



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ciencias

Análisis coproparasitoscópico en *Peromyscus maniculatus* (Rodentia: Cricetidae) del Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México, México

Tesis

Que para obtener el título de:

Biólogo

Presenta:

María Montserrat Rosendo Vargas

Asesor:

Dra. Petra Sánchez Nava

Coasesor:

M en CARN. Belem Flores Nava

Toluca, Estado de México, Junio de 2018

Comparación de riquezas de especies parasitas por técnica.....	19
Detección de especies zoonoticas.....	20
Resultados.....	21
Identificación de parásitos.....	21
Coccidios.....	21
Nematodos.....	23
Cestodos.....	26
Validación del inventario.....	27
Prevalencia de parasitosis.....	29
Comparación de técnicas coproparasitoscópicas.....	30
Agentes causantes de zoonosis.....	30
Discusión.....	31
Conclusiones.....	42
Literatura citada.....	43

Índice de figuras

Figura 1.A Ejemplar de <i>Peromyscus maniculatus</i>	13
Figura 1.B Distribución mundial de <i>Peromyscus maniculatus</i>	13
Figura 2.A Ubicación geográfica del Cerrilo Piedras Blancas.....	15
Figura 2.B Pastizal donde se realizó la recolecta de hospederos.....	15
Figura 3.A Trampa tipo Sherman cebada con avena.....	16
Figura 3.B Trampa colocada en pastizal.....	16
Figura 4. Medidas morfométricas.....	17
A. Largo Cabeza-Cola.....	17
B. Largo de la Oreja.....	17
C. Largo de la Cola.....	17
Figura 5. Géneros de coccidios presentes en materia fecal de <i>P. maniculatus</i>	22
A. Ooquiste no esporulado con un esporoblasto de <i>Isospora</i>	22
B. Ooquiste inmaduro no esporulado de <i>Cyclospora</i>	22
C. Ooquiste inmaduro no esporulado de <i>Eimeria</i>	22
Figura 6. Huevos de nematodos presentes en materia fecal de <i>P. maniculatus</i>	24
A. Huevo de <i>Syphacia obvelata</i>	24
B. Huevo de <i>Syphacia muris</i>	24

C. Huevo de <i>Heterakis</i>	25
D. Huevo de <i>Spirocerca lupi</i>	25
Figura 7. Huevos de <i>Taenia taeniaeformis</i>	26

Índice de tablas

Tabla 1. Medidas morfométricas de coccidios encontrados en heces de <i>P. maniculatus</i>	21
Tabla 2. Medidas morfométricas de huevos de nematodos encontrados en heces de <i>P. maniculatus</i>	23
Tabla 3. Prevalencia de parasitosis e impacto zoonotico.....	29
Tabla 4. Listado de zoonosis y su agente causante.....	30

Índice de graficas

Grafica 1. Curva de acumulación de especies ajustada al modelo de Clench para CPS directo.....	27
Grafica 2. Curva de acumulación de especies ajustada al modelo de Clench para CPS directo.....	28
Gráfica 3. Comparación de la riqueza de especies obtenidas en cada ratón por técnica coprológica.....	30

Resumen

Los estudios coproparasitoscópicos son las técnicas más empleadas para detectar protozoos, helmintos y animales; el conocimiento y monitoreo de las cargas parasitarias de animales silvestres abundantes como el ratón *Peromyscus maniculatus* son de importancia médica debido a que estos roedores interactúan con las poblaciones humanas y pueden actuar como agentes causantes de zoonosis. El presente estudio analiza mediante dos técnicas coproparasitoscópicas convencionales los parásitos gastrointestinales en *P. maniculatus* que habita en los pastizales de El Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca; para esto se procesaron las heces de 45 ratones con la técnica coproparasitoscópica (CPS) directo y CPS de flotación; la identificación taxonómica de las muestras se realizó por medio de claves de helmintos y protozoos, así como descripciones presentes en artículos especializados. Se observaron ocho géneros de parásitos de los cuales tres eran coccidios, cuatro nematodos y un cestodo. El 40% de los hospederos se encontraron parasitados por *Syphacia obvelata*, mientras que solo el 4.4% con *Taenia taeniaeformis*. Se encontró diferencia significativa en la riqueza de especies obtenidas por ratón por técnica coproparasitoscópica, siendo CPS de flotación más confiable. Las especies zoonóticas presentes fueron *Isospora* sp., *Cyclospora* sp., *Eimeria* sp., *S. obvelata* y *T. taeniaeformis*; se concluye que *P. maniculatus* se encuentra parasitado por ocho géneros de los cuales los nematodos fueron el grupo más prevalente. El CPS de flotación presentó mayor sensibilidad, finalmente este ratón es importante en la transmisión de diversas enfermedades parasitarias.

Introducción

Una de las técnicas más empleadas en parasitología son los estudios coproparasitoscópicos (CPS), existen diferentes técnicas: CPS directo o en freso, CPS de flotación, CPS de sedimentación y macro-CON. Estos permiten extraer parásitos desde protozoos, chromistas y animales como helmintos; se ha detectado desde el nematodo más común (*Ascaris lumbricoides*) hasta cestodos de gran importancia médica como *Taenia saginata* (Aquino et al., 2012; Restrepo et al., 2013).

El conocimiento de los agentes parasitarios de ratones silvestres como *Peromyscus maniculatus* Wagner, 1845 tiene importancia médica y veterinaria debido a que estos organismos, son muy abundantes e interactúan de cerca con las poblaciones humanas y pueden actuar como agentes causantes de zoonosis (Lopez et al., 2006).

En México los estudios con *P. maniculatus* son escasos (Falcón-Ordáz 2012, 2013) y solo proveen un listado de parasitosis, en el presente trabajo se pretende ampliar el número de registros para esta especie, la cual es muy abundante en el campus universitario "El Cerrillo" de la Universidad Autónoma del Estado de México y también se pretende comparar la efectividad entre los dos métodos coproparasitoscópicos más empleados.

Antecedentes

Estudios coproparasitoscópicos

El CPS directo es una técnica que facilita la observación de formas móviles como trofozoitos y larvas, es una prueba fácil, rápida y de bajo costo. Consiste en la observación en fresco de una muestra de materia fecal con solución salina, puede o no ser teñida con algún colorante. El CPS de flotación se utiliza para separar a los parásitos de otros objetos, basados en sus diferentes densidades; permite recuperar huevos y larvas de helmintos así como quistes y ooquistes de protozoos y coccidios, en esta técnica se emplean soluciones para que las formas parasitarias floten en el sobrenadante una vez terminada la centrifugación (Sixtos, 2011; Aquino *et al.*, 2012).

Se ha demostrado que la técnica CPS de sedimentación facilita la observación de protozoos parásitos, especialmente de las formas tróficas de amebas y giardias, esta técnica emplea soluciones menos densas que el CPS de flotación ya que el objetivo es que los parásitos queden asentados en el sedimento. El macro-CON es utilizado para recuperar quistes, ooquistes, huevos y larvas de protozoos, coccidios y helmintos, a diferencia de los CPS mencionados anteriormente, la muestra a observar se toma de la mitad superior del material re-suspendido. Las tres últimas técnicas mencionadas se emplean tanto para muestras de heces preservadas como en fresco (Aquino *et al.*, 2012).

Los animales silvestres presentan una moderada carga parasitaria que no siempre está relacionada con manifestaciones clínicas, ya que los parásitos son factores

que regulan la densidad poblacional también son indicadores de la estructura trófica de los ecosistemas especialmente los que tienen ciclos de vida complejos con más de un hospedero, la infección es más severa cuando los organismos se encuentran en malas condiciones ambientales (cambios climáticos, cambios en el uso del suelo, etc.). El monitoreo de las cargas parasitarias en una población de hospederos permite evaluar el impacto de diferentes actividades antropológicas y de factores ambientales sobre la salud poblacional (Pulido-Flores *et al.*, 2013; Ezquiaga *et al.*, 2014).

El examen directo es el más antiguo que se conoce, sus registros datan del siglo XVIII, cuando Antonio Van Leeuwenhoek observó y encontró trofozoitos de *Giardia lamblia* Kunstler, 1882 en sus heces (Sixtos, 2011).

A lo largo de los años se han realizado diversas investigaciones haciendo uso de técnicas coproparasitoscópicas, principalmente el método de flotación y sedimentación, para conocer las cargas parasitarias de diversos grupos de vertebrados tanto domésticos como silvestres.

Navone *et al.* (2005) hicieron una comparación de tres técnicas coprológicas, dos de sedimentación (Ritchie y Carles Barthelemy) y una de flotación (Willis) con el objetivo de determinar cuál era más eficaz. En dicho estudio analizaron 165 muestras fecales, de las cuales el 72.12% dieron positivas a parasitosis, del mismo modo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres técnicas siendo la de Ritchie la más efectiva para la recuperación de huevos de helmintos y la de Willis para la recuperación de coccidios, sin embargo la recuperación de protozoos fue similar en técnicas de sedimentación y de flotación.

En Chile, López *et al.*, (2006) realizaron estudios coproparasitológicos, con 972 perros y 230 gatos, que les permitieron encontrar diversos grupos de protozoos y huevos de helmintos como *Blastocystis* sp. Brumpt, 1912. *Endolimax nana* Brug, 1918, *Entamoeba coli* Grassi, 1879, *Giardia intestinalis* Kunstler, 1882, *Trichomonas* sp. *Toxoplasma gondii* Nicolle y Manceaux, 1908, *Toxocara canis* Werner, 1782, *Trichuris vulpis* Roederer, 1761, etc.

Aquino *et al.* (2012) Compararon cuatro técnicas coproparasitológicas con 100 muestras de heces pertenecientes a 87 pacientes en la Ciudad de México, de las cuales el 70% dieron positivas para parásitos patógenos, 3% con parásitos comensales y 27% negativas. La técnica que mostró mayor rendimiento fue la de macro-CON ya que tuvo un 70% de rendimiento en comparación con las demás, seguida de la técnica directa o en fresco.

Registros de parásitos en *Peromyscus*

Falcón-Ordaz *et al.* (2012) examinaron cinco especies de ratones (*Dipodomys phillipsii* Gray, 1841, *Liomys irroratus* Merriam, 1902, *Peromyscus difficilis* Allen, 1891, *Peromyscus maniculatus* y *Reithrodontomys megalotis* Baird, 1857) con el objetivo de ampliar el conocimiento de ecto y endoparásitos presentes en roedores distribuidos en la Cuenca Oriental de México. Documentaron la presencia de una especie de digéneo (*Caballerolecythus ibunami* Lamothe-Argumedo, 2005), dos de cestodos (*Railletina* sp. Fuhrman, 1920 e *Hymenolepis* sp.), cinco de nematodos (*Syphacia*, *Pterygodermatites parkeri* Lichtenfels, 1970, *Pterygodermatites*

peromysci Lichtenfels, 1970, *Trichuris dipodomys* Read, 1956 y *Gongylonema peromysci* Kruidenier & Peebles, 1958) y ocho de sifonápteros (*Echidnophaga gallinácea* Westwood, 1857, *Polygenis vazquezi* Vargas, 1951, *Anomiopsyllus traubi* Barrera, 1951, *Meringis altipecten* Hoff, 1951, *Jellisonia breviloba* Traub, 1950, *Pleochaetis mundusm* Jordan y Rothschild, 1922, *Plusaetis mathesoni* Traub, 1950 y *Plusaetis parus* Traub, 1950).

En Hidalgo, México, Pulido-Flores et al. (2013) analizaron los helmintos parásitos de 19 roedores de los cuales 16 pertenecían el género *Peromyscus*, uno a *Reithrodontomys* y dos no identificados, esto con el fin de detectar posibles zoonosis. Registraron cuatro especies parásitas: *C. ibunami*, *Brachylaima* sp. Dujardin, 1843, *Taenia* sp. Linnaeus, 1758 y *Aspiculuris* sp. Schulz, 1924, del mismo modo mencionan que *Peromyscus* es hospedero definitivo de las cuatro especies parásitas encontradas ya que solo se encontraron las formas adultas y que son más propensos a adquirir helmintiasis dada su amplia distribución.

Por todo lo anterior, el ratón *Peromyscus maniculatus* nos ofrece un excelente modelo de estudio por varias razones: su distribución en el campus el Cerrillo, su densidad poblacional, su cercanía con la población estudiantil, administrativa y académica y el papel que juega como hospedero de las parasitosis. De esta manera podremos responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los parásitos de *P. maniculatus*?, ¿Cómo están las prevalencias de éstas parasitosis?, ¿Algunas de las especies parásitas puede considerarse como una amenaza zoonótica?

Biología de *Peromyscus maniculatus*

Los roedores son el grupo más abundante de mamíferos con alrededor de 2700 especies, lo que equivale al 42% de las especies mamíferas del mundo, entre ellas se encuentra la especie *Peromyscus maniculatus*, también conocido como ratón Norteamericano (Figura 1A). Es un roedor perteneciente a la familia Cricetidae, se encuentra ampliamente distribuido en Canadá, Estados Unidos y en el norte y centro de México (Figura 1B); en el dorso posee una coloración que va del grisáceo al pardo, es una especie omnívora con hábitos nocturnos, pasa la mayor parte del tiempo en actividades cercanas a su nido los cuales están formados por una abundante materia vegetal, sus medidas externas son: longitud total de 12.1 a 18.2 cm, longitud de la cola 4.6 a 12.3 cm y longitud de la oreja de 1.2 a 2 cm, su peso varía de 18-35grs; sirven como alimento básico de una gran variedad de animales carnívoros (Bunker, 2001; Becerril-Tesillo, 2006; Chaisiri *et al.*, 2012; Cassola, 2016).

Esta especie de roedor se encuentra catalogada en la Red List como especie de menor preocupación debido a su amplia distribución, su alta tolerancia a diversos hábitats y porque su presencia ha ido registrada en diversas áreas protegidas (Cassola, 2016).

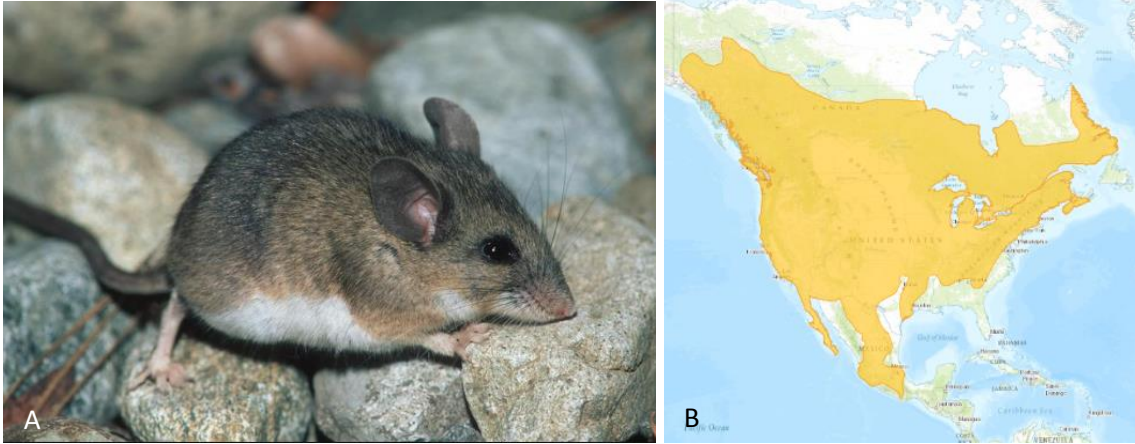


Figura 1. A. Ejemplar de *Peromyscus maniculatus* **B.** Distribución de mundial de *P. maniculatus* (Cassola, 2016)

Objetivo general

Analizar los parásitos gastrointestinales en *Peromyscus maniculatus* que habita en los pastizales de El Cerrillo Piedras Blancas, mediante dos técnicas coproparasitológicas convencionales.

Objetivos particulares

1. Identificar taxonómicamente los parásitos gastrointestinales en *Peromyscus maniculatus*
2. Calcular la prevalencia de los parásitos detectados en *Peromyscus maniculatus* de El Cerrillo Piedras Blancas, Edo. de Mex.
3. Comparar la riqueza de especies obtenidas en cada técnica coproparasitológica
4. Detectar agentes causantes de zoonosis en poblaciones humanas presentes en *Peromyscus maniculatus*

Métodos

1. Área de estudio

Este proyecto se realizó en El Cerrillo Piedras Blancas, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Toluca, Estado de México, a 2593 msnm entre las coordenadas 19°25' y 19°26' N, 99°39' y 99°40' O (Figura 2A); cuenta con un clima templado subhúmedo con precipitaciones estacionales de 738.6mm aproximadamente y una temperatura anual de 10.2°C (Álvarez-Lopezello *et al.*, 2016).

El suelo es de tipo vertisol pélico y feozem háplico, presenta rocas de tipo volcánico y clástico; el 98% de la superficie del pastizal se encuentra cubierto por vegetación que incluye 118 especies de Angiospermas de las cuales 14 son introducidas a México, esta área tiene un gran potencial para la conservación de la biodiversidad (Álvarez-Lopezello *et al.*, 2016) (Figura 2B).

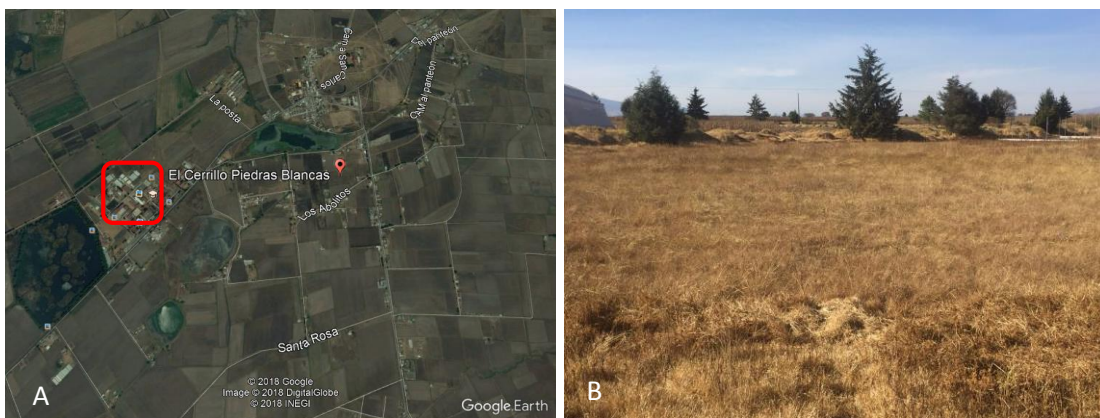


Figura 2. A. Ubicación geográfica del Cerrillo Piedras Blancas (foto tomada con Google Earth Pro), señalado en color rojo el B. Pastizal donde se realizó la recolecta de los hospederos

2. Recolección e identificación taxonómica de hospederos

Se partió de datos recolectados del muestreo preferencial realizado entre Agosto y Noviembre de 2017, se obtuvieron 45 ratones *Peromyscus maniculatus* haciendo uso de trampas similares a las tipo Sherman (Figura 3A) colocadas, en la tarde y revisadas en la mañana del día siguiente, entre el pastizal debajo de árboles y cebadas con bolas de avena con vainilla (Figura 3B), las trampas con ratones colectados se llevaron al laboratorio de Sistemas Biosustentables para extraer los parásitos.



Figura 3. A. Trampa tipo Sherman cebada con avena B. Trampa colocada en pastizal

La identificación taxonómica de los hospederos se realizó comparando las medidas morfométricas, como los son el largo cabeza-cola (Figura 4.A), largo de la oreja (Figura 4.B) y largo de la cola (Figura 4.C), con la literatura de Ramírez-Pulido *et al.* (2014).



Figura 4. Medidas morfométricas para la identificación taxonómica de los hospederos **A.** Largo cabeza-cola **B.** Largo de la Oreja **C.** Largo de la Cola

3. Extracción de parásitos y procesamiento de heces

Los ratones fueron colocados en jaulas especiales, posteriormente se les siguió alimentando con avena y vainilla hasta que se obtuvieron las heces para poderlas procesar; los hospederos fueron sacrificados con sobredosis de cloroformo para la realización de otros estudios. Las técnicas coprológicas usadas para el procesamiento de las heces fueron CPS directo y CPS de flotación con solución glucosada.

El CPS directo, consistió en colocar una pequeña mezcla de solución salina con materia fecal en un portaobjetos y observar al microscopio óptico. La técnica de CPS de flotación con solución glucosada consistió en colocar la materia fecal en un vaso de precipitado con 8ml de agua destilada, se mezcló hasta que la suspensión se volvió homogénea y se centrifugó a 1500rpm durante 1 minuto, decantar el sobrenadante, posteriormente se agrega solución glucosada al sedimento, finalmente se centrifugó a 1500rpm durante 8 minutos (Sixtos, 2011; Flores-Nava, 2014). En ambos casos se hicieron observaciones con tinción (Iugol) y sin tinción.

4. Identificación taxonómica de parásitos

La identificación taxonómica de parásitos se realizó por medio de morfometría ya que el largo y ancho de los ooquistes, huevos, quistes y trofozoitos son un carácter importante para la identificación (Ezquiaga *et al.*, 2014), claves de helmintos (Anderson *et al.*, 2009) y protozoos, así como descripciones presentes en artículos especializados (Falcón-Ordaz *et al.*, 2015). Las medidas morfométricas y las fotos se tomaron con el microscopio Labomed CXL con cámara digital iVU3100, se reportaron escribiendo el valor mínimo y el máximo, así como el promedio, la desviación estándar y el número de ejemplares medidos como lo sugieren Falcón-Ordaz y Sanabria (1999).

Para la validación del inventario se realizaron dos curvas de acumulación de especies ajustadas al modelo de Clench, se utilizó el programa Statgraphics Centurion XV y PAST versión 2.08b. Las curvas de acumulación de especies relacionan directamente la incorporación de especies con el esfuerzo de muestreo, por lo cual cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor será el número de especies encontradas, las especies comunes son las primeras en ser registradas lo que causa que la pendiente de la curva incremente, posteriormente la adición de especies raras ocasiona un descenso en la pendiente ya que el inventario aumenta, en el momento en el que la pendiente es igual a cero se concluye que se ha encontrado el total de especies parásitas en dicha zona por lo cual el esfuerzo de muestreo se finaliza (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Fórmula del modelo de Clench ($S_n = \frac{(a*n)}{(1+(b*n))}$), donde "Sn" es la riqueza, "a" es la tasa de incremento de nuevas especies y "b" el parámetro relacionado con la forma de la curva (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

5. Prevalencia de parasitosis

Se calculó la prevalencia con un intervalo de confianza del 95% con el programa Quantitative Parasitology 3.0 y con la fórmula propuesta por Bush *et al.* (1997).

La prevalencia expresa la frecuencia del parasitismo en una población y un área determinada, refiriéndose al porcentaje de hospederos en los que la infección ocasionada por una especie de parásito ha sido demostrada en un tiempo concreto, es uno de los parámetros más utilizados ya que solo se requieren datos de presencia-ausencia (Gallego, 2007; Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

$$P = \frac{\text{No. de hospederos parasitados}}{\text{No. de hospederos revisados}} \times 100$$

6. Comparación de riquezas de especies parásitas por técnica

Para comparar las riquezas de especies parásitas obtenidas en cada técnica CPS, se utilizó una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con un nivel de significancia del 5%, esta sirve para detectar una diferencia significativa entre las dos técnicas CPS, dicha prueba se calculó con la ayuda del programa Statgraphics Centurion XV. También se realizó una gráfica de barras en la cual se mostró la riqueza de especies obtenida en cada ratón por técnica CPS.

7. Detección de especies zoonóticas

Con base en los resultados obtenidos en la identificación taxonómica de las especies, se realizó una búsqueda bibliográfica para determinar cuáles son las especies parásitas de importancia zoonótica para la población de El Cerrillo Piedras Blancas.

Resultados

Identificación de especies parásitas

Un total de ocho especies gastrointestinales parásitas fueron extraídas mediante técnicas coproparasitoscópicas de heces de *Peromyscus maniculatus*, de las cuales tres fueron coccidios, cuatro nematodos y un cestodo.

Coccidios

Los tres géneros de coccidios pertenecen a la familia Eimeriidae, presentaron una pared externa, una pared interna y un esporoblasto. Vistos en objetivo de inmersión, sin tinción y extraídos por CPS de flotación. Las medidas morfométricas tomadas para la identificación de los géneros se muestran en la Tabla 1.

- *Isospora* sp.: Ooquistes no esporulados con un esporoblasto ubicado en el centro, forma ovalada (Figura 5A)
- *Cyclospora* sp.: Ooquistes inmaduros no esporulados, con esporoblasto ubicado en el centro, forma esférica, hialinos (Figura 5B)
- *Eimeria* sp.: Ooquistes inmaduros no esporulados, con esporoblasto ubicado en el lado izquierdo, forma ovalada (Figura 5C)

Tabla 1. Medidas morfométricas de los tres coccidios encontrados en heces de *P. maniculatus*

Géneros	Medidas	
	Largo	Ancho
<i>Isospora</i> sp.	24.27-26.54μ	16.72-18.22μ

	(27.14 ± 2.91, n=50)	(17.76 ± 0.46, n=50)
<i>Cyclospora</i> sp.	13-35.14μ (24.66 ± 7.5, n=50) de diámetro	
<i>Eimeria</i> sp.	19.59-29.54μ (24.98 ± 3.15, n=50)	15.51-27.3μ (21.64 ± 3.77, n=50)

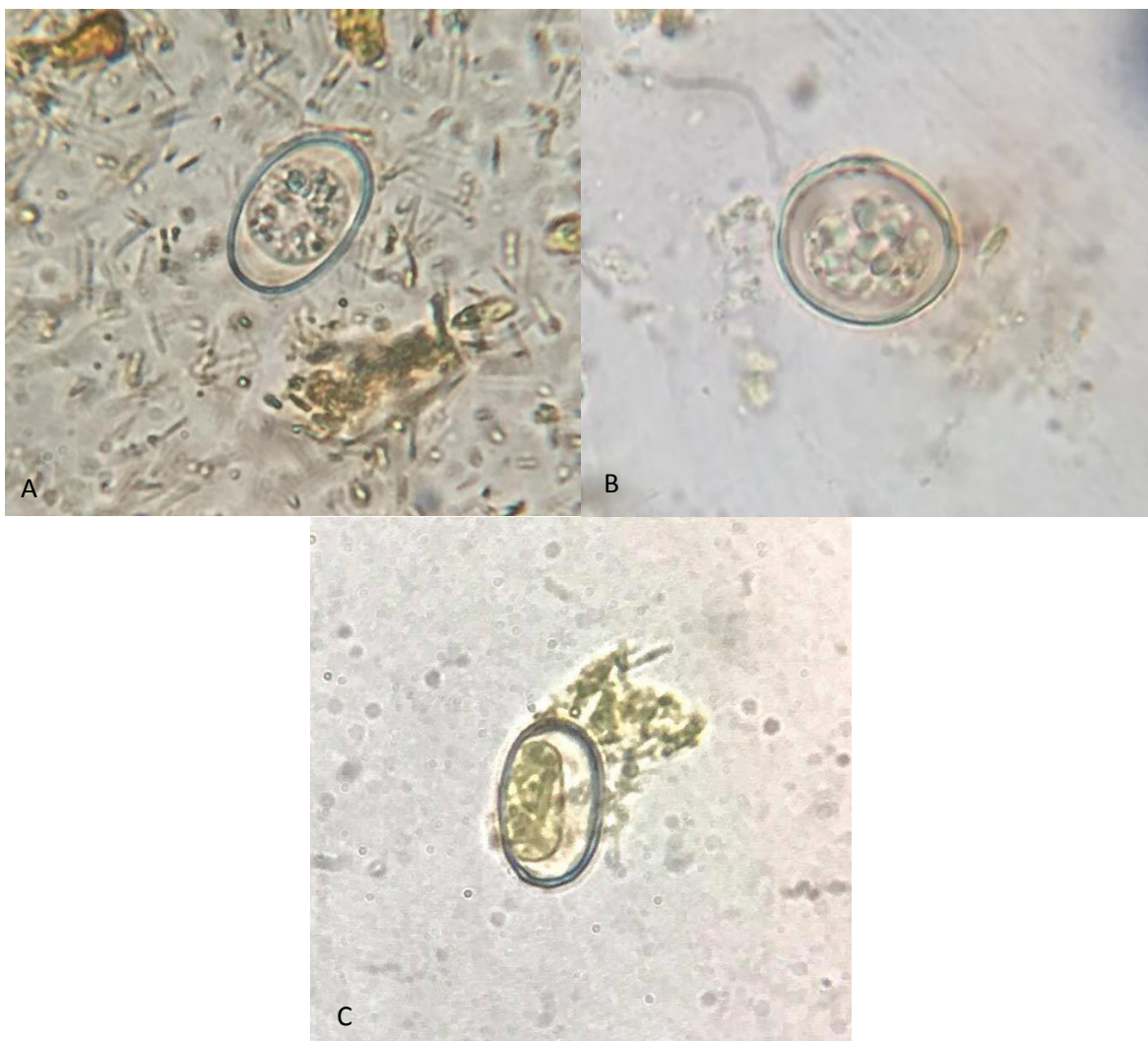


Figura 5. Géneros de coccidios presentes en materia fecal de ratón, observados con objetivo de inmersión, sin tinción. Técnica CPS de flotación. **A.** Ooquiste no esporulado con un esporoblasto de *Isospora* sp. **B.** Ooquiste inmaduro no

esporulado de *Cyclospora* sp. **C.** Ooquiste inmaduro no esporulado de *Eimeria* sp.

Nematodos

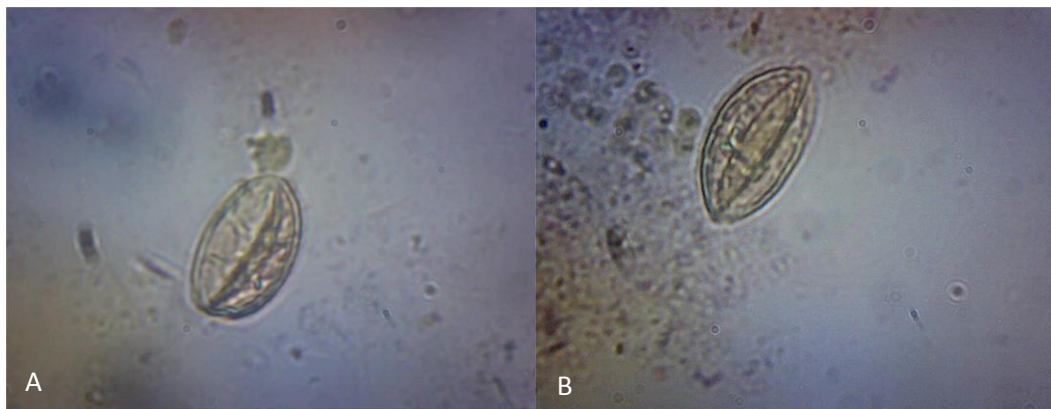
En el grupo de los nematodos se encontraron huevos de dos especies pertenecientes a la familia Oxyuridae: *Syphacia obvelata* y *Syphacia* sp., un género de la familia Ascaridae: *Heterakis* sp. y una especie de la familia Spirocercidae: *Spirocerca lupi*. Vistos a 40x y en objetivo de inmersión, teñidos con lugol y azul de metileno y extraídos con ambas técnicas coproparasitoscópicas. Las medidas morfométricas se observan en la Tabla 2.

- *Syphacia obvelata*: Huevo no embrionado operculado con forma ovalada, se observa la capa albuminoidea, posteriormente la capa de quitina y la membrana lipóide interna (Figura 6A)
- *Syphacia* sp.: Huevo no embrionado operculado con forma ovalada, se observa una envoltura semi-gruesa posteriormente la capa de quitina y la membrana lipóide interna (Figura 6B)
- *Heterakis* sp. Huevo con forma ovalada, se observa una envoltura gruesa y lisa con un cigoto en el centro no segmentado (Figura 6C)
- *Spirocerca lupi* Huevo no embrionado con forma ovalada, se observa una envoltura gruesa (Figura 6D)

Tabla 2. Medidas morfométricas de los huevos de cuatro nematodos encontrados en heces de *P. maniculatus*

Géneros	Medidas
---------	---------

	Largo	Ancho
<i>S. obvelata</i>	20.06-34.78μ (28.24 ± 5.29, n=50)	17-38.88μ (26.57 ± 6.3, n=50)
<i>Syphacia</i>	21.58-30.54μ (26.14 ± 2.55, n=50)	14.58-18.48μ (16.72 ± 1.12, n=50)
<i>Heterakis</i>	17.25-21.86μ (19.94 ± 1.29, n=50)	8.6-13.05μ (10.95 ± 1.2, n=50)
<i>S. lupi</i>	18.04-21.66μ (20.36 ± 1.03, n=50)	10-11.92μ (11.04 ± 0.53, n=50)



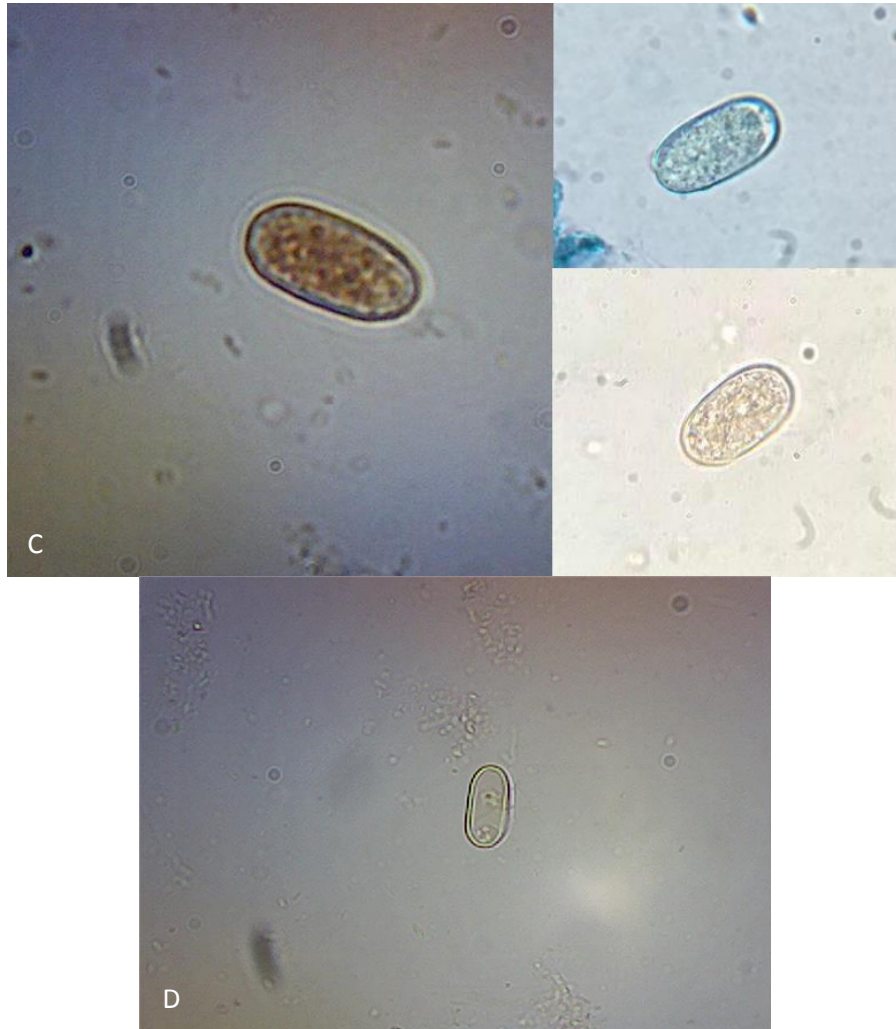


Figura 6. Huevos de nematodos presentes en materia fecal de *Peromyscus maniculatus*, visto con objetivo de inmersión. Técnica CPS de flotación. Se observa **A.** Huevo de *Syphacia obvelata*, teñido con lugol. **B.** Huevo de *Syphacia* sp., teñido con lugol. CPS directo. **C.** Huevo de *Heterakis* sp., teñido con lugol, en la parte superior derecha se observa teñido con azul de metileno y en la parte inferior derecha sin tinción. **D.** Huevo de *Spirocerca lupi*, sin tinción, visto a 40x.

Cestodos

El único cestodo que se encontró fue *Taenia taeniaeformis* (Figura 7) 23.45-77.55 μ (52.73 ± 18.97 , n=15) de diámetro, observado con objetivo de inmersión, sin tinción, extraído por CPS de flotación. Se observó un huevo esférico, con una capa de vitelo que cubre al embrióforo, que a su vez cubre la membrana oncosferal que protege al embrión hexacanto provisto con tres pares de ganchos

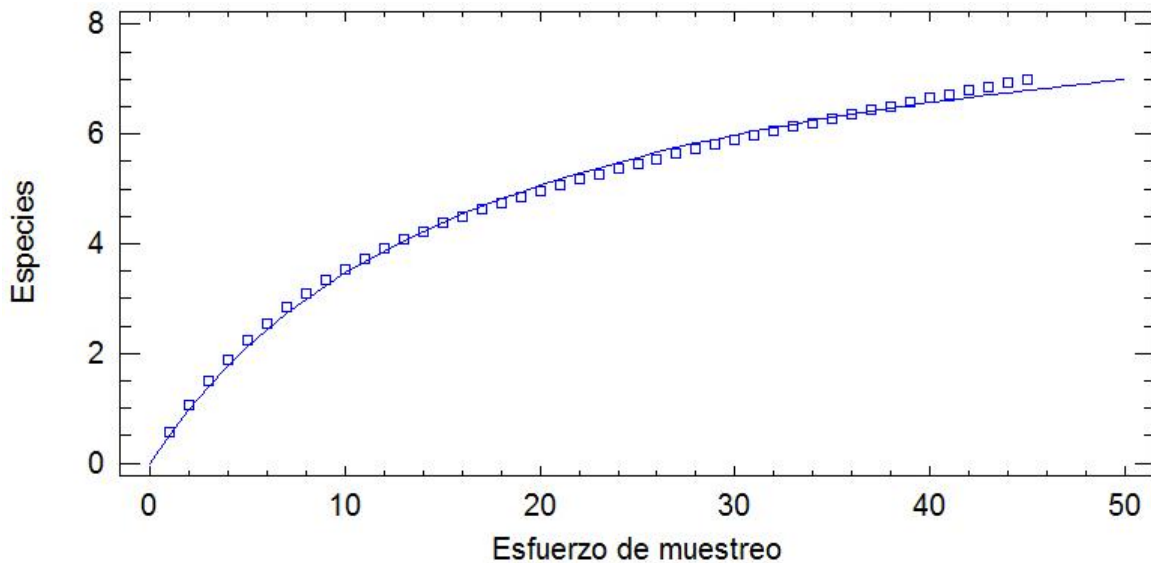


Figura 7. Huevo de *Taenia taeniaeformis*, visto en objetivo de inmersión, sin tinción. Técnica CPS de flotación.

Validación del inventario

El inventario de especies obtenidas en materia fecal del ratón norteamericano se validó con dos curvas de acumulación de especies ajustadas al modelo de Clench, una para CPS directo (Gráfica 1) y para CPS de flotación (Gráfica 2). En ambas gráficas se puede observar un buen ajuste del modelo a la curva.

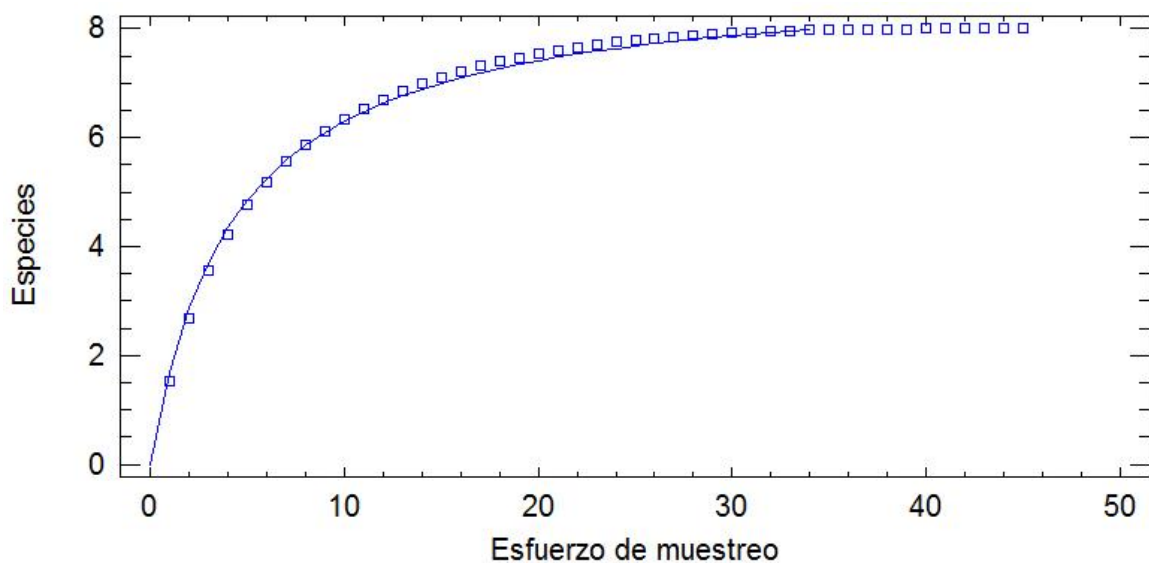
En la Gráfica 1 el valor del coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.997, un excelente ajuste al modelo. De acuerdo al modelo se estimó una riqueza de 6.78 lo que se interpreta como un total de 7 especies, faltando una especie para el total encontrado, sin embargo debido a que la pendiente presentó un valor (0.0416) menor a 0.1 el inventario puede considerarse fiable. Finalmente la proporción de fauna registrada fue de 0.722 de acuerdo con la riqueza estimada.



Gráfica 1. Curva de acumulación de especies ajustada al modelo de Clench para CPS directo, el eje de las abscisas representa el esfuerzo de muestreo o número de hospederos analizados y el eje de las ordenadas representa el

número de especies parásitas encontradas y anexadas al inventario, se observa un buen ajuste al modelo (línea azul continua) a la curva formada por las especies (cuadros azules).

Para la Gráfica 2 el valor del el valor del coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.994, lo que indica un buen ajuste al modelo. De acuerdo al modelo se estimó una riqueza de 8.22 lo que se interpreta como un total de 8 especies. Finalmente la proporción de fauna registrada fue de 0.9124 de acuerdo con la riqueza estimada y el valor de la pendiente al final de la curva que determina la tasa de entrada de nuevas especies al inventario fue de 0.0159.



Gráfica 2. Curva de acumulación de especies ajustada al modelo de Clench para CPS de flotación, el eje de las abscisas representa el esfuerzo de muestreo o número de hospederos analizados y el eje de las ordenadas representa el número de especies parásitas encontradas y anexadas al inventario, se observa un buen ajuste al modelo (línea azul continua) a la curva formada por las especies

(cuadros azules).

Prevalencia de las parasitosis

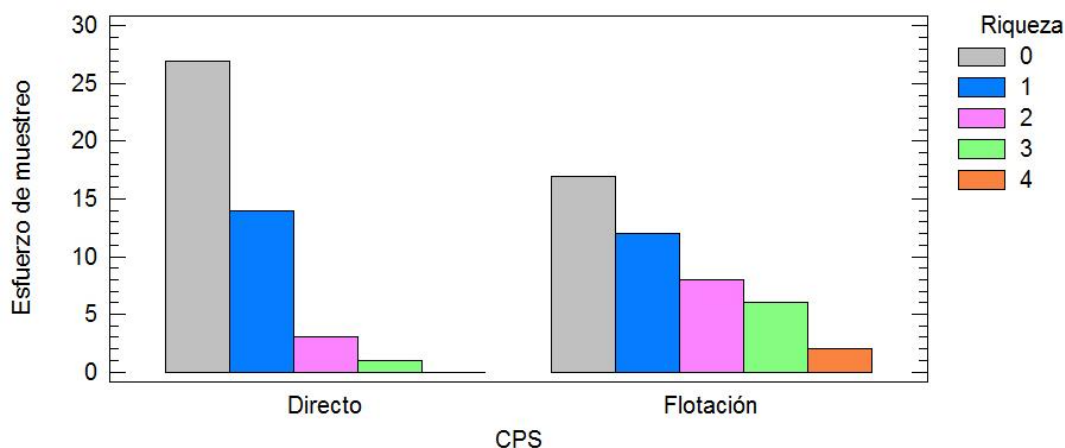
La prevalencia de las parasitosis detectadas se muestran en la Tabla 3, el 40% de los hospederos se encontraban infectados por *Syphacia obvelata* siendo este el nematodo y parasito de mayor prevalencia seguido por el coccidio *Isospora* con una prevalencia del 11.11%, finalmente *T. taeniaeformis* con el 6.67%.

Tabla 3. Prevalencia, acorde con Bush *et al.* (1997) con intervalos de confianza (95%) de parásitos encontrados en materia fecal de *P. maniculatus* e impacto zoonótico de cada uno (** medio, * bajo, ° no tiene).

Parásitos	Prevalencia n=45	Impacto zoonótico
Coccidia		
<i>Isospora</i> sp.	11.11% (0.0370-0.2406)	**
<i>Cyclospora</i> sp.	8.89% (0.0247-0.2123)	*
<i>Eimeria</i> sp.	4.44% (0.0054-0.1515)	*
Nematoda		
<i>S. obvelata</i>	40% (0.2569-0.5567)	*
<i>Syphacia</i> sp.	20% (0.0957-0.3460)	°
<i>Heterakis</i> sp.	35.56% (0.2186-0.5122)	°
<i>S. lupi</i>	22.22% (0.1120-0.3709)	°
Cestoda		
<i>T.taeniaeformis</i>	6.67% (0.0139-0.1827)	*

🚦 Comparación de técnicas coproparasitoscópicas

La riqueza de especies fue significativamente mayor con la técnica CPS de flotación ($U=1379.5$, $p=0.0016$, $\alpha=0.05$, g.l. 44), esto sugiere que la técnica CPS de flotación es más confiable que la técnica CPS directa, al momento de extraer parásitos de muestras de heces debido a que se recuperaron una mayor cantidad de parásitos (Gráfica 2).



Gráfica 3. Comparación de la riqueza de especies obtenidas en cada ratón por técnica coprológica.

🚦 Agentes causantes de zoonosis

De acuerdo a la identificación taxonómica de los parásitos se obtuvieron agentes causantes de zoonosis presentes en *Peromyscus maniculatus.*, entre los cuales están tres coccidios y dos helmintos (Tabla 4).

Tabla 4. Listado de zoonosis y su agente causante

Parásito	Zoonosis
----------	----------

<i>Isospora</i> sp.	Isosporiasis
<i>Cyclospora</i> sp.	Cyclosporiasis
<i>Eimeria</i> sp.	Coccidiosis
<i>Syphacia obvelata</i>	-
<i>Taenia taeniaeformis</i>	Teniasis

Discusión

Se identificaron ocho especies de parásitos presentes en materia fecal de *Peromyscus maniculatus*, pertenecientes al grupo de los nematodos, cestodos y coccidios, las cuales se encontraron en el 71% de los hospederos analizados, mientras que el 29% no presentaron parasitosis. Los nematodos fueron el grupo que presentó mayor prevalencia, seguido de coccidios y finalmente de cestodos (Tabla 3).

El inventario de parásitos de *P. maniculatus* en El Cerrillo Piedras Blancas es confiable ya que el modelo de Clench se ajustó bien a las curvas de acumulación de especies (Gráfica 1 y 2), esto se puede comprobar al analizar el valor del coeficiente de determinación puesto que fue menor a uno, en ambos casos, el error estándar es muy bajo, la estimación de riqueza obtuvo el mismo valor de especies encontradas en el ratón norteamericano para CPS de flotación, para CPS directo solo se obtuvieron siete especies, otro parámetro que indica que el estudio es fidedigno es la proporción de fauna registrada ya que valores superiores al 70% se consideran confiables; en cuanto a la pendiente fue de

0.0416 y 0.0159, valores menores a 0.1 indican un inventario completo y veraz (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Las infecciones por parásitos provocan cambios fisiológicos e inmunológicos en los hospederos, lo que ocasiona problemas en diferentes estudios. La mayoría de los animales silvestres son el hábitat de una amplia diversidad de parásitos, la probabilidad de adquirir o perder especies nuevas está relacionada con las características ecológicas a las que se encuentra expuesto el hospedero, es por eso que las variables ambientales como humedad y temperatura actúan como factores determinantes de la supervivencia de huevos y larvas de parásitos afectando la prevalencia (Perec-Matysiak *et al.*, 2006; Hancke, 2016).

De acuerdo a Hancke (2016), el cambio ambiental afecta directamente la estructura de la diversidad de parásitos que enfrenta un hospedero ya que afecta la dinámica poblacional de los hospederos y los estadios del parásito por fuera del hospedero; así mismo la variación de hábitat que existe en ambientes semi-perturbados como la zona de muestreo de El Cerrillo Piedras Blancas es uno de los mayores contribuyentes a la diversidad de especies, dicho autor sugiere que se da por la variabilidad en la cantidad de nichos ofrecidos y por la modificación del microclima a escala local; sin embargo las distintas especies parásitas responde de diferente manera en función de las características de su ciclo de vida, estadía, etc.

Grandes superficies con escasa cobertura vegetal favorecen el desarrollo de formas infectivas de parásitos, *Peromyscus maniculatus* es una especie de roedor que pasa la mayor parte del tiempo en el suelo por lo cual son más propensos a

infectarse con algún parásito, sin embargo el 98% del pastizal donde se colectaron los hospederos se encuentra cubierto por distintas especies vegetales, por lo cual las parasitosis se atribuyen a otros factores, por ejemplo en la época invernal estos ratones se juntan en las madrigueras para conservar calor, lo que facilita la transmisión de parásitos con ciclo de vida directo como *Syphacia* y *Heterakis* (Bunker, 2001; Álvarez-Lopezello *et al.*, 2016; Hancke, 2016).

La ingesta de diferentes tipos de alimentos es un factor que influye en la tasa de transmisión de los parásitos, esta especie de roedor se alimenta de una amplia variedad de materia vegetal, semillas, frutas e invertebrados, sin embargo la alta prevalencia de organismos con ciclo de vida directo indican la falta de ingesta de insectos por parte de estos hospederos, algunas veces tienden a la coprofagia lo que explicaría una transmisión oral-anal de las parasitosis encontradas, otra fuente de infección es el consumo de agua contaminada (Bunker, 2001; Falcón-Ordaz *et al.*, 2012; Treuting *et al.*, 2012).

En el grupo de los coccidios *Isospora* (Figura 5A) fue el de mayor prevalencia, seguido de *Cyclospora* (Figura 5B) y *Eimeria* (Figura 5C) (Tabla 1), se encontraron en fases inmaduras y no esporuladas debido a que la esporulación de los coccidios se da fuera del hospedero, esta se ve favorecida por ambientes relativamente húmedos con temperatura moderada como El Cerrillo Piedras Blancas (Lindsay *et al.*, 1997; Ezquiaga *et al.*, 2014).

Diversos estudios registran la presencia de *Isospora* en ratones como parte del ciclo de vida de este coccidio (Dubey, 1975; Frenkel y Dubey, 1972; Dubey y Melhorn, 1978; Pinckney *et al.* 1993; Lindsay *et al.*, 1997) en cuanto a *Cyclospora*

los resultados obtenidos concuerdan con registros de Pratdesaba *et al.* (2001) y García *et al.* (2014) que reportan prevalencias menores al 10%; *Eimeria* ha sido registrado en ratones de la familia Cricetidae por Chinchilla-Carmona *et al.* (2013) y en roedores de otras familias por Levine e Ivens (2007), para Wilber *et al.* (1998) y Treuting *et al.* (2012) los ratones son grandes agentes de propagación de *Eimeria*.

A los ratones como *P. maniculatus* se les considera como hospederos paraténicos de *Isospora* debido a que dentro del tracto intestinal los ooquistes permanecen no esporulados (Figura 5A) y se encuentran como organismos únicos que se parecen a los esporozoitos, dichos ooquistes esporulan en tejidos extraintestinales, es por eso que la prevalencia de estos organismos es menor en hospederos paraténicos comparada con hospederos intermediarios o definitivos. Cuando los hospederos definitivos ingieren a un hospedero paraténico, la infección se da de manera más rápida que cuando es por ingestión directa de ooquistes (Lindsay *et al.*, 1997).

Las especies perteneciente al género *Cyclospora*, se caracterizan por la producción de ooquistes esféricos, García *et al.* (2014) mencionan la presencia de dos formas de ooquistes: la inmadura no esporulada (Figura 5B) y la madura esporulada, cuando se encuentran es la segunda fase producen dos esporocistos y cada uno contiene dos esporozoitos, poseen un ciclo de vida endoepitelial monoxénico por lo que solo requieren a un hospedero definitivo en donde se desarrollan todas las fases del ciclo de vida, en este caso en el ratón norteamericano, el cual pudo ingerir este parásito al consumirlos de manera

accidental; a diferencia de *Isospora* y *Eimeria*, la temperatura ideal para la esporulación oscila entre los 20 y 25°C.

El género *Eimeria* se desarrolla en las células epiteliales del intestino delgado, los ooquistes pueden ser elípticos, esféricos u ovalados (Figura 5C), la mayor parte del ciclo de vida se da en el intestino delgado, de acuerdo a Treuting *et al.* (2012) la vía de infección más común para los ratones es el contacto con materia biológica contaminada.

En cuanto a nematodos, los géneros más comunes que parasitan a roedores son *Syphacia* y *Heterakis*, dichos organismos pertenecen al orden Oxyurida y Ascarida, respectivamente (Gönenc *et al.*, 2006; Perek-Matysiak *et al.*, 2006; Falcón-Ordaz *et al.*, 2012; Falcón-Ordaz *et al.*, 2013; Meade y Watson, 2014; Fuentes *et al.*, 2017).

La especie *Syphacia obvelata* fue el nemátodo más prevalente en *P. maniculatus*, resultados similares obtuvieron Falcón-Ordaz *et al.*, (2012), (2013) y (2016), en el mismo género de ratones y Bazzano *et al.* (2002) en *Mus musculus*; estos resultados demuestran lo contrario a lo reportado por Falcón-Ordaz *et al.* (2012) y Hancke (2016) donde menciona a *S. obvelata* como especie secundaria al tener una prevalencia menor al 20% y 10% respectivamente.

La alta prevalencia de *Syphacia obvelata* se da debido al gran número de huevos (Figura 6A) que son depositados (350 aproximadamente), a su facilidad para ser transportados por el viento y a la alta tasa de sobrevivencia en el ambiente (2 a 3 semanas); el ciclo de vida es muy corto en roedores, lo que ocasiona la infección

de un gran número de hospederos en poco tiempo, no requiere de hospederos intermediarios, estas características al igual que el tamaño y la morfología de los huevos son similares en todas las especies del género *Syphacia* (Figura 6B) lo que dificulta la diferenciación a nivel especie (Bazzano *et al.*, 2002; Dix *et al.*, 2004; Grano-Maldonado, 2014; Flores *et al.*, 2015).

De acuerdo a Pereg–Matysiak *et al.* (2006) y Meade y Watson (2014), la infección por *Syphacia obvelata* provoca un cambio en el comportamiento de los ratones, sin embargo durante la colecta de *Peromyscus maniculatus* no se observó disminución en el comportamiento exploratorio.

El segundo nematodo más prevalente fue *Heterakis* (Figura 6C), con un 36% de hospederos parasitados con este género, esto concuerda con los resultados obtenidos por Sotomayor *et al.* (2015) en *R. rattus*, Iannacone y Alvariño (2002) en otros roedores y Grano-Maldonado (2014) en *Mus musculus* donde la prevalencia de *Syphacia obvelata* es mayor a la de *Heterakis*.

Heterakis al igual que *S. obvelata* presenta una vía de transmisión anal-oral y un ciclo de vida monoxeneo o directo, lo que explica altos niveles en los parámetros de infección, la presencia de poblaciones abundantes de ratones facilita la transmisión intra-poblacional de parásitos con este tipo de ciclo de vida; en áreas urbanas y suburbanas la prevalencia tiende a ser alta (Falcón-Ordaz *et al.*, 2012; Hancke, 2016).

Del grupo de los nematodos el de menor prevalencia fue *Spirocerca lupi* (Figura 6D), es un parásito relacionado a climas cálidos-tropicales, tiene un ciclo de vida

indirecto donde el hospedero definitivo son los perros, los escarabajos son hospederos intermediarios y los ratones actúan como hospederos paratenicos, el consumo de algún escarabajo explica la presencia de huevos en las heces de los ratones (Ñancuñil *et al.*, 2002).

Los roedores como múridos y cricétidos son considerados como los hospederos intermediarios más comunes para *T. taeniaeformis*, los hospederos definitivos son animales carnívoros (perros, gatos, lobos) (Bowman, 2014). Los hospederos intermediarios (roedores, conejos) se infectan por el consumo de alimentos contaminados con cisticercos, la larva se va a los tejidos, un hospedero definitivo (animales) se alimentan de uno intermediario se parasita con los cisticercos, las larvas se transportan al intestino delgado y se adhieren a la mucosa, posteriormente se transforman en tenias adultas, las huevos (Figura 7) son desechados por medio de las heces y pueden ser transportados por medio del viento, lluvia o insectos coprófagos (CFSPH, 2005; Pulido-Flores *et al.*, 2013; Grano-Maldonado, 2014).

Hubo una gran variedad en las medidas del diámetro de los huevos de *T. taeniaeformis*, debido a que se encontró en varios estadios, es por eso que el valor de la desviación estándar fue alto; también presentaron valores bajos en los parámetros de infección (Tabla 3), estos resultados difieren a los estudios realizados por Pulido-Flores *et al.* (2013) donde mencionan la presencia de larvas en el hígado con un alta prevalencia en la misma especie de ratones en Hidalgo, México, pero son similares a los reportados por Hancke (2016) en cuatro especies

de roedores. La ingesta de agua, materia vegetal o algún insecto contaminado con huevos es una posible causa de infección para *P. maniculatus*.

El análisis estadístico indicó que existe una diferencia significativa en la riqueza de especies obtenidas en cada ratón por técnica coproparasitoscópica, siendo CPS de flotación positivo a una mayor cantidad de especies parásitas recuperadas (Gráfica 3), esto debido a que esta técnica emplea varias centrifugaciones que evitan que las formas parasitarias sean desechadas, también influye la densidad ya que es mayor que las soluciones usadas en esta técnica, Aquino *et al.* (2012) obtuvo resultados similares donde CPS directo fue la segunda técnica con las que se recuperaron mayor cantidad de huevos de helmintos, sin embargo para Navone *et al.* (2005) el CPS de flotación fue más eficaz durante la extracción de coccidios, en los resultados obtenidos en el presente trabajo no se diferencia que grupo de parásitos fue recuperado con mayor facilidad ya que el objetivo era comparar que técnica servía para obtener una mayor riqueza parasitaria en general.

Las enfermedades parasitarias se consideran por sus altas tasas de prevalencia como un problema sanitario, social y económico de gran relevancia, las parasitosis gastrointestinales son generalmente ocasionadas por helmintos. Para Chinchilla-Carmona *et al.* (2013) y González *et al.* (2013) algunos roedores de la familia Cricetidae son importantes transmisores de enfermedades virales, bacteriológicas y parasitarias, en el presente trabajo se resalta la importancia de estos roedores como vectores potenciales de parasitosis intestinales ya que los estados inmaduros de algunos parásitos (Tabla 4) son desechados por las heces, como se

mencionó anteriormente, contaminando el suelo circundante exponiendo a los habitantes cercanos a posibles zoonosis.

Los cambios en el hábitat y la urbanización provocan cambios en la ecología del hospedero y del patógeno provocando una alteración en la transmisión de enfermedades zoonóticas. La mayoría de los nematodos que parasitan a los ratones silvestres no se consideran de importancia zoonótica, sin embargo, *Syphacia obvelata* se ha reportado en humanos (Perec-Matysiak *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2015; Hancke, 2016). Es una infección poco agresiva y asintomática, más frecuente en niños menores de 10 años y en pepenadores o trabajadores de verdulerías por la falta de higiene en sus actividades diarias; la infección por este parásito se da de dos maneras: directa (oral-anal) e indirecta (inhalación) (Navidad-Hernández *et al.*, 2017).

El nematodo *S. obvelata* presenta la mayor prevalencia entre las especies zoonóticas, lo que demuestra su circulación activa dentro del ambiente, entre los medicamentos efectivos para la erradicación de las parasitosis provocadas por *Syphacia*, el albendazol es el que presenta mayor espectro de acción (Flores *et al.*, 2015).

La isosporiasis es una zoonosis de distribución cosmopolita causada por especies del género *Isospora* sp., para los humanos la especie patógena es *Isospora belli*, la infección se adquiere al consumir agua o alimentos contaminados con ooquistes esporulados, los cuales se enquistan y liberan esporozoitos en el intestino, los ratones al ser hospederos paraténicos liberan ooquistes no esporulados que se desarrollan en el ambiente y pueden ser ingeridos de manera accidental por

humanos. La sintomatología se caracteriza por diarrea intensa, dolor abdominal, pérdida de peso, comienza una semana después de la ingesta de ooquistes y puede durar de 2 a 3 semanas, los más afectados son niños y adolescentes, el uso de cotrimoxazol es el más efectivo en el tratamiento contra este coccidio (Farga-Marti, 2014).

Las especies del género *Cyclospora* provocan una enfermedad denominada cyclosporiasis en muchos animales, para los humanos la especie zoonótica es *C. cayetanensis*, se adquiere por medio del consumo de ooquistes maduros, puede ser asintomática o sintomática causando malestares similares a los provocados por otros coccidios, para tratar la enfermedad se usa un antimicrobiano denominado cotrimoxazol (García *et al.*, 2014).

La coccidiosis es una enfermedad altamente contagiosa causada por *Eimeria*, al igual que con *Isospora* y *Cyclospora* los humanos se infectan al ingerir ooquistes, un síntoma muy común es la presencia de diarrea con sangre, anemia, debilidad, deshidratación y pérdida de peso, las sulfonamidas son el tratamiento usado contra esta zoonosis (Rossanigo, 2007).

La teniasis es una zoonosis causada por especies del género *Taenia*, en el caso de *T. taeniaeformis* la infección es poco común y se da por contacto directo con heces contaminadas; a pesar de que la prevalencia de este parásito es muy baja, el riesgo de contagio a la población cercana al Cerrillo Piedras Blancas se encuentra latente (CFSPH, 2005; Pulido-Flores *et al.*, 2013; Grano-Maldonado, 2014).

La infección por *T. taeniaeformis* es asintomática, sin embargo causan pérdida de peso, puede ser tratada con antihelmínticos como praziquantel, niclosamida o mebendazol, cuando ocurre alguna complicación es necesaria una cirugía, para prevenir esta parasitosis, se requieren una buena higiene, evitar la ingesta de frutas o verduras mal lavadas, consumir agua previamente hervida (CFSPH, 2005).

Actualmente hay una deficiencia en el control y la erradicación de la parasitosis, debido a la resistencia a diversos tratamientos; la gran persistencia se da por la alta longevidad y viabilidad de los huevos en el ambiente, así como la ineficacia de los métodos de saneamiento; una correcta educación y prevención son necesarios para disminuir la contaminación del ambiente con agentes zoonóticos (Lorenzini *et al.*, 2007; Meade y Watson, 2014; Hancke, 2016).

Conclusiones

- Ocho especies parásitas se extrajeron de las heces de *Peromyscus maniculatus*
- Los nematodos fueron el grupo más prevalente en las parasitosis registradas en *P. maniculatus*, seguido de coccidios y cestodos
- Los análisis coproparasitológicos sirven para recuperar e identificar diferentes estadios de parásitos gastrointestinales. CPS de flotación presentó mayor sensibilidad en la recuperación de parásitos que CPS directo.
- El roedor *Peromyscus maniculatus* desempeña un papel importante en la transmisión de diversas parasitosis entre las cuales se encuentran: teniasis, ancylostomiasis, coccidiosis, cyclosporiasis e isosporiasis.

Literatura citada

- Álvarez-Lopezello, J., Rivas-Manzano, I. V., Aguilera-Gómez, L. I. y González-Ledesma, M. (2016). Diversidad y estructura de un pastizal en El Cerrillo, Piedras Blancas, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87:980-989.
- Anderson, R. C., Chabaud, A.G. y Willmott, S. (2009). Keys to the nematode parasite of vertebrates. Archival volumen, Editorial CABI
- Aquino, J., Vargas, G., López, B., Neri, E. y Bernal, R. (2012). Comparación de dos nuevas técnicas de sedimentación y métodos convencionales para la recuperación de parásitos intestinales. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica*. 59(4):233-242
- Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., Pulido-Flores, S. y Rodríguez-Ibarra, A. E. (2015). "Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso" en G. Pulido-Flores, S. Monks y M. López-Herrera. *Estudios en diversidad*, volumen 1, Editorial Zea Books, Nebraska.
- Bazzano, T., Restel, T. A., Magalhaes-Pinto, M. y Correa-Gómez, D. (2002). Patterns of infection with the nematodes *Syphacia obvelata* and *Asículuris tetraptera* in conventionally maintained laboratory mice. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. Rio de Janeiro. 97(6):847-853
- Becerril-Tesillo, M. (2006). Comparación de algunos parámetros poblacionales de *Peromyscus maniculatus* en áreas con diferente tipo de manejo forestal, en el rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo,

México. Tesis para obtener grado de Biólogo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Pp. 3-7

- Bunker, A. (2001). *Peromyscus maniculatus*. Animal Diversity Web. Consulta en línea el 08 de Mayo de 2018 en: http://animaldiversity.org/accounts/Peromyscus_maniculatus/
- Bush, A., Lafferty, K., Lotz, J. y Shostak, A. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Revista Parasitológica*. 83(4):575-583
- Campbell, N. y Reece, J. (2007). *Biología*. Séptima Edición. Editorial Médica Panamericana. Argentina
- Cassola, F. (2016). *Peromyscus maniculatus*. The IUCN0 Red List of Threatened Species 2016. Consulta en línea el 01 de Enero de 2018 en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T16672A22360898.en>.
- CFSPH. (2005). Infecciones por *Taenia*. Center For Food Security and Public Health. Iowa State University. Estados Unidos
- Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawineti, J., Rivas, A., Herbreteau, V. y Morand, S. (2012). Diversity of gastrointestinal helminthes among murid rodents from northern and northeastern Thailand. *Revista* 43(1):21
- Chinchilla-Carmona, M., Valerio-Campos, I., Sánchez-Porras, R., Martínez-Esquível, L., González-Paniagua, A., Valerio-Campos, L., Bolaños-Jiménez, J. y León-González, J. (2013). Parásitos intestinales y sanguíneos de 4 especies de roedores y 5 ejemplares de *Philander opossum* (Didelphimorphia: Didelphidae) capturados en la Reserva Biológica Alberto

Manual Brenes (REBAMB) de Costa Rica. Revista Ibero-latinoamericana de Parasitología. 72(2):176-184

- Dix, J., Astill, J. y Whelan, G. (2004). Assessment of methods of destruction of *Syphacia muris* eggs. Department of Laboratory Animals Science. United Kingdom.38:11-16
- Dubey, J. P. (1975). Experimental *Isoospora canis* and *Isoospora felis* infection in mice, cats, and dogs. J. Protozool. 22:416-417
- Dubey, J. P., y Mehlhorn, H. (1978). Extraintestinal stages of *Isoospora ohioensis* from dogs in mice. Revista de Parasitología. 64:689-695.
- Ezquiaga, C., Abba, A., Cassini, G. y Navone, G. (2014). Evidencias de parásitos internos en animales vivos: una población de *Chaetophractus vellerosus* (Xenarthra: Dasypodidae) como modelo de estudio coparásitológico. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85:845-853
- Falcón-Ordaz, J. y Sanabria, Am. A. (1999). Dos nuevas especies de *Stilestrongylus* (Nematoda: Heligmonellidae) parásitos de *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae) de México. Revista Biol. Trop. 47(4):929-937
- Falcón-Ordaz, J., Acosta, R., Fernández, J. A. y Lira-Guerrero, G. (2012). Helminths and siphonapterans parasites of five species of rodents in localities of the Cuenca Oriental, in the center of Mexico. Acta Zoológica Mexicana. 28(2): 287-304.
- Falcón-Ordaz, J., Fernández, J. y Ruíz-Vazquez, B. A. (2016). Distribution extension of *Syphacia* (*Seuratoxyuris*) *peromisci* Harkema, 1936 (Nematoda, Syphaciinae) parasitizing the Rock mouse *Peromyscus difficilis*

(J. A. Allen, 1891) (Rodentia, Neotominae) in Central Mexico. Check list the Journal of Biodiversity Data. 12(3):1912-1923

- Falcón-Ordaz, J., Monks, S. y Pulido-Flores, G. (2013). Nematodos parásitos de roedores de Huehuetla, Hidalgo, México. Estudios Científicos en Hidalgo y zonas aledañas. 10:64-68
- Falcón-Ordaz, J., Monks, S., Pulido-Flores, G., García-Prieto, L. y Lira-Guerrero, G. (2015). "Riqueza de helmintos parásitos de vertebrados silvestres del estado de Hidalgo, México" en G. Pulido-Flores, S. Monks y M. López-Herrera. *Estudios en diversidad*, volumen 1, Editorial Zea Books, Nebraska.
- Farga-Marti, M. A. (2014) *Isospora belli*. Control Calidad SEIMC. Servicio de Microbiología. Hospital Clínico Universitario de Valencia.
- Flores, S., Villamar, D. y Barrón M. F. (2015). Uso del albendazol en la eliminación de los nematodos oxiuridos *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetráptera* y su efecto a nivel reproductivo en ratones alfa-1D adrenérgicos, C57BL/6 y Tg(DO_{11.10})₁₀ D10/J. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México
- Flores-Nava, B. (2014). Manual de prácticas de laboratorio de Parasitología. UAEMex. México. Pp. 28
- Frenkel, J. K., y Dubey, J. P. (1972). Rodents as vectors for the feline coccidia, *Isospora felis* and *Isospora rivolta*. Revista Infect. Dis. 125:69-72.

- Fuentes, M., Sánchez-Acedo, C. y Quilez, J. (2017). Infecciones mixtas por ectoparásitos y endoparásitos en ratones y ratas de laboratorio. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(9):1-13
- Fuentes, M., Sánchez-Acedo, C. y Quilez, J. (2017). Prevalencia y grado de parasitación por *Syphacia muris* en ratas Sprague Dawley y SHR/N. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(9):1-13
- Gallego, J. (2007). Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Ediciones Universitat Barcelona.
- García, A., Guerrero, A., Magraner, J., Guna, R., Domínguez, V. y Borrás, R. (2014). *Cyclospora* y Cyclosporiasis. CCS, Servicio de Microbiología. Hospital clínico Universitario Valencia.
- Gönenc, B., Sarimehmetoglu, O. H., Ica, A. y Kozan, E. (2006). Efficacy of selamectin against mites (*Myobia muscili*, *Mycoptes musculinus* and *Radfordia ensifera*) and nematodes (*Aspiculuris tetraptera* and *Syphacia obvelata*) in mice. *Laboratory Animals*. 40:210-213
- Grano-Maldonado, M. (2014). Occurrence of gastrointestinal nematodes *Aspiculuris tetraptera* (Nitzsch, 1821) Schulz, 1927 and *Syphacia obvelata* Rudolphi, 1802 on *Mus musculus* Linnaeus, 1758 from research Vivaria in Mexico. *Revista Neotropical Helminthology*. 8(2):305-312
- Hancke, D. (2016). La comunidad de helmintos en roedores sinantrópicos de la ciudad de Buenos Aires: su relación con los ensamblajes de especies hospedadoras y su importancia zoonótica. Tesis para obtener el grado de

Doctor en Ciencias. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y naturales.

- Iannacone, J. y Alvarino, L. (2002). Helmintofauna de *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) y *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (Rodentia: Muridae) en el Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima – Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 19(3):136-141
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista iberica de Aracnología. 8:151-161
- Levine, N. y IVENS, V. (2007). Cross-Transmission of *Eimeria* spp. (Protozoa, Apicomplexa) of Rodents. A Review. Revista de Protozoología. 35(3):434-437
- Lindsay, D. S., Dubey, J. P. y Blagburn, B. L. (1997). Biology of *Isospora* spp. from humans, nonhumans primates and domestic animals. Clinical Microbiology Reviews. 10(1):19-34
- López, J., Abarca, K., Paredes, P. e Inzunza, E. (2006). Parásitos intestinales en caninos y felinos con cuadros digestivos en Santiago, Chile. Consideraciones en Salud Pública.
- Lorenzini, G., Tasca, T. y De Carli, G. (2007). Prevalence of intestinal parasites in dogs and cats under veterinary care in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Revista Braz. J. vet. Res. Anim. Sci. 44(2):137-145
- Meade, T. y Watson, J. (2014). Characterization of rat pinworm (*Syphacia muris*) epidemiology as a means to increase detection and elimination.

Journal of the American Association for Laboratory Animal Science.
53(6):661-667

- Navidad-Hernández, M., Perez-Ruiz, A., Urbina.Mata, M. y Vargas-Arzola, J. (2017). Huevos del parásito *Syphacia obvelata* en heces de ratones como riesgo de infección en humanos. Boletín de Salud. 1-4
- Navone, G., Gamboa, M., Kozubsky, L., Cardozo, M., González, M., Sisliauskas, M. y Costas, M. (2005). Estudio comparativo de recuperación de formas parasitarias por tres diferentes métodos de enriquecimiento coproparasitológico. Parasitología Latinoamericana. 60:178-181
- Ñancufil, A., Oyarzo, C., Sánchez, P., Basualdo, J. y Mellado, I. (2002). Geografía y salud: propuesta de modelo de estudio ecopidemiológico de zoonosis parasitarias a escala urbana en dos ciudades de la región patagónica. Párrafos Geográficos. 1(1):91-105
- Perec-Matysiak, A., Okulewicz, A., Hildebrand, J. y Zalesny, G. (2006). Helminth parasites of laboratory mice and rats. Revista Wiadomoœci Parazytologiczne. 52(2):99-102
- Pinckney, R., Lindsay, D., Toivio-Kinnucan, M. y Blagburn, B. (1993). Ultrastructure of *Isoospora suis* during excystation and attempts to demonstrate extraintestinal stages in mice. Revista Veterinaria de Parasitología, 47:3-4
- Pratdesaba, R.A., González, M. y Piedrasanta, E. (2001). *Cyclospora cayetanensis* in three populations at risk in Guatemala. Prevista Clínica de Microbiología. 39:2951-2953.

- Pulido-Flores, G., Monks, S. y Falcón-Ordaz, J. (2013). Helmintos parásitos de algunos roedores (Mammalia: Rodentia) en San Miguel de Allende, Tepeapulco, Hidalgo, México. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. 7:34-41
- Ramírez-Pulido, J., Sánchez, A., Aguilera, U. y Castro-Campillo, A. (2014). “North America deermouse”, Ceballos, G. (ed.) *Mammals of Mexico*. CONABIO. Pag. 371-373
- Restrepo, I. C., Mazo, L. P., Salazar, M. L, Montoya, M. y Botero, J. (2013). Evaluación de tres técnicas coproparasitológicas para el diagnóstico de geohelminths intestinales. *Iatreia*. 26(1):15-24
- Rossanigo, C. (2007). Coccidiosis y Criptosporidiosis. Enfermedades parasitarias de los bovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. Argentina: EEA INTA Anguil. p. 231-236
- Sixtos, C. (2011). Procedimientos y técnicas para la realización de estudios coproparasitológicos. *VIRBAC México*. 24:2-12
- Sotomayor, R., Serrano-Martínez, E., Tantaleán, M., Quispe, M. y Casas, G. (2015). Identificación de Parásitos Gastrointestinales en Ratas de Lima Metropolitana. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 26(2):273-281
- Wilber, P., Duszynski, D. W., Upton, S. J., Seville, R. S. y Corliss, J. O. (1998). A revision of the taxonomy and nomenclature of the *Eimeria* spp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from rodents in the Tribe Marmotini (Sciuridae). *Systematic Parasitology*. 39(2):113-135