

**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Informe Escrito Final

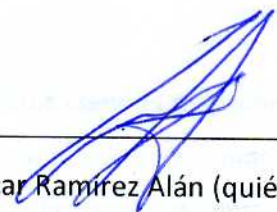
**Composición de parásitos presentes en poblaciones de mapaches (*Procyon lotor*,
Carnívora: Procyonidae) del GAM: recomendaciones para su manejo**

**Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales y Vida
Silvestre**

Katherinne Sánchez Paniagua

**Campus Omar Dengo
Heredia, 2019**

Este trabajo de graduación fue Aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales.


M.Sc. Oscar Ramírez Alán (quién preside)

Sustituye al Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Nelson Muñoz S.
Lic. Nelson Muñoz Simon

Sustituye a la Directora de la Escuela de Ciencias Biológicas


Dra. Lilliana Piedra Castro

Tutora


Dr. Mario Baldi Salas

Asesor


Dr. Luis Diego Alfaro Alvarado

Invitado especial

Resumen

Debido a la sinurbanización, mamíferos como el mapache, tienen mayor contacto con el ser humano. Esto podría generar ciertas implicaciones, como la transmisión de enfermedades y la posibilidad de zoonosis. La helmintofauna presente en *Procyon lotor* ha sido escasamente estudiada en Costa Rica. Este estudio tiene como finalidad determinar la composición de macroparásitos presentes en poblaciones de mapaches urbanos del GAM para proponer acciones para su manejo. Se analizaron muestras fecales de letrinas, excretas tomadas directamente de individuos, así como helmintofauna gastrointestinal. Se obtuvieron parásitos de cuatro Phylum con sus respectivas prevalencias. Para el Phylum Acanthocephala, el género *Macracanthorhynchus* (12.5% heces por individuo y 62.5% gastrointestinal), del Phylum Platyhelminthes, el Orden Cyclophyllidea y la Familia Anoplocephalidae (12,5% heces por individuo y 50% gastrointestinal), un parásito unicelular (protozoo) del Phylum Apicomplexa del género *Eimeria* (66.6% letrinas y 75% heces por individuo). Del Phylum Nematoda se encontró el Orden Spirurida, con el género *Capillaria* (66.6% letrina y 87.5% heces por individuo), así como la especie *Baylisascaris procyonis* (33.3% letrinas, 37.5% heces por individuo y 50% gastrointestinal). Este último ampliamente estudiado en zonas templadas y de gran importancia zoonótica. Se obtuvo la carga de huevecillos por cuatro g de heces en letrinas y en las muestras de excretas por individuo. Las letrinas se localizaron dentro de la infraestructura cerca de fuentes de alimento con diferencias en la frecuencia de visita por parte de *P. lotor*, variando según la hora y temperatura, las actividades en las letrinas por parte de los mapaches no se limitaron a la defecación. Varios factores pueden afectar la viabilidad de huevecillos y el riesgo de infección por lo que deben ser estudiados a profundidad, así como el papel ecológico que cumplen las letrinas. Para corroborar la identificación preliminar de helmintofauna es importante implementar técnicas tales como microscopía electrónica y análisis genético. Finalmente, se generaron recomendaciones para evitar el ingreso de mapaches a la infraestructura y consejos para la eliminación adecuada de letrinas y así disminuir el riesgo de zoonosis.

Agradecimiento

A mi tutora Dra. Lilliana Piedra Castro por su apoyo incondicional, paciencia y consejo, a los miembros de mi comité de tesis Dr. Mario Baldi y Dr. Victor Montenegro por sus aportes y atinadas revisiones, así como a Jorge Hernández por su colaboración en el Laboratorio de Parasitología y la buena disposición y confianza por parte del personal del Centro de Ayuda Institucional Vilma Curling Rivera.

Dedicatoria

A mi familia, quienes contribuyeron en mí previa formación educativa. A mi novio, Juan Abarca por su apoyo, paciencia y colaboración tanto en los trabajos de campo como en todas las facetas de este periodo de mi vida.

Índice

Miembros del tribunal.....	I
Resumen.....	II
Agradecimientos.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice.....	V
Índice de cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VIII
Abreviaturas.....	IX
1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
2. Metodología.....	8
2.1. Área de estudio.....	8
2.2. Métodos.....	9
3. Resultados.....	14
3.1. Presencia y caracterización de letrinas de <i>P. lotor</i>	14
3.2. Identificación de helmintofauna mediante huevecillos.....	15
3.3. Identificación de helmintofauna gastrointestinal en <i>P. lotor</i>	23
3.4. Porcentaje de prevalencias de helmintofauna en <i>P. lotor</i>	29
3.5. Carga de huevecillos en muestras de heces de <i>P. lotor</i>	29
3.6. Análisis de cámaras trampa en letrinas de <i>P. lotor</i>	30
4. Discusión.....	35
4.1. Análisis de letrinas de <i>P. lotor</i>	35
4.2. Identificación de helmintofauna en <i>P. lotor</i>	35
4.3. Porcentaje de prevalencias de helmintofauna en <i>P. lotor</i>	47
4.4. Carga de huevecillos en muestras de heces de <i>P. lotor</i>	49
4.5. Análisis de cámaras trampa en letrinas de <i>P. lotor</i>	50
5. Conclusiones.....	52
6. Recomendaciones.....	53
7. Bibliografía.....	55
8. Anexos.....	71

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Categorías de comportamiento de <i>P. lotor</i> sobre letrinas de la localidad CAI Vilma Curling Rivera, durante el periodo de muestreo.....	13
Cuadro 2	Caracterización de letrinas en CAI Vilma Curling Rivera, durante el periodo de muestreo.....	14
Cuadro 3	Medición de huevecillos de helmintos y protozoo provenientes de las muestras de las localidades de estudio durante el período de muestreo.....	15
Cuadro 4	Comparación de mediciones del largo y ancho de huevos de <i>B. procyonis</i>.....	16
Cuadro 5	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y las referencias bibliográficas de las especies de <i>Capillaria</i> reportadas en mapaches.....	18
Cuadro 6	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y las referencias bibliográficas de las especie <i>P. rara</i>...	21
Cuadro 7	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies de <i>M. hirudinaceus</i> y <i>M. ingens</i>.....	22
Cuadro 8	Coincidencias (%) de mediciones de los oocistos entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies <i>E. nuttalli</i> y <i>E. procyonis</i>.....	23
Cuadro 9	Coincidencias (%) de mediciones de los esporocistos entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies <i>E. procyonis</i> y <i>E. nuttalli</i>.....	23
Cuadro 10	Coincidencia (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies <i>B. procyonis</i> y <i>T. leonina</i>.....	24
Cuadro 11	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de la especie <i>M.</i>	

	<i>hirudinaceus</i> y <i>M. ingens</i>	25
Cuadro 12	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies <i>M. ingens</i> y <i>M. hirudinaceus</i> respecto al largo y ancho de la probóscide globular.....	26
Cuadro 13	Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de la especie <i>A. procyonis</i>.....	27
Cuadro 14	Helmintofauna gastrointestinal de especímenes de <i>P. lotor</i>, provenientes de distintas localidades del país, del proyecto piloto de mapaches en ecosistemas urbanos: código SIA 0203-12.....	28
Cuadro 15	Cargas de huevecillos por 4 g de heces en mapaches procedentes de la Universidad de Costa Rica.....	29

Índice de Figuras

Figura 1	Frecuencia de visitación de <i>P. lotor</i> por sector en la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.....	31
Figura 2	Promedio de frecuencia de visitación y promedio de temperatura por intervalo de hora en la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.....	32
Figura 3	Temperatura ambiente a la cual hubo presencia de <i>P. lotor</i> en cada sector de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.....	33
Figura 4	Actividades realizadas por los mapaches en los tres sectores de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera	34

Abreviaturas

CAI	Centro de Atención Institucional.
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reacción en Cadena de la Polimerasa).
GAM	Gran Área Metropolitana.
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).
ANDEVA	Análisis de la Varianza.

Introducción

1.1. Antecedentes

Los animales silvestres que han logrado sinurbanizarse, son aquellos con capacidad de adaptación a los ambientes fragmentados (Luniak, 2004; Ditchkoff, Saalfeld, & Gibson, 2006). El mapache (*Procyon lotor*) es un ejemplo de ello. Este es un mamífero oportunista y omnívoro (Aranda, 2000; Curtis & Sullivan, 2001; Richardson, 2014). Se le reporta siempre cerca de fuentes de agua (Aranda, 2000) y puede establecerse prácticamente en cualquier hábitat (Walker & Sunkist, 1997 y Curtis & Sullivan, 2001).

El mapache presenta una amplia distribución, que va desde el sureste de Canadá hasta la frontera norte de Panamá (Sanderson, 1991; Reid, 2009), ocupando hábitats que van desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm (Aranda, 2000). El mapache se caracteriza, excepto durante el cuidado de crías, por ser de hábitos solitarios (Huxoll, Messmer y Conover, 2010). No obstante, dada su gran adaptabilidad, algunos aspectos como su organización social, patrones de movimiento y comportamientos reproductivos varían con el tipo de hábitat, el clima y el nivel de las actividades humanas (Walker & Sunkist, 1997).

Es posible observar agrupaciones de mapaches en sitios donde se presenta disponibilidad de alimento, tales como vertederos de basura y jardines de casas. Las implicaciones más comunes producto de esta relación son daños en las propiedades y cultivos, depredación a animales domésticos, propagación de enfermedades a la vida silvestre, así como transmisión de enfermedades zoonóticas (Bjerke, Ost Dahl, & Kleiven, 2003; Ditchkoff et al., 2006; Nielsen, Defore y Bade, 2007; Inskip & Zimmermann, 2009; Hopkins, 2010).

De las implicaciones mencionadas anteriormente, la menos estudiada en la región latinoamericana, corresponde a los agentes de importancia zoonótica. Entre estos agentes se encuentran macroparásitos como los helmintos, que pueden afectar a los vertebrados, incluyendo al ser humano. Los representantes más comunes suelen ser las duelas (trematodos), las tenias (cestodos), los acantocéfalos y los gusanos filamentosos redondos (nematodos) (Samuel, Pybus, & Kocan, 2001).

Las infecciones por estos parásitos ocurren por el contacto directo con fuentes de contaminación, que por lo general, se asocian con los lugares comunes que usan los mapaches para defecar, llamados letrinas, usados generalmente por un máximo de tres individuos (Page, Swihart, Kazacos, 1998). Éstas se pueden encontrar en estructuras localizadas sobre el suelo, ramas de árboles o infraestructura como techos, cielorrasos y áticos, donde puede acumularse materia fecal (Roussere *et al.*, 2003).

Varios investigadores han estudiado la comunidad parasitaria de *P. lotor*, mediante el análisis de heces provenientes de letrinas y a nivel gastrointestinal empleando necropsias. Como es el caso de la descripción que realiza Chandler (como se citó en García, 2005), del nematodo *Gnathostoma procyonis*, en 10 mapaches capturados en Texas, Estados Unidos. De igual forma en los Estados Unidos, Clark & Herman (como se citó en Miller, 1992) encontraron en *P. lotor*, 76 especies de parásitos que incluían nematodos, protozoos, artrópodos, trematodos, acantocéfalos y cestodos. Posteriormente, Pence (1975), reportó por primera vez, el nematodo *Capillaria procyonis* en el esófago de mapaches en el sur de Louisiana, el cual es común encontrarlo en este mamífero (Schafer, Davidson, Nettles, & Rollor, 1981; Cole & Shoop, 1987; Hill, Zimmerman, Greve, & Beran, 1991; Owen, Edwards, Ford, Crum, & Wood, 2004).

Otro de los reportes de helmintofauna, es el realizado por Hoberg & McGee (como se citó en Miller, 1992), quienes examinaron 31 individuos de *P. lotor* del sureste de Canadá, encontrando sólo seis especies de parásitos. Así mismo, Snyder & Fitzgerald (como se citó en Miller, 1992) encontraron 14 especies de helmintos en 245 mapaches en el estado de Illinois. De igual manera, Smith, Kennedy, & Wilhelm (1985) encontraron en Tennessee y Kentucky, 10 especies de helmintos sin obtener presencia de trematodos. Miller (1992) determinó, en 450 mapaches del sureste de Estados Unidos 41 especies de helmintos, en su mayoría de los grupos nematodos, cestodos, trematodos y acantocéfalos. Así mismo, Birch, Feldhamer y Dyer (1994), analizaron el tracto gastrointestinal de 60 individuos, encontrando seis especies de helmintos.

Por su parte, Kresta, Henke y Pence (2009), determinaron la helmintofauna en algunos condados de Texas, Estados Unidos, encontrando un total de 20 especies de helmintos. También en Canadá, (British Columbia) por Lei Ching, Leighton, & Stephen (2000), encontraron 15 especies de parásitos en mapaches, de los cuales, cuatro trematodos

han sido reportados en aves y mamíferos, en la costa del Pacífico de América del Norte. Todos estos estudios reflejan la amplia diversidad de helmintofauna presente en *P. lotor* en ambientes templados.

Matoba et al. (2006), encontraron los primeros registros para *Porrocaecum* sp., *M. miyatai*, *Brachylaimasp.*, *Taenia hidatógene* en mapaches de Japón. Así mismo, encontraron parásitos como *Toxocara tanuki*, *Molineus legerae*, *Ancylostoma kushimaense*, *Aonchotheca putorii*, *Centrorhynchus* sp., *Centrorhynchus bazaleticus*, *C. elongatum*, entre otros. Este estudio se llevó a cabo en un total de 1688 mapaches capturados en algunas islas de Japón, tales como Hokkaido, Honshu y Kyushu, donde se considera como invasor. Además, se incorporó el análisis con PCR para una mejor identificación de estos parásitos.

A su vez, en España, Ceballos-Escalera et al. (2013), realizaron un estudio sanitario recogiendo heces de 20 letrinas de mapaches. Encontrando pocas especies de helmintos como *Pasteurella multocida*, huevecillos de *Trichuris vulpis*, *Hymenolepis nana*, *Dipylidium caninum*, segmentos de *Mestocostoides* spp., ooquistes de *Cystoisospora* spp., entre otros; sin ser ninguno de éstos de preocupación zoonótica.

Además se han llevado a cabo estudios específicos para una determinada especie de parásito, como es el caso del nematodo *Baylisascaris procyonis* en Norteamérica (Canadá y EEUU). Se determinó la presencia de este parásito y las implicaciones en la salud tanto humana como de animales silvestres. Estos estudios utilizaron las letrinas de mapaches, para obtener las muestras, ya que se consideraran como fuente importante de huevecillos (Page, Swihart y Kazacos, 1998 y Page, Gehrt, Cascione y Kellner, 2009a).

Según Roussere et al. (2003), se han encontrado afectaciones del sistema nervioso central en más de 90 especies de aves y mamíferos debido a la infección con *B. procyonis*. Así como 14 casos conocidos de migración de larvas al cerebro en los seres humanos, en su mayoría niños menores de dos años; resultando cinco de éstos en casos fatales (Pai et al. (2007). Adicionalmente, Murray & Kazacos (2004), realizaron una revisión en diversos estados de EEUU sobre casos de encefalitis y otras afecciones a nivel del sistema nervioso central en seres humanos provocados por este nematodo.

En la región mesoamericana, entre los estudios relacionados con helmintofauna en mapaches, se encuentra lo reportado por García, (2005) con la presencia de la especie *G.*

procyonis en México. Así como el reporte de *Macracanthorhynchus ingens* en Nicaragua según Richardson (2014).

En Costa Rica Carrillo (1990), señaló que *P. lotor* representa un mamífero de importancia, ya que transmite varias enfermedades en Norteamérica. Así mismo, se analizó la dieta de *P. lotor* en el Parque Nacional Manuel Antonio (Puntarenas), sin considerar aspectos relacionados con parasitología (Carrillo Wong, & Rodríguez, 2001). Únicamente Rodríguez-Ortíz, García-Prieto y Pérez-Ponce de León (2004) reportaron tres especies de parásitos trematodos (Digena) en mapaches. Recientemente Baldi et al. (2016) reportaron la presencia de *B. procyonis* en mapaches.

Hace 10 años, se empezó a reportar la presencia de mapaches en las zonas urbanas, principalmente en la provincia de San José (región sureste). Esta situación propició el desarrollo de un plan de intervención, en el 2006 (Narváez, 2014). Para este plan se realizó un taller para establecer un protocolo de manejo con mapaches urbanos, conformado por instituciones como el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), la Asociación Preservacionista de Flora y Fauna Silvestre (APREFLOFAS) y el Área de Conservación Central (ACC); sin embargo, no hubo continuidad debido a la falta de recursos económicos (Narváez, 2014).

Actualmente, la problemática se ha extendido a todo el país especialmente en zonas urbanizadas, en su mayoría residencias que colindan con zonas ribereñas, así como de mayor actividad turística en las zonas costeras (Narváez, 2014). Narváez (2014) desarrollo un mapa de áreas de conflicto dentro del GAM y una de sus conclusiones es la apreciación negativa de parte de la población sobre los mapaches, especialmente en relación a la potencial transmisión de agentes causantes de enfermedades zoonóticas.

Dada esta preocupación expresa de la sociedad, surge la necesidad de investigar y generar información de línea base en temas relacionados con la presencia de helmintofauna, su relación con las letrinas, y las implicaciones que esto conlleva a la ecología y bienestar de animales silvestres, domésticos y a la salud humana. Esto para generar un panorama general sobre la incidencia de endoparásitos tales como los presentes en *P. lotor* de las zonas urbanas del país.

1.2. Justificación

Los mapaches forman parte de la fauna nativa de nuestro país, estableciéndose en diversas zonas, incluyendo la Gran Área Metropolitana. Podemos encontrar a esta especie en ambientes naturales y alterados como bosques, herbazales, bosques ribereños, incluso ciudades. El hábitat potencial de este mamífero ha sufrido alteraciones producto de las actividades antropogénicas, a pesar de ello, ha mostrado una gran plasticidad de comportamiento que le ha permitido sobrevivir a un ambiente cambiante, colonizando espacios abiertos, parques públicos, rellenos sanitarios, edificios, jardines, etc.

Esta plasticidad comportamental ha favorecido la colonización de áreas urbanas, que son un nicho con menor presión de competencia interespecífica que las áreas naturales. Han aprovechado los desechos generados por las actividades diarias de las poblaciones humanas, para obtener fuentes de alimento tales como basura y comida de mascotas, además de zonas de refugio como los cielorrasos, techos y áticos, utilizando incluso espacios para la reproducción.

El aprovechamiento que realizan los mapaches de la infraestructura humana, en ocasiones tiende a generar un conflicto. Entre las principales molestias que se reportan, están las perturbaciones por el ruido dentro de viviendas o instituciones que realizan los mapaches durante sus desplazamientos; las pérdidas económicas por daño en infraestructura al establecer madrigueras y letrinas y enfrentamientos con animales domésticos por alimento y territorio.

Estos conflictos se acentúan en la medida en que se ofrecen espacios que pueden ser colonizados por los mapaches. El mal manejo de residuos propicia el acercamiento de *P. lotor*, además la infraestructura con problemas de mantenimiento especialmente a nivel de techos y cielorrasos, con aberturas generadas por el deterioro y la presencia de láminas de zinc en mal estado, se convierten en sitios idóneos para establecer madrigueras o letrinas, dichas condiciones suelen presentarse con frecuencia en nuestras ciudades. Debido a lo descrito anteriormente, es indudable que nuestras propias actividades propician la cercanía con la fauna silvestre.

Dada esta cercanía con los humanos, *P. lotor* al igual que otras especies silvestres, puede convertirse en un riesgo sanitario, asociado con la carga parasitaria que podrían presentar. Pudiendo propiciar la transmisión de enfermedades, por lo que es preocupante que los mapaches se estén estableciendo también en áreas donde hay altas densidades de personas, como son centros educativos, museos, centros penitenciarios, centros comerciales, casas de habitación entre otras, lo cual aumenta la exposición potencial.

En el caso de Costa Rica, esta exposición potencial no ha sido estudiada. Tampoco han sido evaluados otros aspectos relacionados en esa temática como las comunidades de macroparásitos y mecanismos de dispersión de enfermedades, ya sea en áreas naturales o urbanas. Sin embargo, en otras regiones, principalmente en zonas templadas, se ha demostrado la importancia de este tópico para el manejo de los conflictos vida silvestre-humano, reportándose casos de zoonosis con graves implicaciones en la salud y en algunos casos muertes.

A pesar de este conflicto, los mapaches y otros animales que utilizan las ciudades como su hábitat, pueden favorecer el confort de los habitantes con su presencia, así como el interés por la fauna silvestre, debido a que es una especie carismática, inteligente e incluso tierna que llama la atención. También suelen suplir las necesidades humanas de contacto con la naturaleza y provocar un ejemplo placentero en medio de la agitación de las urbes.

Por ende, esta investigación es una contribución para entender algunos aspectos relacionados con el riesgo sanitario que puede ocasionar la carga parasitaria de los mapaches en poblaciones humanas vulnerables. Esta información permitirá el establecimiento de posibles implicaciones en la salud humana y animal, con aportes sobre medidas de manejo en búsqueda de reducir el conflicto vida silvestre-humanos y asegurar la conservación de esta especie en las ciudades.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la composición de macroparásitos presentes en poblaciones de mapaches urbanos del GAM, con la finalidad de proponer medidas de manejo.

1.3.2. Objetivos específicos

Establecer la presencia de diferentes familias y géneros de macroparásitos en las heces y tracto gastrointestinal de mapaches del GAM.

Evaluar la prevalencia de macroparásitos y cargas de huevos en heces de mapaches del GAM.

Proponer medidas de manejo que contribuyan a reducir el riesgo de zoonosis por parasitosis asociadas a los mapaches en los sitios de estudio.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

El muestreo se realizó en el Gran Área Metropolitana (GAM), durante los meses de Marzo y Agosto del 2015, y los sitios seleccionados fueron aquellos estudiados previamente por Narváez (2014).

Las dos localidades seleccionadas dentro del GAM fueron:

1. CAI Vilma Curling Rivera anterior Centro Penitenciario el Buen Pastor, distrito de San Rafael Arriba, cantón de Desamparados, provincia de San José, entre las coordenadas 09°53'42,89"N, 82°04'59,52" O. El área total de la propiedad es de 4 hectáreas. Colinda con el río Cañas al norte, con la carretera principal al sur, al este y oeste con sector residencial.
2. Reserva Leonelo Oviedo, distrito San Pedro, cantón Montes de Oca, provincia de San José entre las coordenadas 09°56'14.79"N, 84° 3'2.43"O. El área total de la reserva es de 1.7 hectáreas, la recorre la quebrada Los Negritos (afluente del río Torres), se encuentra dentro del campus de la Universidad de Costa Rica, colindando con varias instalaciones de la universidad.

El criterio de selección de los sitios fueron reportes previos de conflictos entre los seres humanos y/o animales domésticos con mapaches durante todo el año, la proximidad a cuerpos de agua y áreas con cobertura vegetal, que podrían responder a las necesidades de desplazamiento y alimentación de este mamífero. De igual manera se consideró la seguridad para la instalación del equipo y las personas que realizaron el muestreo.

En la localidad de muestreo uno, se revisaron tres sectores en busca de letrinas. El sector uno, correspondió a Casa cuna. Este sector consta de comedor, cocina, área de juegos, dormitorios y patio de pilas, está destinado para albergar a las privadas de libertad que tienen hijos que aun necesitan de los cuidados de su madre. El sector dos, correspondió a Área médica, donde se encuentran las instalaciones para la atención médica de la institución. El sector tres, correspondió a Aulas. Este espacio está destinado para reuniones y clases que reciben algunas privadas de libertad en dicho centro.

2.2. Métodos

Se realizó una búsqueda intensiva de letrinas en las áreas verdes y la infraestructura de acuerdo a lo indicado por el personal de la institución. Principalmente, en la base de arbustos y ramas, estructuras horizontales como escombros apilados que suelen ser escogidos por los mapaches como letrinas, así como en los techos o cielorrasos (Page *et al.*, 1998; Roussere *et al.*, 2003).

En la localidad uno, una vez localizada la letrina, se ingresó por el sector que presentó fácil acceso. Un oficial acompañó a los investigadores durante la toma de datos, extracción de material fecal y colocación de las cámaras trampa. A cada letrina se le midió tanto el largo como el ancho (m), además se tomaron fotografías de cada una.

Se caracterizó el tipo de sustrato acorde con las siguientes categorías, A) Concreto, B) Tierra, C) Árbol, D) Hojarasca, E) Escombros, F) Cielo rasos, G) Techos y H) Otros. Además se anotó aspectos tales como presencia o ausencia de vegetación circundante, altura de la letrina (m). Se midió la distancia entre la letrina (m) y fuentes de alimento. A cada letrina se les asignó un número y se tomó su ubicación mediante la utilización de un receptor GPS marca MAP 78.

En el marco del proyecto “Conflicto entre mapaches y humanos: Una solución integral de manejo y evaluación de riesgo para la salud pública”, código 111-B4-662, inscrito en la Dirección de Investigación de la Universidad Nacional, se analizaron las heces colectadas mediante las capturas de mapaches con trampas Tomahawk®. Se visitó la Reserva Leonelo Oviedo en la Universidad de Costa Rica, dos veces por mes durante tres meses.

La identificación de las heces de mapache se realizó según la descripción de Aranda (2000), la cual establece que éstas presentan forma cilíndrica, de coloración pardo, gris o negro y de aproximadamente uno a 2,5 cm de diámetro por cinco a 10 cm de largo. Posteriormente, se procedió a recolectar una muestra de entre 16 y 50 g aproximadamente de heces por letrina, empleando la metodología propuesta por Roussere *et al.* (2003) y Page, Gehrt, Titcombe y Robinson (2005) con modificaciones. En el caso de la localidad 2, se recolectaron la totalidad de las excretas en cada jaula.

En la localidad uno, se colectaron las heces más frescas, según la coloración que presentaban (marrón: heces frescas, negras: heces viejas), se colocaron en bolsas plásticas de cierre hermético grandes y se pesaron en una balanza digital marca AWS (+/-0,005 g). Para evitar la contaminación de muestras, los instrumentos utilizados fueron esterilizados previamente empleando alcohol al 70% y flameo.

La manipulación de las heces de *P. lotor* se realizó aplicando las siguientes medidas de precaución: se utilizó mascarilla, guantes de vinilo y vestimenta exclusiva para este fin como pantalón de mezclilla, gabacha y botas. En la localidad dos no se utilizó vestimenta especial ni mascarilla. Una vez recolectadas las muestras de heces, se efectuó un lavado de manos con abundante jabón y posteriormente alcohol en gel (o alcohol líquido al 80%). La vestimenta fue remojada en cloro (3.5%) y en agua hirviendo.

Las muestras se guardaron en una hielera a ~cuatro °C y fueron almacenadas a -20 °C (Page et al., 2009a) en el Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria. El análisis de las heces se realizó con la técnica de flotación fecal, aplicando el método de flotación de Sheather, (Foreyt, 2001) en el Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria. Se agregó 50 ml de solución salina (0,9%) a cuatro g de heces, se maceró para homogeneizar y se tamizó la mezcla a otro beaker.

Se colocaron 14 ml de la mezcla y se centrifugó por cinco minutos a 1000 rpm, en tres ocasiones consecutivas. Se eliminó el sobrenadante, y al sedimento se le agregó solución hipersaturada (solución de Sheather) hasta formar convexidad, posteriormente se colocó el portaobjetos sobre el tubo de ensayo para ser llevado a la centrifuga a 1000 rpm durante 10 minutos. Posteriormente el portaobjetos se observó al microscopio (10 x) (Hernández, 2010).

La identificación se realizó con la ayuda del personal técnico del laboratorio y el material bibliográfico de referencia. Se tomaron medidas del largo y ancho de los huevecillos con la escala micrométrica del lente del microscopio. Se midió al menos cinco huevecillos de igual morfología o la cantidad mínima encontrada.

Se realizó una comparación de la morfología de los huevecillos mediante imágenes y descripciones bibliográficas. Se determinó el porcentaje de coincidencias comparando el largo y ancho (promedios, máximos y mínimos) de los huevecillos con los datos reportados en la literatura. Para los huevecillos del género *Eimeria*, que no se encontraban esporulados (con esporocistos desarrollados), se aceleró este proceso colocando el sobrenadante con dicromato de potasio al 2%, se cubrió con papel de aluminio y se dejó reposar durante 15 días (Hernández, 2010).

La especie de acantocéfalo, *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, aunque no se ha reportado en mapaches, se considera un parásito cosmopolita, que puede infectar mamíferos carnívoros (Miller, 1992; Bowman, 2014; Mehlhorn, 2016 y Gideon informatics & Berger, 2018), debido a lo anterior, se tomó en cuenta para realizar las comparaciones.

Se determinó el porcentaje de prevalencia de la helmintofauna a nivel de huevecillos, para las muestras provenientes de la localidad dos, utilizando la fórmula de prevalencia descrita por Guzmán-Cornejo, García-Prieto, Rivas-Lechuga, Mendoza-Garfias, Osorio-Sarabia y Montiel-Parra (2012). Para la localidad uno, se redefinió la fórmula de prevalencia de Guzmán et al. (2012), ya que las características del sitio y los datos obtenidos no se ajustaron al planteamiento de la fórmula establecida. Se utilizó la siguiente fórmula de prevalencia:

$$\frac{\text{\# de letrinas con presencia del parásito identificado}}{\text{\# de letrinas muestreadas}} \times 100$$

Los helmintos adultos se obtuvieron mediante autopsias realizadas a individuos de *P. lotor*, con muestras provenientes del proyecto piloto de mapaches en ecosistemas urbanos: código SIA 0203-12. Las muestras previamente guardadas en alcohol al 70% fueron analizadas empleando un microscopio y estereoscopio, y se identificaron al menor nivel taxonómico posible, con la ayuda del personal del Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria y el material bibliográfico. Se realizó una separación por

sexo en frascos, midiendo el largo y ancho de los parásitos, además se anotó el número total de helmintos presentes por localidad.

A los parásitos del Phylum Acanthocephala se les realizó un corte transversal colocando la región anterior entre un portaobjetos y cubreobjetos. Se agregó glicerina abarcando la totalidad del cubreobjetos y se calentó hasta ebullición. Se retiraba la muestra por unos segundos y se repetía el procedimiento, hasta que se logró el aclarado deseado.

El porcentaje de prevalencia utilizado para los parásitos adultos fue el descrito por Guzmán et al. (2012), asumiendo que la muestra provenía de individuos diferentes.

Para determinar la carga de huevecillos se contó la cantidad de huevos observados bajo el cubreobjetos provenientes de una muestra de cuatro g de heces (Dryden, Payne, Ridley y Smith, 2005). Para los casos en que los huevecillos eran abundantes se contó el número observado en una sección de 3.46 mm^2 de área y se extrapoló a los 324 mm^2 del área total del cubreobjetos, este procedimiento se realizó para *B. procyonis* y *Eimeria* sp.

Además se colocó una cámara trampa marca Bushnell por sitio con letrina. Se colocaron en la posición donde se observaba la mayor parte de la misma, a no más de un metro de distancia, y se activó cada vez que detectó movimiento, registrando la fecha, hora y temperatura. Se revisaron mensualmente por aspectos logísticos. En el sector Aulas se obtuvieron registros solo durante tres meses, debido a que la letrina de dicho sector fue detectada durante el transcurso del muestreo.

La frecuencia de visitación se consideró como la sumatoria por día del número de ocasiones en las que se presentó una fotografía con la presencia de *P. lotor*. Los datos de visitación se evaluaron con el programa estadístico SPSS, para determinar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Pruebas Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks) y homogeneidad de varianza (Prueba de Levene). Los datos no presentaron normalidad, ni homogeneidad de varianza por lo que se emplearon pruebas no paramétricas.

Para determinar diferencias en la frecuencia de visitación de los mapaches entre los sectores, en el programa estadístico SPSS, se realizó un análisis de varianza no paramétrico usando la prueba Kruskal-Wallis (ANDEVA de una vía). Para determinar diferencia entre grupos, se realizó en el programa estadístico R, la prueba a posteriori de Bonferroni-Dunn.

Las diferencias en la frecuencia de visitación respecto a la hora, se evaluó con el programa estadístico R, mediante un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Mediante el análisis de varianza no paramétrico Kruskal-Wallis, en el programa estadístico SPSS se analizaron las diferencias de temperatura entre sectores. Para determinar entre cuales sectores había diferencia se aplicó la prueba a posteriori Bonferroni-Dunn empleando el programa estadístico R.

Se obtuvieron los promedios de la frecuencia de visitación por sectores, por hora y los promedios de temperatura. Se graficaron los datos en el programa Microsoft Excel. Para determinar la correlación entre la temperatura y la frecuencia de visitación se aplicó la correlación de Spearman, empleando el programa SPSS.

Los comportamientos de los mapaches cuando se encontraban sobre las letrinas se clasificaron en las siguientes categorías:

Cuadro 1. Categorías de comportamiento de *P. lotor* sobre letrinas de la localidad CAI Vilma Curling Rivera, durante el periodo de muestreo.

<u>Categoría</u>	<u>Actividad</u>
A	Caminar
B	Olfatear
C	Observa cámara
F	No se distingue la actividad
I	Observar agujero
J	Defecar
K	Orinar
L	Buscar
M	Comer
N	Agarrar
Ñ	Posición de excreción
O	Acicalarse

Se determinó los porcentajes de frecuencia de cada comportamiento de los mapaches sobre las letrinas y se graficó empleando el programa Microsoft Excel.

3. Resultados

3.1. Presencia y caracterización de letrinas de *P. lotor*.

En tres sectores en el CAI Vilma Curling Rivera, se encontró letrinas. La letrina uno correspondió al sector de Casa cuna. La letrina dos se ubicó en el sector de Área médica y la letrina tres en el sector Aulas, esta última localizada durante Junio, posterior al inicio de la toma de datos (Anexo 1).

El tipo de sustrato donde se encontraron las letrinas fue el sustrato F, con ausencia de vegetación circundante. Se encontraron seis fuentes de alimento potencial: tres basureros de desperdicios orgánicos, un área donde se coloca alimento para gatos, área de comedor y un árbol frutal (mango). La altura a la que se encontraba cada letrina, su tamaño y la distancia entre la letrina y la fuente de alimento más cercano varió entre ellas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización de letrinas utilizadas por *P. lotor* en CAI Vilma Curling Rivera, durante el periodo de muestreo.

Número de letrina	Coordenadas geográficas	Altura (m)	Distancia de alimento (m)	Dimensión de la letrina (m)	Observaciones
1	9°52'33.08"N 84° 4'40.37"O	2.30	• Basurero1: 24.38 • Árbol de mango:13.09 • Comida de gato: 67.40 • Basurero 2: 82.90 • Cocina: 17.23 • Basurero 3:133.10	0.62 X 0.60	Fibrolit
2	9°52'32.95"N 84° 4'40.56"O	3	• Basurero1: 32.03 • Árbol de mango:8.20 • Comida de gato:63.36 • Basurero 2: 78.51 • Cocina: 22.99 • Basurero 3:136.42	2.10 X 0.38	Fibrolit
3	9°52'33.13"N 84° 4'43.10"O	2.30	• Basurero 1: 97.29 • Árbol de mango: 72.36	3.70 X 1.70	Tablilla

- **Comida de gato:** (Madera)
14.85
 - **Basurero 2:** 42.84
 - **Cocina:** 95.05
 - **Basurero 3:** 138.55
-

En las letrinas encontradas se colectaron muestras de heces viejas (color negruzco) excepto para la letrina uno, misma donde también se obtuvo muestra de heces frescas (color café claro). En la letrina uno se recolectó 16.7 g de heces frescas y 48.6 g de heces viejas. En la letrina dos se recolectó 18.8 g de heces viejas y en letrina tres se recolectó 45.3 g de heces viejas.

3.2. Identificación de helmintofauna mediante huevecillos

Tanto en el CAI Vilma Curling Rivera como en la Universidad de Costa Rica se logró identificar preliminarmente diferentes taxones de helmintofauna procedente de huevecillos.

Para el **Phylum Nematoda** se obtuvo dos especies y un Orden, correspondientes a *Baylisascaris procyonis* se midió 27 huevecillos, con largos entre 60-80µm y anchos entre 57.5-70µm, *Capillaria procyonis* con 21 huevecillos, con largo entre 50-70 µm y ancho entre 20-32.5 µm y en el Orden Spirurida, los huevecillos fueron tres, con un largo de 47.5-55µm y un ancho de 20-22.5µm.

Para el **Phylum Acanthocephala**, se presentó la especie *Macracanthorhynchus ingens* con cinco huevecillos, cuyas dimensiones fueron de largo 92.5-107.5µm y ancho 50-62.5µm (Cuadro1).

El **Phylum Platyhelminthes** presentó el Orden Cyclophyllidea con dos huevecillos con largo entre 75-80µm y ancho 75-75µm. Además, se identificó un parásito no helmíntico, unicelular (protozoo) del **Phylum Apicomplexa**, Orden Coccidia, género *Eimeria*, con 66 huevecillos (oocystos) de largo 15-24µm y ancho 12.5-20µm y esporocistos con largo entre 7.5-12µm y un ancho entre 7.5-10 µm (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medición de huevecillos de helmintos y protozoo provenientes de las muestras de heces de *P. lotor*, de las localidades de estudio durante el periodo de muestreo.

Huevecillos	Largo (µm)	Ancho (µm)	Esporocistos			
			Largo sin cáscara (µm)	Ancho sin cáscara (µm)	Largo (µm)	Ancho (µm)
<i>B. procyonis</i> .	71.74± 6.47(27)	61.01± 3.27(27)				
<i>Macracanthorhynchus</i> <i>sp.</i>	102.5± 5.86(5)	56.5± 5.18(5)	72.50 ± 2.04(4)	31.25± 6.61(4)		
<i>Capillaria sp.</i>	59.04±4.83 (21)	25.02±4.45 (21)				
<i>Eimeria sp.*</i>	19.8±2.29(66)	15.9± 2.08(66)			9.8±1.82(27)	8.05±1.05(27)
Orden Cyclophyllidea	77.5± 3.53 (2)	75± 0 (2)	40(1)	37.5(1)		
Orden Spirurida	50 ± 4.3 (3)	21.6 ± 1.4 (3)				

*Representa parásito protozoario.

Respecto al primer tipo de huevecillos clasificados preliminarmente como pertenecientes al **Phylum Nematoda**, basados en las características morfológicas (Anexo 2), el largo y ancho de los huevecillos y las mediciones según la revisión bibliográfica realizada, coincidieron con la especie *B. procyonis* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de mediciones del largo y ancho de huevos de *B. procyonis*.

<i>Baylisascaris procyonis</i>		
Referencias	Largo	Ancho
Kazacos (2001)	x	x
Kazacos (2001)	x	x
Murray (2002)	x	x
Kazacos (2006)	x	x
Kazacos (2006)	x	x
Sprent (1968)	x	x
Piñero et al. (2012)	x	x
Piñero et al. (2012)	x	x
Sorvillo et al. (2002)	x	x
Gavin, Kazacos y Shulman (2005)	x	x
Wise, Sorvillo, Shafir, Ash y Berlin (2005)	x	x
Bade, Jiménez, Poole y Feldhamer (2012)	x	
Total de coincidencias	13	12
Porcentaje de coincidencias	100%	100%

El segundo tipo de huevecillos clasificados preliminarmente en el **Phylum Nematoda**, observados en las localidades de estudio (Anexo 3), concuerdan con las imágenes en Weekes et al. (2010), para el género *Capillaria*, y las medidas morfométricas del huevecillo concuerdan con Foreyt (2001), Weekes et al. (2010) y Junquera (2017a).

La comparación de las medidas morfométricas de los huevecillos del género *Capillaria* reportada en mapaches con las tomadas en el presente estudio muestran una alto porcentaje de coincidencia con *Capillaria procyonis* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y las referencias bibliográficas de las especies de *Capillaria* reportadas en mapaches.

Especies											
Referencias	<i>C. aerophila</i>		Referencias	<i>C. plica</i>		Referencias	<i>C. putori</i>		Referencias	<i>C. procyonis</i>	
	Largo	Ancho		Largo	Ancho		Largo	Ancho		Largo	Ancho
Burgess, Ruotsalo, Peregrine, Hanselman y Abrams-Ogg (2008)	x		Machone et al.(2013)	x	x	Bowman, Barr, Hendrix y Lindsay (2003)	x	x	Pence (1975)	x	x
Di Cesare et al. (2011)		x	Butterworth& Beverley-Burton (1980)			Bowman et al. (2003)	x	x	Pence (1975)	x	x
Fugassa et al. (2008)	x		Butterworth& Beverley-Burton (1980)	x	x	Fugassa et al. (2008)	x	x	Snyder (1988)		x
Fugassa et al. (2008)	x		Butterworth& Beverley-Burton (1980)		x	Fugassa et al. (2008)	x	x	Butterworth& Beverley-Burton (1980)	x	x
Macchioni, Guardone, Prati y Magi (2013)			Butterworth& Beverley-Burton (1980)	x	x	Machone et al.(2013)	x	x	Butterworth& Beverley-Burton (1980)	x	x
Machote (1998)			Sirois (2015)	x	x	Butterworth& Beverley-Burton		x	Butterworth& Beverley-Burton (1980)	x	x

coincidencias

Beverley- Burton (1980)		
Butterworth& Beverley- Burton (1980)	x	
Butterworth& Beverley- Burton (1980)	x	
Butterworth& Beverley- Burton(1980)	x	
Butterworth& Beverley- Burton(1980)	x	
Butterworth& Beverley- Burton(1980)	x	x
Butterworth& Beverley- Burton (1980)		
Butterworth& Beverley- Burton (1980)	x	
Total de coincidencias	17	11
Porcentaje de coincidencias	<u>77%</u>	<u>50%</u>

El tercer tipo de huevecillos clasificados en el Phylum Nematoda presentes en las muestras de la Reserva Leonelo Oviedo (Anexo 4), concuerdan con el Orden Spirurida y las imágenes en Starr (1941), Milonakis, Rallis y Koutinas (2008) y Rhotmann (2016). Se obtuvo 0% de coincidencias para *Spirocerca lupi* y *Chandleronema longigutturata*, reportadas en mapaches (Bowman, 2009) y 100% de concordancia en largo, para *Physaloptera rara* reportada en mapaches (Miller, 1992 y Kresta et al., 2009) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y las referencias bibliográficas de la especie *P. rara*.

Referencias	<i>P. rara</i>	
	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>
Baker (2007)	x	
Bowman et al. (2003)	x	
Petri (1950)	x	
Petri (1950)	x	
Bowman(2014a)	x	
Total de coincidencias	5	0
<u>Porcentaje de coincidencias</u>	<u>100%</u>	<u>0%</u>

Los huevecillos clasificados preliminarmente en el Phylum Acanthocephala encontrados en las muestras de la Reserva Leonelo Oviedo (Anexo 5), concordaron las imágenes y los tamaños del largo y ancho con el género *Macracanthorhynchus* (Beltrame, Fernández y Sardella, 2015).

Para la especie de acantocéfalo, el porcentaje de coincidencias en las mediciones obtenidas en este estudio y las reportadas en referencias bibliográficas fue mayor para *Macracanthorhynchus ingens* que para *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies de *M. hirudinaceus* y *M. ingens*.

<i>M. hirudinaceus</i>			<i>M. ingens</i>		
Con cáscara			Con cáscara		
Referencia	Larg	Anch	Referencia	Larg	Anch
	0	0		0	0
Soulsby (1987)	x	x	Dingley y Beaver (1985)	x	x
Gibbons, Jacobs, Fox y Hansen (2005)	x		Dingley y Beaver (1985)	x	x
Ballweber (2018)	x		Richardson (2014)	x	x
Sirois (2017)	x	x	von Linstow (1879)	x	x
Olsen (1977)		x	Wasif, Sari, Baig y Baig (2012)	x	x
Church et al. (2006)		x	Pearce, Hendrix, Allison y Butler (2001)		x
Mowlavi et al. (2015)		x	Pearce et al. (2001)		x
Mowlavi et al. (2015)		x	Pearce et al. (2001)	x	x
García (2007)		x	Neafie & Marty (1993)	x	x
Total de coincidencias	4	7	Moore (1946)	x	
Porcentaje de coincidencias	44	78%	Peregrine (2018)	x	x
	%		Moore (1946)	x	x
			Total de coincidencias	10	11
			Porcentaje de coincidencias	83%	92%

Los huevecillos clasificados preliminarmente en el Phylum Platyhelminthes, de las muestras de la Reserva Leonelo Oviedo (Anexo 6), concuerdan con las características e imágenes para huevecillos del tipo ciclofilídidos (Orden Cyclophyllidea), pertenecientes a la Clase Cestoda (Gállego, 2006).

Así mismo, algunas de las características de cestodos reportadas en mapaches *Taenia pisiformis* y *Atriotaenia (Ershovia) procyonis* y *Mesocetoides* spp. pertenecientes al Orden Cyclophyllidea (Hoberg, Jones y Bray, 1999) concuerdan con lo observado en las muestras, sin embargo al identificar la especie presente a través del porcentaje de coincidencias se obtuvo un 0%.

En las muestras pertenecientes a las dos localidades de estudio, los huevecillos clasificados preliminarmente en el Phylum Apicomplexa, una vez esporulados, concordaron

con las imágenes suministradas por Duszynski, Speer, Chobotar y Marchiondo (1981) y Dubey, Garner, Rosenthal y DeGhetto (2000) para el Orden Coccidia.

Las características de dos especies reportadas en mapaches pertenecientes al Orden Coccidio, género *Eimeria* (*Eimeria procyonis* y *Eimeria nuttalli*) (Inabnit, Chobotar y Ernst, 1972; Dubey et al., 2000 y Foster, McCleery y Forrester, 2004), concuerdan con lo observado en las muestras del presente estudio (Anexo 7). El mayor porcentaje de coincidencia fue para *E. nuttalli* (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 8. Coincidencias (%) de mediciones de los oocistos entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies *E. nuttalli* y *E. procyonis*.

<i>E. procyonis</i>			<i>E. nuttalli</i>		
Referencias	Largo	Ancho	Referencias	Largo	Ancho
Dubey et al. (2000)	x	X	Inabnit et al. (1972)	x	x
Inabnit et al. (1972)	x	X	Inabnit et al. (1972)	x	
Inabnit et al. (1972)	x	X	Inabnit et al. (1972)	x	x
Total de coincidencias	4	3	Inabnit et al. (1972)	x	x
Porcentaje de coincidencias	100%	75%	Inabnit et al. (1972)	x	x
			Morgan y Waller (1940)	x	x
			Total de coincidencias	6	5
			Porcentaje de coincidencias	100%	83%

Cuadro 9. Coincidencias (%) de mediciones de los esporocistos entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies *E. procyonis* y *E. nuttalli*.

<i>Eimeria procyonis</i>			<i>Eimeria nuttalli</i>		
Referencias	Largo	Ancho	Referencias	Largo	Ancho
Inabnit et al. (1972)		x	Inabnit et al. (1972)		
Inabnit et al. (1972)		x	Inabnit et al. (1972)	x	x
Total de coincidencias	0	2	Inabnit et al. (1972)		
Porcentaje de coincidencias	0%	100%	Total de coincidencias	1	1
			Porcentaje de coincidencias	33%	33%

3.3. Identificación de helmintofauna gastrointestinal en *P. lotor*

Respecto a los parásitos adultos encontrados, clasificados preliminarmente en el Phylum Nematoda, concuerdan con las características del Orden Ascarida (Ascaridida) (Jiménez-Guzmán, Galaviz-Silva, Segovia-Salinas, Garza-Fernández y Wesche-Ebeling, 1988 y Quiroz-Romero, 2005).

Las muestras de estudio presentaron parásitos de coloración beige o blanquecina, con presencia de espículas y de tres labios en la región anterior (Anexo 8), lo cual concordó con las especies *B. procyonis* y *Toxascaris leonina* (Jiménez-Guzmán et al., 1988; Quiroz-Romero, 2005 y Nolan, 2014). *T. leonina* únicamente no concordó con el número de papilas precloacales obtenidas (34.7 ± 2.98) y la presencia de alas cervicales vestigiales e inconspicuas (Overstreet, 1970 y Xue, Chai, Guo, Zhang y Li, 2015). Dichas características morfológicas y las mediciones del parásito no concordaron con las demás especies y género reportados en mapaches (Kresta et al., 2009 y Kazacos y Turek, 1983).

El mayor porcentaje de coincidencias correspondió con *B. procyonis* (Cuadro 10), coincidiendo con Baldi et al. 2016 que reportó la presencia de *B. procyonis* en muestras de mapaches del CAI Vilma Curling Rivera y otras zonas del GAM.

Cuadro 10. Coincidencia (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies *B. procyonis* y *T. leonina*.

<i>B. procyonis</i>			<i>T. leonina</i>		
Referencias	Longitud Hembras	Longitud Machos	Referencias	Longitud Hembras	Longitud Machos
Blizzard, Yabsley, Nims y Garrison (2010)			Quiroz-Romero(2005)		
Murray &Kazacos (2004)			Okoshi & Usui (1967)		
Overstreet(1970)	x	x	Bergstrom, Kingston y Talbott (1985)		
Overstreet (1970)	x	x	Bowman, Hendrix, Lindsay y Barr (2002)	x	
Overstreet (1970)			Muller (2002)		
Roussere et			Total de	1	0

al.(2003)			coincidencias		
Kazacos(2006)			Porcentaje de coincidencias	20%	0%
Gavin et al.(2005)					
Overstreet(1970)	x	x			
Total de coincidencias	3	3			
Porcentaje de coincidencias	37.5%	37.5%			

Los parásitos adultos clasificados en el Phylum Acanthocephala, presentan cuerpo de color blanco o color crema (Bush, Fernández, Esch y Seed, 2001), corrugado, con probóscide invaginable retráctil con presencia de ganchos o espinas (Margulis & Chapman, 2010). Coincidiendo con la familia Oligacanthorhynchidae y el género *Macracanthorhynchus* (Wilford, 1974).

Las muestras de estudio presentaron características morfológicas tales como forma del cuerpo cilíndrico, presencia de una cutícula plegada transversalmente lo que le da una apariencia segmentada, región anterior con probóscide globular con seis filas de ganchos curvadas (Anexo 9), concordaron con las especies *M. ingens* y *M. hirudinaceus* pertenecientes a dicho género (Doerr & Seifert, 1995 y Wasif et al., 2012).

El porcentaje de coincidencia entre la revisión bibliográfica y las mediciones, fue mayor para *M. hirudinaceus*. La comparación de tamaño de la probóscide globular fue mayor para *M. ingens* (Cuadro 11 y 12).

Cuadro 11. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies *M. hirudinaceus* y *M. ingens*.

<i>M. hirudinaceus</i>			<i>M. ingens</i>		
Referencias	Largo	Ancho	Referencias	Largo	Ancho
Mehlhorn (2016)	x		Mehlhorn (2016)		
Mehlhorn (2016)			Mehlhorn (2016)		
Bowman (2014b)	x		Wasif et al.(2012)		
Bowman (2014b)			Wasif et al.(2012)		
Doerr & Seifert (1995)	Doerr & Seifert(1995)		Van Cleave (1953)		
Doerr & Seifert (1995)	x	x	Van Cleave (1953)		
Quiroz-			Moore (1946)		

Romero(2005)				
Quiroz-				
Romero(2005)	x		Richardson (2014)	x
Ballweber (2018)	x	x	Richardson (2014)	
Total de coincidencias		5%	2%	
Porcentaje de coincidencias	55.5	22.2	Richardson (2014) Mathison, Bishop, Sandborn, dos Santos y Bradbury (2016) Dingley & Beaver (1985)	
			Total de coincidencias	0
			Porcentaje de coincidencias	1
				0 10%

Cuadro 12. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de las especies *M. ingens* y *M. hirudinaceus* respecto al largo y ancho de la probóscide globular.

<i>M. hirudinaceus</i>			<i>M. ingens</i>		
Referencias	Probóscide globular		Referencias	Probóscide globular	
	Largo	Ancho		Largo	Ancho
Mathison et al.(2016)			Van Cleave (1953)	x	x
Richardson (2005)			Moore (1946)		
Total de coincidencias	0	0	Dingley & Beaver (1985)		
Porcentaje de coincidencias	0%	0%	Mathison et al.(2016)		
			Richardson (2005)		
			Total de coincidencias	1	1
			Porcentaje de coincidencias	20%	20%

Los parásitos clasificados preliminarmente en el Phylum Platyhelminthes presentaron características morfológicas que confirman su pertenencia en dicho Phylum y a la Clase Cestoda, conocidos como tenias. (Fernández y Rivas, 2007 y Montoya, 2008).

Características de la región anterior concordaron con la familia Anoplocephalidae, del Orden Cyclophyllidea (Anexo 10) y la posición del poro genital con la especie A.

procyonis (Chandler, 1942; Gallati, 1959; Olsen, 1974 y Hoberg et al., 1999). Se obtuvieron porcentajes de coincidencias en el largo y ancho del proglótide y el ancho del escólex para la especie *A. procyonis* (Cuadro 13).

Cuadro 13. Coincidencias (%) de mediciones entre los datos del presente estudio y referencias bibliográficas de la especie *A. procyonis*

<i>Atriotaenia procyonis</i>						
Referencias	Proglótide		Poro proglótide		Cabeza (Escólex)	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Gallati(1959)		X				
Gomez-Puerta, Ticona, Lopez-Urbina y Gonzalez (2012)	x	x				
Spasskii (1951)						x
Total de coincidencias	1	2	0	0	0	1
Porcentaje de coincidencias	33,33%	66,6	0%	0%	0%	33,30%

También se obtuvo el número total de helmintos presentes en cinco localidades del GAM (Cuadro 14). Se obtuvo para la especie *B. procyonis* un promedio de 28 parásitos, para la Familia Anoplocephalidae 13.3 parásitos y para el género *Macracanthorhynchus* 5.7 parásitos

Cuadro 14. Helmintofauna gastrointestinal de especímenes de *P. lotor*, provenientes de distintas localidades del país, del proyecto piloto de mapaches en ecosistemas urbanos: código SIA 0203-12

	CAI Vilma Curling Rivera		Reserva Leonelo Oviedo		Museo de los niños		Escazú	Desconocido	
Especie/Género/Familia	<i>B. procyonis</i>	Familia Anoplocephalidae	<i>B. procyonis</i>	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	Familia Anoplocephalidae	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	Familia Anoplocephalidae	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.
Total de individuos	15	2	41	5	14	10	24	4	4
Endoparásitos totales	17			60		34		4	4
Taxones encontrados	2			3		2		1	1

3.4. Porcentaje de prevalencias de helmintofauna en *P. lotor*.

El porcentaje de prevalencia de las muestras de huevecillos en el CAI Vilma Curling Rivera que se obtuvo para *B. procyonis* fue 33.3%, para *Eimeria* sp. fue de 66.6% y para *Capillaria procyonis* correspondió a un 66.6%. La prevalencia obtenida en las letrinas fue menor a las muestras de heces de la localidad dos.

En las muestras de la Reserva Leonelo Oviedo para *B. procyonis* el porcentaje de prevalencia fue de 37.5%; para *Macracanthorhynchus ingens* de 12.5%, para *Capillaria procyonis* de 87.5%, para el Orden Spirurida de 12.5%, para el Orden Cyclophyllidea de 12.5% y para *Eimeria* sp. de 75%. Las prevalencias obtenidas fueron menores a las muestras de parásitos gastrointestinales.

El porcentaje de prevalencia de los parásitos gastrointestinales fue de 50% para *B. procyonis*, de 62.5% para *Macracanthorhynchus* sp. y de 50 % para la especie *Atriotaenia (Ershovia) procyonis*.

3.5. Carga de huevecillos en muestras de heces de *P. lotor*.

En el CAI Vilma Curling Rivera, la carga de huevecillos para la letrina uno fue de 51 huevos por cuatro g para *B. procyonis*, un huevo por cuatro g para *Capillaria procyonis* y dos huevos por cuatro g para *Eimeria* sp. En la letrina tres se encontró un huevo por cuatro g de *Capillaria procyonis* y un huevo por cuatro g de *Eimeria* sp. En la letrina dos no se observaron huevecillos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Cargas de huevecillos por cuatro g de heces en mapaches procedentes de la Reserva Leonelo Oviedo.

Número de mapache	Parásitos encontrados					
	<i>B. procyonis</i>	<i>Capillaria procyonis</i>	<i>Eimeria</i> sp.	<i>Atriotaenia (Ershovia) procyonis</i>	<i>Macracanthorhynchus ingens</i>	Orden Spirurida
Mapache 84	8985	*	*	—	—	—
Mapache 53	*	1	*	—	—	—
Mapache 68	81		*	—	—	—

Mapache 50	—	17	*	—	—	1
Mapache 56	—	5	—	—	—	—
Mapache 64	—	1	10669	2	5	2

*Parasito presente, pero no se logró obtener la carga de huevecillos

— Parasito ausente en la muestra.

3.6. Análisis de cámaras trampa en letrinas de *P. lotor*.

En las cámaras trampa, se obtuvieron 724 fotografías efectivas de mapaches, para 123 días de observación. La frecuencia de visitación de mapaches varió por sector ($X^2=33.7$, $gl=2$, $p<0.01$). El sector de Aulas tuvo mayor frecuencia de visitación (Fig.1) y la diferencia fue significativa al compararse con Casa cuna ($Z=5.67$, $p<0.05$) y Área médica ($Z=-3.30$, $p<0.05$). No se obtuvieron diferencias significativa entre Casa cuna y Área médica ($Z=1.81$, $p>0.05$). El promedio de frecuencia de visitación para Casa cuna fue de 2.38 mapaches por día, en el Área médica de 3.53 mapaches por día y Aulas de 9.68 mapaches por día durante seis meses.

Se obtuvieron datos de frecuencia de visitación en todas las horas exceptuando en los intervalos de las 8:00 a las 8:59 horas, de las 11:00 a las 11:59 horas, y de las 13:00 hasta las 14:59 horas. Los valores promedio de frecuencia de visitación máximos se dieron entre las 17:00 y las 18:59 horas (17.8 y 23.1 respectivamente) así como entre las 3:00 y las 4:59 horas (6.40 y 7.14 respectivamente). Los valores mínimos se obtuvieron a las 6:00, 9:00 horas y 23:00 horas (promedio de frecuencia de visitación de uno).

El máximo de promedio de temperatura fue de 41 °C con una frecuencia de visitación de 5.5 mapaches y el mínimo fue de 16 °C con una frecuencia de visitación de 1 mapache, además la visitación de mapaches a las letrinas en los tres sectores fue mayor a temperaturas intermedias entre 20 y 25 °C (Fig. 2). Se observó presencia de mapaches sobre la letrina a una temperatura máxima de 45°C en el sector de Aulas y a una temperatura mínima de 13°C en Casa Cuna.

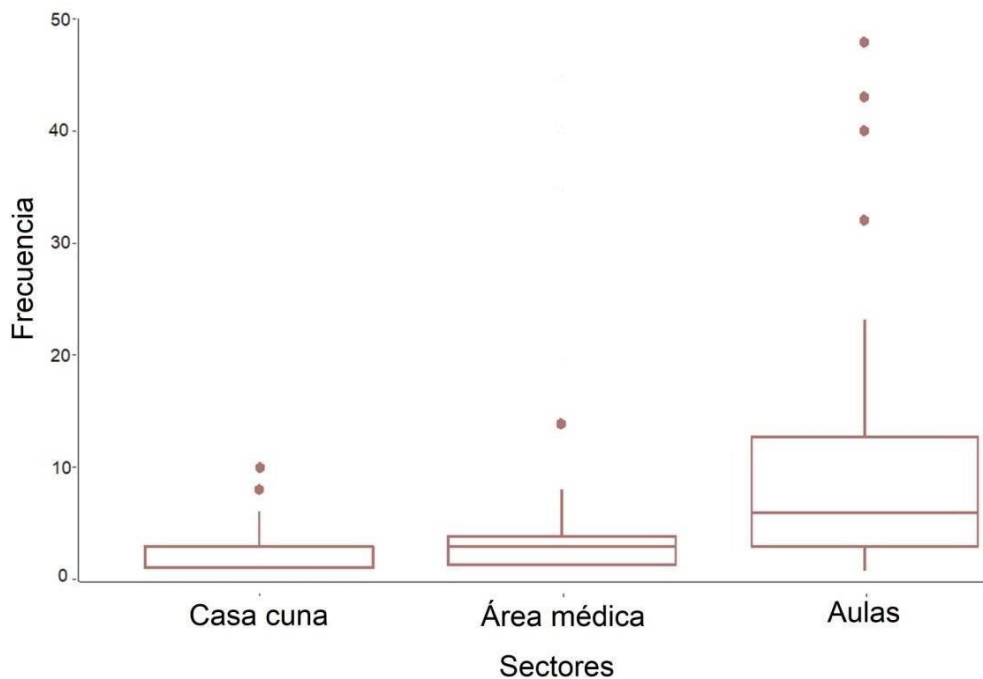


Figura 1. Frecuencia de visitación de *P. lotor* por sector en la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.

El promedio de temperatura para Casa cuna fue de 16.8 °C, con un mínimo de 13 °C y un máximo de 21 °C. En Área médica fue de 21.3 °C con un mínimo de 18 °C y un máximo de 26 °C y Aulas fue 23.3 °C con un mínimo de 16 °C y un máximo de 44 °C.

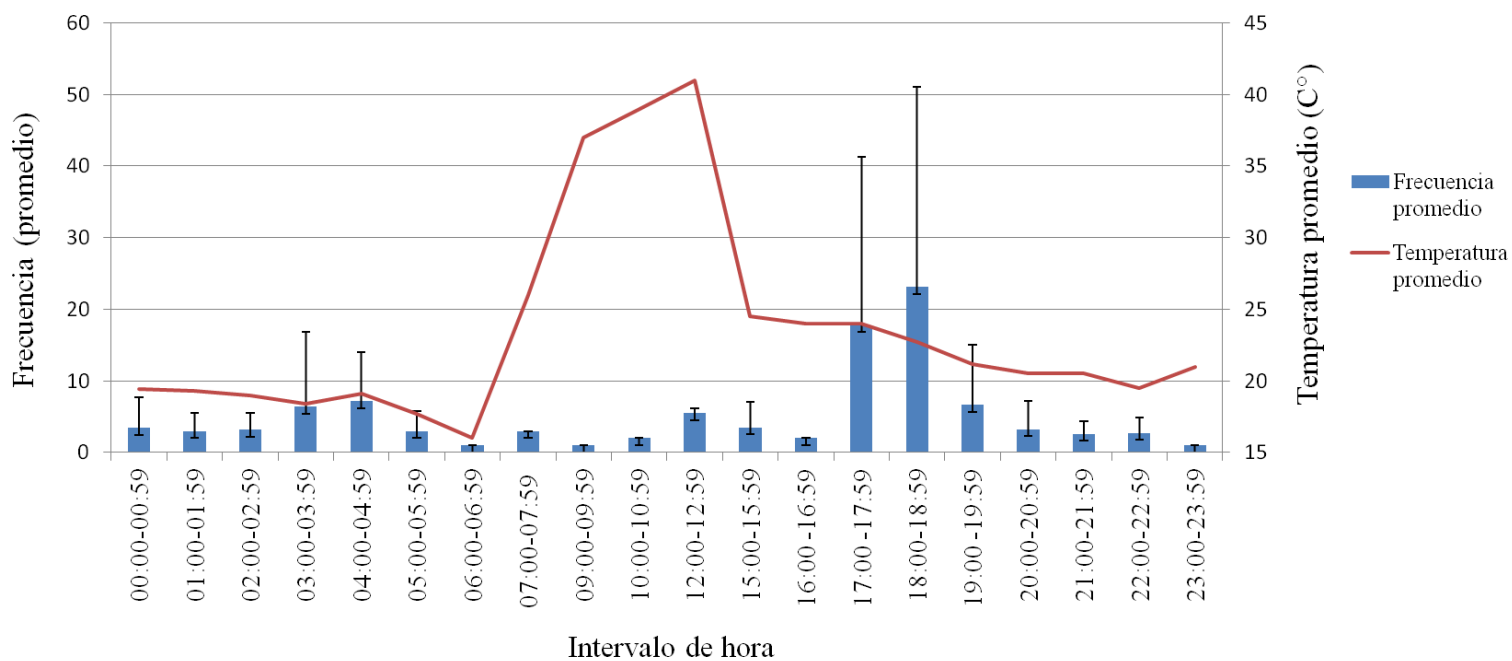


Figura 2. Promedio de frecuencia de visitación de *P. lotor* versus promedio de temperatura por intervalo de hora en la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.

Se obtuvo diferencias significativas entre las temperaturas por sector ($X^2=89.9$, $gl=2$, $p< 0.01$) (Figura 3). Entre Área médica y Aulas ($Z=-3.53$, $p<0.05$), Área médica y Casa cuna ($Z=4.89$, $p< 0.05$) y entre Aulas y Casa cuna ($Z=9.48$, $p< 0.05$).

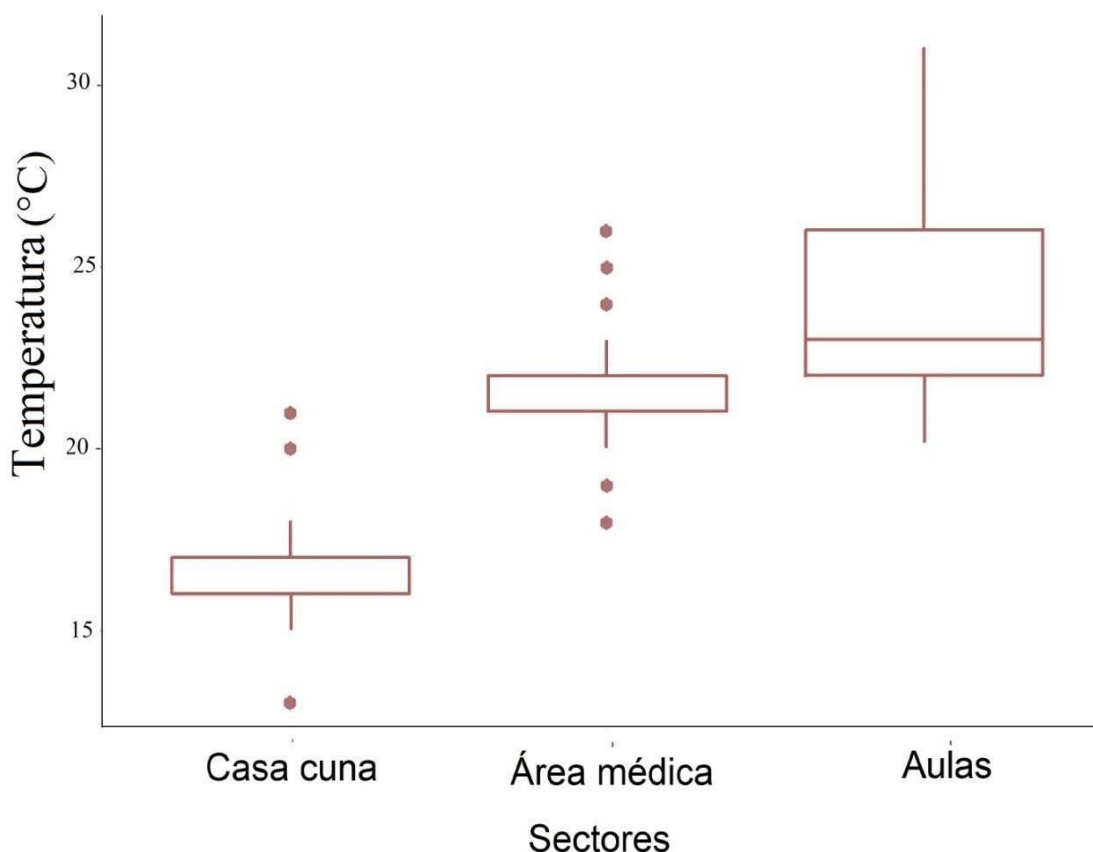


Figura 3. Temperatura ambiente a la cual hubo presencia de *P. lotor* en cada sector de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.

Se obtuvo diferencias significativas entre la frecuencia de visitación y las horas de visitación ($X^2=118.3$, $gl=23$, $p<0.05$) (Anexo 11). Además, se obtuvo una correlación positiva entre la frecuencia de visitación y la temperatura, sin embargo el coeficiente de correlación fue bajo ($r=0.57$, $p<0.01$).

La actividad realizada con más frecuencia sobre la letrina fue caminar, en los tres sectores, seguido de olfatear (Anexo 12). Mientras que la categoría no se distingue fue mayor en Área médica. Las actividades de posición de excreción y observa cámara fueron más frecuentes en el sector Casa cuna, que en los sectores Área médica y Aulas. Las categorías comer, buscar, defecar, agarrar y acicalarse fueron mayores en el sector de Aulas, mientras que orinar fue mayor en Casa cuna (Figura 4).

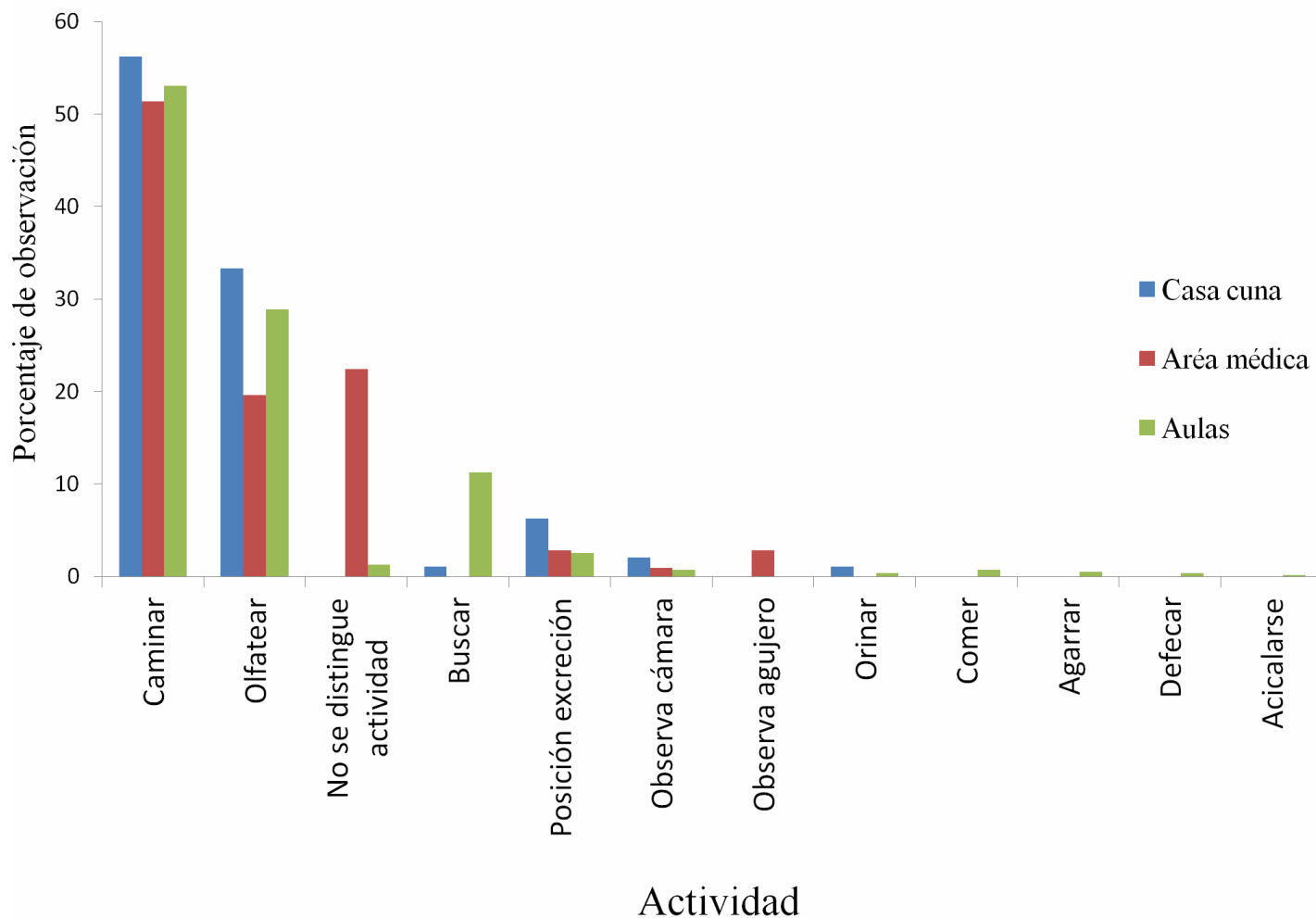


Figura 4. Actividades realizadas por los mapaches en los tres sectores de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.

Se elaboró un desplegable que contiene información donde se describe a *P. lotor*, explicación respecto a que es una letrina y como pueden esta última afectar la salud. También medidas para prevenir el ingreso de mapaches a la localidad uno y la manera adecuada de limpiar las letrinas (Anexo 13).

4. Discusión

4.1. Análisis de letrinas de *P. lotor*.

Las letrinas están asociadas con la presencia de una fuente de alimento. Las fuentes alimenticias producto de desechos de alimentos humanos, contribuyen con el aumento del número de mapaches urbanos y suburbanos por diferentes razones, por lo que las probabilidades que un mapache establezca una letrina aumentan cuando se encuentran fuentes de alimento para aves, mascotas y basureros (Prange, Gehrt y Wiggers, 2003; Page et al., 2009a y Kazacos, 2016). Este fenómeno es coincidente con lo observado en el CAI Vilma Curling Rivera, donde las letrinas se encontraron cerca de fuentes de alimento, siendo estas últimas alimento para mascotas y basureros. Ramírez, Artavia, & Piedra, (2012) mencionan que la presencia de mapaches en las viviendas en su sitio de estudio está ligada con la presencia de basura y sitios de refugio tales como edificaciones.

El tamaño de las letrinas localizadas fue variable, desde pequeñas hasta grandes y extensas. Las más grandes pueden ubicarse en desvanes y cielo rasos, donde pueden alcanzar varios metros de ancho y 25 cm o más de profundidad de heces cuyos tamaños reportados van de 5 cm por 25 cm (Kazacos, 2016) hasta dos metros cuadrados (Cunningham, et al., 1994).

La mayoría de las heces encontradas fueron heces viejas de coloración negruzca y deshidratada. Esto debido a las temperaturas a las cuales se encuentran expuestas. Dichas temperaturas podrían afectar la viabilidad de los huevecillos. Los huevos presentes en las letrinas en los áticos, desvanes y otros espacios, calientes y secos, pueden morir por desecación. No obstante, algunos pueden permanecer viables como sugiere Kazacos (2016).

4.2. Identificación de helmintofauna en *P. lotor*.

Los taxones encontrados en las muestras de huevecillos han sido reportados previamente en *P. lotor* en regiones templadas de Norte América, Europa y Asia. Con especial referencia a la presencia de *B. procyonis* (Kazacos, 2016).

Capillaria sp. fue reportado por Butterworth & Berverley-Burton (1981); Snyder (1989); Miller (1992); Richardson, Owen y Snyder (1992); Popiolek et al. (2011) y Bowman (2014b) en EE.UU, Canadá, Polonia y Alemania.

Los parásitos del Orden Spirurida fueron reportados por Little & Hali (1980); Miller (1992); Sato & Suzuki (2006) y Popiolek et al. (2011) en EE.UU, Polonia y Japón.

El género *Macracanthorhynchus* reportado por Richardson et al. (1992); Birch et al. (1994); Kresta et al. (2009); Richardson (2014) y Richardson, Leveille, Belsare, Al-Warid y Gompper (2017); en EE.UU, Canadá y Nicaragua. El Orden Cyclophillidea fue reportado por Schafer, Davidson, Nettles y Rollor (1981); Hoberg & Mcgee (1982); Sato & Suzuki (2006); Kelly & Horner (2008); Kresta et al. (2009) y Ceballos-Escalera et al. (2013) en EE.UU, Canadá, Japón y España. *Eimeria* sp. fue reportado por Morgan & Waller (1940); Inabnit et al. (1972); Foster et al. (2004) y Duszynski, Kvičerová y Seville (2018), en EE.UU, Japón, Brasil, Inglaterra y Rusia.

Según la evidencia encontrada en este estudio, los huevecillos analizados con forma elipsoidal, de color marrón, cáscara gruesa, con un embrión unicelular grande que usualmente llena el óvulo solo parcialmente, así como con la comparación de las imágenes suministradas por Kazacos, (2001, 2006), pertenecen a *B. procyonis*. Lo cual no es de extrañar ya que se considera como un ascaridio común en *P. lotor* (Kazacos & Turek 1983).

Los ascaridios adultos encontrados se caracterizaron por presentar una coloración beige o una tonalidad bronceada, por ser gusanos de cuerpo robusto y boca rodeada de tres labios prominentes, presentando espículas en los machos y alas cervicales vestigiales e inconspicuas que asemejan soportes en forma de V. Lo anterior concordó con las descripciones dadas por Jiménez-Guzmán et al. (1988); Quiroz-Romero, (2005); Blizzard et al. (2010) y Overstreet (1970), para la especie *B. procyonis*.

Así mismo, la comparación de los tamaños del largo y ancho de los huevecillos y adultos obtenidos con las referencias bibliográficas fue útil para determinar el mayor porcentaje de coincidencias y confirmar la identificación de esta especie. Obteniéndose en

un 100% de coincidencias en huevecillos para *B. procyonis*. Baldi et al. (2016), reportó la presencia de parásitos adultos de *B. procyonis* por medio de la implementación de técnicas moleculares en muestras obtenidas de mapaches en el CAI Vilma Curling Rivera; lo que refuerza la correcta identificación del ascaridio en este estudio.

B. procyonis tiene un ciclo de vida directo o indirecto, dependiendo de la edad del huésped definitivo. Una vez ingerido por un hospedero paraténico, los huevecillos infecciosos eclosionan y las larvas penetran en la pared intestinal migrando a través del hígado hacia los pulmones, pudiendo causar hemorragias en este órgano. Desde este órgano, pueden acceder a la circulación arterial sistémica, que las distribuye por el cuerpo, terminando algunas en el cerebro, también pueden migrar desde el intestino o los pulmones, a los tejidos circundantes. Las larvas en los tejidos viscerales y somáticos se encapsulan en granulomas donde permanecen inactivos y sobreviven durante meses o años, esencialmente a la espera de ser ingeridos por un mapache (Roussere et al, 2003 y Kazacos, 2016).

Los mapaches jóvenes pueden obtener huevos infectados de las mamas o pelaje de su madre. También, mientras visitan letrinas de mapache u otras áreas contaminadas (Kazacos, 2001). Las larvas entran en las membranas mucosas del intestino delgado y se desarrollan durante varias semanas. Posteriormente, entran en el lumen intestinal para madurar. Luego de su maduración y reproducción el desprendimiento de los huevos (permeabilidad) se da en 50-76 días (media 63) (Kazacos, 2016).

En los mapaches adultos, las larvas de huéspedes paraténicos se convierten en gusanos adultos en el lumen del intestino, alcanzando su permeabilidad en 32-38 días (media 35) (Kazacos, 2016). Los mapaches adultos adquieren la infección al ingerir huéspedes intermediarios como roedores, conejos o pájaros que presentan la enfermedad del sistema nervioso central desarrollado por la migración de las larvas, convirtiéndolos en presas fáciles para los mapaches (Roussere et al, 2003 y Kazacos, 2016).

Dada la temperatura y la humedad adecuadas, los huevos de *B. procyonis* pueden infectar entre los 11-14 días, aunque en condiciones naturales de temperaturas fluctuantes, esto puede extenderse a varias semanas (Kazacos, 2016). Las hembras adultas de este parásito pueden producir millones de huevos por día, que se desprenden en las heces, los huevecillos infecciosos pueden permanecer viables en el medio ambiente durante años (Roussere et al., 2003 y Kazacos, 2016).

B. procyonis es mejor conocido como el causante de la enfermedad clínica de la larva migrante en animales y humanos. Es una enfermedad neurológica progresiva aguda o crónica, reportándose como encefalitis severa en varias especies (Kazacos, 2001, 2006).

En humanos, Pai, Blackburn, Kazacos, Warriar y Bégué (2007) reportaron 14 casos conocidos de migración de larvas al cerebro. Los síntomas clínicos dependen del número de larvas presentes y de su localización; cuando migra a los ojos (larva migrante ocular) o al cerebro puede causar ceguera o la muerte (Huxoll et al., 2010), si migra a las vísceras la enfermedad se conoce como larva migrante visceral (Kazacos, 2006). En Costa Rica, Baldi y Walzer (2017) sugieren que la falta de diagnóstico y desconocimiento de la presencia del parásito puede llevar a sub-diagnosticar la enfermedad por parte de pediatras y médicos en general en pacientes con ascariosis.

En América del Norte más de 90 especies, incluidas aves y mamíferos, han muerto o han sido seriamente afectados por este parásito; además se han reportado casos de larva migrante fatal o severa en perros (Roussere et al, 2003 y Kazacos, 2016). La infección se produce por la ingestión de huevos infecciosos en áreas o artículos (cortezas, hojas, manos, ropa) contaminados con heces de mapache (Kazacos, 2006).

La expansión de los mapaches ha estado acompañada con la propagación de *B. procyonis*, siendo enzoótico en mapaches en América del Norte, Europa y algunas localidades de Asia (Kazacos, 2016). Por tanto, la identificación de esta especie en este estudio es de suma importancia sanitaria tanto para el ser humano como para animales silvestres y domésticos.

Los huevecillos del género *Capillaria* son similares a los huevecillos del género *Trichuris*. Se diferencian entre sí por que en el primero los huevecillos son más cilíndricos, con forma de barril, presentan tapones “opérculos” en ambos extremos (bioperculado), parecen estar asimétricos respecto al eje largo del huevo y no son redondeados como los de *Trichuris* sp. Además, los huevecillos del género *Capillaria* son más pequeños y su superficie es más áspera o rugosa (agujeros o crestas). Dichas características morfológicas mencionadas por Hamir, Hanlon y Rupprecht (1997), Hamir (1998) y Weekes et al. (2008, 2010) así como las imágenes observadas en Weekes et al. (2008) concuerdan con lo

observado en los huevecillos analizados en este estudio, lo que refuerza su identificación en dicho género.

Para el género *Capillaria*, las especies que se han reportado en *P. lotor* son: *Capillaria putorii* (Butterworth & Beverley-Burton, 1981; Richardson et al., 1992 y Bowman 2014b), *Capillaria (Eucoleus) aerophilus* (Miller, 1992, Popiolek, et al., 2011 y Richardson et al., 1992), *Capillaria procyonis* (Pence, 1975; Butterworth & Beverley-Burton, 1980, 1981 y Snyder, 1989) y *Capillaria plica* (Butterworth & Beverley-Burton 1980, 1981; Miller, 1992); este último aunque se encuentra casi exclusivamente en la vejiga urinaria, se consideró debido a que la obtención de las muestras de heces tanto en el CAI Vilma Curling Rivera como en la Reserva Leonelo Oviedo, pudieron ser contaminadas con la orina de los mapaches, al ser recolectadas de letrinas y trampas Tomahawk®.

Las características descritas para las especies *C. puttori*, *C. aerophila*, *C. plica* y *C. procyonis* consisten en huevos con una superficie de red de crestas, estriada, depresiones o pozos y tapones polares sobresalientes (Butterworth & Beverley-Burton 1980 y Bowman et al., 2003). Debido a que dichas características concuerdan con lo observado en los huevecillos en este estudio y las especies de *Capillaria* son difíciles de identificar por patrones morfológicos (Fugassa, et al., 2008), la comparación de los tamaños del largo y ancho de los huevecillos contra la literatura permitió determinar un mayor porcentaje de coincidencias con *C. procyonis*.

Dependiendo de la especie de *Capillaria*, el ciclo de vida puede ser monoxeno (ciclo completo en un solo hospedero) o heteroxeno (ciclo que necesita dos o más hospederos para completarse). En *C. aerophila* y *C. plica* se ha demostrado que utilizan lombrices de tierra como hospedero intermediario y *C. puttori* puede transmitirse por ingestión de huevos larvados o indirectamente, por ingestión de oligoquetos que contienen larvas (Butterworth & Beverley-Burton, 1981; Hamir et al., 1997).

El ciclo de vida de *Capillaria* sp. en los mapaches es desconocido (Snyder, 1988). El género *Capillaria* se ha reportado en Costa Rica en *Agouti paca* (Heredia), *Bos taurus* (San José) y *Kinosternon scorpioides* (San José), en aves passeriformes de la zona sur y en la especie *Turdus grayi* en Heredia (Rodríguez-Ortíz, García-Prieto y Pérez-Ponce de León, 2004; Pérez-Gómez, Jiménez-Rocha y Bermúdez-Rojas, 2018).

C. procyonis ha sido ampliamente reportado en América del Norte, siendo el mapache su aparente huésped definitivo aunque se ha reportado también en la mofeta de rayas (Butterworth & Beverley- Burton, 1981).

Según esta identificación preliminar, sería el primer registro de *Capillaria procynis* en mapaches de Costa Rica. La organización taxonómica de los nematodos del género *Capillaria* se considera uno de los desafíos más complejos para los taxónomos, debido al limitado conocimiento de la morfología de las especies y las descripciones incompletas (Muchmore, 1998. Debido a lo anterior, se sugiere realizar análisis genéticos para verificar la especie en este estudio.

Con respecto al Orden Spirurida, este divide en dos subórdenes, Camallanina y Spirurina. El Suborden Spirurina presenta varias super familias, las reportadas para mapaches son: Superfamilia Gnathostomatoidea donde se encuentran *Gnathostoma procyonis* y *Gnathostoma lamothei* (Kresta et al., 2009 y Bertoni-Ruiz, García-Prieto, Osorio-Sarabia y León-Régagnon, 2011). No obstante, los tamaños del largo y ancho de huevecillos no concuerdan con las encontradas en este trabajo.

En la Superfamilia Physalopteroidea, las hembras producen huevecillos pequeños, con pared gruesa y una larva en su interior. En la Superfamilia Spiruroidea los huevecillos contienen un embrión en su interior que corresponde al primer estadio larval (Bowman, 2009). Coincidiendo ambas con lo observado en este estudio.

En mapaches, se ha reportado *Physaloptera rara* (Superfamilia Physalopteroidea) (Miller, 1992 y Kresta et al., 2009) la cual presenta huevecillos embrionados con una capa clara y gruesa (Baker, 2007). También, se reportó *Spirocerca lupi* (Superfamilia Spiruroidea) (Popiolek, et al., 2011), presenta un huevecillo pequeño y de capa gruesa con una larva en su interior (Milonakis et al., 2008 y Sheta, Elzomor, Farghali, Ahmed y Elkader, 2014). La especie *Chandleronema longigutturata* (Superfamilia Acuarioidea) presenta huevecillos pequeños, de pared gruesa y embrionados (Little & Hali, 1980); concordando las tres especies con lo observado en este estudio.

El mayor porcentaje de coincidencias fue el género *Physaloptera*, aunque fue difícil de observar especialmente mediante el método de flotación de azúcar por ser huevecillos transparentes (Simpson, 2013). *Physaloptera* spp. se considera un parásito común en el estómago de carnívoros. *P. rara*, aunque se ha reportado comúnmente en mapaches, se describe con mayor frecuencia como un parásito de coyotes (Bowman, 2009 y Simpson, 2013).

En el ciclo de vida de *Physaloptera* spp., la hembra libera huevos pequeños y larvados a través de las heces del hospedero, se convierten en huevo infeccioso al desarrollarse en varios hospederos intermediarios como los escarabajos coprófagos, grillos y otros insectos. La larva emplea varios vertebrados de sangre fría como hospederos paraténicos (Bowman, 2014a). Cuando el hospedero intermediario o paraténico infectado es ingerido por un hospedero definitivo, las larvas se liberan en el estómago, maduran sexualmente, se aparean y se reproducen completando así el ciclo de vida (Olsen, 1980; Bowman, 2014a).

Physaloptera spp. se ha detectado esporádicamente en el estómago de perros y gatos, provocando, en algunas ocasiones, gastritis y vómito (Zajac & Conboy, 2012 y Simpson, 2013). Aunque Baker (2007) menciona que *Physaloptera* spp. no infecta humanos, Olsen, (1980) menciona tres autores que realizan reportes de seres humanos infectados, sin claridad de la especie. Dicha infección pudo deberse por ingestión accidental de insectos o por ingestión de algún hospedero paraténico sin cocinar (Olsen, 1980).

La distribución del género *Physaloptera* se considera cosmopolita (Zajac & Conboy, 2012) y ha sido reportada en Costa Rica en *Bothrops asper* y *Sceloporus malachitichus* (Cartago) (Rodríguez-Ortiz, García-Prieto y Pérez-Ponce de León, 2004). En mapaches, la especie *P. rara* presenta una distribución limitada al Norte de América (Olsen, 1980; Baker, 2007 y Taylor, Coop & Wall, 2007). Debido a lo anterior se considera primordial realizar estudios genéticos para identificar con certeza el parásito presente en este estudio.

Los huevecillos del género *Macracanthorhynchus* se caracterizan por ser ovoides y de color café oscuro presentando multicapas en su cáscara protectora (Pearce et al., 2011, Fugassa et al., 2011 y Bowman, 2014b). Los huevecillos del presente estudio mostraron tales características permitiendo su clasificación en este género. Además, según Beltrame et al. (2015), el largo del huevecillos *Macracanthorhynchus* sp.es de 87.5 a 107.5 μm y el ancho de 50 a 57.5 μm , concordando con las mediciones obtenidas para este estudio.

Respecto a los parásitos gastrointestinales, las características observadas en parásitos adultos en este estudio, como cuerpo delgado y largo, ligeramente anillado y arrugado, con presencia de probóscide ovoide globular con algunos círculos de ganchos,

más grandes en el ápice que en la base, concuerdan con la familia Oligacanthorhynchidae, que incluye el género *Macracanthorhynchus* (Olsen, 1974).

Dentro del género *Macracanthorhynchus* se reporta a *M. ingens* (Richardson, 2014), como un parásito común en *P. lotor* (Dingley & Beaver, 1985). Los parásitos adultos son cilíndricos, transversalmente arrugados y con una probóscide que tiene cinco o seis filas de espinas curvadas (Doerr & Seifert, 1995), concordando con lo observado en este estudio. *M. hirudinaceus* se reporta en cerdos domésticos y silvestres (Beltrame et al., 2015), las características de los adultos de *Macracanthorhynchus ingens*, como apariencia segmentada, y una probóscide con seis filas de ganchos (Wasif et al., 2012), también concordaron con lo observado en este estudio.

Los huevecillos de *M. hirudinaceus* tienen forma ovoide y presentan capas protectoras texturizadas, gruesas y de coloración café oscuro, estas características como las imágenes brindadas por Mowlavi et al. (2015) y García (2007), concuerdan con lo observado.

Asimismo, según Dingley & Beaver (1985), *M. ingens* presenta tres tipos de huevecillos: 1) huevos con patrón marrón moteado en su capa media, 2) huevos con capa intermedia incompleta hacia uno de los extremos y 3) huevos con membrana media de encaje con hebras que forman campos alargados orientados en paralelo al eje largo del huevo (Pearce et al., 2011), concordando con lo observado en este estudio.

La diferenciación entre los huevecillos de estas especies por sus características morfológicas no fue contundente, dicha dificultad ya ha sido mencionado por Dingley & Beaver (1985) y Neafie & Marty (1993). El mayor porcentaje de coincidencias del largo y ancho en huevecillos fue para *M. ingens*. Esta especie generalmente parasita mapaches, zorrillos y oso negro (Kennedy, 2006; Wassif et al., 2012 y Bowman, 2014b), siendo los mapaches los hospederos preferidos de este parásito (Kennedy, 2006). De hecho, *M. ingens* es el único acantocéfalo que utiliza a los mapaches como huéspedes definitivos (Richardson, 2014). Siendo probable la presencia de dicha especie en este estudio.

Con respecto a los parásitos adultos, el porcentaje de coincidencias fue mayor para *M. hirudinaceus*. No obstante, al comparar el largo y ancho de la probóscide de *M.*

hirudinaceus y *M. ingens*, considerada una característica diagnóstica (Dingley & Beaver, 1985 y Mathison et al., 2016); el mayor porcentaje fue para *M. ingens*.

El patrón de desarrollo básico del ciclo de vida es el mismo para ambas especies (Moore, 1946). Cuando los huevecillos de los acantocéfalos son liberados en las heces del hospedero, contienen una larva desarrollada llamada acantor que al ser ingeridos por el hospedero intermediario (artrópodo) dejan las membranas del huevecillo y se desarrollan en etapa de acantela a una larva enquistada llamada cistacanto (Margulis & Chapman, 2010; Bowman, 2014 y Wernery, 2016). Puede volver a enquistarse en hospederos paraténicos al consumir artrópodos infectados (Bowman, 2014). Luego, es consumido por el intermediario definitivo, madurando en el intestino y generando huevecillos para continuar con el ciclo (Margulis & Chapman, 2010).

Entre los hospederos intermediarios de *M. ingens* están los milpiés del género *Narceus*, así como varios artrópodos (Bowman, 2014b). Entre los hospederos paraténicos se encuentran serpientes de la Familia Colubridae y Viperidae tanto acuáticas como terrestres (Kennedy, 2006).

En la especie *M. hirudinaceus*, los huéspedes intermediarios son larvas de escarabajos de mayo, escarabajos de estiércol o escarabajos de agua y el huésped definitivo son cerdos (Miller, 1992; Bowman, 2014b y Mehlhorn, 2016). Esta especie puede infectar mamíferos carnívoros, jabalíes, zorros, y perros domésticos (Mowlavi et al., 2005 y Gideon Informatics & Berger, 2018). No presenta hospederos paraténicos, por lo que cualquier mamífero carnívoro es un hospedero accidental. En estos últimos, los gusanos raramente maduran y las larvas no producen huevecillos (Mehlhorn, 2016 y Shapiro, *sf*), por lo que podría encontrarse en *P. lotor*, como hospedero accidental.

Debido a que los mapaches son mamíferos generalistas y su dieta es muy variada, incluyendo insectos (Kasparian, Hellgren, & Ginger 2002), puede infectarse fácilmente con los hospederos intermediarios mencionados anteriormente (Kennedy, 2006; Bowman, 2014b). Por ende, una infección con *M. hirudinaceus* y *M. ingens*, especialmente por su comportamiento oportunista, es bastante probable.

M. ingens y *M. hirudinaceus* presentan hospederos accidentales entre los cuales está el ser humano (Dingley & Beaver, 1985; Richardson, 2014 y Gideon Informatics & Berger, 2018) convirtiéndolas en especies de importancia zoonótica. Se reportó en una niña de 10

meses, la infección con *M. ingens*, por consumir un grillo (Dingley & Beaver, 1985) pero no presentó síntomas. Mientras que la infección con *M. hirudinaceus* implica agudo dolor abdominal y peritonitis, ya que la probóscide se engancha en la pared intestinal perforándolo, por la ingestión de un escarabajo infectado (Mehlhorn, 2008 y Wasif et al., 2012).

M. hirudinaceus es una especie cosmopolita (Beltrame et al., 2015), mientras que *M. ingens* se reporta en Norteamérica (EE.UU y Canadá) y Nicaragua (Richardson et al., 2017). Se considera necesario realizar análisis genético para corroborar la identidad del acantocéfalo encontrado en este estudio.

Los huevecillos de la Clase Cestoda se divide en base a la cantidad de ganchos larvales en dos subclases; la subclase Encestada cuyas larvas tienen tres pares de ganchos (hexacanto), observado en este estudio (Elsheikha & Khan, 2011). Los huevecillos tipo ciclofilídido (Orden Cyclophyllidea) son indehiscentes, sin opérculo, con un embrión desarrollado en su interior, que se encuentra dentro de un embrióforo no ciliado, con cubierta muy fina. (Gállego, 2006), concordando con lo observado.

Así mismo, las características observadas en parásitos adultos como cuerpo bilateralmente simétrico y aplanado dorsoventralmente, considerablemente alargado en la región anterior, con escólex, cuello, estróbilo alargado con divisiones (proglótidos) conteniendo el aparato reproductor, confirma que pertenecen al Phylum Platyhelminthes y la Clase Cestoda (Fernández y Rivas, 2007).

Las especies de cestodos reportadas en mapaches son *Atriotaenia* (*Ershovia*) *procyonis* (Anoplocephalidae), *Mesoscestoides lineatus*, *M. variabilis* (Mesocestoididae) y *T. pisiformis* (Taeniidae) (Shafer, 1981; Smith et al., 1985; Richardson et al., 1992; Kelley & Horner, 2008; Magalhães-Pinto, Knoff, Queiroga-Gonçalves, Sanches y Noronha, 2009 y Bowman, 2002). Los huevecillos de este estudio coincidieron con todas las especies anteriores en las siguientes características: huevecillos ovalados o redondos con un embrión que presenta tres ganchos (Chandler, 1942; Gallati, 1959 y Sirois, 2015), pared del caparazón fina, transparente y lisa con embrión en su interior (Zajac & Conboy, 2012).

La comparación del largo y ancho de los huevecillos obtenidos con las referencias bibliográficas, no permitió determinar la especie presente en las muestras. Según Gallati

(1959), morfológicamente las oncosferas de diferentes especies de tenias son difíciles de distinguir, por lo que se recomienda realizar análisis genéticos.

Los parásitos adultos concordaron con las características de la Familia Anoplocephalidae, que viven en mamíferos, aves y reptiles, presentan escólex desprovisto de rostelo y ganchos, y en los proglótidos el poro genital está ubicado en los laterales alternándose irregularmente (Gallati, 1959 y Olsen, 1974). En *A. procyonis*, el poro genital se alterna irregularmente y se encuentra a 1/5 a 1/7 del borde superior de los proglótidos, concordando con lo observado en este estudio (Chandler, 1942). Esta ha sido ampliamente reportada en *P. lotor* (Chandler, 1942, Schafer, 1981, Smith et al., 1985 y Richardson, 1992).

Respecto al ciclo de vida, en el Orden Cyclophyllidea, los proglótidos de los cestodos adultos se encuentran en el intestino del hospedero definitivo (vertebrado). Los proglótidos grávidos se desprenden y pasan a las heces, posteriormente, los huevecillos son ingeridos por el hospedero intermediario, se liberan en el intestino desarrollándose el estado infeccioso (Elsheikha & Khan, 2011). Este Orden tiene importancia sanitaria porque incluye especies que parasitan al ser humano (Gállego, 2006 y Elsheikha & Khan, 2011). La mayoría de las infecciones con ciclofilídidos son asintomáticas, pero puede generar disturbios intestinales, anemias e irritación perianal (Elsheikha & Khan, 2011).

Los hospederos intermediarios de *A. procyonis* son escarabajos coprófagos y sus hospederos definitivos incluyen los mamíferos (Gallati, 1959). Debido a que *P. lotor* es un mamífero generalista y su dieta es muy variada, incluyendo insectos (Kasparian et al., 2002), los escarabajos podrían ser un posible alimento, adquiriendo el cestodo *A. procyonis*. No se ha reportado casos de zoonosis por parte de la especie *A. procyonis*. Esta se ha reportado en EE.UU (Schafer et al. 1981; Kelley & Horner 2008 y Kresta et al., 2009). En Costa Rica se ha reportado *Taenia* sp. y *T. pisiformis* en *Agouti paca* y *Urocyon cinereoargenteus* (Alajuela) respectivamente. Según esta identificación preliminar, sería el primer reporte de *A. procyonis* en mapaches para Costa Rica, por lo que es importante realizar análisis genéticos para confirmar la especie de platelminto presente.

Las imágenes suministradas para el género *Eimeria* por Dubey et al. (2000) y Duszynski et al. (1981), muestran oocystos con cuatro esporocistos en su interior (huevecillos esporulados), dicha descripción se asemeja a lo encontrado en este estudio.

Los carnívoros, especialmente individuos jóvenes, frecuentemente presentan coccidios. La mayoría de las especies corresponden al género *Isospora*, no obstante, el género *Eimeria* se encuentran con frecuencia (Inabnit et al., 1972). Poco se conoce sobre la coccidiosis clínica en mapaches. Se han reportado en *P. lotor*, dos especies de coccidios, *E. procyonis* y *E. nuttalli* (Inabnit et al., 1972).

Los oocystos de *E. nuttalli* son ovales con pared doble, sin presencia de micrópilo (Morgan & Waller, 1940). Sin embargo, Inabnit et al. (1972) mencionan que presenta una sola pared, lisa de color marrón amarillento, los esporocistos presentan un delgado y oscuro cuerpo de stieda. *E. procyonis* presenta micrópilo, pared externa rugosa y agujereada con numerosas estriaciones radiales (Inabnit et al., 1972 y Dubey et al., 2000). La pared de los ooquistes es similar a otros coocidios presentando dos o tres capas (Duszynski et al., 1981), los ooquistes presentan cuerpo substiedal ligeramente aplanado (Inabnit et al., 1972).

En algunas muestras se observaron oocystos con y sin micrópilo. En algunos esporocistos se observó la presencia de un cuerpo oscuro en uno de los extremos asemejando un cuerpo de stieda; presentando características de ambas especies.

El mayor porcentaje del largo y ancho del oocysto fue para *E. nuttalli*, así como el largo de los esporocistos. Sin embargo, el ancho de los esporocistos fue mayor para *E. procyonis*. Por lo que es probable que se hayan observado ambas especies, como en el caso de Rainwater et al. (como se citó en Duszynski et al., 2018), los cuales identificaron positivamente *E. nuttalli* y *E. procyonis* en una misma muestra.

Dependiendo de la especie de *Eimeria*, el ciclo de vida toma alrededor de cinco a ocho días para completarse. Los oocistos que se depositan en las heces no son esporulados. Una vez en el exterior, esporulan (se vuelven infectivos) en presencia de humedad, oxígeno y temperatura adecuados. Los oocistos esporulados, contienen cuatro esporocistos que contienen dos esporozoitos infecciosos que son ingeridos por el hospedero (Inmucos, 2018).

Tanto los esporocistos como los esporozoitos se liberan en el intestino, estos últimos penetran en las células intestinales para iniciar el desarrollo de esquizontes intracelulares asexuales. Los esquizontes producen grandes cantidades de merozoitos (segunda etapa invasiva) que penetran otras células intestinales y produce una nueva generación de

esquizontes. La multiplicación asexual produce un aumento exponencial en el número de parásitos (The Poultry Site, 2014 y Inmucox, 2018).

Seguido del ciclo de vida asexual, comienza el ciclo de vida sexual donde se forman gametos masculinos y femeninos, que se fusionan para formar un cigoto que se desarrolla en un oocisto inmaduro, no esporulado. Los oocistos son extremadamente resistentes al ambiente sobreviviendo hasta un año bajo condiciones secas y frescas (The Poultry Site, 2014 y Inmucox, 2018). Entre las lesiones asociadas con coccidios en mapaches, según Dubey et al. (2000), están el enrojecimiento del intestino delgado y prolapso de recto.

El género *Eimeria* ha sido reportado en Costa Rica, en *Turdus grayi* (Heredia) así como en otros passeriformes y palomas (Pérez-Gómez et al., 2018), en *Agouti paca* cautivas (Smythe y Brown de Guanti, 1995), en bovinos (Ruiz, 1959) y en *Melanomys caliginosus* (Chinchilla, Valerio, Sánchez, González y Duszynski, 2014). En *E. nutalli*, el hospedero definitivo es *P. lotor* y *P. pygmeus*, reportado en Europa, América del Norte y México. *P. lotor*, también, es el hospedero definitivo para la especie *E. procyonis* reportado en Asia, EE.UU y Brasil (Duszynski et al., 2018). Por lo que es necesario realizar análisis genéticos para identificar las muestras de estudio.

El promedio de helmintofauna gastrointestinal encontrada en especímenes de *P. lotor* fueron mayores que los reportados para la misma especie en distintas regiones del estado de Texas, EE.UU, según Kresta et al. (2009). Estas diferencias pueden deberse a que las comunidades de helmintos son influenciadas por factores como el uso del hábitat del hospedero y la dieta (Kresta et al., 2009).

4.3. Porcentaje de prevalencias de helmintofauna en *P. lotor*.

La prevalencia de huevecillos de *B. procyonis* en las letrinas fue similar a las encontradas en la Reserva Leonelo Oviedo, pero menor a la encontrada en los parásitos adultos. La prevalencia de *B. procyonis* varía según el método de análisis (heces de animales, sitios de letrinas o en necropsia) (Kazacos, 2001, Nielsen et al., 2007). En general, la flotación de huevecillos es una técnica diagnóstica menos sensible comparada con el examen post mortem (parásitos adultos) (Sexsmith, Whiting, Green, Berezanski y Thompson, 2009).

La determinación de la prevalencia en letrinas es un estimador útil del potencial zoonótico de *B. procyonis*, pero esta medida probablemente subestima la tasa de prevalencia real (Page et al., 2005). Estudios realizados en todos los países donde se ha detectado este parásito sugiere que los valores de prevalencia en letrinas son más bajos que los encontrados a través de necropsias (Page et al., 2005; Sexsmith et al., 2009 y Kazacos, 2016); observándose dicha diferencia en las prevalencias obtenidas en el presente estudio. Se ha sugerido que la detección en letrinas puede ser el método más eficiente y quizás el mejor estimador de potencial zoonótico (Page et al., 2005), pero se debe considerar la probabilidad de subestimación de la prevalencia al sugerir estrategias de manejo.

Los valores de prevalencia de este estudio, (letrinas, muestras de la localidad dos y parásitos gastrointestinales) son considerados como una prevalencia moderada según Kazacos (2016). En general, la prevalencia varía de acuerdo al rango de distribución de los mapaches (Kazacos, 2016). Fuera de Estados Unidos, las prevalencias han sido bajas o moderadas, a excepción de Alemania según Gay (como se citó en Kazacos, 2016). Dentro de los Estados Unidos, las prevalencias decrecen conforme se avanza hacia el sur. Las prevalencias encontradas en el presente estudio tienen valores similares a los valores promedio de Estados Unidos y mayores a los reportados para países asiáticos (Kazacos, 2016). No obstante, las variaciones en la prevalencia se pueden relacionar con factores ambientales, de suelo, precipitación, temperatura, etc. (Kazacos, 2016).

Además, la comparación de las tasas de prevalencia debe considerar la estacionalidad del muestreo del parásito, ya que en zonas templadas varían de acuerdo a la época del año (Kazacos, 2001; Nielsen et al., 2007; Hirsch, Prange, Hauver y Gehrt, 2014), en zonas tropicales la dinámica del parásito puede ser distinta. También debe considerarse los cambios en el comportamiento (Hirsch et al., 2014), edad de los mapaches (juveniles tienen prevalencias más altas) (Cunningham, et al., 1994 y Page, et al., 2009b) y la abundancia relativa de mapaches (Kazacos, 2001, Page et al., 2009b). El aumento en la densidad de *P. lotor* provoca un aumento en la prevalencia del patógeno y con ello, aumenta el riesgo zoonótico.

La prevalencia en las muestras de huevecillos de *Capillaria procyonis* fue mucho mayor a la reportada por varios autores para el género *Capillaria* mediante la técnica post mortem (Butterworth & Beverley-Burton, 1981 y Cole & Shoop, 1987). Las prevalencias en las especies de *Capillaria* pueden variar de acuerdo a la especie, la edad del mapache, la época del año, y

el rango de distribución (Butterworth & Beverley-Burton, 1981).

Similar a los otros parásitos, la prevalencia de *Macracanthorhynchus* sp. en letrinas fue mucho menor a la encontrada en los parásitos adultos. Las prevalencias bajas en muestras de heces han sido reportadas por Monello y Grompper (como se citó en Richardson et al., 2017) obteniéndose mayor prevalencia en necropsias. El valor de la prevalencia en parásitos adultos fue similar al reportado por Richardson et al. (2014) para una isla en el sur de Georgia y mucho mayor a los valores reportado por otros autores (Cole & Shoop, 1987 y Birch et al., 1994) para diferentes zonas continentales de Estados Unidos.

A nivel continental, Birch et al. (1994) reportaron un máximo de 40% de prevalencia. La alta prevalencia encontrada en la helmintofauna gastrointestinal podría deberse a la presencia de una gran cantidad de individuos de *P. lotor* en un área pequeña. Por lo que es importante profundizar en el análisis de la prevalencia de este parásito.

Se han reportado prevalencias altas (53-74%) en *Physaloptera* sp. para parásitos adultos en dos regiones de Estados Unidos (Cole & Shoop, 1987 y Birch et al., 1994). Para este estudio, solo se obtuvieron valores a través de muestras de heces, los valores bajos obtenidos puede estar relacionado con la técnica de obtención.

Las prevalencias de *Eimeria* sp. usualmente son altas en mapaches (Inhabit et al., 1972; Adams et al., 1981; Dubey et al., 2000 y Foster et al., 2004). En mapaches enfermos con diarrea en un zoológico, la prevalencia de coccidios fue del 100% (Dubey et al., 2000). Para *E. nutalli*, en promedio se han reportado prevalencias de 53% (Inhabit et al., 1972; Adams, Levine y Todd, 1981 y Foster et al., 2004), por lo que la prevalencia de las muestras obtenida en este estudio son ligeramente mayores al promedio.

4.4. Carga de huevecillos en muestras de heces de *P. lotor*.

Los mapaches infectados con *B. procyonis* según Cunningham et al. (1994) arrojaron entre 20,000 a más de 250,000 huevos por gramo de heces, aunque en promedio las infecciones se reportan entre 20 000 y 26 000 huevos por g (Kazacos, 2016). En áreas de menor prevalencia de este parásito, los mapaches infectados mostraron un promedio de 17,527 huevos por g de heces. Muchos animales tienen cargas de huevos de más de

100.000 huevecillos por g de heces, y el record de mayor cantidad fue de 256,700 huevos por g de heces en un mapache (Kazacos, 2016). Por lo que la carga de huevecillos encontrada en el presente estudio es menor a lo reportado. Es importante tomar en cuenta que las descargas de huevos son de carácter intermitente, dependiendo del momento y de la hembra (M. Baldi, comunicación personal, 9 de Agosto, 2018).

El único dato de *Capillaria* ha sido de intensidad entre 4.3 y 22 parásitos adultos por individuo (Butterworth & Beverley-Burton, 1981). En este estudio, se obtuvo la carga para huevecillos por 4 g de muestra, por tanto no se puede realizar una comparación.

4.5. Análisis de cámaras trampa en letrinas de *P. lotor*.

Las letrinas están asociadas a la cercanía con zonas boscosas, lechos de los ríos y presencia de fuentes de alimento (Sexsmith et al., 2009; Page et al., 2009a y Kazacos, 2016). Para este estudio la mayor frecuencia de visitación se obtuvo en el sector Aulas, esto podría explicarse por qué se encuentra más cerca de las áreas boscosas ribereñas, ya que la localidad CAI Vilma Curling Rivera colinda al norte con el río Cañas.

Según Hirsh et al. (2014), en una población con densidades altas, la visitación a las letrinas se realizó por múltiples mapaches y fue visitada en un promedio de 9.1 veces durante dos semanas. El dato más cercano a este valor fue en el sector Aulas, no obstante, los promedios de frecuencia de visitación en dicho sector fueron tomados por día durante 6 meses.

Los mapaches son principalmente nocturnos, pero se han observado movimientos diurnos. La actividad nocturna, generalmente comienza alrededor de la puesta del sol y continúa hasta justo antes del amanecer, concordando con lo obtenido en el presente estudio, en el cual el intervalo entre las 17:00 horas y las 18:59 presentaron los valores máximos del promedio de visitación (Harper, 2001).

La temperatura es un factor importante en el desarrollo infeccioso de los huevos de *B. procyonis*. Los huevecillos en las letrinas alcanzan una infectividad relativamente rápida o lenta dependiendo de la temperatura ambiente (Page, Swihart, & Kazacos, 1999). Mientras que a temperaturas entre los 22 y 25 °C, los huevos pueden volverse infecciosos en 11 a 14 días, a temperaturas más bajas pueden durar varios meses (Kazacos, 2016).

Una vez infecciosos, los huevecillos pueden permanecer en el ambiente hasta por más de 10 años (Hirsch et al., 2014) y mantenerse viables bajo condiciones de desecación completa hasta por siete meses (Shafir, Sorvillo, Sorvillo y Berar, 2011). Sin embargo, en lugares con temperaturas muy altas su viabilidad se reduce, aunque actualmente, se desconocen los tiempos exactos en que los huevos pueden morir (Kazacos, 2001 y Vantassel, 2012). Se ha demostrado que temperaturas mayores a los 62 °C matan a los huevos y larvas de *B. procyonis* (Shafir et al., 2007).

Debido a que *P. lotor* es un importante diseminador del parásito *B. procyonis*, documentar el posible uso que presentan las letrinas es de gran importancia para comprender las posibles implicación de estas en la salud pública y el riesgo potencial para otros animales. Las letrinas de mamíferos a menudo funcionan como sitios para marcar territorio, uso del espacio, estatus reproductivo; no obstante, en mapaches poco se sabe con respecto a los usos que pueden tener las letrinas (Hirsh et al., 2014).

En el presente estudio la segunda actividad con mayor porcentaje realizada por los mapaches en las letrinas fue olfatear, lo que indicaría que un posible uso de las letrinas monitoreadas es para comunicación olfativa. La comunicación química es una función que presentan las letrinas en otros mamíferos, jugando un papel importante en el apareamiento, así como para demarcar los límites territoriales. En mapaches, los comportamientos de defensa del territorio solo se han observado en machos y solo ocurre en densidades poblacionales bajas. En altas densidades, tanto hembras como machos, presentan rangos de hogares traslapados (Hirsh et al., 2014). Por tanto, para clarificar la funcionalidad de las letrinas, es importante en futuros estudios determinar la densidad poblacional de *P. lotor*.

5. Conclusiones

- La presencia de las letrinas en el sitio de estudio podrían asociarse con la cercanía de distintas fuentes de alimento.
- Las letrinas se localizaron únicamente en el interior de infraestructuras.
- El riesgo de infección en las letrinas puede depender de varios factores como son el tamaño de las mismas, temperatura, densidad poblacional y dieta del mapache.
- Los valores de prevalencia varían según la técnica de obtención de helmintofauna que se utilice.
- Los valores de la carga de huevecillos y la prevalencia también dependerá de varios factores asociados a la densidad poblacional, comportamiento, distribución y dieta de *P. lotor*, los cuales deben ser analizados en los sitios de estudio.
- Las actividades realizadas por los mapaches en las letrinas no se limitaron a la defecación.
- Los huevecillos encontrados se clasificaron en el Orden Spirurida, Orden Cyclophyllidea, género *Eimeria* y las especies *B. procyonis*, *Macracanthorhynchus ingens* y *Capillaria procyonis*.
- En la helmintofauna gastrointestinal se identificó las especies *B. procyonis*, *Atriotaenia (Ershovia) procyonis* y el género *Macracanthorhynchus*.
- En el presente estudio se encontró parásitos en *P. lotor* de importancia zoonótica
- Mediante la identificación preliminar realizada en este estudio, se encontraron 3 nuevos reportes de especies y un reporte nuevo de genero de parasitos en *P. lotor* para Costa Rica, ampliando con esto el rango de distribución de algunas especies de parasitos.

6. Recomendaciones

- Analizar las muestras de helmintofauna preservada en la mayor brevedad posible, para evitar que estructuras diagnósticas se degraden.
- Corroborar la identificación preliminar de helmintofauna encontrada mediante el uso de técnicas más sensibles de detección e identificación como la microscopía electrónica y análisis genético mediante el método de PCR.
- Determinar la viabilidad de los huevecillos y la longevidad de las letrinas, así como el papel que podrían tener en la ecología de los mapaches, la densidad poblacional y dieta de *P. lotor*.
- Los valores de prevalencia deben ser comparados entre las mismas técnicas de obtención, para evitar errores de interpretación.

Recomendaciones de manejo

En el CIA Vilma Curling Rivera se debe implementar un adecuado manejo de los desechos orgánicos así como un diseño de basureros con tapa de seguridad que impida el acceso de los mapaches a los desechos. Así mismo debe eliminarse cualquier acceso de *P. lotor*, reparando los daños en la infraestructura como agujeros y colocando mallas de acero en las ventanas, este último con énfasis en el sector de Casa cuna.

Se recomienda seguir las siguientes medidas de seguridad para limpiar las letrinas: Primeramente colocarse ropa de protección como overoles lavables, botas de hule y guantes de látex, rociar ligeramente el área de la letrina con agua, para evitar remover polvo, utilizar una pala de metal para recoger los excrementos colocándolos posteriormente en una bolsa plástica y usar agua hirviendo jabonosa con cloro y una esponja húmeda o trapo para limpiar los excrementos restantes.

Posteriormente, enjuagar los materiales desechables con agua hirviendo y cloro antes de desecharlos. Colocar el material desechable de limpieza en una bolsa plástica y cerrar las bolsas con fuerza, colocándolas dentro de una segunda bolsa luego deseche en un bote de basura. Para finalizar, enjuagar pala, botas y otros materiales de limpieza no desechables con agua hirviendo con cloro, además lavarse las manos con jabón y agua tibia, posteriormente colocarse alcohol de 70% en las manos y dejar secar.

7. Bibliografía

- Adams, J. H., Levine, N. D., & Todd, Jr. K. S. (1981). *Eimeria* and *Sarcocystis* in Raccoons in Illinois. *Journal of Protozoology*, 28 (2), 221-222.
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. México: Instituto de Ecología, A.C.
- Bade, S. R., Jiménez, F. A., Poole, A. K., y Feldhamer, G. A. (2012). Prevalence of *Baylisascaris procyonis* and Implications for Reintroduced Woodrat Populations in Southern Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 105 (1, 2), 33-39.
- Baldi, M., Alvarado, G., Smith, S., Santoro, M., Bolaños, N., Jiménez, C., Hutter, S. E., & Walzer, C. (2016). *Baylisascaris procyonis* Parasites in Raccoons, Costa Rica, 2014. *Emerging Infectious Diseases*. 22 (8):1502-1503. doi:10.3201/eid2208.151627.
- Baldi Salas, M. y Walzer, C. (2018). Baylisascariasis como diagnóstico diferencial de Larva migrans en Humanos. *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica*, 12 (1), 39-49.
- Baker, D. G. (2007). *Flynn's Parasites of Laboratory Animals*. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell.
- Ballweber, L. R. (2018). *Macracanthorhynchus sp in Pigs*. Veterinary Manual, Merck & Co., Inc. Recuperado de: <https://www.merckvetmanual.com/digestive-system/gastrointestinal-parasites-of-pigs/macracanthorhynchus-sp-in-pigs>
- Beltrame, M.O., Fernández, F.J., y Sardella, N.H. (2015) First paleoparasitological record of acanthocephalan eggs from Northwestern Patagonia (Late Holocene, Argentina). *Acta Tropica*, 146, 33–35.
- Bergstrom, R. C., Kingston, N. y Talbott, J. R. (1985). *Toxascaris leonina* (Nematoda: Ascarididae) from the Pronghorn Antelope, *Antilocapra americana*, in Wyoming. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 52 (1), 142-143.
- Bertoni-Ruiz, F., Lamothe, M.R., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D., y León-Régagnon. (2011). Systematics of the genus *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) in the Americas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 453-464.

- Birch, G. L., Feldhamer, G. A., Dyer, W. G. (1994). Helminths of the Gastrointestinal Tract of Raccoons in Southern Illinois with Management Implications of *Baylisascaris procyonis* Occurrence. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 87(3-4), 165-170.
- Bjerke, T., Ost Dahl, T., & Kleiven, J. (2003). Attitudes and activities related to urban wildlife: Pet owners and non-owners. *Anthrozoös*, 16, 252-262.
- Blizzard, E. L., Yabsley, M. J., Nims, T. H. y Garrison, L. (2010). Intestinal roundworm (*Baylisascaris procyonis*) of raccoons (*Procyon lotor*): Information for public health and wildlife professionals. *Wildlife Manager Series*, WMS – 10 -11.
- Bowman, A. (2014a). *Physaloptera rara*. American Association of Veterinary Parasitologists. Recuperado de: <http://www.aavp.org/wiki/nematodes/spirurida/physalopteroidea/physaloptera-rara/>
- Bowman, D. D. (2009). *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. Missouri, U. S.: Elsevier.
- Bowman, D. D. (2014b). *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. Missouri, U.S.: Elsevier.
- Bowman, D. D., Barr, S. C., Hendrix, C. M., y Lindsay, D. S. (2003). Gastro-intestinal Parasites of Cats. En D. D. Bowman (Ed.), *Companion and Exotic Animal Parasitology*. New York, USA: International Veterinary Information Service. Recuperado de: http://www.ivis.org/advances/parasit_bowman/ddb_gi/ivis.pdf?q=sw-412-
- Bowman, D. D., Hendrix, C. M., Lindsay, D. S. y Barr, S. C. (2002). *Feline Clinical Parasitology*. Iowa: Iowa State University Press.
- Burgess, H., Ruotsalo, K., Peregrine, A. S., Hanselman, B., Abrams-Ogg, A. (2008). *Eucoleus aerophilus* respiratory infection in a dog with Addison's disease. *Canadian Veterinary Journal*, 49, 389-392.
- Bush, A. O., Fernández, J. C., Esch, G. W. y Seed, R. (2001). *Parasitism: The diversity and Ecology of animal parasites*. Cambridge, U. K: Cambridge University Press.
- Butterworth, E. W. y Beverley-Burton, M. (1981). Observations on the Prevalence and Intensity of *Capillaria* spp.(Nematoda: Trichuroidea) in Wild Carnivora from Ontario, Canada. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 48(1), 24-37.

- Butterworth, E. W., y Beverley-Burton, M. (1980). The taxonomy of *Capillaria* spp. (Nematoda: Trichuroidea) in carnivorous mammals from Ontario, Canada. *Systematic parasitology*, 1 (3/4), 211—236.
- Carrillo, E. (1990). *Patrones de movimiento y hábitos alimentarios del mapachín Procyon lotor en el Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica*. Universidad Nacional, Heredia.
- Carrillo, E., Wong, G., & Rodríguez, M. (2001). Hábitos alimentarios del mapachín (*Procyon lotor*) (Carnívora: Procyonidae) en un bosque muy húmedo tropical costero de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 49(3-4), 843-848.
- Ceballos-Escalera, J.M., Lara, J., Montoro, J., García-Román, L., Herrera, J., Gonzáles, J.M., García, F.J., López-nieva, P., Aramburu, M.J., Ortega, M. y Cuesta, R. (2013). Gestión de la población de mapache (*Procyon lotor* L.) en la Comunidad de Madrid. En V. Gasteiz. (Ed.), Sexto Congreso Forestal Español. Sociedad española de Ciencias Forest.
- Chandler, A. C. (1942). The Helminths of Raccoons in East Texas. *The Journal of Parasitology*, 28 (4), 255-268.
- Chinchilla, M., Valerio, I., Sánchez, R., González, A. & Duszynski, D. W. (2014) A new species of *Eimeria* Schneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the dusky rice rat *Melanomys caliginosus* (Tomes) (Mammalia: Rodentia) in Costa Rica. *Systematic Parasitology*, 88, 181-184. Doi: 10.1007/s11230-014-9489-0
- Church, M., Knight, D., Gilson, D., Dykhous, C., Mah, K., y Nolan, T. (2006). *VPTH 603 Veterinary Parasitology, Lab 8*. Pennsylvania: University of Pennsylvania School of Veterinary Medicine. Recuperado de: <http://cal.vet.upenn.edu/projects/parasit06/website/lab8.htm>
- Cole, R. C. & Shoop, W. L. (1987). Helminths of the Raccoon (*Procyon lotor*) in Western Kentucky. *The Journal of Parasitology*, 73 (4), 762-768.
- Cunningham, C. K., Kazacos, K. R., McMillan, J. A., Lucas, J. A., McAuley, J. B., Wozniak, E. J., y Weiner, L. B. (1994). Diagnosis and Management of *Baylisascaris procyonis* Infection in an Infant with Nonfatal Meningoencephalitis. *Clinical Infectious Diseases*, 18, 868-872.
- Curtis, P., & Sullivan, K. (2001). *Raccoons*. (Cornell University, Cornell Cooperative Extension, Wildlife Damage Management Fact Sheet Series, USA). Recuperado del sitio de internet de Wildlife Control Information, Control University Wildlife Publications: <http://wildlifecontrol.info/pubs/Pages/CornellUniversity.aspx>.

- Di Cesare, A., Castagna, G., Meloni, S., Milillo, P., Latrofa, S., Otranto, D., Traversa, D. (2011). Canine and Feline Infections by Cardiopulmonary Nematodes in Central and Southern Italy. *Parasitology Research*, 109: 87-96.doi:10.1007/s00436-011-2405-5
- Dingley, D. y Beaver, P. C. (1985). *Macracanthorhynchus ingens* from child in Texas. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 34 (5), 918-920.
- Ditchkoff, S., Saalfeld, S., & Gibson, C. (2006). Animal behavior in urban ecosystems: modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosyst*, 9, 5–12.
- Doerr, W., y Seifert, G. (1995). *Tropical Pathology*. Berlin, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dryden, M. W., Payne, P. A., Ridley, R., y Smith, V.(2005). Comparison of Common Fecal Flotation Techniques for the Recovery of Parasite Eggs and Oocysts. *Veterinary Therapeutics*, 6(1), 15-28.
- Dubey, J. P., Garner, M. M., Rosenthal, B. M. y DeGhetto, D. (2000). Clinical coccidiosis in raccoons (*Procyon lotor*).*Journal of Parasitology*, 86(6), 1299–1303.
- Duszynski, D., Jana Kvičerová, J. & Seville, R. (2018). The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Carnivores of the World.doi: <https://doi.org/10.1016/C2016-0-00320-0>
- Duszynski, D.W., Speer C. A., Chobotar, B. y Marchiondo A. A. (1981). Fine Structure of the Oocyst Wall and Excystation of *Eimeria procyonis* from the American Raccoon (*Procyon lotor*).*ZeltschriftParasitenkunde*, 65, 131-136.
- Elsheikha, H. M. & Khan, N. A.(2011). *Essentials of Veterinary Parasitology*. Norfolk, UK: Caister Academic Press.
- Fernández, M. A. y Rivas, G. (2007). *Niveles de Organización en Animales*. México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Foreyt, W. J. (2001). *Veterinary Parasitology. Reference Manual*. Iowa, USA: Blackwell Publishing Professional.
- Foster, G. W., McCleery, R. A. & Forrester, D. J. (2004). Intestinal Coccidia of Raccoons (*Procyon lotor*) from Key Largo, Florida, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 71(2),175-177.
- Fugassa, M. H., Reinhard, K. J., Johnson, K. L., Gardner, S. L., Viera, M. & Araujo, A. (2011). Parasitism of prehistoric humans and companion animals from Antelope Cave, Mojave County, Northwest Arizona. *Journal of Parasitology*, 97(5), 862–867.

- Fugassa, M. H., Taglioretti, V., Gonçalves, M. L. C., Araújo, A., Sardella, N. H., y Denegri, G. M. (2008). *Capillaria* spp. eggs in Patagonian archaeological sites: statistical analysis of morphometric data. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 103(1): 104-105.
- Gallati, W. W. (1959). Life history, morphology and taxonomy of *Atriotaenia* (*Ershovia*) *procyonis* (Cestoda: Linstowiidae), a parasite of the raccoon. *Journal of Parasitology*, 45(4), 363-77.
- Gállego, B. J. (2006). *Manual de Parasitología, Morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Barcelona, España: Publicacions I Edicions.
- García, L. (2005). *Estudio de gnatostomiasis en el estado de Colima, México*. (Tesis Doctoral). Universidad de Colima, México.
- García, L. S. (2007). *Diagnostic Medical Parasitology*. Washington D.C., USA: ASM Press.
- Gavin, P. J., Kazacos, K. R. y Shulman, S. T. (2005). Baylisascariasis. *Clinical microbiology reviews*, 18 (4), 703-718.
- Gibbons, L. M., Jacobs, D. E., Fox, M. T. y Hansen, J. (2005). The RVC/FAO Guide to Veterinary Diagnostics Parasitology. Recuperado de: <https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology/pigEggs/Macracanthorhynchus.htm>
- Gideon Informatics, I. & Berger, S. (2018). *Acanthocephalan worms: Global Status*. Recuperado de <https://books.google.co.cr/books?id=sj9LDwAAQBAJ&pg=PA14&dq=Biology+of+Macracanthorhynchus+ingens&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiV6oPK7-zZAhUG7FMKHaUDBL0Q6AEIMDAC#v=onepage&q=Biology%20of%20Macracanthorhynchus%20ingens&f=false>
- Gomez-Puerta, L. A., Ticona, D. S., Lopez-Urbina, M. T. y Gonzalez, A. E. (2012). A New Species of *Atriotaenia* (Cestoda: Anoplocephalidae) from the Hog-Nosed Skunk *Conepatuschinga* (Carnivora: Mephitidae) In Peru. *Journal of Parasitology*, 98 (4), 806-809.

- Guzmán-Cornejo, C.L., García-Prieto, L., Rivas-Lechuga, G., Mendoza-Garfias, B., Osorio-Sarabia, D., y Montiel-Parra, G. (2012). Manual de prácticas de metazoarios parásitos de vertebrados. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hamir, A N. (1998).Capillariasis of the anal sacs of raccoons (*Procyon lotor*) and a possible association with anal-sac impaction. *The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 10, 371-373.
- Hamir, A N., Hanlon, C. & Rupprecht, C. E. (1997).Capillariasis in the Trachea of a Raccoon. *Journal of Wildlife Disease*, 33 (4), 880-881.
- Harper, T. (2001).*Effects of diversionary feeding on raccoon foraging behavior in Southwestern Georgia* (Tesis de Maestría).Valdosta State University, Georgia .
- Hernández, J. (2010). *Técnicas parasitológicas*. Heredia: Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina Veterinaria, Cátedra de Parasitología y Enfermedades Parasitarias.
- Hill, R., Zimmerman, J., Greve, J., & Beran, G. (1991). Use of Ivermectin against several nematodes in naturally infected raccoons (*Procyon lotor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 22(4), 417-420.
- Hirsch, B.T., Prange, S., Hauver, S.A. & Gehrt, S.D. (2014). Patterns of latrine use by raccoons (*Procyon lotor*) and implications for *Baylisascaris procyonis* transmission. *Journal of Wildlife Diseases*, 50, 243–249.
- Hoberg, E. P., Jones, A. y Bray, R. A. (1999). Phylogenetic analysis among the families of the Cyclophyllidea (Eucestoda) based on comparative morphology, with new hypotheses for co-evolution in vertebrates. *Systematic Parasitology*, 42, 51-73.
- Hoberg, E.P & McGee, S.G.(1982). Helminth parasitism in raccoons, *Procyon lotor hiatus* Nelson and Goldman, in Saskatchewan. *Can. J. Zool* 60, 53-57.
- Hopkins, A. 2010.*Raccoon ecology and management on cape lookout National Seashore, North Carolina* (Tesis de Maestría).Zoology, North Carolina State University, USA.
- Huxoll, C., Messmer, T., & Conover, M. (2010). *Raccoons* (Wildlife Damage Management Series). Recuperado del sitio de internet de Utah State University Extension Service and College of Natural Resources: http://extension.usu.edu/files/publications/publication/nr_wd_002.pdf.
- Inabnit, R., Chobotar, B. y Ernst, J. V. (1972).*Eimeria procyonis* sp. n., an *Isospora* sp., and a Redescription of *E. nuttalli* Yakimoff and Matikaschwili, 1932 (Protozoa:

- Eimeriidae) from the American Raccoon (*Procyon lotor*). *Journal of Protozoology*, 19 (2), 244-247.
- Inhabit, R., Chobotar, B. & Ernst, J. V. (1972). *Eimeria procyonis* sp. n., and *Isospora* sp., and Redescription of *E. nutalli* Yakimoff and Matikaschwili, 1932 (Protozoa: Eimeriidae) from the American Raccoon (*Procyon lotor*). *Journal of Protozoology*, 19 (2), 244-247.
- Inmucox. (2018). Lifecycle, Coccidiosis. CEVA. Recuperado de: <https://www.immucox.com/Coccidiosis/Lifecycle>
- Inskip, C., & Zimmermann, A. (2009). Human-felid conflict: a review of patterns and priorities worldwide. *Oryx*, 43(1), 18-34.
- Jiménez-Guzmán, F., Galaviz-Silva, L., Segovia-Salinas, F., Garza-Fernández, H. y Wesche-Ebeling, P. (1988). *Parásitos y enfermedades del bagre (Ictalurus spp.)*. Nuevo León, México: Secretaria de Pesca.
- Junquera, P. (2017a). *Capillaria spp., parasitic hairworms of DOGS and CATS. Biology, prevention and control. Eucoleus, Pearsonema, Aonchotheca. Parasitipedia.net*. Recuperado de: http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2606&Itemid=2888
- Kasparian, M. A., Hellgren, E. C. & Ginger, S. M. (2002). Food Habits of the Virginia Opossum During Raccoon Removal in the Cross Timbers Ecoregion, Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 82, 73-78
- Kazacos, K. R. (2016). *Baylisascaris* Larva Migrans. *USGS National Wildlife Health Center*, Circular 1412.122 p. <http://dx.doi.org/10.3133/cir1412>.
- Kazacos, K. R. (2006). Unusual Fecal Parasite in a Dog. *NAVC Clinician's Brief*, 4 (2006), 37-39.
- Kazacos, K. R. y Turek, J. J. (1983). Scanning Electron Microscopy of the Eggs of *Baylisascaris procyonis*, *B. transfuga*, and *Parascaris equorum*, and Their Comparison with *Toxocara canis* and *Ascaris suum*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 50 (1), 36-42.
- Kazacos, K.R. (2001). *Baylisascaris* and related species, in Samuel, W.M., Pybus, M.J., and Kocan, A.A., eds., *Parasitic diseases of wild mammals*. Ames, Iowa State University Press, p. 301-341.

- Kazacos, K.R. (2001). *Baylisascaris procyonis* and related species. En W. M. Samuel, M. J. Pybus y A. A., Kocan. (Ed.), Parasitic diseases of wild mammals. (pp. 301–341). Iowa, USA: Iowa State University Press.
- Kelley, S. W. y Horner, N. V. (2008). The Prevalence of Cestodes in Raccoons (*Procyon lotor*) from North-Central Texas. *Comparative Parasitology*, 75 (2), 292-298. 2008.
- Kennedy, C. (2006). *Ecology of the Acanthocephala*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511541902
- Kresta, A. E., Henke, S. E., y Pence, D. B. (2009). Gastrointestinal helminths in raccoons in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(1), 1-13.
- Lei Ching, H., Leighton, B., & Stephen, C. (2000). Intestinal parasites of raccoons (*Procyon lotor*) from southwest British Columbia. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 64, 107-111.
- Little, M.D & Hali, M.M. (1980). *Chandleronema longigutturata* (Chandler 1942) gen. et comb. n. (Nematoda: Acuariidae) from Raccoons, *Procyon lotor*, in Louisiana. *J. Parasitol*, 66(3), 555-55.
- Luniak, M. (2004). Synurbization-adaptation of animal wildlife to urban development. En W.W. Shaw, K.L. Harris & L. VanDruff (Presidencia), 4th *International Urban Wildlife Symposium*. Simposio llevado a cabo por University of Arizona, Tucson.
- Macchioni, F., Guardone, L., Prati, M. C. y Magi, M. (2013). *Eucoleus aerophilus* (syn. *Capillaria aerophila*) and Other Trichinelloid Nematodes in Dogs from Liguria (Northwest Italy). En C. Boiti et al. (eds.), Trends in Veterinary Sciences. (pp. 85-89). Recuperado de: doi: 10.1007/978-3-642-36488-4_16
- Magalhães-Pinto, R., Knoff, M., Queiroga-Gonçalves, A., Sanches, M., Noronha, D. (2009). First report of *Taenia mustelae* (Eucestoda, Taeniidae) parasitizing the bushy-tailed olingo, *Bassaricyon gabbii* (Carnivora, Procyonidae) in South America with an updated checklist of cestodes from other American procyonid hosts. *Neotropical Helminthology*, 3 (1), 7-14.
- Magi, M., Guardone, L., Prati, M. C., Torracca, B. y Macchioni, F. (2012). First report of *Eucoleus boehmi* (syn. *Capillaria boehmi*) in dogs in north-western Italy, with scanning electron microscopy of the eggs. *Parasite*, 19, 433-435.
- Magi, M., Guardone, L., Prati, M.C., Mignone, W. y Macchioni, F. (2014). Extraintestinal nematodes of the red fox *Vulpes vulpes* in north-west Italy. *Journal of Helminthology*. doi:10.1017/S0022149X1400025X

- Margulis, L. y Chapman, M. J. (2010). *Kingdoms & Domains*. Londres, UK: Elsevier Press.
- Mathison, B. A., Bishop, H. S., Sanborn, C. R., dos Santos S. S. y Bradbury, R. (2016). *Macracanthorhynchus ingens* Infection in an 18-Month-Old Child in Florida: A Case Report and Review of Acanthocephaliasis in Humans. *Clinical Infectious Diseases, CID* 2016:63, 1357-1359.
- Matoba, Y., Yamada, D., Asano, M., Oku, Y., Kitaura, K., Yag, K., Tenora, F., & Asakawa, M. (2006). Parasitic helminths from feral raccoons (*Procyon lotor*) in Japan. *Helminthologia*, 43(3), 139–146.
- Mehlhorn, H. (2016). *Animal Parasites: Diagnosis, Treatment, Prevention*. Berlin, Alemania: Springer International Publishing Switzerland.
- Miller, G. C. (1992). A key to some common helminthes of the raccoon, *Procyon lotor*, in the southeastern United States. *The Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 108 (3) 111-116.
- Montoya, H. H. (2008). *Microbiología Básica Para El Área de La Salud y Afines*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Moore, D. (1946). Studies on the Life History and Development of *Macracanthorhynchus ingens* (Meyer, 1933) with a Redescription of the Adult Worm. *The Journal of Parasitology*, 32 (4), 387-399.
- Morgan, B. B. y Waller, E. F. (1940). Severe Parasitism in a Raccoon (*Procyon lotor lotor*, Linnaeus). *Transactions of the American Microscopical Society*, 59 (4), 523-527.
- Mowlavi, G., Makki, M., Heidari, Z., Re-Zaeian, M., Mohebalil, M., Araujo, A., Boenke, N., Aali, A., Stollner, T. & Mobedi, I. (2015). *Macracanthorhynchus hirudinaceus* Eggs in Canine Coprolite from the Sasanian Era in Iran (4th/5th Century CE). *Iranian Journal of Parasitology*, 10 (2), 245-249.
- Muchmore, C. E. (1998). *A study of the nematode Capillaria boehmi (Supperer, 1953): a parasite in the nasal passages of the dog* (Tesis doctoral). Oklahoma State University, Oklahoma.
- Muller, R. (2002). *Worms and Human Disease*. Londres, U. K.: CAB International.
- Murray, W. J. (2002). Human Infections Caused by the Raccoon Roundworm, *Baylisascaris procyonis*. *Clinical Microbiology Newsletter*, 24(1), 1-7.

- Murray, W. J. y Kazacos, K. R. (2004). Raccoon Roundworm Encephalitis. *Clinical Infectious Diseases*, 39 (10), 1484-1492.
- Mylonakis, M. E., Rallis, T. & Koutinas, A. F. (2008). Canine Spirocerosis. *Compendium*, 30 (2):111-116.
- Narváez, V. (2014). *Distribución potencial de la ocurrencia del conflicto ser humano-mapache nortño (Procyon lotor) y la percepción de los pobladores afectados del la Gran Área Metropolitana de Costa Rica (Tesis de Maestría)*. Universidad Nacional, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Costa Rica.
- Neafie, R. C. y Marty, A. M. (1993). Unusual Infections in Humans. *Clinical Microbiology Reviews*, 6 (1), 34-56.
- Nielsen, C. K., Defore, A. & Bade, E. (2007). Survey of *Baylisascaris procyonis* and Canine Distemper Virus in Southern Illinois Raccoons. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 100 (2), 169-176.
- Nolan, T. (2014). *Toxascaris leonina*. American Association of Veterinary Parasitologists. Recuperado de: <http://www.aavp.org/wiki/nematodes/ascaridida/toxascaris-leonina/>
- Okoshi, S. y Usui, M. (1967). Experimental studies on *Toxascaris leonina*. I. Incidence of *T. leonina* among dogs and cats in Japan. *The Japanese Journal of Veterinary Science*, 29, 185-194.
- Olsen, J. L. (1980). Life cycle of *Physaloptera rara* Hall and Widgor, 1918 (Nematoda, Physalopteroidea) of canids and felids in definitive, intermediate, and paratenic host. *Revista Iberica de Parasitología*, 40 (4), 489-425.
- Olsen, O. W. (1974). *Animal Parasites: Their Life Cycles and Ecology*. New York, U.S.: University Park Press.
- Olsen, W. (1977). *Parasitología Animal*. Barcelona, España, Aedos.
- Overstreet, R. M. (1970). *Baylisascaris procyonis* (Stefanski and Zarnowski, 1951) from the Kinkajou, *Potos flavus*, in Colombia. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 37 (2), 192-195.
- Owen, S.F., Edwards, J.W., Ford, W.M., Crum, J.M., & Wood, P.B. (2004). Raccoon roundworm in raccoons in Central West Virginia. *Northeastern Naturalist*, 11(2), 137-142.
- Page, L. K., Anchor, C., Luy, E., Kron, S., Larson, G., Madsen, L., Kellner, K. & Smyser, T. J. (2009a). Backyard raccoon latrines and risk for *Baylisascaris procyonis*

- transmission to humans. *Emerging Infection Disease*. 2009 Sep, doi:10.3201/eid1509.090128
- Page, L. K., Gehrt, S. D., Cascione, A., & Kellner, K. F.(2009b). The relationship between *Baylisascaris procyonis* prevalence and raccoon population structure. *Journal of Parasitology*, 95 (6), 1314–1320.
- Page, L. K., Gehrt, S. D., Titcombe, K. K. & Robinson, N.P. (2005). Measuring prevalence of raccoon roundworm (*Baylisascaris procyonis*): A comparison of common techniques. *Wildlife Society Bulletin*, (33), 1406–1412.
- Page, L.K., Swihart, R.K., &Kazacos, K.R. (1998).Raccoon latrine structure and its potential role in transmission of *Baylisascaris procyonis* to vertebrates. *Am. Midl. Nat*, 140(1), 180–185.
- Page,L. K., Swihart, R. K &Kazacos, K. R. (1999). Implications of raccoon latrines in the epizootiology of baylisascariasis. *Journal of Wildlife Diseases*, 35 (3), 474–480.
- Pai, P. J., B. G. Blackburn, K. R. Kazacos, R. P. Warriar and R. E. Bégué. (2007). Full Recovery from *Baylisascaris procyonis* Eosinophilic Meningitis. *Emerging infectious disease*, 13 (6), 928-930
- Pearce, J. R., Hendrix, C. M., Allison, N. y Butler, J. M. (2001). *Macracanthorhynchus ingens* infection in a dog. *JAVMA*, 219 (2), 194-196.
- Pence, D. B. (1975). *Capillaria procyonis* sp. N. (Nematoda: Trichuridae) from the esophagus of the raccoon, *Procyon lotor*. *The Journal of Parasitology*, 61(5), 815-818.
- Peregrine, A. S. (2018). *Acantocephalans in small animals*. Ontario, Canada: Veterinary Manual, Merck& Co., Inc. Recuperado de: <https://www.msdivetmanual.com/digestive-system/gastrointestinal-parasites-of-small-animals/acanthocephalans-in-small-animals>
- Pérez-Gómez, G., Jiménez-Rocha, A. E., y Bermúdez-Rojas, T. (2018). Parásitos gastrointestinales de aves silvestres en un ecosistema ribereño urbano tropical en Heredia, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 788-798.
- Petri, L. H. (1950). Life Cycle of *Physaloptera rara* Hall and Wigdor, 1918 (Nematoda: Spiruroidea) with the Cockroach, *Blatella germanica*, Serving as the Intermediate Host. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 53 (3), 331-337.

- Piñero, J., Lorenzo-Morales, J., Martín-Navarro, C., López-Arencibia, A., Reyes-Batlle, M., y Valladares, B. (2012). Zoonosis Caused by *Baylisascaris procyonis*. En J. Lorenzo-Morales (Ed.), Zoonosis. (pp. 285-302). Recuperado de: <http://www.intechopen.com/books/zoonosis/zoonosis-caused-by-baylisascaris-procyonis>
- Popiolek, M., Szczesna-Staskiewicz, J., Okarma, H., Smalec, B., y Zalewski. (2011). Helminth Parasites of an Introduced Invasive Carnivore Species, the Raccoon (*Procyon lotor* L.), From the Warta Mouth National Park (Poland). *J. Parasitol*, 97(2), 357–360.
- Prange, S., Gehrt, S.D. & Wiggers, E.P. (2003). Demographic factors contributing to high raccoon densities in urban landscapes. *Journal of Wildlife Management*, 67, 324–333.
- Quiroz-Romero, H. (2005). Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México, D. F., México: Editorial Limusa.
- Ramírez, M., Artavia, I., & Piedra, L. (2012). Permanencia de mapaches (*Procyon lotor*, Carnívora: Procyonidae) en Cartago, Costa Rica: Análisis de la relación fauna silvestre-comunidad urbana. *BRENESIA*, 78, 34-38.
- Reid, F. (2009). *A field guide to the mammals of Central America & Southeast México*. New York: Oxford University Press.
- Rhotmann, W. (2016). *Characterization of Spirocerca lupi in wild and domestic canids*. (Tesis Maestría). University de Pretoria, Sudáfrica.
- Richardson, D. J. (2005). Identification of Cystacanths and Adults of *Oligacanthorhynchus tortuosa*, *Macracanthorhynchus ingens*, and *Macracanthorhynchus hirudinaceus* Based on Proboscis and Hook Morphometrics. *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 59, 205-209.
- Richardson, D. J. (2014). Acanthocephala of the Raccoon (*Procyon lotor*) with a Faunal Review of *Macracanthorhynchus ingens* (Archiacanthocephala: Oligacanthorhynchidae). *Comparative Parasitology*, 81(1), 44-52.
- Richardson, D. J., Leveille, A., Belsare, A. V., Al-Warid, H. S. & Gompper, M. E. (2017). Geographic Distribution Records of *Macracanthorhynchus ingens* (Archiacanthocephala: Oligacanthorhynchidae) from the Raccoon, *Procyon lotor* in North America. *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 71 (35), 203-205.

- Richardson, D. J., Wilbur B. Owen, W. B., y Snyder, D. E. (1992). Helminth Parasites of the Raccoon (*Procyon lotor*) from North-Central Arkansas. *The Journal of Parasitology*, 78 (1), 163-166.
- Rodríguez-Ortíz, B., García-Prieto, L., & Pérez-Ponce de León, G. (2004). Checklist of the helminth parasites of vertebrates in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 52(2), 313-354.
- Roussere, G. P., Murray, W. J., Raudenbush, C. B., Kutilek, M. J., Levee, D. J. y Kazacos, K. R. (2003). Raccoon Roundworm Eggs near Homes and Risk for Larva Migrans Disease, California Communities. *Emerging Infectious Diseases*, 9 (12), 1516-1522.
- Samuel, W. M., Pybus, M.J., & Kocan, A. A.(Ed.). (2001). Parasitic diseases of wild mammals. Iowa: Iowa State University Press.
- Sanderson, G.C. (1991). *Procyon lotor* (Mapache, Mapachín, Raccoon). En D.H. Janzen (Ed.), *Historia Natural de Costa Rica* (pp. 499-501). San José: Universidad de Costa Rica.
- Sato, H & Suzuki, K.(2006). Gastrointestinal helminthes of feral raccoons (*P. lotor*) in Wakayama Prefecture, Japan.*J.Vet.Med.Sci*,68(4),311-318.
- Schafer, G., Davidson, W., Nettles, V., & Rollor, E. (1981).Helminth parasites of translocated raccoons (*Procyon lotor*) in the southeastern United States. *Journal of Wildlife Diseases*, 17(2), 217-227.
- Schaffer, G. D., Davidson, W. R., Nettles, V. F. y Rollor, W. A. (1981). Helminth parasites of translocated raccoons (*Procyon lotor*) in the Southeastern United States. *Journal of Wildlife Diseases*, 17 (2), 217-227.
- Sexsmith, J. L., Whiting, T. L., Green,C., Orvis, S., Berezanski, D. J. & Thompson, A B. (2009). Prevalence and distribution of *Baylisascaris procyonis* in urban raccoons (*Procyon lotor*) in Winnipeg, Manitoba. *The Canadian Veterinary Journal*, 50, 846–850.
- Shafir, S. C., Sorvillo, F. J., Sorvillo, T. & Eberhard, M. L. (2011). Viability of *Baylisascaris procyonis* Eggs. *Emerging Infectious Diseases*, 17 (7), 1293-1295.
- Shafir, S. C., Wei W., Sorvillo, F. J. Moore, L., Sorvillo, T. & Eberhard, M. L. (2007). Thermal Death Point of *Baylisascaris procyonis* Eggs. *Emerging Infectious Diseases* 13(1).<http://www.cdc.gov/ncidod/EID/13/1/172.htm>

- Shapiro, L. (sf) *Macracanthorhynchus hirudinaceus*. *Eol Encyclopedia of Life*. Recuperado de: <http://eol.org/pages/404600/overview>
- Sheta, E., Elzomor, S., Farghali, H., Ahmed, K. A., y Elkader, N. A. (2014). Endoscopic Depiction and Treatment Evaluation of *Spirocerca Lupi* in Dogs. *Global Veterinaria*.
- Simpson, K. W. (2013). Stomach. En R. J. Washabau, M. J. Day (Ed.), *Canine and Feline Gastroenterology*. (pp. 606-650). Missouri, U.S: Saunders-Elsevier.
- Sirois, M. (2015). *Laboratory Procedures for Veterinary Technicians*. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby.
- Sirois, M. (2017). *Principles and practice of veterinary technology*. Missouri, USA: Elsevier.
- Smith, R. A., Kennedy, M. L. y Wilhelm, W. E. (1985). Helminth Parasites of the Raccoon (*Procyon lotor*) from Tennessee and Kentucky. *The Journal of Parasitology*, 71 (5), 599-603.
- Smythe, N. & O. Brown de Guanti. 1995. La domesticación y cría de pacas (*Agouti paca*). Guía de Conservación # 26. FAO, Roma, Italia.
- Snyder, D. E. (1988). *Capillaria procyonis* (Nematoda: Trichuroidea) Eggs from the tongue of the Raccoon (*Procyon lotor*). *Journal of Wildlife Diseases*, 24(4), 722-723.
- Snyder, D. E. (1989). New Information on the Location of *Capillaria procyonis* (Nematoda: Trichuroidea) in the Tongue of a Raccoon (*Procyon lotor*). *Journal of Wildlife Diseases*, 25(2), 294-296.
- Sorvillo, F., Ash, L. R., Berlin O. G. W., Yatabe, J. A., Degiorgio, C. y Morse, S. A. (2002). *Baylisascaris procyonis*: An Emerging Helminthic Zoonosis, 8 (4), 355-359.
- Soulsby, E. J. L. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. México D. F., México: Interamericana.
- Spasskii, A. A., (1951). Essentials of cestodology. In: Skijabin, K. I. (Ed.), *Anoplocephalate Tapeworms of Domestic and Wild Animals*, vol. 1. The Academy of Sciences of the USSR, Moscu, Rusia.
- Sprent, J. F. A. (1968). Notes on *Ascaris* and *Toxascaris*, with a definition of *Baylisascaris* gen. nov. *Parasitology*, 58 (1), 185-198. doi:10.1017/S0031182000073534

- Starr, L. E. (1941). *Spirocerca Lupi*. *Iowa State University Veterinarian*, 3 (3), Article 2.
Recuperado de: http://lib.dr.iastate.edu/iowastate_veterinarian/vol3/iss3/2
- Taylor, M. A., Coop, R. L. & Wall, R. L. (2007). *Veterinary Parasitology*. Oxford, U. K: Blackwell Publishing, Ltd.
- The Poultry Site.(2014). Life Cycle and Types of Coccidia. England, Poultry News, Health, Welfare, Diseases, Markets and Economics. Recuperado de: <http://www.thepoultrysite.com/publications/2/Coccidiosis%20Management/41/life-cycle-and-types-of-coccidia/>
- Van Cleave, H. J. (1953). *Acanthocephala of North American mammals*. *Illinois Biological Monographs*, 23 (1-2), 1-179.
- Vantassel, S. M. (2012). A Draft Proposal for an Industry Protocol for the Cleanup of Raccoon Latrines. Proc. 14th Wildl. Damage Manage. Conf., Nebraska City, 18–21 April 2011 (2012), pp. 33-39.
- von Linstow, O. 1879. Helminthologische untersuchungen. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde* 35, 313–342.
- Walker, C., & Sunkist, M. (1997). Movement and spatial organization of raccoons in north-central Florida. *Fla. Field Nat*, 25(1), 11-21.
- Wasif, S. W., Sari, Y. O., Baig, A. A., y Baig, M. (2012). *Helminthiasis; Clinical insights*. Lulu Press.
- Weekes, T., Church, M., Knight, D., Gilson, D., Dykhous, C., Mah, K., y Nolan, T. (2008). VPTH 603 Veterinary Parasitology. Lab 3. Pennsylvania: University of Pennsylvania School of Veterinary Medicine. Recuperado de: <http://cal.vet.upenn.edu/projects/parasit06/website/lab4.htm>
- Weekes, T., Church, M., Knight, D., Gilson, D., Dykhous, C., Mah, K., y Nolan, T. (2010). VPTH 603 Veterinary Parasitology. Lab 3. Pennsylvania: University of Pennsylvania School of Veterinary Medicine. Recuperado de: http://cal.vet.upenn.edu/projects/parasit06/website/lab3_2010.pdf
- Wernery, U. (2016). Infection Disease. En J. Samour. (Ed.), *Avian Medicine* (pp. 434-521). Missouri, USA: Elsevier Ltd.
- Wise, M. E., Sorvillo, F. J., Shafir, S. C., Ash, L. R., y Berlin, O. G. (2005). Severe and fatal central nervous system disease in humans caused by *Baylisascaris procyonis*,

the common roundworm of raccoons: a review of current literatura. *Microbes and Infection* 7, 317–323.

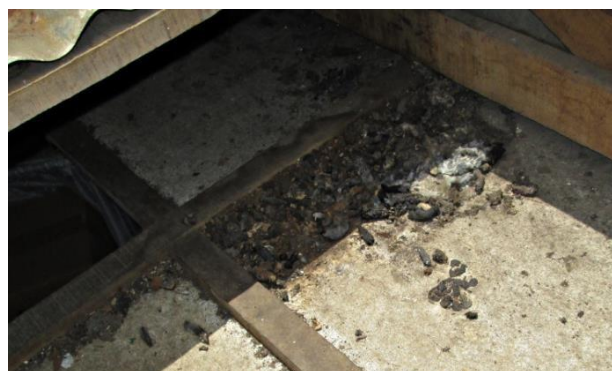
Xue, L.M., Chai, J.B., Guo, Y.N., Zhang, L.P., Li, L. (2015). Further studies on *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902) (Ascaridida: Ascarididae) from *Felis lynx* (Linnaeus) and *Pantheraleo* (Linnaeus) (Carnivora: Felidae). *Acta Parasitológica*, 60(1), 146–153. doi:10.1515/ap-2015-0020

8. Anexos

Anexo 1. Letrinas de la localidad de estudio .



Sector 1

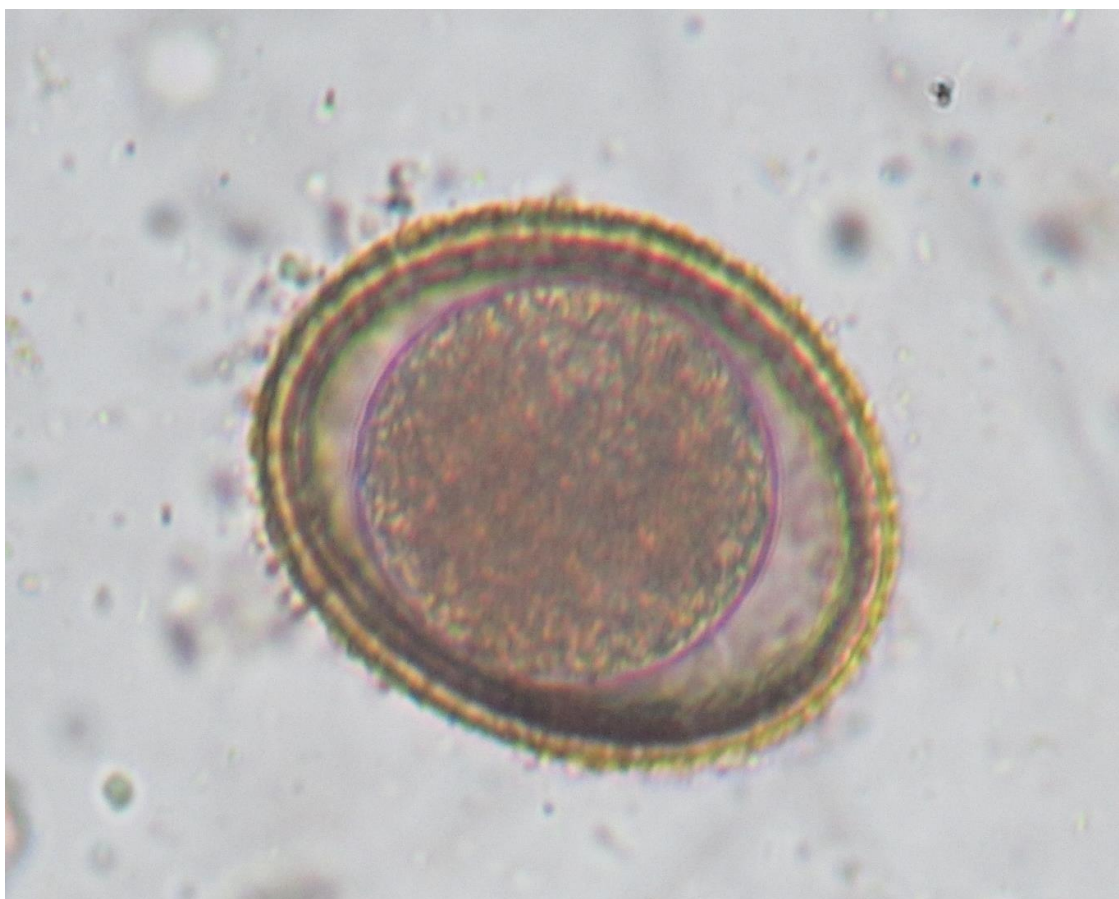


Sector 2



Sector 3

Axexo 2. Huevecillo de *B. procyonis* en muestras de heces del presente estudio.



Anexo 3. Huevecillo del género *Capillaria* en muestras de heces del presente estudio.



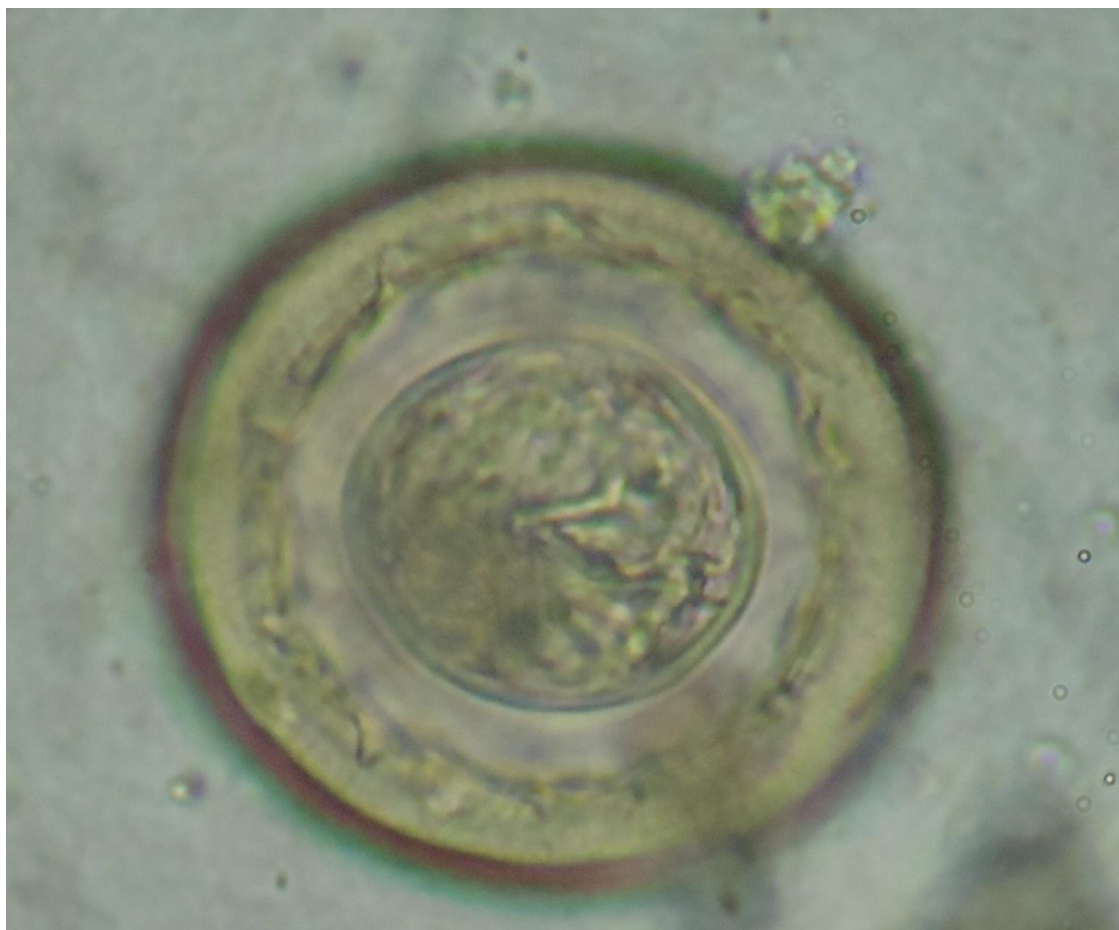
Anexo 4. Huevecillo del Orden Spirurida en muestras de heces del presente estudio.



Anexo 5. Huevecillo del género *Macracanthorhynchus* en muestras de heces del presente estudio.



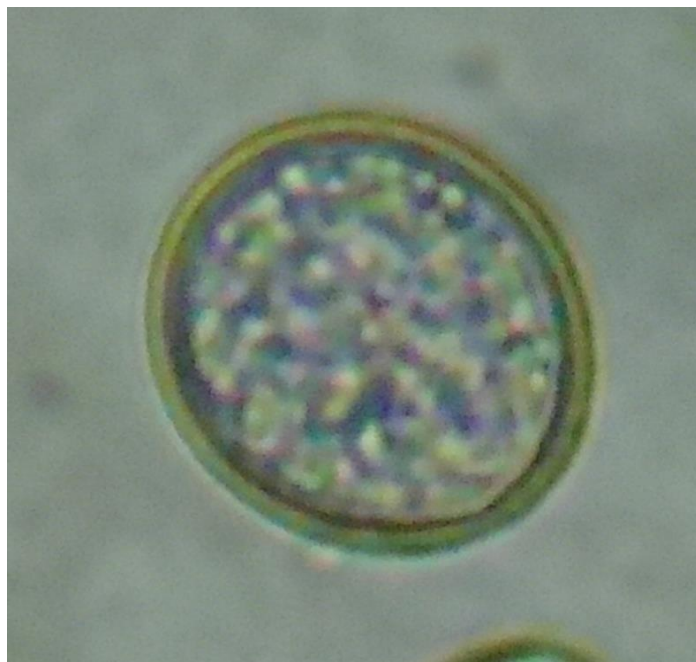
Anexo 6. Huevecillo del Orden Cyclophyllidea en muestras de heces del presente estudio.



Anexo 7. Huevecillos del género *Eimeria* en muestras de heces del presente estudio.



Huevecillo esporulado

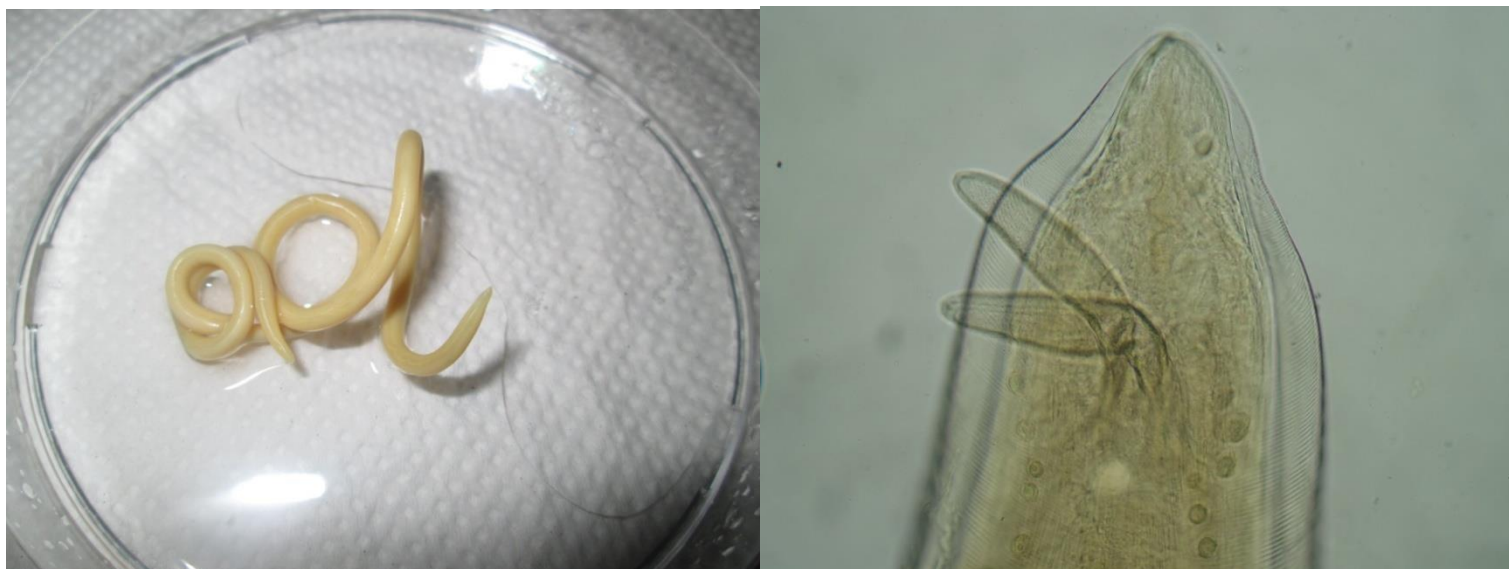


Huevecillo sin esporular



Huevecillo sin esporular

Anexo 8. Parásito adulto de *B. procyonis* en muestras del tracto gastrointestinal.



Espículas



Región anterior trilabiada

Anexo 9. Parásito adulto del género *Macracanthorhynchus* en muestras del tracto gastrointestinal.

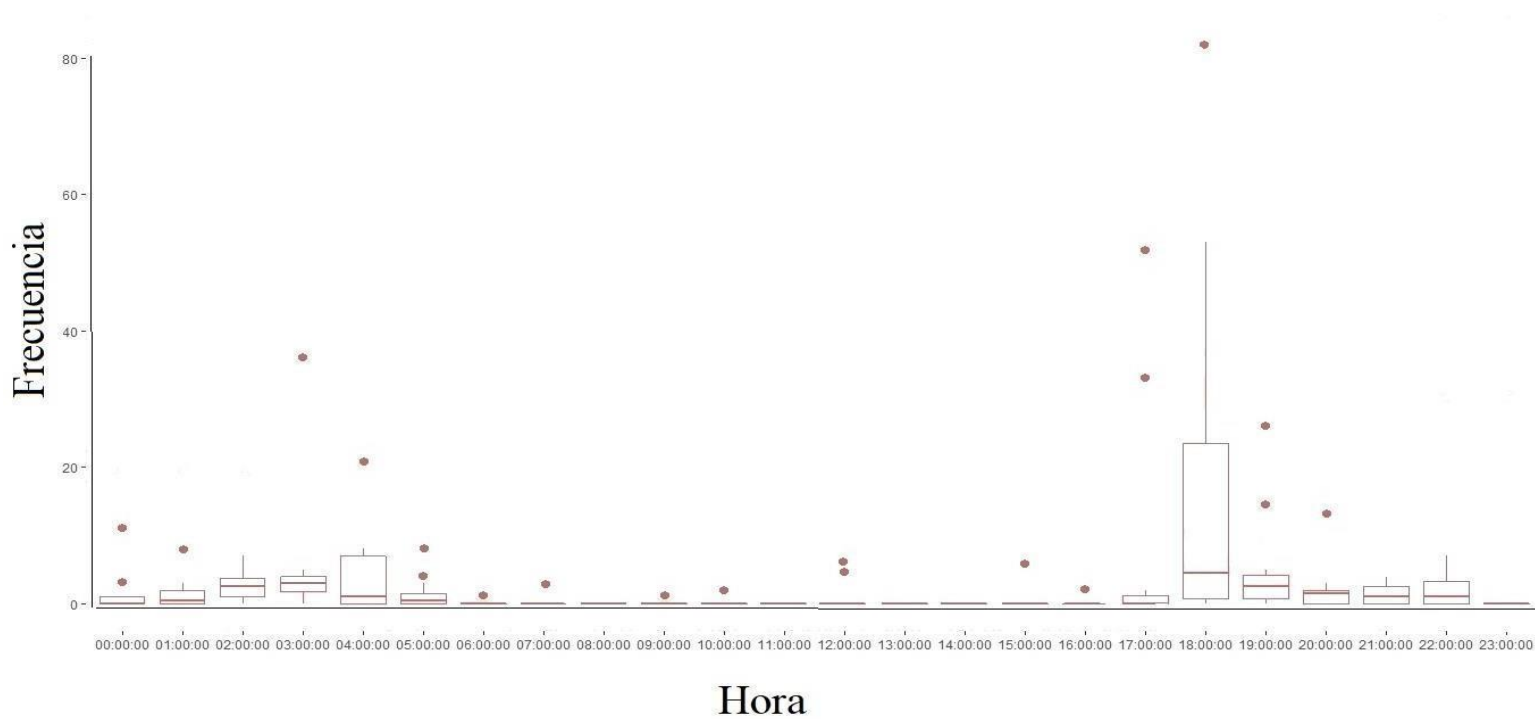


Probóscide

Anexo 10. Parásito adulto de la Familia Anoplocephalidae en muestras del tracto gastrointestinal.



Anexo 11. Gráfico de cajas de frecuencia de visitación de *P. lotor* por horas en los tres sectores de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.



Anexo 12. Fotografía de cámara trampa en el sector 3 de la localidad de estudio CAI Vilma Curling Rivera.



Anexo 13. Desplegable con recomendaciones para evitar el ingreso de mapaches a la infraestructura y consejos para la eliminación adecuada de letrinas de *P. lotor*.

El mapache



- Se le conoce como osito lavador, ya que en ocasiones remoja su alimento en agua, son parientes de los osos.
- Se distribuye desde el sureste de Canadá hasta la frontera Norte de Panamá
- Viven cerca de fuentes de agua
- Son muy inteligentes y habilidosos
- Manipulan fácilmente diferentes cosas con sus manos



Los mapaches usan letrinas



- Las letrinas son sitios comunales utilizados para defecar
- Se pueden encontrar sobre techos, cielorrasos, en la base de las ramas de los árboles, sobre pilas de escombros y en la base de los árboles
- Las heces de los mapaches son cilíndricas, de coloración pardo, gris o negro 1 a 2,5 cm de diámetro por 5 a 10 cm de largo
- Se puede observar en ellas pequeños restos de comida como semillas



Las heces en las letrinas contienen parásitos que pueden afectar la salud de animales domésticos y el ser humano.

¿Cómo pueden afectar la salud las letrinas de mapaches?



- El parásito *Baylisascaris procyonis*, presente en heces de mapaches puede migrar a los ojos de las personas y producir ceguera o llegar al cerebro y ocasionar la muerte
- Se adquiere por ingesta o inhalación accidental
- Los niños son especialmente susceptibles por estar en contacto con el suelo y llevarse a la boca distintos materiales



¿Cómo prevenir el ingreso de mapaches?

- No dejar alimentos al aire libre, ya sean desperdicios o alimento para mascotas
- Colocar tapas de seguridad en los basureros para limitar el acceso a desperdicios de comida por parte de los mapaches



¿Cómo limpiar una letrina?

Materiales: Botella de agua con aspersor; guantes de látex, overoles lavables, botas de hule, cubrebocas, bolsas plásticas, pala de metal (no plástico), esponjas duras, cubeta de agua hirviendo con jabón y cloro.

- Colóquese la ropa de protección
- Rocíe ligeramente el área de la letrina con agua, para evitar remover el polvo
- Use una pala y recoja los excrementos colocándolos en la bolsa plástica
- Use agua hirviendo, jabonosa, con cloro y una esponja húmeda o trapo para limpiar los excrementos restantes.
- Enjuague los materiales desechables con agua hirviendo y cloro antes de desecharlos



- Coloque todo el material desechable de limpieza en una bolsa de plástico
- Cierre la bolsa con fuerza, colóquela dentro de una segunda bolsa y deseché en un bote de basura
- Enjuague pala, botas y otros materiales de limpieza no desechables en agua hirviendo con cloro.
- Lávese la piel con jabón y agua tibia, posteriormente colóquese alcohol de 70% en las manos y deje secar.




"Recuerde los mapaches llegaron antes que nosotros, téngales paciencia y respeto que al igual que nosotros están tratando de sobrevivir".



Conviviendo con el mapache *Procyon lotor*



Biol. Katherine Sánchez

UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA

Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica