculus*, 28 a la especie *R. norvegicus* y 2 muestras que no se tiene registro de la especie, por lo que 2 estas últimas no se contemplaron en el análisis de los parásitos encontrados. En cuanto al sexo, 18 fueron machos, 12 hembras y 2 no identificadas. En el cuadro 1 se pueden observar los resultados de las muestras positivas, la técnica implementada, la especie del roedor, el sexo, el género y número de parásitos encontrados.



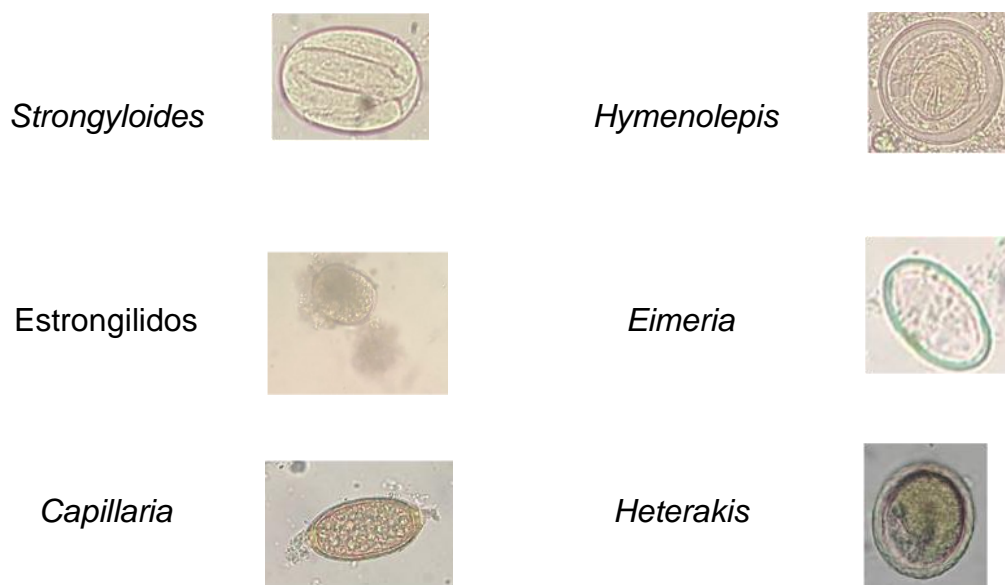
Cuadro 1. Resultados por especie de roedor positivo a parásito(s) en heces.

# roedor	Técnica	Especie	Sexo	Parásitos	Carga parasitaria	Parásitos	Carga parasitaria
2	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	Estrongilido	4	<i>Capillaria</i> spp.	3
5	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	Estrongilido	1	<i>Capillaria</i> spp.	1
6	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Strongyloides</i>	1	<i>Capillaria</i> spp.	1
7	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	Estrongilido	1	<i>Capillaria</i> spp.	1
9	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	Estrongilido	1		
12	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Capillaria</i> spp.	1		
17	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Hymenolepis</i>	1		
18	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Capillaria</i> spp.	1		
22	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Hymenolepis</i>	1		
23	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Capillaria</i> spp.	1		
24	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Hymenolepis</i>	1		
30	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
35	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
74	Flotación/Faust	<i>M. musculus</i>	m	Estrongilido	1		
76	Flotación/Faust	<i>M. musculus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
79	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Capillaria</i> spp.	1		

# roedor	Técnica	Especie	Sexo	Parásitos	Carga parasitaria	Parásitos	Carga parasitaria
84	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Hymenolepis</i>	3	<i>Eimeria</i>	2
92	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Hymenolepis</i>	2		
94	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Strongyloides</i>	2	<i>Capillaria</i> spp.	1
95	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Strongyloides</i>	2	<i>Heterakis</i>	2
96	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	h	<i>Strongyloides</i>	1	<i>Hymenolepis</i>	1
97	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	6		
98	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	4	<i>Capillaria</i> spp.	1
98	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Capillaria</i> spp.	1		
101	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
105	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Strongyloides</i>	1		
142	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
143	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
143	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
145	Sedimentación	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		
147	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Strongyloides</i>	1		
150	Flotación/Faust	<i>R. norvegicus</i>	m	<i>Hymenolepis</i>	1		

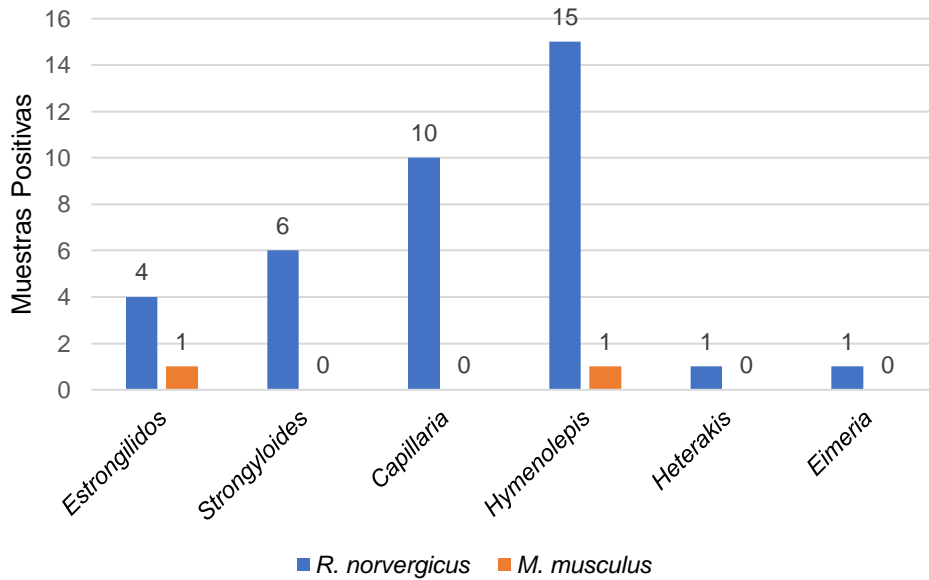
De las 30 muestras positivas con registro, se encontraron 5 géneros diferentes de parásitos: *Strongyloides*, *Capillaria*, *Hymenolepis*, *Eimeria* y *Heterakis*, y un parásito del grupo de los Estrongilidos, el cual por las características del huevo de este grupo no pudo ser identificado a un nivel más específico. Las imágenes de estas estructuras parasitarias se pueden observar en la figura 1.

Figura 1. Estructuras parasitarias encontradas.



El parásito más frecuente fue *Hymenopelis*, que se presentó en el 53% de las muestras, seguido por *Capillaria* en el 33%, *Strongyloides* en el 20%, Estrongilidos en el 16% y, tanto *Heterakis* como *Eimeria* en el 3%. En la gráfica 1, se muestra la frecuencia de los géneros parasitarios obtenidos, así como la especie de roedor en la que se encontraron.

Gráfica 1. Frecuencia de géneros parasitarios obtenidos.



## 8. Discusión

El alcance de las técnicas implementadas en este trabajo, no permiten identificar con exactitud la especie de los huevos encontrados, sin embargo, basándose en las características morfológicas y la literatura consultada, se pueden estimar ciertas especies que pueden concordar con los resultados obtenidos. En el cuadro 2 se enlistan estas especies, así como algunas características morfométricas, sus estadios, y las prevalencias que hay en el continente americano.

Cuadro 2. Cuadro de especies parasitarias con características compatibles con los géneros identificados en el presente estudio.

Especie	Medidas (µm) Longitud x ancho	Características morfológicas	Roedor ( <i>R. rattus</i> , <i>R. norvegicus</i> )	Región geográfica (prevalencia)	Referencias
<i>Hymenolepis nana</i>	40-60 x 30-50	Huevos ovalados, cáscara delgada y transparente, contiene de 4 a 8 filamentos polares entre la oncosfera y capa exterior	<i>R. rattus</i>	Ecuador 22.99%, Cuba 2.56%, Perú 6.8%, Brasil 8.8%, Argentina 8.2%	1, 5
<i>Hymenolepis diminuta</i>	70-85 x 60-80	Huevos de forma globular, sin filamentos polares	<i>R. rattus</i> , <i>R. norvegicus</i>	Ecuador 10.64%, Cuba 11.5%, Argentina 12.2%, Perú 25.7%, Costa Rica 43.68%, Granada 7.4% Brasil 13.4%	1, 2
<i>Capillaria hepatica</i>	45-68 x 20-35	Parásitos delgados y pequeños. Los machos presentan una espícula única. Los huevos no son segmentados cuando se liberan en heces, carecen de color en su cáscara, tienen forma de barril.	<i>R. rattus</i> , <i>R. norvegicus</i>	Brasil 56.5%, Canadá 36%,	4, 26, 27
<i>Strongyloides ratti</i>	longitud 40-85	Huevos de cáscara fina, ovalados y transparentes.	<i>R. norvegicus</i>	Granada 43.2% Perú 18.5 %	7, 16, 34,
<i>Heterakis spumosa</i>	56-80 x 30-60	Huevos ovalados con cáscara gruesa y lisa	<i>R. rattus</i> , <i>R. norvegicus</i>	Chile 25.4 % Perú 65 %, Granada 15.4% Ecuador 2%	6, 8, 10, 25
<i>Eimeria nieschulzi</i>	22-30 x 12-15	Forma elíptica alargada, ambos extremos terminan en semicírculos. Citoplasma retraído en parte central	<i>R. norvegicus</i>	Perú 18.5%, Granada 4.7%	6, 7, 35
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	31-64	Huevos elipsoidales con cáscara delgada	<i>R. norvegicus</i>	Granada 50.6%, Brasil 40.8%	2, 6, 19

Es de gran importancia el control de roedores debido a que llegan a ser reservorios de diferentes enfermedades zoonóticas, y algunas de ellas son transmitidas mediante parásitos. En el caso de este estudio, algunos de los parásitos encontrados tales como *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta* y *Capillaria hepatica*, pueden llegar a ocasionar problemas de salud pública en distintas regiones a nivel global (Mohd-Qawiem *et al.*, 2022).

En cuanto a *H. nana* y *H. diminuta*, son cestodos zoonóticos cuyas infecciones ocasionadas en los seres humanos son en su mayoría asintomáticas, aunque pueden producir debilidad, dolor de cabeza, dolor abdominal y diarrea (Solórzano *et al.*, 2021). Existen diversos estudios de diferentes países que reportan casos de infecciones debido a estos parásitos. Por ejemplo, Ranjbar *et al.* (2017), reportan que en Irán es común que en niños haya infecciones principalmente por *H. nana*. Mientras tanto Sotomayor *et al.*, (2015) reportaron una prevalencia de 8.3% de niños infectados con *H. diminuta*, en zonas rurales de Lima, Perú. De *H. diminuta*, hay reportes de infecciones en humanos a nivel mundial, en países como Jamaica, India, Tailandia e Italia (Springer *et al.*, 2019).

*Capillaria hepatica* (syn. *Calodium hepaticum*) se puede transmitir al humano, esta patología llega a manifestarse como hepatitis aguda o subaguda, anemia, fiebre crónica e hipereosinofilia, sin embargo, es una infección subdiagnosticada que se llega a confundir con leptospirosis o hepatitis A, B o C debido a los síntomas y signos clínicos en común, por lo tanto, no existen muchos reportes de casos en humanos. En los roedores hay presencia de linfocitos, granuloma, necrosis, hipertrofia, fibrosis y colestasis en el hígado (Quilla & Paller, 2020).

Por su parte, *Strongyloides ratti* no es zoonótica, a pesar de ser 97% similar a la especie *Strongyloides stercoralis*, la cual sí puede llegar a ocasionar graves patologías en el humano, especialmente en individuos inmunocomprometidos (Mahmuda *et al.*, 2017). En sus hospedadores *S. ratti* llega a penetrar la piel, migra desde ahí hacia los músculos y pulmones, y finalmente llega al intestino. Estas infecciones provocan una respuesta inmunitaria por lo que los roedores infectados suelen expulsar la mayoría de los parásitos, posteriormente tienden a ser inmunes a la reinfección (Viney & Kikuchi, 2017).

El nematodo *Nippostrongylus brasiliensis* tampoco es zoonótico, sin embargo, ha sido utilizado como modelo experimental para explorar la inmunobiología de las infecciones que ocasionan, debido a que su morfología y ciclo de vida es muy similar a *Ancylostoma duodenale*, el cual es un nematodo que llega a infectar a más de 700 millones de personas (Sotillo *et al.*, 2014). Mientras tanto, el hospedador de *N. brasiliensis* llega a presentar atrofia de las vellosidades intestinales, debido a un aumento de la apoptosis y pérdida de adhesión en las células epiteliales (Kapczuk *et al.*, 2022).

Finalmente, las especies de *Eimeria* spp que infectan a los roedores tienen un alto grado de especificidad del hospedador y del tejido, sin embargo, se puede infectar de manera experimental a otros géneros de roedores, pero no a los humanos (Jarquín-Díaz *et al.*, 2020). En roedores, la coccidiosis causa colitis y una alta proliferación en animales jóvenes (Chagas *et al.*, 2017).

## **9. Recomendaciones.**

Se considera que el diagnóstico mediante microscopía fecal tiene una baja sensibilidad diagnóstica, por lo que el uso de herramientas moleculares es recomendado para distinguir entre parásitos morfológicamente similares, tales como la PCR en muestras de heces y tejidos. Las especies de *Hymenolepis* al ser zoonóticas y cosmopolitas, toma importancia realizar estudios para poder determinar riesgos potenciales para la salud humana (Brar *al.*, 2021).

Asimismo, con fines de investigación para confirmar los resultados obtenidos mediante la observación de la morfología en el microscopio, la técnica de PCR puede ser utilizada para identificar el gen 28S rADN de *Strongyloides ratti* (Mahmuda, A. *et al.*, 2017). Estos parásitos también se pueden diagnosticar mediante cultivo fecal, que es un método de diagnóstico más sensible en comparación con la identificación de huevos o larvas en las heces (Viney & Kikuchi, 2017).

Por último, en cuanto a *Eimeria* spp, la morfología de los ooquistes esporulados no permite una identificación adecuada de la especie, por lo que se recomienda el uso de marcadores genéticos de los genomas nuclear y mitocondrial para complementar la

taxonomía morfológica con análisis filogenéticos (Jarquín-Díaz *et al.*, 2020). En muchas ocasiones, durante el diagnóstico coprológico, los ooquistes que se encuentran en las heces no han esporulado aún; dado que en estas circunstancias no es posible la identificación del coccidio, debe inducirse la esporulación en el laboratorio con dicromato de potasio (García Más *et al.*, 2008).



## 10. Referencias bibliográficas.

1. Brar, S. K., Singla, N., & Singla, L. D. (2021). Comparative Comprehensive Analysis on Natural Infections of *Hymenolepis diminuta* and *Hymenolepis nana* in Commensal Rodents. *Helminthologia*, 58(3), 248–262.
2. Carvalho-Pereira, T., Souza, F. N., Santos, L. R. N., Walker, R., Pertile, A. C., de Oliveira, D. S., Pedra, G. G., Minter, A., Rodrigues, M. G., Bahiense, T. C., Reis, M. G., Diggle, P. J., Ko, A. I., Childs, J. E., da Silva, E. M., Begon, M., & Costa, F. (2018). The helminth community of a population of *Rattus norvegicus* from an urban Brazilian slum and the threat of zoonotic diseases. *Parasitology*, 145(6), 797–806.
3. Chagas, C. R. F., Gonzalez, I. H. L., Favoretto, S. M., & Ramos, P. L. (2017). Parasitological surveillance in a rat (*Rattus norvegicus*) colony in São Paulo Zoo animal house. *Annals of parasitology*, 63(4), 291–297.
4. Chuquillanqui Trujillo, Gustavo, Chávez Velásquez, Amanda, Pinedo Vicente, Rosa, Abad-Ameri, Deisy, Gonzales-Viera, Omar, & Chavera Castillo, Alfonso. (2022). Helminthos hepáticos zoonóticos y su caracterización histopatológica en *Rattus* spp procedentes de un zoológico, granjas porcinas y mercados de abastos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(6), e24104.
5. Coello-Peralta, R. D., Martínez-Cepeda, G. E., Pinela-Castro, D., Reyes-Echeverria, E. O., Rodríguez-Burnham, E. X., de Lourdes Salazar Mazamba, M., Pazmiño-Gómez, B., Ramírez-Tigrero, A., Bernstein, M., & Cedeño-Reyes, P. (2020). Presencia de *Hymenolepis nana* y *diminuta* en roedores de la ciudadela las Piñas, Milagro-Ecuador y su riesgo en salud pública. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(4), 961–970.
6. Coomansingh-Springer, C., Vishakha, V., Acuna, A. M., Armstrong, E., & Sharma, R. N. (2019). Internal parasitic burdens in brown rats (*Rattus norvegicus*) from Grenada, West Indies. *Heliyon*, 5(8), e02382.
7. Cruz Perca, J. F., Lloja Lozano, L., & Mamani Condori, D. W. (2020). Enteroparásitos en *Rattus* sp “ratas” en los mercados de los distritos Tacna, Ciudad Nueva y Gregorio Albarracín - provincia Tacna, 2019. *Ciencia & Desarrollo*, (26), 48–60.
8. De Sotomayor C, Renzo, Serrano-Martínez, Enrique, Tantaleán V, Manuel, Quispe H, Marco, & V, Gina Casas. (2015). Identificación de Parásitos Gastrointestinales en Ratones de Lima Metropolitana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2), 273-281.
9. García Más, I., Muñoz Araújo, B., Aguirre Inchaurre, A., Polo Roldán, I., García Moreno, A., & Refoyo Román, P. (2008). Manual de laboratorio de Parasitología. *Serie Parasitología*, 1(1): 38-48.
10. Grandón-Ojeda, A., Moreno, L., Garcés-Tapia, C., Figueroa-Sandoval, F., Beltrán-Venegas, J., Serrano-Reyes, J., Bustamante-Garrido, B., Lobos-Chávez, F.,

- Espinoza-Rojas, H., Silva-de la Fuente, M. C., Henríquez, A., & Landaeta-Aqueveque, C. (2022). Patterns of Gastrointestinal Helminth Infections in *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, and *Mus musculus* in Chile. *Frontiers in veterinary science*, 9, 929208.
11. Hortelano-Moneada, Y., Cervantes, F. A., y Rojas-Villaseñor, R. (2016). Riqueza y conservación de los mamíferos silvestres de la Ciudad de México. *En: Briones-Salas, M., y Hortelano-Moneada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, y Sosa-Escalante J. E. Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal.* pp. 179-220. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México.
  12. Jarquín-Díaz, V. H., Balard, A., Mácová, A., Jost, J., Roth von Szepesbéla, T., Berktold, K., Tank, S., Kvičerová, J., & Heitlinger, E. (2020). Generalist *Eimeria* species in rodents: Multilocus analyses indicate inadequate resolution of established markers. *Ecology and evolution*, 10(3), 1378–1389.
  13. Kapczuk, P., Kosik-Bogacka, D., Kupnicka, P., Kopytko, P., Tarnowski, M., Kolasa, A., Chlubek, D., & Baranowska-Bosiacka, I. (2022). *Hymenolepis diminuta* Infection Affects Apoptosis in the Small and Large Intestine. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 9753.
  14. Khan, W., Nisa, N. N., Pervez, S., Ahmed, S., Ahmed, M. S., Alfarraj, S., Ali, A., & Tahreem, S. (2022). Occurrence of *Hymenolepis diminuta*: a potential helminth of zoonotic importance in murid rodents. *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia*, 82, e242089.
  15. Landaeta-Aqueveque, C., Moreno Salas, L., Henríquez, A., Silva-de la Fuente, M. C., & González-Acuña, D. (2021). Parasites of Native and Invasive Rodents in Chile: Ecological and Human Health Needs. *Frontiers in veterinary science*, 8, 643742.
  16. Mahmuda, A., Al-Zihiry, K. J. K., Roslani, A. M., Rukman, A. H., Abdulhaleem, N., Bande, F., Mohammed, A. A., Alayande, M. O., Abdullah, W. O., & Zasmy, U. (2017). Histopathological confirmation of disseminated larvae (iL3) of

*Strongyloides ratti* in an immunosuppressed Wistar rat. *Tropical biomedicine*, 34(1), 212–223.

17. Meerburg-Bastiaan, G., Jacobs-Reitsma, W. F., Wagenaar, J., y Kijlstra, A (2006). Presence of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. in wild small mammals on organic farms. *Applied and environmental microbiology*, 72 (1): 960-962.
18. Mendenhall, I. H., Ch'ng, L., Neves, E. S., Borthwick, S. A., & Smith, G. J. D. (2018). High diversity of medically important gastrointestinal rodent-borne helminths in Singapore. *Zoonoses & Public Health*, 65(3), 361–366.
19. Mohd-Qawiem, F., Nur-Fazila, S. H., Ain-Fatin, R., Yong, Q. H., Nur-Mahiza, M. I., & Yasmin, A. R. (2022). Detection of zoonotic-borne parasites in *Rattus* spp. in Klang Valley, Malaysia. *Veterinary world*, 15(4), 1006–1014.
20. Mohtasebi, S., Teimouri, A., Mobedi, I., Mohtasebi, A., Abbasian, H., & Abbaszadeh Afshar, M. J. (2020). Intestinal helminthic parasites of rodents in the central region of Iran: first report of a capillariid nematode from *Dryomys nitedula*. *BMC research notes*, 13(1), 461.
21. Panti-May, J. A., Duarte-Jiménez, A., Hernández-Betancourt, S. F., & Rodríguez-Vivas, R. I. (2021). A checklist of the helminth parasites of invasive murid rodents in Mexico. (English). *Therya*, 12(1), 85–93.
22. Panti-May, J. A., Torres-Castro, M. A., y Hernández-Betancourt, S. F. (2021). Parásitos Zoonóticos y Micromamíferos en la Península de Yucatán, México. CCBA-UADY, pp. 1-11.
23. Quilla, M. H. D. P., & Paller, V. G. V. (2020). Histopathological features and prevalence of *Capillaria hepatica* infection in *Rattus* spp. in Philippine Mount Makiling forest reserve and its adjacent areas. *Journal of parasitic diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology*, 44(2), 338–348.
24. Ranjbar, M. J., Sarkari, B., Mowlavi, G. R., Seifollahi, Z., Moshfe, A., Abdolahi Khabisi, S., & Mobedi, I. (2017). Helminth Infections of Rodents and Their Zoonotic Importance in Boyer-Ahmad District, Southwestern Iran. *Iranian journal of parasitology*, 12(4), 572–579.
25. Ribas, A., de Bellocq, J. G., Ros, A., Ndiaye, P. I., & Miquel, J. (2013). Morphometrical and genetic comparison of two nematode species: *H. spumosa* and *H. dahomensis* (Nematoda, Heterakidae). *Acta Parasitologica*, 58(3), 389–398.
26. Rocha, E. J., Basano, S.deA., Souza, M. M., Honda, E. R., Castro, M. B., Colodel, E. M., e Silva, J. C., Barros, L. P., Rodrigues, E. S., & Camargo, L. M. (2015). Study of the prevalence of *Capillaria hepatica* in humans and rodents in an urban area of the city of Porto Velho, Rondônia, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 57(1), 39–46.
27. Rothenburger, J. L., Himsworth, C. G., La Perle, K. M. D., Leighton, F. A., Nemeth, N. M., Treuting, P. M., & Jardine, C. M. (2019). Pathology of wild Norway rats in

Vancouver, Canada. *Journal of veterinary diagnostic investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 31(2), 184–199.

28. Simões, R. O., Maldonado Júnior, A., Olifiers, N., Garcia, J. S., Bertolino, A. V. F. A., & Luque, J. L. (2014). A longitudinal study of *Angiostrongylus cantonensis* in an urban population of *Rattus norvegicus* in Brazil: the influences of seasonality and host features on the pattern of infection. *Parasites & Vectors*, 7(1), 1–8.
29. Solórzano, A. L., Sánchez-Amador, F., G., S. S., & V., J. P. (2021). *R. rattus* y *R. norvegicus*, como reservorio de endoparásitos zoonóticos en Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 26(3), 1–9.
30. Sotillo, J., Sanchez-Flores, A., Cantacessi, C., Harcus, Y., Pickering, D., Bouchery, T., Camberis, M., Tang, S. C., Giacomini, P., Mulvenna, J., Mitreva, M., Berriman, M., LeGros, G., Maizels, R. M., & Loukas, A. (2014). Secreted proteomes of different developmental stages of the gastrointestinal nematode *Nippostrongylus brasiliensis*. *Molecular & cellular proteomics : MCP*, 13(10), 2736–2751.
31. Tarqui-Terrones, Kathia, Ramírez Carranza, Giovanna, & Beltrán Fabián, María. (2019). Evaluación de métodos de concentración y purificación de *Giardia* spp. a partir de muestras coprológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 36(2), 275-280.
32. Torres-Castro, M. (2017). Estudio sobre roedores sinántropicos como reservorios de patógenos zoonóticos en Yucatán. *REVISTA BIOMÉDICA*, 28(3).
33. Triunverí, A., & Scalise, D. (2012). *Rodents: Habitat, Pathology, and Environmental Impact*. Nova Science Publishers, Inc.
34. Viney, M., & Kikuchi, T. (2017). *Strongyloides ratti* and *S. venezuelensis* - rodent models of *Strongyloides* infection. *Parasitology*, 144(3), 285–294.
35. Wiedmer, S., Kurth, T., Buder, U., Bleischwitz, S., Entzeroth, R., & Kurth, M. (2020). Correlative light and electron microscopy of wall formation in *Eimeria nieschulzi*. *Parasitology research*, 119(8), 2667–2678.
36. Yang, D., Zhao, W., Zhang, Y., & Liu, A. (2017). Prevalence of *Hymenolepis nana* and *H. diminuta* from Brown Rats (*Rattus norvegicus*) in Heilongjiang Province, China. *The Korean journal of parasitology*, 55(3), 351–355.
37. Zamora-Giler, M. J., García-García, G. K., Sosa Fernández-Aballí, L., & Oviedo, M. C. (2020). Factores de riesgo asociados a la meningitis eosinofílica causada por *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) en Chone, Ecuador. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 72(1), 1–17.