



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Caracterización de parásitos gastrointestinales en  
zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) que habitan en las  
áreas protegidas en contextos urbanos del Valle de  
Aburrá, Antioquia, Colombia**

Autor(es)

Viviana Hernández Montoya

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria

Medellín, Colombia

2023



**Caracterización de parásitos gastrointestinales en zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) que habitan en las áreas protegidas en contextos urbanos del Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia**

**Viviana Hernández Montoya**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias Animales**

Asesores:

Claudia Patricia Ceballos Fonseca, MV, MSc, PhD

Jenny Jovana Chaparro Gutiérrez, MV, MSc, PhD

Sergio Alcides Solari Torres, Zool, MSc, PhD

Sara López Osorio, MV, MSc, PhD

Línea de Investigación:

Diversidad y plasticidad fenotípica

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria

Medellín, Colombia

2023.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por siempre poner las personas correctas en mi camino y por la oportunidad de haber realizado esta investigación, la cual me sentí llamada a hacer en un “extraño” camino de sincronicidades.

A mi colega Juan Vélez por haber plantado la semilla de esta investigación en 2016 y por haber sido un guía en mi camino que me empujó a compartir mis conocimientos para cumplir mis sueños y contribuir al cumplimiento de los sueños de tantos estudiantes.

A las profesoras Jenny Jovana Chaparro y Sara López por la gestión y las oportunidades brindadas en el área de Parasitología en la Universidad de Antioquia. Sin duda, fue una experiencia que marco mí que hacer profesional y me permitió crecer como persona.

A la profesora Claudia Patricia Ceballos por nuevamente brindarme la oportunidad de realizar una investigación junto a ella y con la que pude expandir mi conocimiento. Gracias de todo corazón por todo el apoyo brindado y por haber sorteado junto a mí tantas dificultades logísticas y financieras durante este proceso, por su paciencia, dedicación y criterio. Ha sido un privilegio poder contar con su instrucción.

A mi amigo y colega Leonardo Navarro por siempre estar dispuesto a colaborar, guiarme, enseñarme y apoyarme en todo este proceso. Siempre estaré agradecida ya que sin tu colaboración este trabajo hubiese sido más largo y complejo.

A Francisco Flórez y a la Fundación Zarigüeya por haber permitido que nos uniéramos a su trabajo incansable en pro del bienestar de las zarigüeyas. Gracias por todo el apoyo logístico y administrativo que permitió llevar a cabo esta investigación. Mi profunda admiración por la labor que hacen para derrumbar los malos paradigmas creados en torno a este bello animal.

Al profesor Sergio Solari por su acompañamiento y enseñanzas.

A los grupos de investigación CIBAV y GAMMA de la Universidad de Antioquia por todos los recursos proporcionados para la ejecución de esta investigación.

A todos los estudiantes de Medicina Veterinaria y Biología, que, con su pasión por aprender de los animales, se incorporaron y apoyaron esta investigación: Juan Diego

Franco, Carolina Henao, Sara Montoya, Yuliana Soto, Gabriel Hernández, Laura Gómez, Felipe Jaramillo y Alejandro Arroyave.

A los funcionarios y vigilantes de cada una de las áreas protegidas urbanas (APU's) y a las secretarías de Medio Ambiente de los municipios de Bello, Medellín, Envigado e Itagüí, Antioquia, por permitirnos ejecutar este proyecto.

A mi familia por todo su amor y paciencia en mis procesos personales y profesionales, por su compañía incondicional y lealtad.

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis dos ángeles que me acompañan desde cielo y en mi corazón, mi madre Blanca luz y mi compañera peluda Luna. Quienes me acompañaron en gran parte de mi vida, fueron mis grandes maestras y constituyeron el pilar para mi enfoque profesional.

## Tabla de Contenido

Agradecimientos .....	3
Dedicatoria.....	4
1. Resumen.....	9
2. Introducción general.....	10
3. Objetivos .....	12
3.1 Objetivo general .....	12
3.2 Objetivos específicos .....	12
4. Marco teórico .....	12
4.1 <i>Didelphis marsupialis</i> .....	12
4.2 Parásitos reportados en Didelphidae .....	14
5. Metodología .....	15
5.1 Área de estudio .....	15
5.2 Capturas.....	16
5.3 Evaluación de las zarigüeyas capturadas .....	17
5.4 Análisis de muestras en el laboratorio.....	18
5.5 Análisis de resultados .....	18
5.6 Consideraciones éticas .....	19
6. Resultados .....	20
6.1 Estructura poblacional relativa .....	20
6.2 Parásitos gastrointestinales .....	21
6.3 Identificación taxonómica de parásitos.....	23
6.4 Asociaciones entre demografía y parásitos registrados.....	24
7. Discusión.....	25
7.1 Morfometría de las zarigüeyas de las APU's del Valle de Aburrá .....	25
7.2 Abundancia relativa y éxito de captura.....	26

7.3 Parásitos gastrointestinales .....	27
8. Conclusiones.....	31
9. Bibliografía .....	32
10. Tablas .....	41
11. Figuras .....	53

### Lista de tablas

Tabla 1. Parásitos internos reportados en marsupiales en Latinoamérica. ....	42
Tabla 2. Abundancia relativa de <i>D. marsupialis</i> discriminado por APU.....	43
Tabla 3. Proporción sexual de <i>D. marsupialis</i> capturadas en las APU's.. ..	44
Tabla 4. Morfometría del peso y la longitud total de <i>D. marsupialis</i> capturadas en las APU's. ....	45
Tabla 5. Frecuencia absoluta y relativa de endoparásitos identificados con dos métodos usados en <i>D. marsupialis</i> en cada APU.. ..	46
Tabla 6. Frecuencia absoluta y relativa de endoparásitos de <i>D. marsupialis</i> distribuido por sexo y estado fisiológico.....	47
Tabla 7. Características morfológicas de ooquistes y esporoquistes de coccidias encontrados en <i>D. marsupialis</i> .....	48
Tabla 8. Características morfométricas de los huevos operculados encontrados en <i>D. marsupialis</i> .....	49
Tabla 9. Características morfométricas de los quistes de Amoebozoa y huevos de nemátodos encontrados en <i>D. marsupialis</i> . ....	50
Tabla 10. Características morfológicas de los huevos de céstodos y acantocéfalos encontrados en <i>D. marsupialis</i> .....	51
Tabla 11. Análisis de correlación de las variables por medio de la prueba de Chi cuadrado. ....	52



## Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de las APU donde se realizaron las capturas de <i>D. marsupialis</i> en este estudio.....	53
Figura 2. Ubicación de las trampas y área muestreada (%) en cada una de las APU's.	54
Figura 3. Distribución de la frecuencia absolutas de pesos y longitud total en centímetros de machos y hembras de <i>D. marsupialis</i> capturadas en las APU's. ....	55
Figura 4. Distribución del peso de <i>D. marsupialis</i> discriminado por sexo en cada APU.	56
Figura 5. Distribución del peso de las hembras de <i>D. marsupialis</i> discriminado por estado reproductivo en cada APU.....	57
Figura 6. Distribución de frecuencias de los estadios de vida de <i>D. marsupialis</i> discriminado por sexo en todas las APU's. ....	58
Figura 7. Distribución de frecuencias de los parásitos encontrados en <i>D. marsupialis</i> capturadas en las APU's. ....	58
Figura 8. Endoparásitos del sistema digestivo identificados en <i>D. marsupialis</i> que habitan las APU's.....	62
Figura 9. Ooquistes de las coccidias encontradas en <i>D. marsupialis</i> en este estudio..	63
Figura 10. Diferencias morfológicas entre las membranas y los huevos de capiláridos encontrados en las zarigüeyas <i>D. marsupialis</i> que habitan las APU's. ....	64
Figura 11. Diferencias morfológicas entre los huevos tipo Strongylida de <i>D. marsupialis</i> que habitan las APU's. ....	65
Figura 12. Análisis de componentes principales correspondiente a las variables de peso, longitud total y cada uno de los parásitos encontrados (negro) y las variables sexo, estado reproductivo, estadio de vida, Municipio, APU (rojo).....	66



## 1. Resumen

La zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*) es una especie generalista que ha sido reportada como hospedador de varios agentes parasitarios, pero poco se sabe sobre los agentes parasitarios que la infectan en los diferentes ecosistemas urbanos. El Valle de Aburrá cuenta con seis áreas protegidas en contextos urbanos (APU), las cuales son áreas de recreación usadas por las personas y sus mascotas, y también son hábitats naturales de las zarigüeyas. El objetivo de este estudio fue caracterizar los parásitos gastrointestinales de las zarigüeyas que habitan en estas zonas naturales protegidas e identificar posibles asociaciones entre los parásitos y los datos poblacionales de esta especie. Después de seis meses efectivos de trampeos, se capturaron 70 individuos con trampas Tomahawk de los cuales se recolectaron 65 muestras de heces. Las muestras fueron evaluadas a través de frotis fecales y sedimentaciones mediante el método de SAF. Un total de 61 muestras fueron positivas a por lo menos un parásito, lo que equivale a una frecuencia del 93.8%. Así mismo, 60 muestras presentaban coinfecciones con más de dos parásitos, con un promedio de cinco especies encontradas por animal y hasta 11 especies infectando un solo animal. El 89,2% (n=58/65) de las muestras fueron positivas para nemátodos, seguido de los protozoos con el 70,7% (n=46/65), el 44,6% (n=29/65) para acantocéfalos y el 12,3% (n=8/65) para céstodos. El parásito más frecuente fue *Aspidodera* spp. con una frecuencia del 80% (n=52/65). Además, se reporta por primera vez en Colombia, la infección de *D. marsupialis* por los parásitos *Toxocara* spp., *Oxyuridae* e *Hymenolepis* spp. y de las coccidias *Eimeria marmosopos*, *E. didelphidis* y *E. caluromydis*. Usando análisis de componentes principales y análisis de correlaciones, se encontró que no hay asociaciones entre el sexo, el peso, la longitud total, el estado reproductivo de la zarigüeya y la APU con la presencia de los parásitos encontrados. Las coinfecciones por parásitos gastrointestinales fueron muy frecuentes en las zarigüeyas del Valle de Aburrá. Al conocer la presencia de dichos parásitos en los ecosistemas urbanos, se sugiere que próximos estudios evalúen el papel ecoepidemiológico que juega la zarigüeya en los ciclos de vida, en especial de los parásitos que presentan potencial zoonótico como *Hymenolepis* spp. y *Toxocara* spp.

Palabras claves: áreas protegidas en contextos urbanos, coinfecciones, *Didelphis marsupialis*, marsupial, parásitos gastrointestinales, zarigüeya común, Valle de Aburrá.

## **2. Introducción general**

Las especies de animales silvestres sinantrópicas son aquellas que se han adaptado a vivir en ambientes urbanos o modificados como resultado de la presión ejercida por los humanos en los ecosistemas. El Valle de Aburrá, al igual que muchas ciudades en el mundo, posee una gran diversidad de fauna silvestre urbana con diferentes grados de sinantropía. Cada una de estas especies desempeña un papel en el ecosistema y su presencia puede ser beneficiosa para el humano y el ecosistema (Morales, 2015). Los beneficios que trae la zarigüeya incluyen el control de insectos y roedores que son plagas potenciales para el humano, la dispersión de semillas, o incluso son fuente de alimento para otros animales como felinos y zorros en ecosistemas naturales (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Solari, 2014). Sin embargo, algunas personas creen que las zarigüeyas son “feroces, apestosas, dañinas e invasoras” (Vivas-Serna et al., 2016), lo cual ha generado un conflicto entre humanos y zarigüeyas, en donde estas últimas resultan fuertemente afectadas. Esto se evidencia por el alto número de conflictos reportados entre humanos y zarigüeyas. Por ejemplo, entre enero y agosto de 2019, se recibieron 598 denuncias relacionadas con zarigüeyas en el Valle de Aburrá, de las cuales el 50% fueron por atropellamientos, 16% por cachorros huérfanos, 15% por zarigüeyas con politraumatismos graves y el 12% por ataques de perros y gatos hacia ellas, entre otros (FUNDZAR, comunicación personal, 9 de octubre, 2019). A este conflicto se suma el desconocimiento de la biología y hábitos de vida de las zarigüeyas (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Vivas-Serna et al., 2016).

Por otro lado, este marsupial por ser una especie generalista ha sido objeto de numerosos estudios que evidencian su papel como hospedero definitivo, intermediario, paraténico, o

reservorio de muchos agentes patógenos, algunos de ellos con potencial zoonótico. Se han reportado diferentes especies de ectoparásitos como pulgas, y una alta diversidad de endoparásitos incluyendo protozoarios, nematelmintos, platelmintos y acantocéfalos (Aragón-Pech et al., 2018; Chero et al., 2017; Chinchilla-Carmona et al., 2013; Ramirez & Osorio, 2014).

A nivel nacional, Colombia carece de un programa de monitoreo clínico y parasitológico de fauna silvestre periurbana, conocimiento que es fundamental para establecer programas de prevención de brotes zoonóticos y manejo estratégico de especies sinantrópicas como *D. marsupialis* (Cuartas-Calle & Muñoz-Arango, 2003). A pesar de que las zarigüeyas son tan comunes en el país, no existen estudios que caractericen sus poblaciones en contextos urbanos, y mucho menos los posibles agentes patógenos o parasitarios que se puedan estar transmitiendo en doble vía, desde o hacia los animales domésticos o al hombre con quienes convive en los parques urbanos.

Este estudio busca determinar qué parásitos desarrollan su ciclo de vida usando a *D. marsupialis* como hospedador y/o reservorio en seis áreas protegidas en contextos urbanos del Valle de Aburrá, así como buscar posibles asociaciones entre los parásitos identificados y las zarigüeyas. Esta información permitirá evaluar indirectamente el riesgo potencial al que están expuestas las zarigüeyas, los animales domésticos y el hombre mismo en estas áreas naturales, que según el Área Metropolitana (AMVA), son espacios con una riqueza natural, social y cultural en donde se genera un ambiente educativo para la conservación de los recursos naturales y así aportar a la sostenibilidad ambiental de la región (Rengifo, 2018).

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Caracterizar los parásitos gastrointestinales e identificar posibles asociaciones con las zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) que habitan en las áreas naturales protegidas en contextos urbanos del Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar los individuos de zarigüeyas que habitan en las áreas protegidas en contextos urbanos del Valle de Aburrá, en términos de longitud total, peso, sexo y estado reproductivo.
- Determinar la frecuencia de endoparásitos gastrointestinales en las zarigüeyas capturadas en las áreas protegidas contextos urbanos del Valle de Aburrá.
- Identificar posibles asociaciones biológicas entre la longitud total, el peso, el sexo, el estado reproductivo y el hábitat de origen de la zarigüeya con la frecuencia y diversidad de parásitos gastrointestinales identificados en las zarigüeyas capturadas.

### **4. Marco teórico**

#### **4.1 *Didelphis marsupialis***

Los marsupiales son un grupo de mamíferos cuyas crías tienen un desarrollo incompleto al nacimiento y continúan su crecimiento en el marsupio de la madre. Estos mamíferos se distribuyen por todo Australia y América. La zarigüeya o chucha común (*Didelphis marsupialis*, Didelphidae) es una especie autóctona de la región neotropical y la más conocida (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020). Son animales omnívoros y oportunistas que adaptan su dieta a los recursos disponibles, incluyendo frutos, invertebrados, reptiles, aves y mamíferos pequeños, incluso carroña. También se sabe que las zarigüeyas invaden territorios fácilmente y se establecen con éxito en hábitats nuevos muy variables,

lo que confirma su gran capacidad de adaptación (Mendez, 1983). Todo esto los hace animales de hábitos generalistas que cumplen varias funciones dentro del ecosistema. Por ejemplo, se le ha atribuido el papel de dispersor de semillas de los frutos que comen, controladores de plagas de insectos y roedores, además de ser fuente de alimento para animales carnívoros como zorros y felinos (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Solari, 2014). Además, pueden consumir los ectoparásitos que la infestan, por lo que se han reportado como trampas ecológicas al controlar los vectores que transmiten agentes infecciosos, como el causante de la enfermedad de Lyme (Keesing et al., 2009).

*Didelphis marsupialis* es la especie con mayor número de avistamientos en zonas periurbanas, urbanas y ambientes con altos niveles de perturbación en el Valle de Aburrá (Aponte, 2013; Delgado, 2007). A pesar de la amplia distribución de esta especie, su ecología ha sido pobremente estudiada. Se sabe que las zarigüeyas son animales solitarios, de hábitos nocturnos, y semiarborícolas, pues, aunque puede encontrar su alimento en el suelo, también sube a los árboles en busca de frutos, néctar, o para anidar (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Solari, 2014). El hábitat de las zarigüeyas ha sufrido cambios drásticos por la tala de bosques, incendios, procesos de urbanización, por lo cual se ha visto obligada a alterar su dinámica de vida y ahora es comúnmente encontrada en cultivos agrícolas, bosques periurbanos, urbanizaciones, fincas o viviendas en busca de alimento o refugio (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Hillman & Thompson, 2016; Solari, 2014). Estas incursiones han causado un conflicto entre los humanos y las zarigüeyas, en el cual estas últimas usualmente salen perjudicadas, como fue mencionado anteriormente. Sin embargo, el estado de conservación de esta especie según la UICN es de Preocupación Menor (LC), debido a que es una generalista que se reproduce fácilmente y son abundantes en los hábitats que favorecen su supervivencia. Además, son especies que se adaptan fácilmente a pesar del conflicto que pueda ocurrir en ambientes urbanizados y rurales, por lo que tienen una amplia distribución (Solari, 2014).

La zarigüeya se reconoce fácilmente por su dorso de color negro, gris o gris pardo. La cara es de color amarillo o blanco crema y presentan una franja de color negro que va desde la altura de los ojos hasta la frente. La nariz es despigmentada o rosada. Las orejas son redondas, sin pelos, y de color negro cuando son adultas, pero en su base presentan un color blanquecino. Su cola es prensil, de color negro en su porción proximal y de color claro en su porción distal (Flórez Oliveros & Vivas Serna, 2020; Solari, 2014). Son animales de tamaño mediano, los adultos pueden alcanzar una longitud entre 325 – 580 mm de la cabeza a la base de la cola. La longitud de su cola va de 365 – 465 mm y su peso oscila entre 750 – 2.450 gramos (Solari, 2014). Su tamaño y peso varían en función de la dieta, la disponibilidad de recursos y la competencia intra e interespecífica, encontrándose ejemplares más pesados en hábitats donde pueden encontrar una mayor calidad y cantidad de recursos alimenticios y refugios (Cruz-Salazar et al., 2014).

Esta especie se reproduce una o dos veces al año y cada hembra puede parir entre 5 y 9 crías que migrarán hacia el marsupio y permanecerán allí hasta terminar su desarrollo (Julien-Laferriere & Atramentowicz, 1990; Sunquist et al., 1987; Tyndale-Biscoe & MacKenzie, 1976). Una hembra puede tener un área de influencia inferior a 20 ha, menor que la de los machos que puede ser de más de 100 ha (Solari, 2014). Sin embargo, las zarigüeyas son animales nómadas que rara vez permanecen por más de una semana en el mismo lugar. Cada noche pueden recorrer distancias variables en busca de alimento y refugio. Se ha reportado que las hembras pueden recorrer una distancia diaria entre 60 y 220 m (las hembras en gestación o con crías en su marsupio pueden ser más vulnerables al ataque de otros animales y por ello recorrer distancias cortas). Los machos recorren distancias entre 45 y 150 m diariamente en promedio con un máximo de un 1 km o más cada noche (Solari, 2014; Sunquist et al., 1987). El promedio de densidades poblacionales varía entre 0,25 a 2,5 individuos por ha (Solari, 2014; Sunquist et al., 1987).

#### **4.2 Parásitos reportados en Didelphidae**

La zarigüeya común posee características de especie generalista que le han conferido un gran éxito adaptativo y evolutivo desde su surgimiento en el cretácico tardío (Legey

et al., 1999). Esta capacidad de adaptación le ha permitido adquirir resistencia e inmunidad a varias especies de agentes patógenos, de los cuales puede incluso ser reservorio (Aragón-Pech et al., 2018; Legey et al., 1999). De hecho, existen numerosos estudios científicos que evidencian un papel importante de este marsupial como hospedero definitivo, intermediario, paraténico, o reservorio de muchos agentes patógenos, varios de ellos con potencial zoonótico. Por ejemplo, se ha reportado como reservorio de protozoarios de gran importancia en salud pública como son *Trypanosoma cruzi* (Cantillo-Barraza et al., 2015; Travi et al., 1994) y *Leishmania* spp. (Bodini et al., 2007; Travi et al., 1998), agentes causales de la enfermedad de Chagas y de la leishmaniosis visceral, respectivamente. También se ha reportado como hospederos definitivos de *Angiostrongylus cantonensis* y *A. costarricensis*, especies parasitarias de nemátodos de la familia Metastrongylidae potencialmente zoonóticos y mortales (Kim et al., 2002; Miller et al., 2006). En la tabla 1 se resumen los agentes parasitarios reportados en marsupiales en Latinoamérica. Dado que el 75% de las enfermedades emergentes son de origen animal, y que muchas de ellas se han originado luego de que los patógenos saltan la barrera de las especies (Hassell et al., 2017), es muy importante conocer qué especies de parásitos puedan albergar los animales silvestres que habitan áreas urbanas.

## **5. Metodología**

### **5.1 Área de estudio**

Este estudio evaluó la población de zarigüeyas que habita en seis áreas naturales protegidas en contextos urbanos (APU) del Valle de Aburrá, a saber:

1. El Cerro El Volador cuenta con 107,13 hectáreas y 1.468 - 1.628 msnm, ubicado en la comuna 7, sector Robledo, zona centro occidental de Medellín (Herrera et al., 2011).



2. El Cerro La Asomadera está ubicado a una altura de 1.612 msnm, en la zona centrorientada de la ciudad, entre los barrios Buenos Aires y La Candelaria, con un área de 26,63 hectáreas (Giraldo et al., 2011a).
3. El Cerro Nutibara posee 33,33 hectáreas de extensión y está ubicado en el centro geográfico del Valle de Aburrá en el margen occidental del río Medellín a 1.470-1.562 msnm (Giraldo et al., 2011b).
4. Piamonte está ubicada en la zona suroccidental en la comuna 3 en el Municipio de Bello, tiene una extensión de 14,23 hectáreas y ubicado a 1.495 msnm (Giraldo et al., 2011c).
5. El Humedal La Heliodora está ubicado a en la zona urbana del municipio de Envigado y poseen una extensión de 23,31 hectáreas (\*Resolución metropolitana No. SPI, 2019).
6. El Parque Ditaires está ubicado entre las comunas 2 y 3 del municipio de Itagüí, con una extensión de 12,54 hectáreas (AMVA, 2019).

Estos cerros hacen parte del grupo de los cerros tutelares de la ciudad y poseen un importante valor ecológico, contribuyendo a reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> del aire. Estas áreas son lugares que los habitantes del Valle de Aburrá aprovechan como un entorno de recreación pasiva, deporte y esparcimiento, e incluso visitan con sus perros, lo que propicia interacciones indirectas con la fauna y la flora local (Herrera et al., 2011).

## **5.2 Capturas**

Dado que se desconoce la cantidad de zarigüeyas que habitan en cada APU, no era posible saber cuántas iban a ser capturadas, por tanto, el número de individuos incluidos en este estudio fue a conveniencia y se incluyeron todos los individuos capturados, incluso los que se encontraron muertos. Los animales se capturaron utilizando seis trampas de golpe tipo Tomahawk (82 x 24 x 24 cm) instaladas durante 20 noches efectivas (trampas abiertas), para un esfuerzo de captura (EC) de 120 trampas-noche en cada una de las seis áreas protegidas. Para hallar el área geográfica cubierta se usaron las coordenadas de las trampas en cada APU, las cuales se unieron para formar un

polígono y así calcular el área muestreada aproximada. Posteriormente, las coordenadas geográficas fueron convertidas a coordenadas planas para realizar el cálculo del área muestreada (Figuras 1 y 2). El área muestreada en el Cerro Nutibara fue de 1,26 ha (3,8% de su área total), en el Cerro el Volador fue de 0,75 ha (0,7%), en el Cerro la Asomadera fue de 0,49 ha (1,9%), en Piamonte fue de 1.71 ha (12%), en Ditaires fue de 6,74 ha (53,8%) y en la Heliadora fue de 0,45 ha (1,9%) (Figura 2).

Los sitios donde se instalaron las trampas fueron escogidos considerando la presencia de árboles frutales, madrigueras, posibles rutas de paso de zarigüeyas, cuerpos de agua, y basureros, así como la seguridad de los equipos y de los investigadores, por lo que la distribución de las trampas no tuvo un patrón sistemático. Para atraer las zarigüeyas las trampas fueron cebadas con vísceras de cerdo y/o sardinas enlatadas (50 g aproximadamente por trampa). Las trampas no se movieron por el tiempo que duró el muestreo, pero eventualmente fueron cerradas por unos días por razones logísticas (ejemplo: fines de semana). Las trampas fueron inspeccionadas diariamente, y los individuos capturados fueron evaluados como se describirá posteriormente.

### **5.3 Evaluación de las zarigüeyas capturadas**

Las zarigüeyas capturadas fueron medidas con cinta métrica desde la punta de la nariz a la punta de la cola para determinar la longitud total, pesadas con una pesola (Pesola®, máx. 500 g, 2 kg y 10 kg), fotografiadas y sexadas. Adicionalmente, se determinó el estado reproductivo de las hembras según el contenido del marsupio (no reproductiva o con crías) y el estado de la glándula mamaria (lactante o no lactante). Existen pocos reportes sobre la edad o longitud total a la madurez sexual en *D. marsupialis*. Tyndale-Biscoe & MacKenzie (1976) reportan que encontraron zarigüeyas con un peso de 450 g que ya estaban maduras sexualmente, aunque el estadio adulto lo alcanzaban con un peso de 800 g. Por tanto, en este estudio siendo conservadores, consideramos que animales con un peso menor a 450 g eran juveniles, entre 450 y 800 g eran subadultos, y animales con un peso superior a 800 g eran adultos. Finalmente, para identificar

animales recapturados (capturados por segunda vez o más), los animales fueron depilados con una cuchilla de afeitar en la cara lateral de la región femoral izquierda, aproximadamente un área de 1 x 1 cm de piel.

Adicional a la toma de datos mencionada, se colectaron muestras de materia fecal del piso de la trampa, o directamente de la cloaca si hubo defecación espontánea. Las muestras fueron depositadas en un recipiente hermético sin preservante, refrigeradas a 4 °C, y llevadas al laboratorio.

#### **5.4 Análisis de muestras en el laboratorio**

Una vez en el laboratorio, una parte de la muestra fue depositada en un recipiente con solución SAF (Sodium Acetate Acetic Acid Formaldehyde) para su preservación. Con la otra parte de la muestra se realizó un frotis sobre un portaobjetos con una gota de solución salina fisiológica en un extremo y al otro extremo una gota de lugol, y se observó con cubreobjetos en el microscopio a resolución de 10x, 40x y 100x (OPS, 1982; Vélez, 1995). Igualmente se realizó una prueba diagnóstica con el método de sedimentación con SAF para la identificación de ooquistes y huevos de parásitos intestinales (Yang and Scholten, 1977). Cuando se encontraron ooquistes de coccidias en el frotis de materia fecal, se procedió a realizar la técnica de esporulación de coccidias en dicromato de potasio al 2,5% para identificar la especie mediante su evaluación morfológica (López et al. 2020).

#### **5.5 Análisis de resultados**

Los datos de las zarigüeyas sobre peso, longitud total, sexo, y estado reproductivo en cada APU se consignaron en una base de datos y se les aplicó estadística descriptiva para calcular promedio, error y desviación estándar respectivas. A partir de dicha información también se realizaron histogramas de frecuencias de peso y longitud total para analizar si existía dimorfismo sexual por medio de una prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para determinar si las proporciones sexuales observadas en cada APU diferían

de las esperadas 1:1 se realizó una prueba de Chi cuadrado. El éxito de captura se calculó dividiendo el número de individuos capturados entre el esfuerzo de captura (120 trampas-noche/APU). La abundancia relativa se calculó dividiendo el número total de individuos capturados por APU entre el número de individuos capturados en todas las APU's.

Los parásitos fueron identificados taxonómicamente a nivel de familia, género y/o especie hasta donde fue posible según lo descrito en la literatura. A partir de estos resultados se realizó un análisis de frecuencias para comparar la presencia de los diferentes parásitos entre las diferentes APUs.

Para buscar posibles asociaciones entre las variables dependientes (parásitos identificados) y las variables independientes (peso, longitud total, sexo, estadio reproductivo y hábitat de origen) se usó un análisis de componentes principales y la prueba de chi cuadrado. Estos análisis se realizaron en la plataforma R (<https://cran.r-project.org/>).

## **5.6 Consideraciones éticas**

Este proyecto fue avalado por el Comité de Ética para la Experimentación con Animales (CEEA) de la Universidad de Antioquia, mediante el acta 126 del 13 de agosto de 2019 y el acta 135 del 8 de septiembre de 2020. Para la captura de los animales se contó con el Permiso Marco de Recolección otorgado por el ANLA para la Universidad de Antioquia mediante la resolución 1461 del 3 de diciembre de 2014. Además, se contó con los permisos y apoyo logístico de las Secretarías de Medio Ambiente de los municipios de Bello, Medellín, Envigado e Itagüí.

## 6. Resultados

### 6.1 Estructura poblacional relativa

Entre el 5 de octubre de 2020 y el 10 de agosto de 2021 se realizaron capturas en seis áreas protegidas en contextos urbanos del Valle de Aburrá: Piamonte (octubre 5 a noviembre 5 de 2020), Asomadera (noviembre 9 a diciembre 16 de 2020), Nutibara (febrero 3 al 28 de 2021), Ditaires (marzo 15 a abril 23 de 2021), La Heliodora (mayo 24 a junio 25 de 2021) y Cerro El Volador (julio 14 a agosto 10 de 2021). Durante este periodo se capturaron 65 individuos diferentes en las trampas instaladas, y algunos de ellos fueron recapturados 2, 3 y hasta 4 veces para un total de 88 capturas. Adicionalmente, se hallaron 3 individuos muertos (en Asomadera, Piamonte y Volador) y 2 individuos fueron llevados a las APU's (Ditaires y Heliodora) por particulares. En total, entonces, se cuenta con datos de 70 individuos diferentes (excluyendo recapturas) con 93 registros. Teniendo en cuenta estos 70 individuos encontramos que Ditaires fue el área con mayor abundancia relativa de zarigüeyas ( $n=23$ , 32,8% de todas las áreas protegidas) y el Cerro Nutibara con la menor abundancia relativa ( $n=1$ , 0,8% de todas las áreas protegidas) (Tabla 2).

De los 70 individuos registrados en las seis áreas, 37 se clasificaron como machos (52,9%) y 33 como hembras (47,1%), es decir que se encontró una proporción sexual de 1,12:1 (machos: hembras). Aunque pareciera que la población del Área Metropolitana está sesgada hacia los machos en números absolutos, ésta no difiere significativamente de la proporción esperada 1:1 ( $\chi^2$ : 0.13; GL:1;  $p<0.05$ ) (Tabla 3). Igualmente, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones sexuales observadas frente a las esperadas en el análisis individual en cada APU (Tabla 3). Si bien los análisis se realizaron para todas las APU's, el número de individuos colectados en La Heliodora (2:4), el Cerro el Volador (7:3) y el Cerro Nutibara (1:0) fue muy bajo, por lo que no es posible sacar conclusiones sobre proporciones sexuales en esas áreas.

En cuanto al estado reproductivo de las hembras, se encontraron 15 hembras no reproductivas, 10 hembras lactantes con crías, y 8 hembras aparentemente lactantes (con la glándula mamaria activa) pero sin crías (Tabla 3). De las hembras con crías, se calculó un promedio de 3,9 crías (min: 2, máx: 7). Una de las zarigüeyas encontrada muerta, era una hembra con la glándula mamaria activa, pero no encontramos evidencias de sus crías. La hembra más liviana que encontramos con crías en su marsupio registró un peso de 770 g, clasificada como subadulto, y fue capturada en La Asomadera (Figura 4). La hembra más pesada con crías en su marsupio registró un peso de 2.200 g y fue capturada en Ditaires.

El peso promedio de los machos registrados ( $n= 37$ ) fue de 1.728 g (rango, r:107 - 3.450); y el peso promedio de las hembras registradas ( $n= 33$ ) fue de 1.385 g (r: 350 - 2.400). La longitud total promedio de los machos fue de 82,5 cm (r: 34 – 109); y de las hembras fue de 82,6 cm (r: 46 – 106). Las distribuciones de frecuencias absolutas de los pesos y las longitudes totales, discriminadas por sexo se resumen en la figura 3, y discriminadas por APU en la tabla 4. Los resultados de los análisis de varianza indican un dimorfismo sexual en el peso promedio sesgado hacia los machos, es decir, que los machos fueron más pesados que las hembras ( $F_{(1,68)}= 3,06$ ,  $p> 0,08$ ). Así mismo, las distribuciones de frecuencias de los pesos por rangos de los dos sexos fueron significativamente diferentes (distancia Kolmogorov-Smirnov= 0,3284,  $p= 0,046$ ). Por otro lado, el dimorfismo sexual en la longitud total promedio por el análisis de varianza fue estadísticamente significativo ( $F_{(1,67)}= 0,004$ ,  $p> 0,95$ ) pero al comparar las distribuciones de frecuencias de las longitudes totales por rangos, no hubo diferencias entre machos y hembras (distancia Kolmogorov-Smirnov= 0,2719,  $p= 0,157$ ).

## **6.2 Parásitos gastrointestinales**

De los 70 individuos capturados se obtuvieron 65 muestras de materia fecal, de las cuales 61 fueron positivas a por lo menos un tipo de parásito (por cualquiera de los dos métodos usados), lo que equivale a un 93,8% de positividad para las 6 áreas protegidas (Tabla 5). Las formas parasitarias visualizadas pertenecen a 19 taxones de parásitos: 13

nematelmintos (dos huevos no identificados), cuatro protozoarios, un acantocéfalo y un platelminto (céstodo). La identificación de algunos huevos solo fue posible hasta el nivel taxonómico de familia porque sus características morfológicas no permitieron una clasificación más detallada. Los parásitos que se presentaron con mayor frecuencia fueron *Aspirodera* spp., *Capillaria* spp., Coccidias (*Eimeria* spp.), Spiruroidea y Trichostrongylidae con prevalencias mayores al 50% a nivel general, aunque estas proporciones variaron entre las APU's. Por otro lado, los parásitos con frecuencias inferiores al 10% fueron *Entamoeba* spp., *Toxocara* spp., *Cruzia* spp., y Oxyuridae (Figura 7, Tabla 5). De igual manera, tanto machos como hembras se encontraron parasitados por todos los taxones y presentaron frecuencias muy similares (Tabla 6).

La mayor diversidad de especies encontrada fue en Piamonte con un total de 17 taxones diferentes, seguido de Asomadera y Ditaires con 14 taxones, el Volador con 11 taxones, y Nutibara y Heliodora con 10 taxones. Las zarigüeyas se encontraban parasitadas en promedio con 5 taxones diferentes, específicamente: Nutibara: 9, Piamonte: 6, Asomadera: 5, Volador: 5, Ditaires: 4, y Heliodora: 3. La mayor parasitosis se encontró en dos zarigüeyas que tenían 11 taxones de parásitos cada una, y otras dos zarigüeyas tenían 10 parásitos diferentes. Estos 4 animales pertenecían a la APU Piamonte, lo que significa que esta área presenta una mayor diversidad de especies y por tanto es probable que los individuos que allí habitan presenten mayores coinfecciones de parásitos con respecto a los individuos de las demás APU's (Tabla 5).

Algunos parásitos fueron identificados en todas las APU's como el *Oligacanthorhynchus* spp., *Aspidodera* spp., Spiruroidea, *Capillaria* spp., *Trichuris* spp., Trichostrongylidae, Singamidae y coccidias. Por otro lado, otros parásitos se observaron solo en una APU en particular, distribuyéndose incluso por área protegida, como lo es *Hymenolepis* spp., *Entamoeba* spp. y Oxyuridae que se encontraron tanto en Piamonte como en La Asomadera; *Ancylostoma* spp., *Cruzia* spp., y Aspidoderidae fueron encontrados en Piamonte, Ditaires y El Volador; Huevo no ID1 en Piamonte, Asomadera y Nutibara; *Toxocara* spp. en Piamonte y Ditaires; y el huevo no ID2 en La Heliodora y Ditaires (Tabla



5). También se encontraron varios huevos larvados, pero estos no se clasificaron al nivel de género debido a que algunas muestras se procesaron después de varios días de colectadas y entonces no se tenía certeza de los tiempos de desarrollo.

Finalmente, usar técnicas de frotis y sedimentación con SAF en el laboratorio permitió hacer un diagnóstico más completo de las formas parasitarias. El frotis de materia fecal fue una prueba tamiz para determinar la pertinencia de otras técnicas como la esporulación de coccidias en dicromato de potasio al 2.5%, pero fue a través de la sedimentación con SAF que se pudo hacer el diagnóstico de otros huevos como, por ejemplo, Oxyuridae, Aspidoderidae y huevo no ID2. Adicionalmente, realizar esta última prueba mejoró la sensibilidad en un 43% (diferencia entre la frecuencia obtenida por el frotis frente a la frecuencia obtenida por el SAF) y se pudo hacer un diagnóstico positivo para parásitos como Singamidae, Capilaridos, Trichuris spp., Oxyuridae, Aspidoderidae y huevo no ID2 en muestras que fueron inicialmente negativas para éstos con la técnica de frotis. En la tabla 5 se puede visualizar esta diferencia en el diagnóstico por las dos técnicas usadas para cada parásito encontrado.

### **6.3 Identificación taxonómica de parásitos**

Coccidias: Las muestras que presentaban una carga media a alta de ooquistes se les realizó esporulación de coccidias en Dicromato de Potasio al 2.5%. Desafortunadamente, los ooquistes de 7 muestras no esporularon, probablemente porque la temperatura y aireación no fueron controladas. Finalmente, solo se pudo recuperar ooquistes esporulados de tres muestras. Estos presentaban características que permitieron identificarlos como *Eimeria marmosopos* según lo descrito por Duszynski (2015). Sin embargo, características más específicas de los esporoquistes y los esporozoitos como las estructuras internas no pudieron ser identificadas. A pesar de que se encontraron ooquistes de coccidias en todas las APU's, los ooquistes esporulados correspondían a dos muestras de la Asomadera y una muestra de Ditaires. Esta última, adicionalmente, presentó ooquistes con otras características, de las cuales se presume que

correspondían a *Eimeria didelphidis*, una coccidia de menor tamaño y *Eimeria caluromydis*, una coccidia de mayor tamaño, ambas con respecto al tamaño de *E. marmosopos* (Tabla 7, Figura 9) Finalmente, de las muestras de Piamonte se recuperó un ooquiste que no culminó su esporulación, pero las características que se pudieron reconocer solo permitieron identificarla como *Eimeria* spp. sin poder identificar la especie (Figura 9.E).

Céstodos: Un huevo fue identificado por sus características morfológicas como *Hymenolepis* sp. en Piamonte y La Asomadera (Tabla 10).

Nemátodos y acantocéfalos: La familia o el género de los diferentes parásitos encontrados se determinó con base en las características morfológicas del huevo como la presencia de opérculos, forma, tamaño, y característica de su membrana. Los huevos de *Turgida turgida* fueron clasificados dentro de la superfamilia Spiruroidea. En la tabla 8, 9 y 10 se reportan las medidas tomadas y las características tenidas en cuenta. Adicionalmente, en las figuras 10 y 11 se observan las diferencias morfológicas de los huevos clasificados como capiláridos y tipo Strongylida.

#### **6.4 Asociaciones entre demografía y parásitos registrados**

A primera vista el número de parásitos y su origen sugiere algunas asociaciones de la presencia de ciertos huevos en un APU en particular, como por ejemplo el huevo no ID2 en Heliodora y Ditaires, u Oxyuridae, *Toxocara* spp. e *Hymenolepis* spp. en Asomadera y Piamonte. Al realizar la prueba de Chi cuadrado vemos que hay dependencia entre la APU y los parásitos trichostrongilidos, ancilostomideos y los huevos no ID1 y no ID2 ( $P \leq 0,05$ ) (Tabla 11). Sin embargo, el tamaño muestral es muy bajo y al hacer un análisis de componentes principales no se observaron patrones (Figura 12). Para nuestros resultados, la varianza total explicada a partir de la extracción de los tres primeros componentes fue del 34,7%, en donde el primer componente aportó un 14,2%, el segundo 10,1% y el tercero 7,7%. Por tanto, para este estudio se concluye que todas las

zarigüeyas, sin importar sexo, estado fisiológico, estadio de vida, o ubicación pueden estar parasitadas por cualquier parásito de los identificados.

## **7. Discusión**

### **7.1 Morfometría de las zarigüeyas de las APU's del Valle de Aburrá**

*D. marsupialis* se considera una de las especies más grandes de la familia Didelphidae. En este estudio el peso varió entre 107 g y 3.450 g, con un promedio de 1.578 g, estando en el límite inferior de los promedios reportados en países como México y Venezuela donde varió entre 1.500 y 1.800 g (Atramentowicz, 1986; Cabello, 2006; Cruz-Salazar *et al.*, 2014). Los pesos corporales reportados claramente son dependientes de los estadios de vida capturados en los estudios, sin embargo, el peso también puede variar con la disponibilidad de recursos, encontrando animales más pesados donde las condiciones favorecen su desarrollo. Por ejemplo, el peso promedio en la Depresión Central de Chiapas en México fue de 2.250 g (n=6), mayor que lo encontrado en los Altos de Chiapas con 1.350 g (n=10), lo cual fue explicado por la variedad de frutas, tubérculos y animales que eran fuente de alimento de las zarigüeyas (Cruz-Salazar *et al.*, 2014, 2016).

El dimorfismo sexual en el peso sesgado hacia los machos puede estar explicado por la actividad reproductiva temprana que presentan las hembras, lo que hace que su crecimiento se disminuya por dirigir recursos propios a su fecundidad (Cerqueira, 1984). Algunos autores han sugerido que la actividad reproductiva de *D. marsupialis* inicia aproximadamente cuando alcanzan los 500 g (Tyndale-Biscoe & MacKenzie, 1976), sin embargo, en este estudio, la hembra más pequeña que encontramos con crías en su marsupio registró un peso de 770 g, clasificada como subadulto y con tan solo dos crías en su marsupio. Astúa & Geise (2006) argumentan que la madurez sexual temprana es una estrategia relacionada a la capacidad de producir más de una camada por temporada reproductiva. Adicionalmente, Diaz & Flores (2008) afirman que el inicio reproductivo temprano ocurre independientemente de la latitud y la estacionalidad al encontrar hembras jóvenes o subadultas sexualmente maduras durante todo el año.

Este marsupial puede estar reproductivamente activo gran parte del año, reportándose dos épocas reproductivas: la primera que va desde agosto hasta enero y la segunda desde febrero hasta junio, con dos o tres camadas por año (Julien-Laferriere & Atramentowicz, 1990; Tyndale-Biscoe & MacKenzie, 1976). Aunque el muestreo de este estudio no se realizó todos los meses del año, encontramos hembras con actividad reproductiva en todas las APU's y en casi todos los meses del año (octubre, noviembre y diciembre de 2020 y marzo, abril, mayo, junio y agosto de 2021), por lo que coincidimos con lo reportado por Diaz & Flores (2008) que argumentan que la actividad reproductiva ocurre sin importar la estacionalidad del clima y es probable que esta zarigüeya en esta zona geográfica pueda reproducirse todo el año.

## **7.2 Abundancia relativa y éxito de captura**

La abundancia relativa de los individuos observada en las APU's varió entre el 1% para el Cerro Nutibara y el 33% para el parque Ditaires. De igual manera, el éxito de captura también fue equivalente en su variabilidad, siendo del 1% en el Cerro Nutibara y 19% en el parque Ditaires que fue el área más pequeña de todas las APU's. Esto pudo haber favorecido la captura de zarigüeyas debido a que las trampas Tomahawk se distribuyeron de una manera más efectiva, cubriendo el 53,8% del área del parque comparada con las áreas que se cubrieron en el resto de APU's (Nutibara: 3,8%; Piamonte: 12%; Volador: 0,7%; Heliodora: 1,9% y Asomadera: 1,9%). Además, la ubicación de las trampas no se realizó de una manera sistemática ni homogénea en el territorio y el resto de las áreas solo pudieron ser cubiertas en menos del 12% de su área total, lo que pudo haber generado un sesgo en el número de capturas. De igual manera, cabe resaltar que la variabilidad de nuestros resultados también puede ser explicada, por la abundancia de la especie en cada área (la cual no se conoce), la ubicación de las trampas en cuanto a su cercanía a infraestructuras humanas y la presencia de depredadores. Por lo que se sugiere que en próximos estudios se cuente con trampeos sistemáticos que mitiguen este

sesgo. Este estudio provee información de línea base para las áreas evaluadas, y constituye en punto de partida para futuras investigaciones en la zona.

### **7.3 Parásitos gastrointestinales**

Este es el primer estudio que evalúa la presencia y frecuencia de los parásitos gastrointestinales de la zarigüeya común en áreas protegidas urbanas en el Valle de Aburrá. En este estudio se evidenció que la zarigüeya puede ser hospedador de una alta diversidad de parásitos, potencialmente hasta 19 taxones de parásitos habitando su sistema gastrointestinal. El número mínimo de coinfección fue de dos y el máximo de once, con un promedio de cinco. Estas coinfecciones parasitarias se reportan con frecuencia en marsupiales (Aragón-Pech et al., 2018; Muñoz Rodríguez et al., 2017; Ramirez & Osorio, 2014; Tantaleán et al., 2010). Se sabe que entre más coinfecciones presente un hospedador mayor es su susceptibilidad para otras especies de parásitos y que la respuesta inmunitaria juega un papel primordial en este efecto (Telfer et al., 2010; Vaumourin et al., 2015). Además, el número alto de coinfecciones puede estar indicando la pérdida de biodiversidad en esas áreas, propio de los ambientes modificados. Esta situación favorece la multiplicación de especies parásitas generalistas y ello puede amplificar los agentes infecciosos, el intercambio de patógenos y el aumento del grado de exposición (McFarlane et al., 2012; Vaumourin et al., 2015).

Los análisis realizados en este estudio sugieren que no hay asociaciones entre el multiparasitismo con el sexo, estado reproductivo y el estadio de vida del animal. Otros factores, no evaluados en este estudio, que sí podrían afectar los ciclos de vida de los agentes infecciosos, son la estación del año, la presencia (o ausencia) de hospedadores intermediarios, la presencia temporal de animales domésticos, el tipo de vegetación, o factores antrópicos entre otros (Vaumourin et al., 2015). Estos factores deberían ser evaluados en próximos estudios.

*Aspidodera* sp., fue el parásito más frecuente (80%, 52/65), seguido de los Capiláridos (73%, 48/65), lo que difiere de los reportes de otros autores para otras especies de la familia Didelphidae, donde reportan prevalencias de hasta 28,6% para capiláridos y 20,4% para parásitos Ascaridios (Aragón-Pech et al., 2018; Bezerra-Santos et al., 2020). Por otro lado, en este estudio *Cruzia* sp. se observó en el 6% (4/65) de las muestras, mientras que en otros estudios *Cruzia* sp. fue muy abundante con prevalencias del 61,9% para *D. virginiana* y 73,4% para *D. aurita* (Aragón-Pech et al., 2018; Bezerra-Santos et al., 2020). Estas variabilidades en la presentación de los parásitos se pueden ver condicionados por un gran número de factores ambientales y sociales en las diferentes áreas, lo cual no fue objeto de este estudio.

En general, se hallaron varios huevos con morfologías diferentes, de tamaño variable, y con diferencias en sus mórulas y en sus membranas. Estos huevos fueron identificados como tipo Strongylida pero necesitarían la evaluación de la larva tres para la identificación de la especie o la clasificación taxonómica a partir de ejemplares adultos y/o análisis moleculares, lo cual no fue objeto de este estudio. Estos huevos podrían ser clasificados como *Ancylostoma* spp. *Travasostrongylus* spp., *Didelphistrongylus* spp., o *Viannaia* spp. (Betancourt-Echeverri et al., 2021; Bowman, 2011). Por ejemplo, las especies de trichostrongilidos para la familia Didelphidae fueron clasificadas en el género *Viannaia* a partir de la descripción de parásitos adultos realizada por Travassos (1914). Hasta el momento se han descrito nueve especies dentro del género (Guerrero, 1985). La identificación a partir de los huevos no es posible debido a que esta forma evolutiva presenta similitudes morfológicas entre especies. Es posible que estos huevos puedan ser ancilostomideos, ya que se han reportado prevalencias para *Ancylostoma* spp. del 84,5% para *D. virginiana*, 65,3% para *D. aurita* y 60% para *D. marsupialis* (Aragón-Pech et al., 2018; Bezerra-Santos et al., 2020; Ramirez & Osorio, 2014). En este estudio, los huevos clasificados como Ancilostomideos solo presentaron una frecuencia del 22%, aunque esta frecuencia puede ser más alta debido a la posible clasificación errónea de los huevos por la razón antes mencionada. No se descarta la posibilidad de que la

infección pueda ser por *Ancylostoma caninum* debido al contacto con animales domésticos en zonas urbanas (Bezerra-Santos et al., 2020).

Los huevos operculados permitieron una clasificación como grupo o género, de manera que se clasificaron como Capilaridos, Singamidae y *Trichuris* spp. En este estudio, se encontraron diversas morfologías para los huevos de los capilaridos (Figura 9), lo que indica que puede haber muchas más especies parásitas de las que hasta el momento han sido reportadas (*Capillaria didelphis*, *C. longicauda*) (Babero, 1960; Borba, Martin, et al., 2021). De igual manera, los huevos de la familia Singamidae y de *Trichuris* spp., también presentaron variaciones, pero en menor medida y aunque esto pueda indicar que puedan ser especies diferentes, también puede deberse a las diferencias morfológicas que obedecen a los grados de desarrollo. La identificación a nivel de género o especie a partir de la morfología de los huevos es compleja, sin embargo, en algunos estudios se han clasificado huevos de capiláridos según su morfometría a través de ‘machine learning’ (Borba, Martin, et al., 2021). Para llegar a ese punto de tecnología con los parásitos que infectan las zarigüeyas sería necesario obtener huevos a partir de los parásitos adultos (Borba, Enoki, et al., 2021; Borba, Martin, et al., 2021). En este estudio se reporta las medidas de los huevos y ooquistes encontrados para que dicha información pueda servir para futuros estudios que aborden el tema (Tablas 7, 8, 9, 10).

Este estudio presenta el primer reporte de los los nemátodos Singamidae, *Toxocara* spp., Oxyuridae, las coccidias, *Eimeria didelphidis* y *E. caluromydis*, el acantocéfalo *Oligacanthorhynchus* spp., y el céstodo *Hymenolepis* spp. en *D. marsupialis*. Además, también se reporta una nueva distribución para la *Eimeria marmosopos*. *Toxocara* spp., es un parásito que ha sido reportado en *D. albiventris* y *D. virginiana* (Aragón-Pech et al., 2018; Pinto et al., 2014) y este es el primer reporte en *D. marsupialis*. Este parásito tiene una distribución cosmopolita afectando tanto animales silvestres como domésticos, además, tiene potencial zoonótico y los signos clínicos están relacionados con la *larva migrans* visceral y ocular (Bowman, 2011). Las infecciones reportadas en zarigüeyas se han relacionado con la cohabitación que se genera con animales domésticos (perros y



gatos) en los ambientes urbanos (Pinto et al., 2014). Pinto et al. (2014), reporta que esta relación es del tipo pseudoparasitismo, lo que quiere decir que el huevo del parásito pasa intacto por el tracto gastrointestinal de la zarigüeya y puede ser diagnosticado en sus heces. De esta manera, la zarigüeya puede contribuir a la dispersión del *Toxocara* sp. y pueda tener contacto con animales domésticos, en este caso en las APU's Piamonte, Asomadera y en menor medida Ditaires.

Otro pseudoparasitismo que se puede estar presentando es con los diferentes géneros de la familia Adeleidae que ocurre a partir del consumo de invertebrados. Estos están dentro del grupo de los Apicomplexa y se reportan como parásitos de invertebrados como grillos y coleópteros (Duszynski, 2015; Hammond & Long, 1973; Pereira Berto et al., 2010; Teixeira et al., 2003). La clasificación de los géneros se vuelve compleja debido a la diversidad de combinaciones que puede encontrarse en estos ooquistes. Teixeira et al. (2003) reporta que la presencia de más de un género o especie en las heces de la zarigüeya es posible debido a la variedad de invertebrados que ésta puede consumir.

Para el caso de la infección del céstodo *Hymenolepis* spp. en marsupiales neotropicales, solo existe un reporte en *D. virginiana* (Leigh, 1940) y un reporte en *Micoureus cinereus* (Campbell et al., 2003). Ambos autores reportan la morfología incompleta del espécimen adulto, aunque este céstodo sí se ha reportado ampliamente parasitando marsupiales australianos (Spratt & Beveridge, 2016). Se ha propuesto que estos himenolépidos puedan ser del género *Vampirolepis* (Jones & Anderson, 1990), pero Vaucher (1992) propone que éstos puedan pertenecer a su propio género. Poco se sabe de estos céstodos parasitando a los didélfidos y las descripciones morfológicas de los especímenes encontrados en los marsupiales del Nuevo Mundo son insuficientes para clasificarlos en un nuevo género o en un género existente. Las zarigüeyas de este estudio habitan zonas protegidas en contextos urbanos en donde pueden tener estrecho contacto con murciélagos y roedores sinantrópicos (ratas y ratones), que son hospedadores naturales del céstodo, así que no se descarta la posibilidad de que las zarigüeyas se puedan estar infectando por compartir el mismo hábitat con tales hospedadores

(Organización Panamericana de la Salud, 2003; Pritchett, 2007; Vaucher, 1992). Tampoco se descarta que esta relación pueda ser del tipo pseudoparasitismo y que la zarigüeya pueda estar actuando como un marcador del grado de contaminación en las áreas de Piamonte y Asomadera (Polo Terán, 2006; Telfer et al., 2010; Vaumourin et al., 2015). Esta es una hipótesis para ser evaluada en futuros estudios.

Los parásitos de las zarigüeyas no son más infecciosos que los de otros animales sinantrópicos, ya que los roedores y quirópteros constituyen una mayor fuente de agentes infecciosos que puedan ser zoonóticos, o simplemente puede haber una mayor exposición (McFarlane et al., 2012; Vaumourin et al., 2015). Además, existe la posibilidad de que varios de los parásitos reportados en este estudio sean casos de pseudoparasitismo, o que se esté dando una relación de hospedadores paraténicos (hospedador intermediario que no es necesario para el desarrollo del parásito) y se estén transportando los parásitos por alguna de estas dos vías (Bush et al., 1997; Telfer et al., 2010; Vaumourin et al., 2015). Esto es factible, ya que la zarigüeya al tener unos hábitos del tipo oportunista, es muy propensa a adquirir o estar en contacto con diferentes tipos de parásitos y más aún en áreas urbanas donde pueden tener contacto directo o indirecto con animales domésticos, ingerir residuos orgánicos en los basureros o tener hábitos como la coprofagia (Pinto et al., 2014). Por estas razones los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela ya que se requieren más estudios que evalúen el papel ecoepidemiológico de la zarigüeya en los ciclos de estos agentes infecciosos, en especial los que puedan tener potencial zoonótico.

## **8. Conclusiones**

La zarigüeya común es una especie con un alto número de coinfecciones de parásitos en el tracto digestivo, lo cual puede explicarse por sus hábitos generalistas y oportunistas, encontrándose en total 18 taxones de parásitos, donde fue común el diagnóstico de zarigüeyas parasitadas por más de un parásito, con un promedio de cinco. De los taxones encontrados, se reporta por primera vez para *D. marsupialis*, a los parásitos de

la familia Singamidae, Oxiuridae y los parásitos *Toxocara* spp. e *Hymenolepis* spp. Estos últimos con potencial zoonótico y reportados como parásitos de otros hospedadores, lo cual puede significar una posible pseudoparasitosis en las zarigüeyas que habitan las APU's. Sin embargo, a pesar de que el multiparasitismo es común y se sabe que puede haber tendencias sobre la presencia de parásitos en ciertos grupos etarios, nuestros resultados no indican asociaciones biológicas del tipo parásito – hospedero para esta zona en particular y se sugiere incluir variables medioambientales para tener más claridad sobre el rol ecoepidemiológico que desenvuelve la zarigüeya en el Valle de Aburrá.

## 9. Bibliografía

- AMVA, Á. M. del V. de A. (2019). Plan de Manejo del área de recreación Humedal Ditaires en el Municipio de Itagüi (p. 482).
- Aponte Quimbay, J. D. (2013). Una revisión de la biología del *Didelphis marsupialis* y su relación con el Mal de Chagas y la Leishmaniasis. *Hipótesis, Apuntes Científicos Uniandinos*, Número esp, 96–101.
- Aragón-Pech, R. A., Ruiz-Piña, H. A., Rodríguez-Vivas, R. I., Cuxim-Koyoc, A. D., & Reyes-Novelo, E. (2018). Prevalence, abundance and intensity of eggs and oocysts of gastrointestinal parasites in the opossum *Didelphis virginiana* Kerr, 1792 in Yucatan, Mexico. *Helminthologia* (Poland), 55(2), 119–126. <https://doi.org/10.2478/helm-2018-0008>
- Astúa, D. & L. Geise. (2006). Early reproductive onset in the white-eared opossum, *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalian Biology*. 71: 299–303.
- Atramentowicz, M. (1986). Dynamique de Population chez Trois Marsupiaux Didelphides de Guyane. *Biotropica*, 18(2), 136–149.
- Babero, B. (1960). Further Studies on Helminths of the Opossum, *Didelphis virginiana*, with a Description of a New Species from This Host. *Journal of Parasitology*, 46(4), 455–463.

- Betancourt-Echeverri, A., Pereira-Patiño, A., Quintero-García, W., López-Rueda, P., & Uribe-Delgado, N. (2021). Identificación de helmintos en *Didelphis marsupialis* (Didelphidae) y *Rattus rattus* (Muridae) en el área metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 43(114), 1–13. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v43n114a03>
- Bezerra-Santos, M. A., Silveira Fontes, C., Félix Nogueira, B. C., Seiti Yamatogi, R., Nascimento Ramos, R. A., Arena Galhardo, J., Viana Furtado, L. F., Leite Rabelo, É. M., de Araújo, J. V., & Kanadani Campos, A. (2020). Gastrointestinal parasites in the opossum *Didelphis aurita*: Are they a potential threat to human health? *Journal of Parasitic Diseases*, 44(2), 355–363. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01205-9>
- Bodini Santiago, M. E., Vasconcelos, R. O., Reinaldo Fattori, K., Prado Munari, D., Michelin, A. de F., & Felix Lima, V. M. (2007). An investigation of *Leishmania* spp. in *Didelphis* spp. from urban and peri-urban areas in Bauru (São Paulo, Brazil). *Veterinary Parasitology*, 150, 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.09.026>
- Borba, V., Enoki, M., Lopes-Torres, J. E., Machado-Silva, J. R., & Mayo Iñiguez, A. (2021). New data on eggshell structure of capillariid species: a SEM perspective. *Parasitology Research*, 120, 963–970. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-07032-4>
- Borba, V., Martin, C., Machado-Silva, J. R., Xavier, S. C. C., de Mello, F. L., & Mayo Iñiguez, A. (2021). Machine learning approach to support taxonomic species discrimination based on helminth collections data. *Parasites and Vectors*, 14(230), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04721-6>
- Bowman, D. (2011). *Parasitología para veterinarias*. Elsevier Saunders (9th ed).
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4), 575–583. <https://doi.org/10.2307/3284227>

- Cabello, D. R. (2006). Reproduction of *Didelphis marsupialis* (Didelphimorphia: Didelphidae) in the Venezuelan Andes. *Acta Theriologica*, 51(4), 427–433.
- Campbell, M. L., Gardner, S. L., & Navone, G. T. (2003). A new species of *Mathevotaenia* (Cestoda: Anoplocephalidae) and other tapeworms from marsupials in Argentina. *Journal of Parasitology*, 89(6), 1181–1185. <https://doi.org/10.1645/GE-1778>
- Cantillo-Barraza, O., Garcés, E., Gómez-Palacio, A., Cortés, L. A., Pereira, A., Marcet, P. L., Jansen, A. M., & Triana-Chávez, O. (2015). Eco-epidemiological study of an endemic Chagas disease region in northern Colombia reveals the importance of *Triatoma maculata* (Hemiptera: Reduviidae), dogs and *Didelphis marsupialis* in *Trypanosoma cruzi* maintenance. *Parasites and Vectors*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1100-2>
- Cerqueira, R. (1984). Reproduction de *Didelphis albiventris* dans le nord-est du Brésil (Polyprotodontia, Didelphidae). *Mammalia*, 48(1), 95–104. <https://doi.org/10.1515/mamm.1984.48.1.95>
- Chero, J. D., Sáez, G., Mendoza-Vidaurre, C., Iannaccone, J., & Cruces, C. L. (2017). Helmintos de la zarigüeya común *Didelphis marsupialis* (Didelphimorphia: Didelphidae), con una lista de los helmintos de marsupiales de Perú. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 560–571. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.004>
- Chinchilla-Carmona, M., Valerio-Campos, I., Sánchez-Porras, R., Martínez-Esquivel, L., González-Paniagua, A., Valerio-Campos, L., Bolaños-Jiménez, J., & León-González, J. (2013). Parásitos intestinales y sanguíneos de 4 especies de roedores y 5 ejemplares de *Philander opossum* (Didelphimorphia: Didelphidae) capturados en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (REBAMB) de Costa Rica. *Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología*, 72(2), 176–184.
- Cruz-Salazar, B., Ruiz-Montoya, L., Navarrete-Gutiérrez, D., Espinoza-Medinilla, E. E., Vázquez-Domínguez, E., & Bernardo Vázquez, L. (2014). Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas,

- México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 251–261. <https://doi.org/10.7550/rmb.36116>
- Cruz-Salazar, B., Ruiz-Montoya, L., Navarrete-Gutiérrez, D., & Vázquez, L. B. (2016). Influence of the composition and structure of modified landscapes on abundance of two marsupials during the dry season. *Therya*, 7(3), 393–406. <https://doi.org/10.12933/therya-16-401>
- Cuartas-Calle, C., & Muñoz-Arango, J. (2003). Marsupiales, cenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia (p. 235).
- Delgado, C. A. (2007). Roadway Mortality of Mammals on the El Escobero Road, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29(87), 235–239.
- Díaz, M. & Flores, D. (2008). Early reproduction onset in four species of Didelphimorphia in the Peruvian Amazonia. *Mammalia*, 72, 126-130. <https://doi.org/10.1515/MAMM.2008.012>
- Duszynski, D. W. (2015). The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Marsupials of the World. In *The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Marsupials of the World*. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-02739-6>
- Flórez Oliveros, F. J., & Vivas Serna, C. (2020). Zarigüeyas (Chuchas Comunes) Marmosas y Colicortos en Colombia (p. 264).
- Giraldo, L., Herrera, M. A., Ramírez, V., Hincapié, J. E., Vásquez, J. L., & Castaño, R. A. (2011a). Plan de manejo del área de recreación “urbana” Cerro La Asomadera (p. 67).
- Giraldo, L., Herrera, M. A., Ramírez, V., Hincapié, J. E., Vásquez, J. L., & Castaño, R. A. (2011b). Plan de Manejo del Área de Recreación “urbana” Parque Ecológico Cerro Nutibara (p. 144).
- Giraldo, L., Herrera, M. A., Ramírez, V., Hincapié, J. E., Vásquez, J. L., & Castaño, R. A. (2011c). Plan de Manejo del Área de Recreación “Urbana” Piamonte. In *Área Metropolitana del Valle de Aburrá* (Vol. 1, p. 66).

- Guerrero, R. (1985). Nematoda: Trichostrongyloidea Parásitos de Mamíferos Silvestres de Venezuela. II revisión del Genero *Viannaia* Travassos, 1914. *Memoria de La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 11(5).
- Hammond, D., & Long, P. (1973). The Coccidia. Eimeria, Isospora, Toxoplasma, and related genera (p. 482).
- Hassell, J. M., Begon, M., Ward, M. J., & Fèvre, E. M. (2017). Urbanization and Disease Emergence: Dynamics at the Wildlife–Livestock–Human Interface. *Trends in Ecology and Evolution*, 32(1), 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.09.012>
- Herrera, M. A., Ramírez, V., Hincapié, J. E., Cáceres, R. A., Vásquez, J. L., & Castaño, R. A. (2011). Parque Natural Regional “Metropolitano” Cerro El Volador. In Área Metropolitana del Valle de Aburrá (p. 43). [https://www.metropol.gov.co/planeacion/areas-protegidas/Documents/Planes/2011-plan-de-manejo-cerro-el-volador.pdf%0Ahttp://www.metropol.gov.co/AreasProtegidas/Documents/PLAN\\_DE\\_MANEJO\\_PNRM\\_VOLADOR.pdf](https://www.metropol.gov.co/planeacion/areas-protegidas/Documents/Planes/2011-plan-de-manejo-cerro-el-volador.pdf%0Ahttp://www.metropol.gov.co/AreasProtegidas/Documents/PLAN_DE_MANEJO_PNRM_VOLADOR.pdf)
- Hillman, A., & Thompson, R. C. A. (2016). Interactions between humans and urban-adapted marsupials on private properties in the greater Perth region. *Australian Mammalogy*, 38(2), 253–255. <https://doi.org/10.1071/AM15045>
- Jones, A., & Anderson, T. J. (1990). Helminths of rodents and marsupials from Papua New Guinea, with the description of two new species, *Echinostoma echymiperæ* n. sp. (Digenea: Echinostomatidae) and *Vampirolepis peroryctis* n. sp. (Cestoda: Hymenolepididae). *Systematic Parasitology*, 15, 223–237.
- Julien-Lafferriere, D., & Atramentowicz, M. (1990). Feeding and Reproduction of Three Didelphid Marsupials in Two Neotropical Forests (French Guiana). *Biotropica*, 22(4), 404–415. <https://doi.org/10.2307/2388558>
- Keesing, F., Brunner, J., Duerr, S., Killilea, M., LoGiudice, K., Schmidt, K., Vuong, H., & Ostfeld, R. S. (2009). Hosts as ecological traps for the vector of Lyme disease. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 3911–3919. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1159>



- Kim, D. Y., Stewart, T. B., Bauer, R. W., & Mitchell, M. (2002). *Parastrongylus* (= *Angiostrongylus*) *cantonensis* now endemic in Louisiana wildlife. *Journal of Parasitology*, 88(5), 1024–1026. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2002\)088\[1024:pacnei\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2002)088[1024:pacnei]2.0.co;2)
- Legey, A. P., Pinho, A. P. S., Chagas Xavier, S. C., Leon, L. L., & Jansen, A. M. (1999). Humoral Immune Response Kinetics in *Philander opossum* and *Didelphis marsupialis* Infected and Immunized by *Trypanosoma cruzi* Employing an Immunofluorescence Antibody Test. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(3), 371–376. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000300016>
- Leigh, W. H. (1940). Preliminary studies on parasites of upland game birds and fur-bearing mammals in Illinois. *Illinois Natural History Survey Bulletin*, 21(5), 185–194. <https://doi.org/10.21900/j.inhs.v21.262>
- López-Osorio, S., Silva, L. M. R., Chaparro-Gutiérrez, J. J., Velazquez, Z. D., Taubert, A., & Hermosilla, C. (2020). Optimized excystation protocol for ruminant *Eimeria bovis* and *Eimeria arloingi* sporulated oocysts and first 3D holotomographic microscopy analysis of differing sporozoite egress. *Parasitology International*, 76:102068. <https://doi:10.1016/j.parint.2020.102068>
- McFarlane, R., Sleight, A., & McMichael, T. (2012). Synanthropy of wild mammals as a determinant of emerging infectious diseases in the Asian-Australasian region. *EcoHealth*, 9(1), 24–35. <https://doi.org/10.1007/s10393-012-0763-9>
- Mendez, E. (1983). Los Marsupiales Algunas Observaciones sobre su Historia y Evolución. In *Informe final IX, Claz Perú* (pp. 187–193). [http://www.gorgas.gob.pa/BiblioGorgas/pdf/Los Marsupiales Algunas Observaciones sobre sus Historia y Evolución por Eustorgio Mendez..pdf](http://www.gorgas.gob.pa/BiblioGorgas/pdf/Los_Marsupiales_Algunas_Observaciones_sobre_sus_Historia_y_Evolución_por_Eustorgio_Mendez..pdf)
- Miller, C. L., Kinsella, J. M., Garner, M. M., Evans, S., Gullett, P. A., & Schmidt, R. E. (2006). Endemic infections of *parastrongylus* (= *Angiostrongylus*) *costaricensis* in two species of nonhuman primates, raccoons, and an opossum from Miami, Florida. *Journal of Parasitology*, 92(2), 406–408. <https://doi.org/10.1645/GE-653R.1>

- Morales, P. (2015). Fauna silvestre sobrevive en Medellín y la hace más habitable. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15893976>
- Muñoz Rodríguez, L. C., Pérez Bedoya, J. L., Ramírez Mora, A., & Murillo Gómez, X. (2017). Identificación de parásitos gastrointestinales en zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) por medio de la técnica de Sheather. In Encuentro Internacional de Investigadores de Ciencias Pecuarias, ENICIP 2017, Medellín, Colombia. <https://revistas.udea.edu.co/index.%0Aphp/rccp/issue/view/2930>
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales: parasitosis (Tercera edición).
- Pereira Berto, B., Do Bomfim Lopes, B., Teixeira Filho, W. L., Flausino, W., & Gomes Lopes, C. W. (2010). Invertebrates coccidia associated to vertebrates food habit: A brief review of the genera *Adelea*, *Adelina* and *Barroussia*. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria*, 32(1), 33–41.
- Pinto, H. A., Tenorio Mati, V. L., & de Melo, A. L. (2014). *Toxocara cati* (Nematoda: Ascarididae) in *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae) from Brasil: A caso of pseudoparasitismo. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 23(4), 522–525. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014074>
- Polo Terán, L. (2006). Determinación de la contaminación de los suelos de los parques públicos de la localidad de Suba, Bogotá D.C. con nemátodos gastrointestinales de importancia zoonótica. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- Pritchett, K. R. (2007). Helminth Parasites of Laboratory Mice. In Elsevier (Ed.), *The Mouse in Biomedical Research* (pp. 552–564).
- Ramírez, G. F., & Osorio, J. H. (2014). Identificación de helmintos en zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) en el Suroccidente Colombiano. *Biosalud*, 13(1), 37–44.
- Rengifo Arias, G. (2018). En Bello, Piamonte se encuentra en peligro. El Colectivo Comunicación. <https://elcolectivocomunicacion.com/2018/04/24/en-bello-piamonte-se-encuentra-en-peligro/>
- Solari, S. (2014). *Didelphis marsupialis*. <http://www.metropol.gov.co/mamiferos/Pages/inicio.aspx>

- Spratt, D. M., & Beveridge, I. (2016). Helminth parasites of Australasian monotremes and marsupials. *Zootaxa* (Vol. 4123, Issue 1).  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4123.1.1>
- Sunquist, M. E., Austad, S. N., & Sunquist, F. (1987). Movement Patterns and Home Range in the Common Opossum (*Didelphis marsupialis*). *Journal of Mammalogy*, 68(1), 173–176.
- Tantaleán, M., Díaz, M., Sánchez, N., & Portocarrero, H. (2010). Endoparásitos de micromamíferos del noroeste de Perú. 1: Helmintos de marsupiales. *Revista Peruana de Biología*, 17(2), 207–213. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i2.29>
- Teixeira, M., Albuquerque, G. R., Lopez, C. W. G., & Florentino, M. V. N. (2003). An adeleid Coccidia, a pseudoparasite of *Didelphis aurita* (Marsupialia: Didelphoidea). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 12(1), 43–45.
- Telfer, S., Lambin, X., Birtles, R., Beldomenico, P., Burthe, S., Paterson, S., & Begon, M. (2010). Species interactions in a parasite community drive infection risk in a Wildlife population. *Science* (New York, N.Y.), 330(6001), 243–246.  
<https://doi.org/10.1126/science.1190333.Species>
- Travi, B. L., Jaramillo, C., Montoya, J., Segura, I., Zea, A., Goncalves, A., & Velez, I. D. (1994). *Didelphis marsupialis*, an important reservoir of *Trypanosoma* (*Schizotrypanum*) *cruzi* and *Leishmania* (*Leishmania*) *chagasi* in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 50(5), 557–565.  
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1994.50.557>
- Travi, B. L., Osorio, Y., Becerra, M. T., & Adler, G. H. (1998). Dynamics of *Leishmania chagasi* infection in small mammals of the undisturbed and degraded tropical dry forests of northern Colombia. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 92(3), 275–278. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(98\)91009-4](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(98)91009-4)
- Tyndale-Biscoe, C. H., & MacKenzie, R. B. (1976). Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *D. albiventris* in Colombia. *Journal of Mammalogy*, 57(2), 249–265.  
<https://doi.org/10.22621/cfn.v123i3.974>

- Vaucher, C. (1992). Revision of the genus *Vampirolepis* Spasskij, 1954 (Cestoda: Hymenolepididae). *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 87((Suppl. I)), 299–304.
- Vaumourin, E., Vourc'h, G., Gasqui, P., & Vayssier-Taussat, M. (2015). The importance of multiparasitism: examining the consequences of co-infections for human and animal health. *Parasites and Vectors*, 8(545), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1167-9>
- Vivas-Serna, C., Flórez-Oliveros, F. J., & Castrillón-gallego, J. F. (2016). Pautas para el manejo de crías de zarigüeya en estado de indefensión. Fundación Zarigüeya.
- Yang J. & Scholten T. (1977). A Fixative for Intestinal Parasites Permitting the Use of Concentration and Permanent Staining Procedures. *American Journal of Clinical Pathology*, 67(3), 300–304. <https://doi.org/10.1093/ajcp/67.3.300>

## 10. Tablas

Filo	Clase	Especie	Referencia
Apicomplexa	Sporozoea	<i>Babesia brasiliensis</i> , <i>Cyclospora</i> sp., <i>Eimeria</i> sp., <i>Hepatozoon</i> sp., <i>Nuttalia equi</i> , <i>Sarcocystis gamhami</i> <i>Sarcocystis</i> sp.	Aragón-Pech et al., 2018; Chinchilla-Carmona et al., 2013; Erazo et al. 2019; Roca García, 1945; Román et al. 2018; Soares et al. 2017.
Euglenozoa	Kinetoplastea	<i>Trypanosoma cruzi</i> , <i>T. rangeli</i> .	Cantillo-Barraza et al., 2015
Amoebozoa	Archamoebae	<i>Endolimax</i> sp.	Chinchilla-Carmona et al., 2013
Nematoda	Adenophorea - Chromadorea	<i>Ancylostoma</i> sp, <i>Ascaris</i> sp, <i>Aspidodera</i> sp. ( <i>A. raillieti</i> ), <i>Capillaria</i> sp, <i>Cruzia tentaculata</i> , <i>Gongylonemoides</i> <i>marsupialis</i> , <i>Moennigia</i> sp, <i>Physaloptera</i> sp ( <i>P.</i> <i>mirandai</i> ), <i>Pterygodermatites</i> sp, <i>Rictularia jaegerskioldi</i> , <i>Subulura interrogans</i> , <i>Strongyloides</i> sp, <i>Travassastrongylus</i> sp, <i>Trichuris</i> sp. ( <i>T. marsupialis</i> ), <i>Toxocara</i> sp, <i>Turgida turgida</i> , <i>Viannaia bamata</i> , <i>V. barusi</i> , <i>V.</i> <i>bisbali</i> , <i>V. cayennensis</i> , <i>V. conspicua</i> , <i>V. didelphis</i> , <i>V.</i> <i>gabaldoni</i> , <i>V. guayanensis</i> , <i>V. metachirops</i> , <i>V. minispicula</i> , <i>V.</i> <i>monodelphis</i> , <i>V. philander</i> , <i>V. pusilla</i> , <i>V. reigi</i> , <i>V. skrjabini</i> , <i>V.</i> <i>tenorai</i> , <i>V. venezuelensis</i> , <i>V. tenoria</i> , <i>V. viannaia</i>	Aragón-Pech et al., 2018; Chero et al., 2017; Chinchilla-Carmona et al., 2013; Ramirez & Osorio, 2014; Tantaleán et al., 2010
Platyhelminthes	Cestoda	<i>Dipylidium</i> sp., <i>Linistowia iheringi</i> ,	Ramirez & Osorio, 2014
	Trematoda	<i>Amphimerus ruparupu</i> , <i>Duboisiiella proloba</i> , <i>Paragonemus</i> <i>amazonicus</i> , <i>Plagiorchis didelphidis</i> , <i>Podospathalium pedatum</i> , <i>Rhopalias baculifer</i> , <i>R. caballeroi</i> , <i>R. coronatus</i> , <i>Zonorchis</i> <i>allentoshi</i>	Tantaleán et al., 2010
Rotifera	Archiacanthocephala	<i>Macracanthorhynchus</i> sp, <i>Giganthorhynchus ortizi</i> , <i>Oligacanthorhynchus</i> sp.	Aragón-Pech et al., 2018; Ramirez & Osorio, 2014; Tantaleán et al., 2010

---

Arthropoda

Maxillopoda

Pentastomida: ninfa

Tantaleán et al., 2010

---

**Tabla 1.** Parásitos internos reportados en marsupiales en Latinoamérica.

APU	Piamonte	Asomadera	Nutibara	Ditaires	Heliadora	El Volador	Total
Capturas	16	14	1	23	6	10	70
Capturas más recapturas	25	20	3	24	7	14	93
Éxito de captura	13.33%	11.66%	0.83%	19.17%	5%	8.33%	
Abundancia relativa	22.8%	20%	1.42%	32.85%	8.57%	14.28%	

**Tabla 2.** Abundancia relativa de *D. marsupialis* discriminado por APU.

\*Éxito de captura: Capturas/120 trampas-noche y Abundancia relativa: capturas/total.



APU	Machos	Hembras			Total	Sex ratio (M:H)	<i>p</i>
		No reproductivas	Lactantes con crías	Lactantes sin crías			
Asomadera	8	2	2	2	6	1.3:1	0.07
Ditaires	11	4	4	4	12	0.9:1	0.17
Heliadora	2	2	2		4	0.5:1	1.50
Nutibara	1				0	NA	NA
Piamonte	8	5	1	2	8	1:1	0.06
Volador	7	2	1		3	2:1	0.90
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>1.1:1</b>	<b>0.13</b>

**Tabla 3.** Proporción sexual de *D. marsupialis* capturadas en las APU's. El número de hembras es discriminado según el estado reproductivo.

APU	Machos				Hembras			
	Peso		Longitud total		Peso		Longitud total	
	Promedio (rango)	SD	Promedio (rango)	SD	Promedio (rango)	SD	Promedio (rango)	SD
Asomadera	1.588 (210-2.850)	1.144,21	78 (40,5-99)	22,87	1.371 (770-1.800)	390,07	85,6 (74,3-106)	10,66
Ditaires	2.145 (415-3.450)	685,98	90,3 (52-109)	13,3	1.615 (1.080-2.400)	408,64	85,5 (71,2-95)	6,94
Heliodora	2.375 (1.700-3.050)	954,59	91 (84-98)	9,89	1.490 (350-2.150)	737,73	76,5 (46-92)	18,68
Nutibara	1.800	NA	86,8	NA	0		0	
Piamonte	1.655 (600-2.700)	822,02	83,5 (69,6-97,5)	10,7	1.152 (385-1.900)	349,75	80,2 (69,3-89,2)	21,96
Volador	1.299 (107-2.350)	727,15	74,4 (34-87)	16,2	1.413 (1.190-2.000)	392,88	82,8 (76-89)	5,69

**Tabla 4.** Morfometría del peso y la longitud total de *D. marsupialis* capturadas en las APU's. SD: Desviación estándar.

Filo	Piamonte n=15		Asomadera n=14		Nutibara n=1		Ditaires n=19		Heliadora n=6		Cerro El Volador n=10	
	Directo	SAF	Directo	SAF	Directo	SAF	Directo	SAF	Directo	SAF	Directo	SAF
<b>Apicomplexa</b>												
Eimeriidae	7 (47%)	9 (60%)	7 (50%)	11 (79%)	1 (100%)	1 (100%)	12 (63%)	11 (58%)	1 (17%)	2 (33%)	4 (40%)	5 (50%)
Adeleidae	0 (0%)	1 (7%)	3 (21%)	2 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (32%)	6 (32%)	1 (17%)	1 (17%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Amoebozoa</b>												
<i>Entamoeba</i> spp.	2 (13%)	1 (7%)	2 (14%)	1 (7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Nematoda</b>												
<i>Aspidodera</i> spp.	6 (40%)	12 (80%)	6 (43%)	12 (86%)	0 (0%)	1 (100%)	5 (26%)	15 (79%)	3 (50%)	1 (17%)	6 (60%)	7 (70%)
Aspidoderidae	0 (0%)	4 (27%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (11%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)
<i>Ancylostoma</i> spp. (Z)	4 (27%)	6 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	2 (33%)	0 (0%)	2 (20%)	4 (40%)
<i>Capillaria</i> spp.	4 (27%)	10 (67%)	8 (57%)	10 (71%)	1 (100%)	1 (100%)	8 (42%)	13 (68%)	0 (0%)	4 (67%)	5 (50%)	6 (60%)
<i>Cruzia</i> spp.	0 (0%)	1 (7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)
Huevo no ID1	3 (20%)	3 (20%)	2 (14%)	2 (14%)	1 (100%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (17%)	0 (0%)	0 (0%)
Huevo no ID2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (37%)	1 (17%)	4 (67%)	0 (0%)	0 (0%)
Oxyuridae (P)	0 (0%)	4 (27%)	0 (0%)	1 (7%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Singamidae (P)	0 (0%)	7 (47%)	2 (14%)	2 (14%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	3 (16%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)
Spiruroidea	3 (20%)	7 (47%)	9 (64%)	10 (71%)	1 (100%)	1 (100%)	2 (11%)	7 (37%)	1 (17%)	2 (33%)	3 (30%)	8 (80%)
<i>Toxocara</i> spp. (Z)(P)	0 (0%)	5 (33%)	0 (0%)	6 (43%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Trichostrongylidae	9 (60%)	12 (80%)	1 (7%)	5 (36%)	0 (0%)	1 (100%)	1 (5%)	5 (26%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (70%)	8 (80%)
<i>Trichuris</i> spp.	0 (0%)	5 (33%)	4 (29%)	6 (43%)	0 (0%)	1 (100%)	3 (16%)	4 (21%)	0 (0%)	1 (17%)	0 (0%)	3 (30%)
<b>Platyhelminthes (Cestoda)</b>												
<i>Hymenolepis</i> spp. (Z)(P)	2 (13%)	3 (20%)	4 (29%)	4 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Archiacanthocephala</b>												
<i>Oligacanthorhynchus</i> spp. (P)	5 (33%)	8 (53%)	4 (29%)	7 (50%)	1 (100%)	1 (100%)	8 (42%)	8 (42%)	1 (17%)	1 (17%)	3 (30%)	3 (30%)

**Tabla 5.** Frecuencia absoluta y relativa de endoparásitos identificados con dos métodos usados en *D. marsupialis* en cada APU. Abreviaturas: n = número de muestras de heces analizadas, Z = potencial zoonótico, P= primer reporte en *D. marsupialis* en Colombia. Nótese que el número de parásitos identificados con sedimentación con SAF (Sodium Acetate Acetid Acid Formaldehyde) fue mayor.

Filo	Macho	Hembra		
		lactante	No reproductiva	total
<b>Apicomplexa</b>				
Eimeriidae	26 (41%)	10 (16%)	8 (13%)	18 (28%)
Adeleidae	6 (9%)	5 (8%)	2 (3%)	7 (11%)
<b>Amoebozoa</b>				
<i>Entamoeba</i> spp.	1 (2%)	1 (2%)	2 (3%)	3 (5%)
<b>Nematoda</b>				
<i>Aspidodera</i> spp.	27 (42%)	15 (23%)	10 (16%)	25 (39%)
Aspidoderidae	5 (8%)	0 (0%)	2 (3%)	2 (3%)
<i>Ancylostoma</i> spp. (Z)	8 (13%)	2 (3%)	4 (6%)	6 (9%)
<i>Capillaria</i> spp.	24 (37%)	14 (22%)	10 (16%)	24 (38%)
<i>Cruzia</i> spp.	3 (5%)	1 (2%)	0 (0%)	1 (2%)
Huevo no ID1	2 (3%)	3 (5%)	2 (3%)	5 (8%)
Huevo no ID2	6 (9%)	4 (6%)	1 (2%)	5 (8%)
Oxyuridae	1 (2%)	3 (5%)	2 (3%)	5 (8%)
Singamidae	8 (13%)	4 (6%)	5 (8%)	9 (14%)
Spiruroidea	20 (31%)	10 (16%)	7 (11%)	17 (27%)
<i>Toxocara</i> spp. (Z)	6 (9%)	2 (3%)	4 (6%)	6 (9%)
Trichostrongylidae	17 (27%)	7 (11%)	9 (14%)	16 (25%)
<i>Trichuris</i> spp.	13 (20%)	7 (11%)	5 (8%)	12 (19%)
<b>Platyhelminthes (Cestoda)</b>				
<i>Hymenolepis</i> spp. (Z)	4 (6%)	2 (3%)	2 (3%)	4 (6%)
<b>Archiacanthocephala</b>				
<i>Oligacanthorhynchus</i> spp.	13 (20%)	9 (14%)	7 (11%)	16 (25%)

**Tabla 6.** Frecuencia absoluta y relativa de endoparásitos de *D. marsupialis* distribuido por sexo y estado fisiológico. Abreviaturas: (Z) = potencial zoonótico.

Coccidias	Largo ooquiste	Ancho ooquiste	Memb	Ratio ooquiste	n	Largo esporoquiste	Ancho esporoquiste	Ratio esporoquiste	n	APU	Otras características identificadas
<i>Eimeria caluromydis</i>	27,6 (25,76-31,27)	24,59 (21,3-27,07)	2,55 (1,86-3,12)	1,5 (1,3-1,7)	18	14,6 (12,18-17,91)	9,9 (8,9-11,98)	1,1 (1-1,3)	24	Ditaires	Ooquiste esférico a subesférico. Pared prominente, mamilada y estriada, de color marrón. MP, RO y GP ausentes.
<i>Eimeria didelphidis</i>	16,63 (15,39-18,7)	15,37(14,14-16,37)	1,35 (1,17-1,51)	1,1 (1-1,1)	4	7,94 (7,26-9,05)	5,49 (4,95-6,14)	1,4 (1,3-1,6)	7	Ditaires	Ooquiste esférico, pared suave, sin color. MP, RO y GP ausentes.
<i>Eimeria marmosopos</i>	22,67 (20,18-24)	21,63 (19,16-23,53)	1,86(1,42-2,46)	1 (1-1,1)	39	11,17 (9,64-14,55)	7,75 (6,74-9,55)	1,44 (1,3-1,6)	31	Asomadera Ditaires	Ooquiste subesférico, pared rugosa y estriada, MP y RO ausentes, GP: altamente refractivo. SB como un pezón.

**Tabla 7.** Características morfológicas de ooquistes y esporoquistes de coccidias encontrados en *D. marsupialis*. Todas las medidas son en micrómetros, valor promedio y rangos en paréntesis. Memb: grosor de membrana, MP: micropilo, RO: residuo del ooquiste, GP: gránulo polar, SB: cuerpo stieda.

Huevos operculados	Longitud total del huevo	Ancho total del huevo	Ratio	Altura de la base del opérculo	Ancho Opérculo 1	Ancho Opérculo 2	Grosor de membrana	n
Capillaridos	61,9 (50,93-73-72)	26,48 (22,43-30)	2,3	4,6 (2,72-6,32)	10,15 (8,01-13,58)	10,08 (7,9-13,9)	2,19 (1,39-4,12)	62
Singamidae	61,4 (53,4-66,8)	33,5 (27,4-36,9)	1,8		10,4 (8,3-12,4)	10,2 (8,3-12,6)	1,6 (1,0-1,9)	23
<i>Trichuris</i> spp.	74,7 (68,3-81,8)	34,5 (31-39)	2,2	4,3 (3,4-5,5)	10,4 (8,5-12,1)	10,3 (9,1-12,2)	2,2 (1,3-3,4)	45

**Tabla 8.** Características morfométricas de los huevos operculados encontrados en *D. marsupialis*. Valor promedio y rangos entre los paréntesis.

Filo	Longitud total	Ancho total	Ratio	Grosor de membrana	n
<b>Amoebozoa</b>					
<i>Entamoeba</i> spp.	18 (10,8-23,25)	18 (11,4-23,6)	1	NA	17
<b>Nematoda</b>					
<i>Aspidodera</i> spp.	69,5 (50,8-78,7)	43,1 (34,4-47,5)	1,6	3,9 (2-5,6)	122
Aspidoderidae	84,3 (71,6-96,9)	58,4 (38,7-66,3)	1,4	4,8 (2,53-6,62)	18
<i>Cruzia</i> spp.	117 (108,4-126,2)	59,5 (53,3-63,8)	2,0	NA	18
Huevo no ID1	83,4 (75,56-90,78)	37,63 (31,51-47,02)		NA	30
Huevo no ID2	94,62 (85,03-103,4)	48,33 (45,29-51,50)	2,0	2,06 (1,48-2,61)	36
Oxyuridae	94,8 (71,5-117)	35,4 (27,1-46,2)	2,7	2,5 (1-3,6)	8
Spiruroidea	48,1 (42,7-51,4)	23,8 (18,6-26,6)	2,0	1,3 (0,8-2,3)	34
Trichostrongilidae	65,1 (56,6-77,8)	40,2 (34,1-59,2)	1,6	NA	117
<i>Turgida turgida</i>	48,3 (42,8-50,5)	20,6 (17,8-23,3)	2,3	NA	22

**Tabla 9.** Características morfométricas de los quistes de Amoebozoa y huevos de nemátodos encontrados en *D. marsupialis*. Valor promedio y rangos entre los paréntesis.



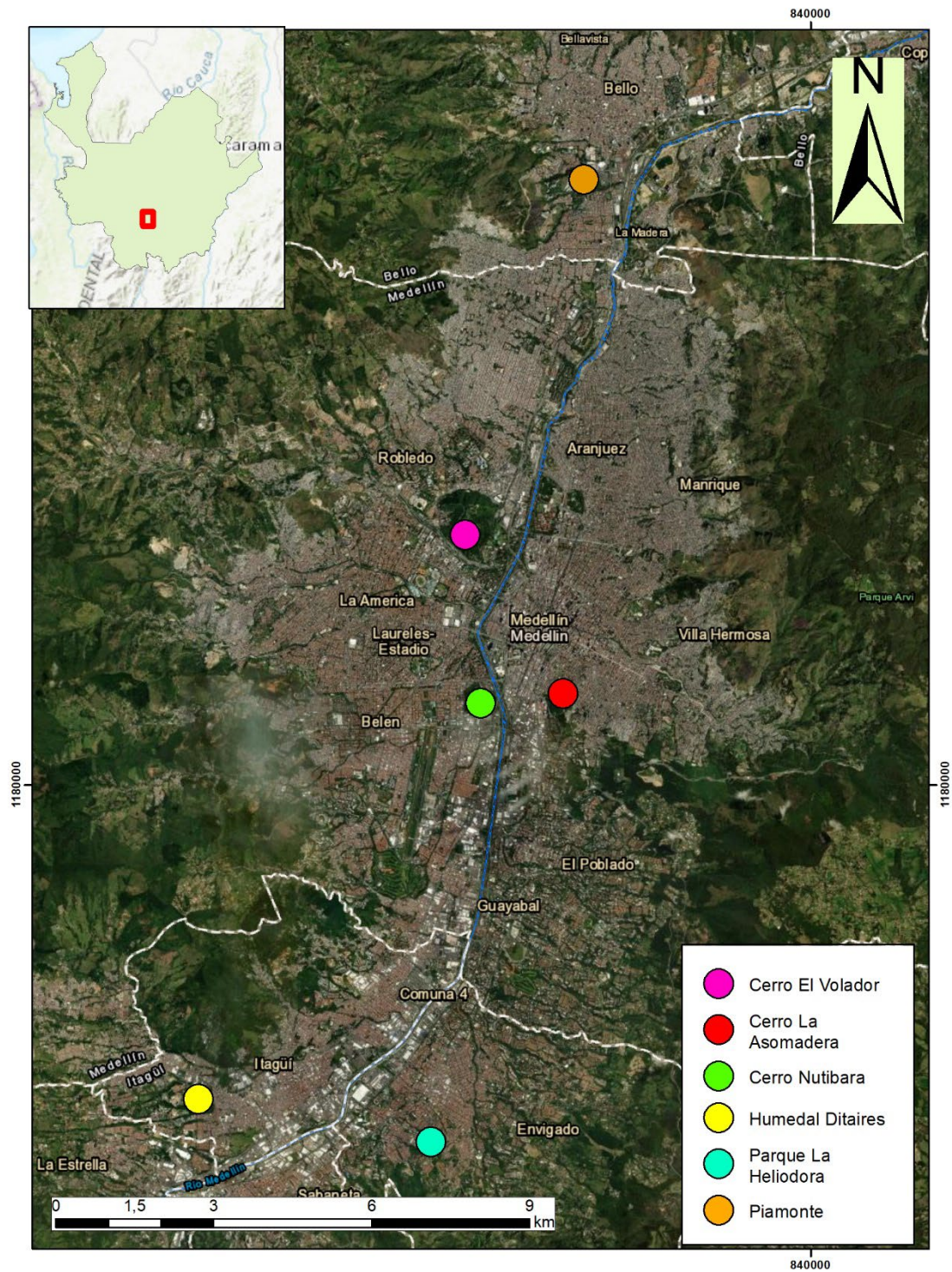
Filo	Largo externo del huevo	Ancho externo del huevo	Ratio	Grosor de membrana	n	Largo interno del huevo	Ancho interno del huevo
<b>Platyhelminthes (Cestoda)</b>							
<i>Hymenolepis</i> spp.	44,2 (38-54)	35,1 (27,9-44,7)	1,3	7,1 (4,5-11)	39	29,7 (26-33)	24,1 (19,8-27,9)
<b>Archiacanthocephala</b>							
<i>Oligacanthorhynchus</i> spp.	115,7 (102,4-126,8)	57,7 (49,7-75,8)	2,0	3 (2,3-5,8)	42	88,2 (81,9-100,2)	39,7 (31-54,9)

**Tabla 10.** Características morfológicas de los huevos de cestodos y acantocéfalos encontrados en *D. marsupialis*. Valor promedio y rangos entre los paréntesis.

Filo	Sexo	Estadio	Estado reproductivo	APU
<b>Apicomplexa</b>				
Eimeriidae	0.3619	0.63	0.7712	0.552
Adeleidae	0.8438	0.4423	0.8444	0.1276
<b>Amoebozoa</b>				
<i>Entamoeba</i> spp.	0.5026	0.5527	0.678	0.3983
<b>Nematoda</b>				
<i>Ancylostoma</i> spp.	0.9335	0.8071	0.7362	0.017*
<i>Aspidodera</i> spp.	0.9129	0.1282	0.6716	0.5951
Aspidoderidae	0.5833	0.2389	0.7188	0.3034
Capillaridos	0.6791	0.08871	0.671	0.8192
<i>Cruzia</i> spp.	0.8811	0.7051	0.7106	0.7152
Huevo no ID1	0.3823	0.5084	0.609	0.034*
Huevo no ID2	0.984	0.8314	0.5797	0.0005*
Oxiuridae	0.1664	0.7106	0.5102	0.4691
Singamidae	0.8339	0.7643	0.9334	0.062
Spiruroidea	0.9744	0.5171	0.9494	0.1701
<i>Trichuris</i> spp.	0.9791	0.1904	0.8949	0.5484
Trichostrongylidae	0.9549	0.07065	0.8879	0.0005*
<i>Toxocara</i> spp.	0.5026	0.5527	0.237	0.2619
<b>Platyhelminthes (Cestoda)</b>				
<i>Hymenolepis</i> spp.	0.9717	0.4598	0.9815	0.086
<b>Archiacanthocephala</b>				
<i>Oligacanthorhynchus</i> spp.	0.4755	0.08889	0.2877	0.4131

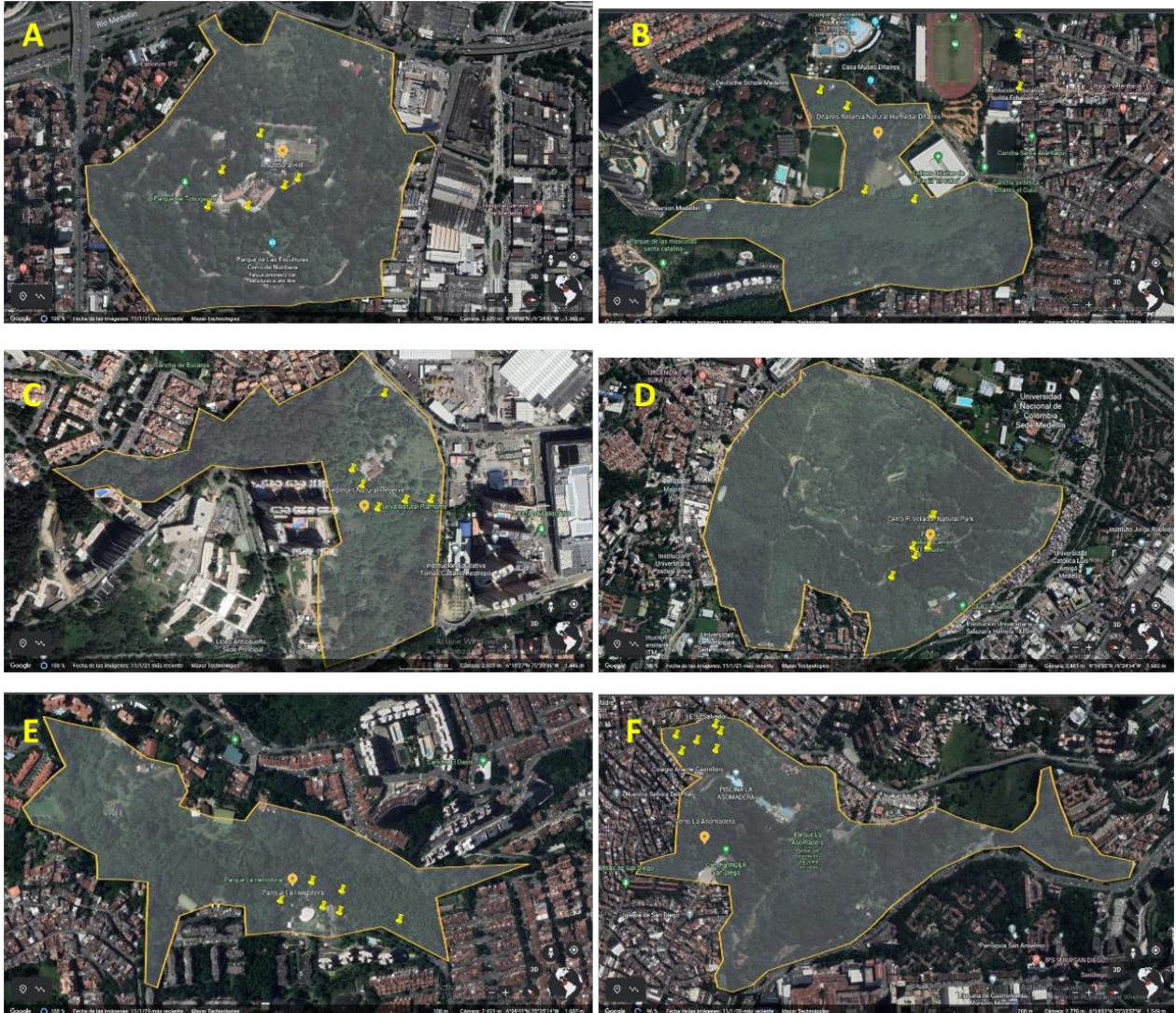
**Tabla 11.** Análisis de correlación de las variables por medio de la prueba de Chi cuadrado. \* $p < 0.05$

## 11. Figuras

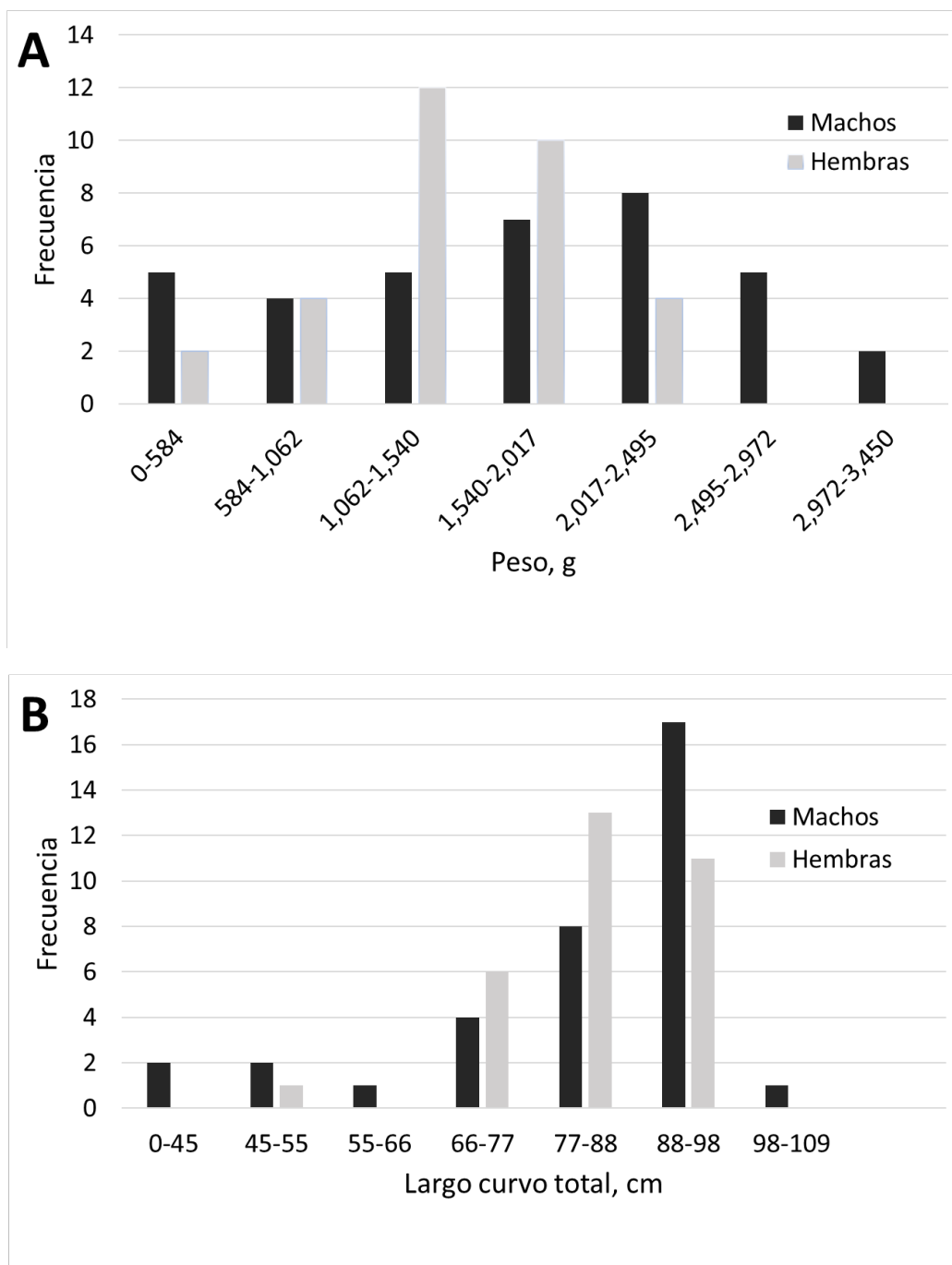


**Figura 1.** Ubicación de las APU donde se realizaron las capturas de *D. marsupialis* en este estudio.

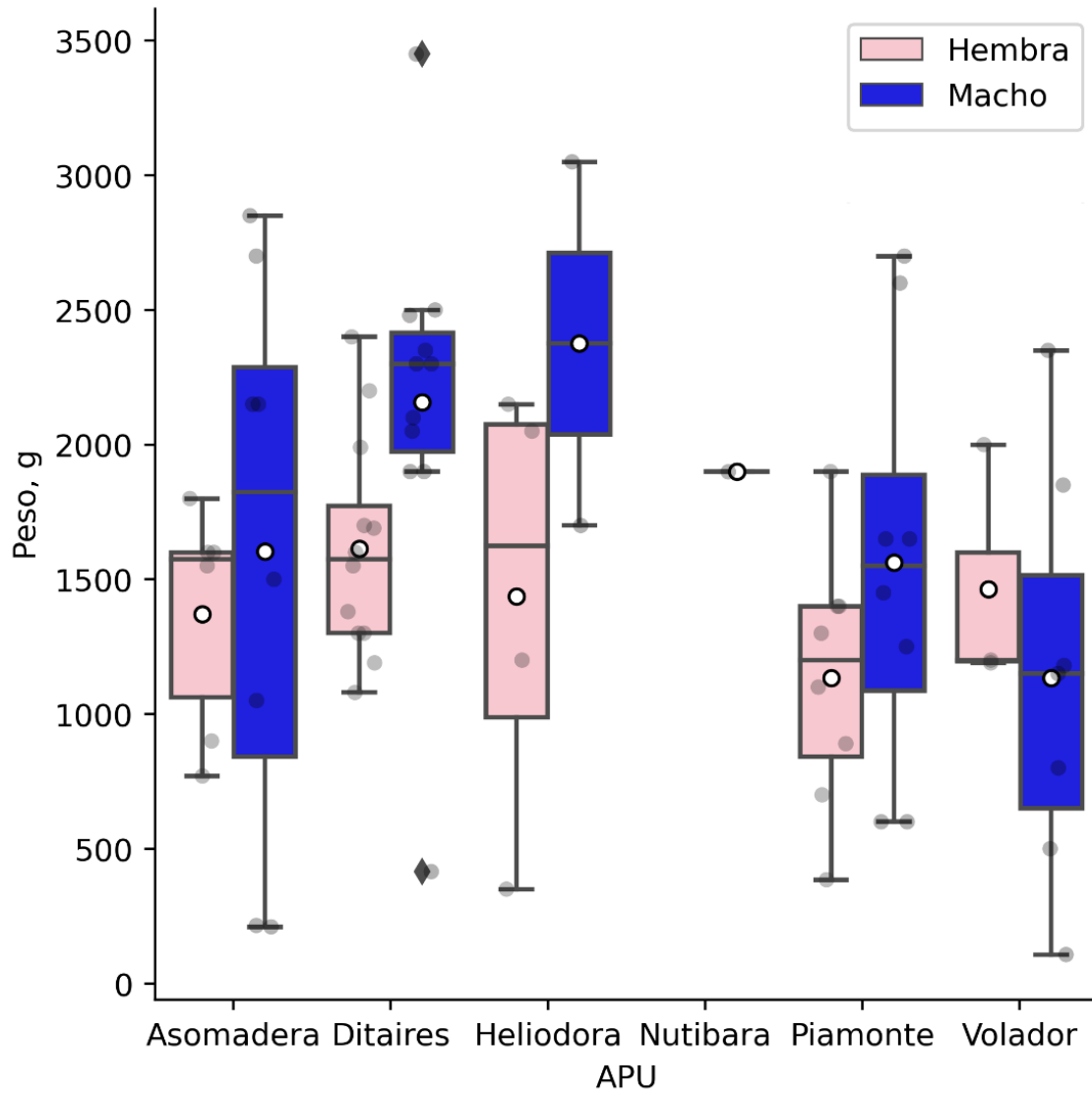




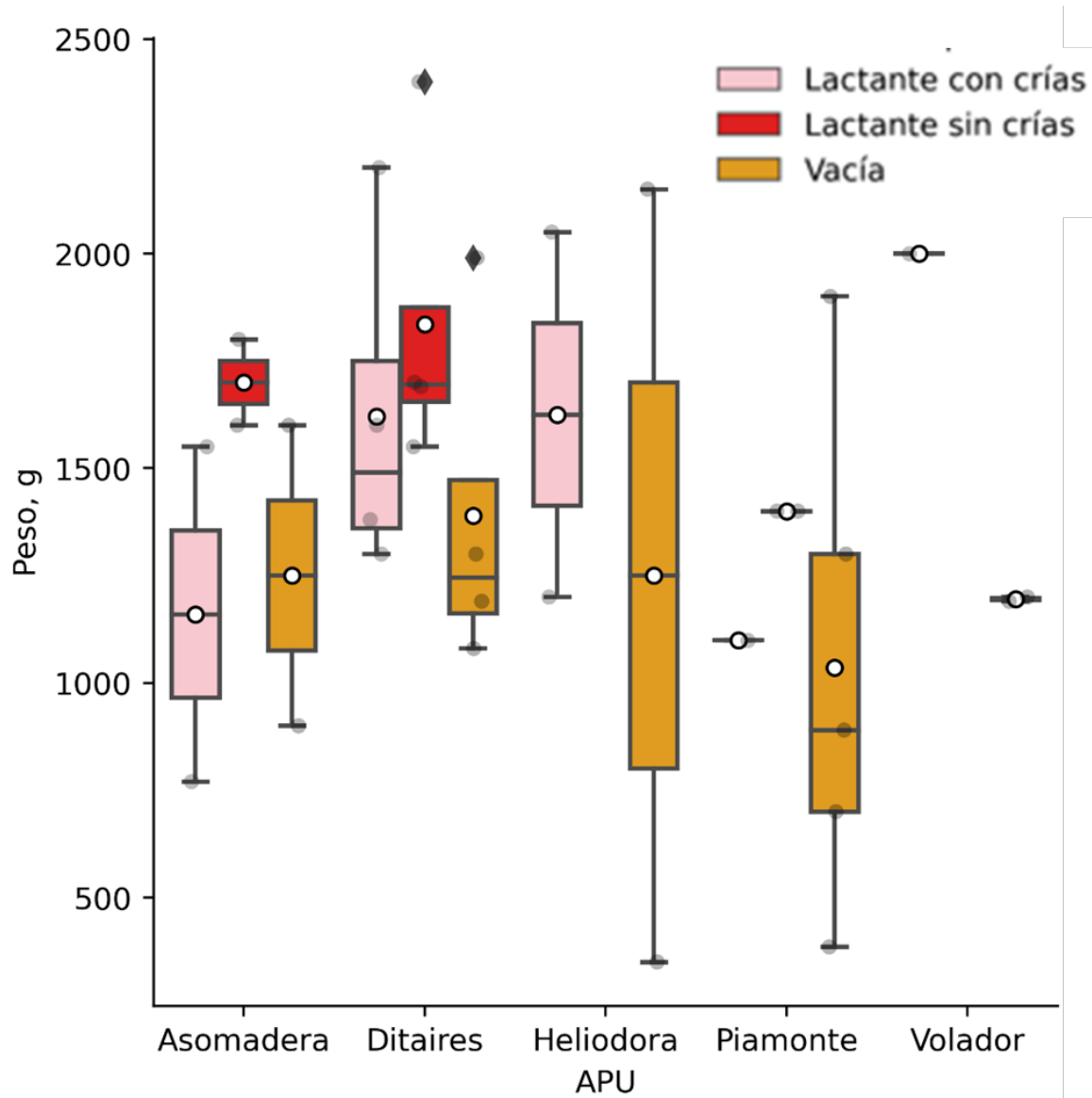
**Figura 2.** Ubicación de las trampas (pines amarillos) y área muestreada (%) en cada una de las APU's: A. Nutibara, área cubierta: 1.26 ha (3,8% del área total) B. Ditaires, área cubierta: 6.74 ha (53.8%), C. Piamonte, área cubierta: , D. Volador, área cubierta: 0.75 ha (0,7%), E. Heliodora, área cubierta: 0.45 ha (1,9%), F. Asomadera, área cubierta: 0.49 ha (1.9%). Área gris: extensión total de cada APU.



**Figura 3.** Distribución de la frecuencia absolutas de pesos (A) (intervalos de clase de 478 g) y longitud total en centímetros (B) (intervalos de clase de 10 cm) de machos y hembras de *D. marsupialis* capturadas en las APU's.

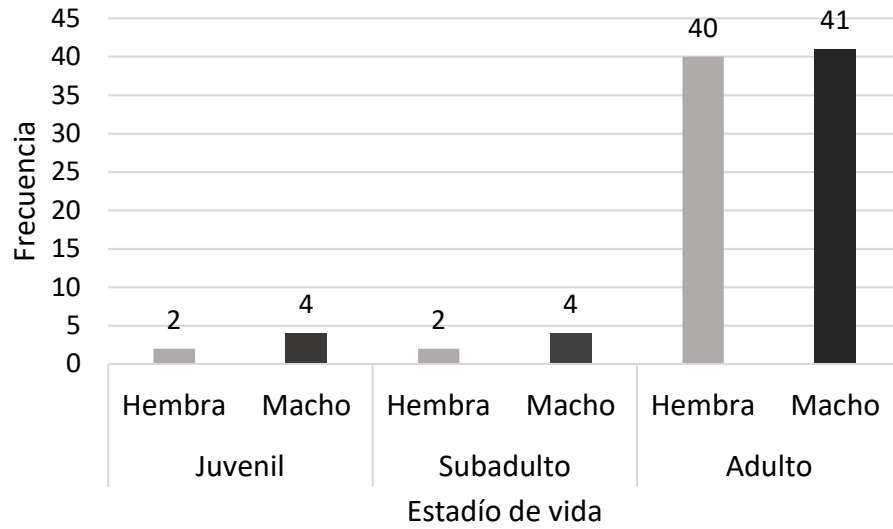


**Figura 4.** Distribución del peso de *D. marsupialis* discriminado por sexo en cada APU. El círculo blanco ( $^{\circ}$ ) indica el promedio del peso, y el círculo gris ( $^{\bullet}$ ) indica el peso registrado.

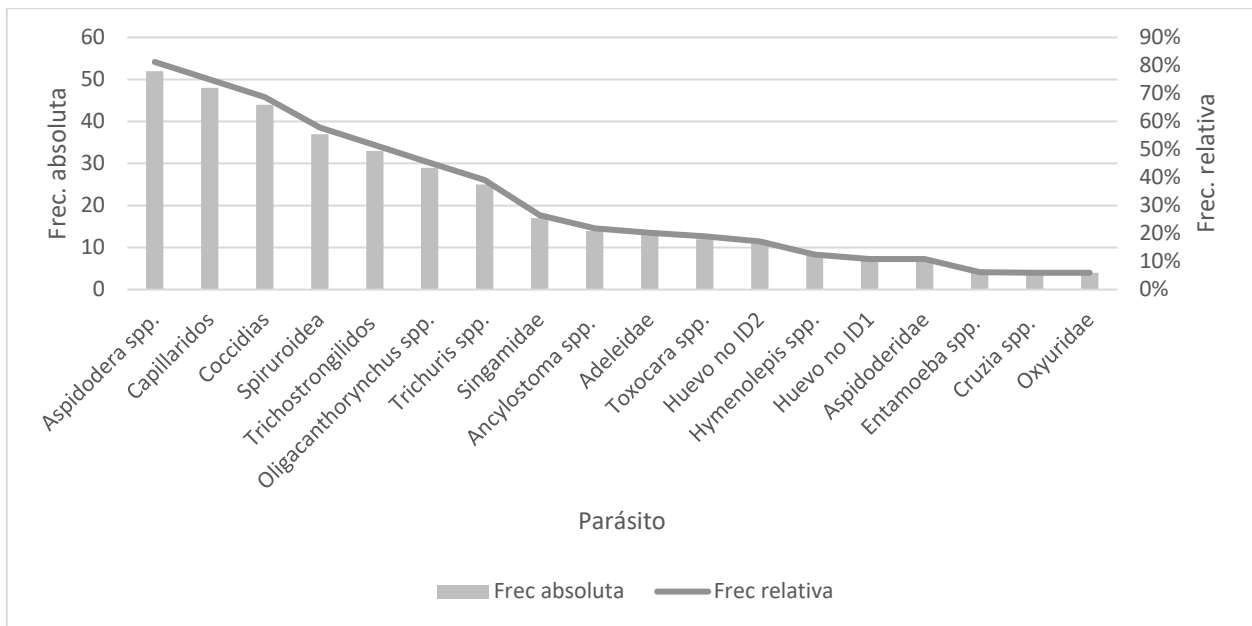


**Figura 5.** Distribución del peso de las hembras de *D. marsupialis* discriminado por estado reproductivo en cada APU. El círculo blanco (°) indica el promedio del peso, y el círculo gris (•) indica el peso registrado por individuo.





**Figura 6.** Distribución de frecuencias de los estadios de vida de *D. marsupialis* discriminado por sexo en todas las APU's.



**Figura 7.** Distribución de frecuencias de los parásitos encontrados en *D. marsupialis* capturadas en las APU's.



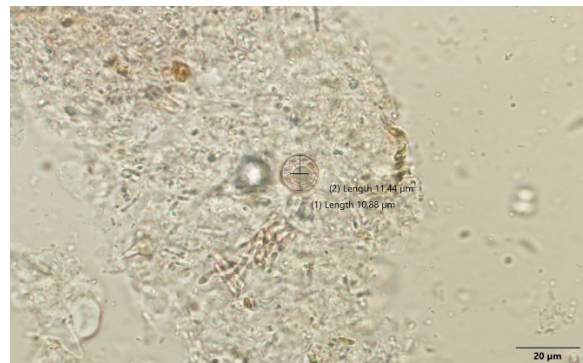
**Ooquiste no identificado**  
 (Apicomplexa, Adeleidae)



***Eimeria* spp.\***  
 (Apicomplexa, Eimeriidae)



***Monocystis* spp.**  
 (Apicomplexa, Monocystidae)



***Entamoeba* spp.**  
 (Amoebozoa, Entamoebidae)



***Aspidodera* spp.**  
 (Nematoda, Aspidoderidae)



**Huevo no identificado**  
 (Nematoda, Aspidoderidae)



*Ancylostoma* spp.  
 (Nematoda, Ancylostomatidae)



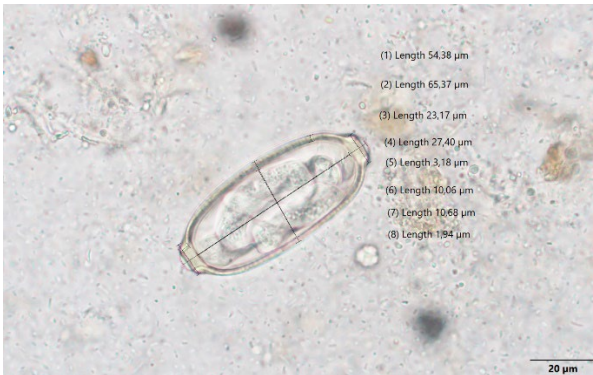
*Capillaria* spp.  
 (Nematoda, Capillariidae)



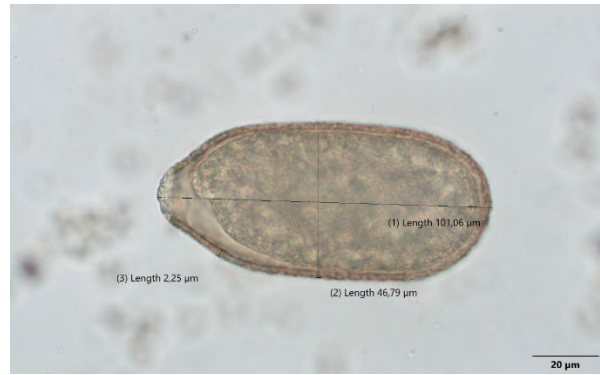
*Turgida turgida*  
 (Nematoda, Physalopteridae)



Huevo no identificado  
 (Nematoda, Spiruroidea (superfamilia))

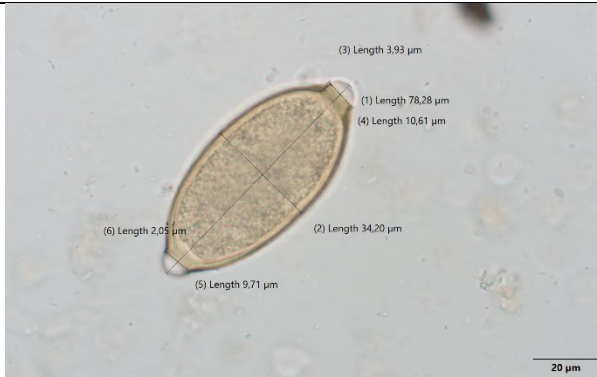


Huevo no identificado  
 (Nematoda, Singamidae)



Huevo no ID2

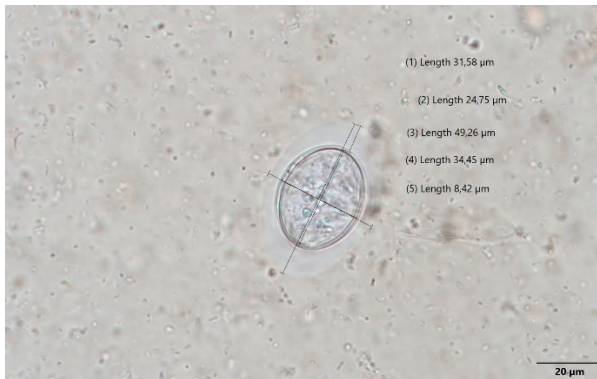




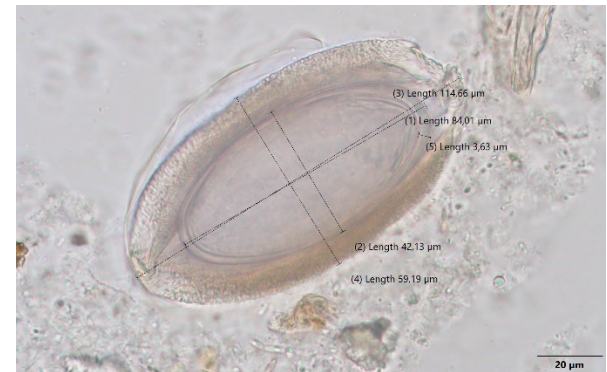
*Trichuris* spp.  
 (Nematoda, Trichuridae)



Huevo no ID1



*Hymenolepis* spp.  
 (Platyhelminthes, Hymenolepididae)



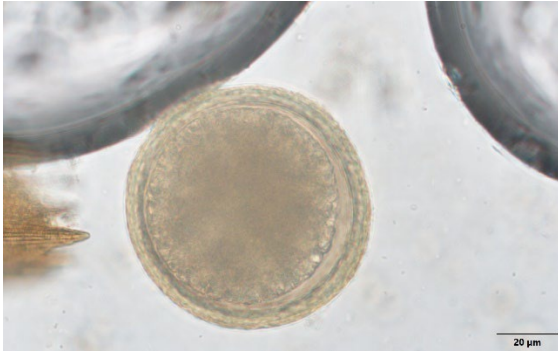
*Oligacanthorhynchus* spp.  
 (Acanthocephala, Oligacanthorhynchidae)



*Cruzia* spp.  
 (Nematoda, Kathlanidae)



Huevo no identificado  
 (Nematoda, Oxyuridae)

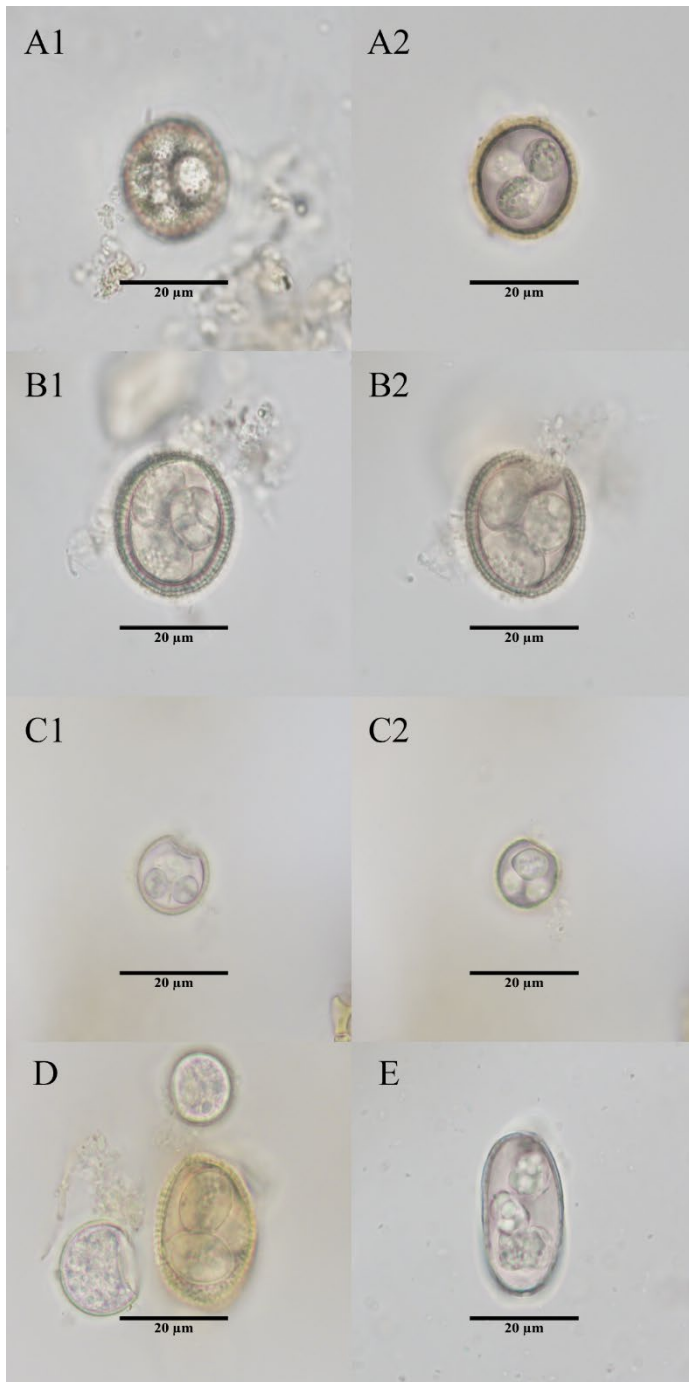


*Toxocara* spp.  
(Nematoda, Toxocaridae)

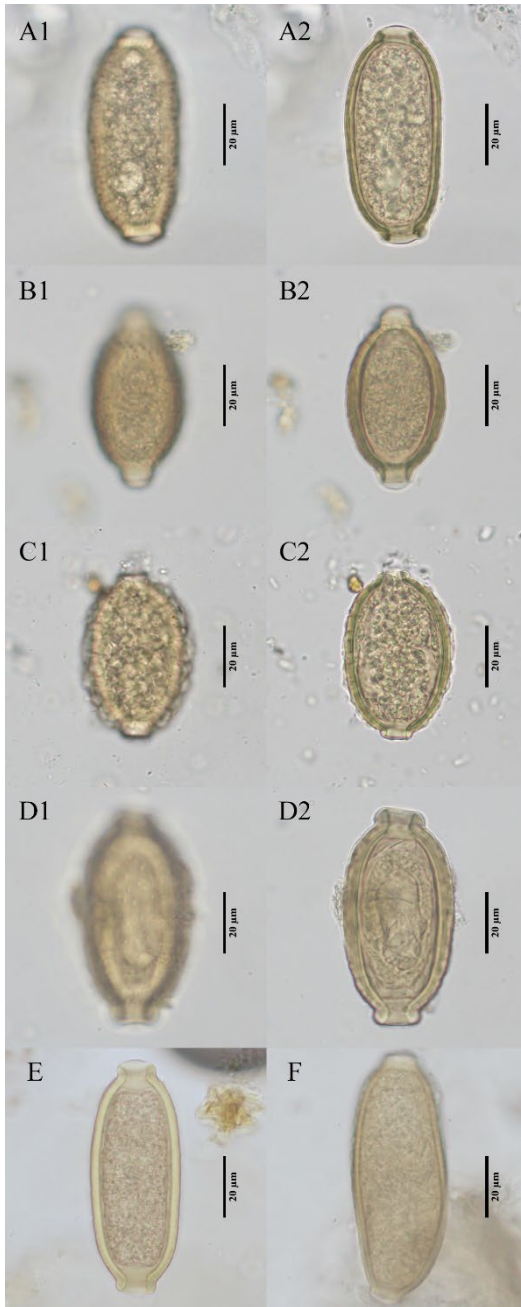


Huevo no identificado  
(Nematoda, Trichostrongylidae)

**Figura 8.** Endoparásitos del sistema digestivo identificados en *D. marsupialis* que habitan las APU's. Abreviaturas: \* tres especies identificadas.

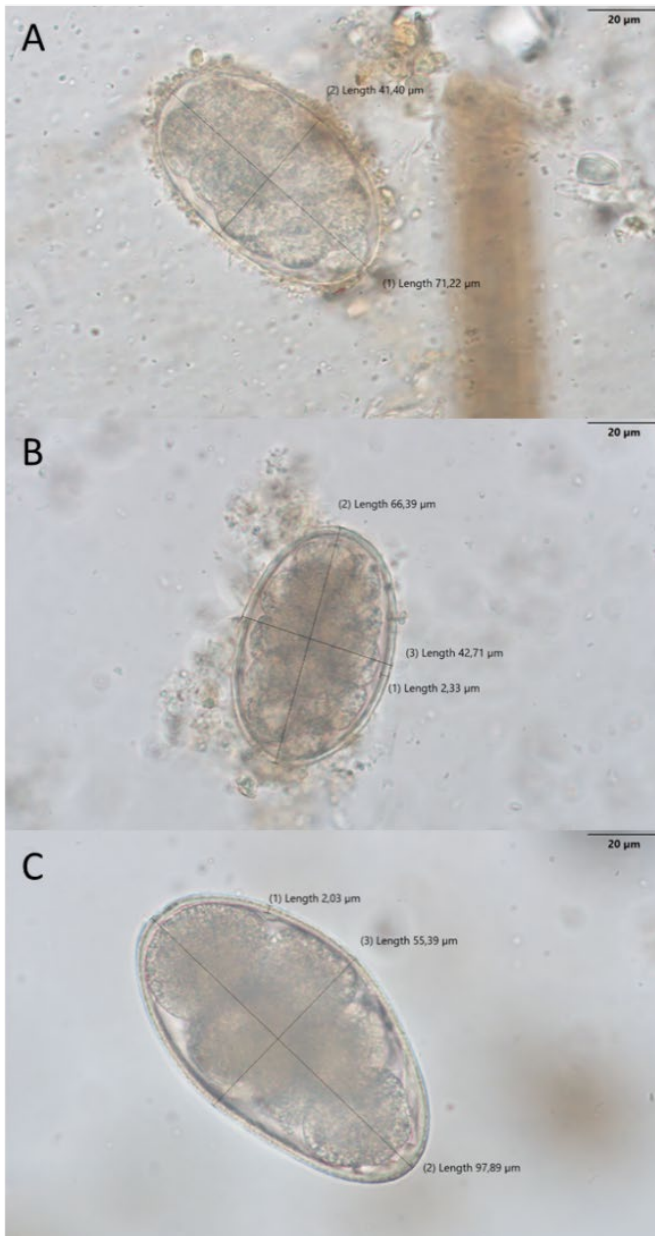


**Figura 9.** Ooquistes de las coccidias encontradas en *D. marsupialis* en este estudio. Características morfológicas de la membrana y esporoquistes: A1-2. *Eimeria marmosopos*, B1-2. *Eimeria caluromydis*, C1-2. *Eimeria didelphidis*. D. Diferencias de tamaños entre los ooquistes de las tres especies identificadas. E. Ooquiste de *Eimeria* no identificado.



**Figura 10.** Diferencias morfológicas entre las membranas y los huevos de capiláridos encontrados en las zarigüeyas *D. marsupialis* que habitan las APU's. A, B y D con ornamentación punteada. C, ornamentación reticulada tipo I. E. Típico huevo comúnmente encontrado en las heces de las zarigüeyas. Correspondencia de las medidas: 1. Largo del huevo, 2. Ancho del huevo, 3. Largo del opérculo, 4 y 5. Ancho del opérculo y 6. Membrana.





**Figura 11.** Diferencias morfológicas entre los huevos tipo Strongylida de *D. marsupialis* que habitan las APU's. A. Huevos morulados clasificados como Ancilostomideos: Largo: 66,1 (56,6-84,4); Ancho: 40,7 (35,5-49), B. Huevo no clasificado: Largo: 66,7 (60-74,8); ancho: 41,7 (38,6-45); membrana: 1,9 (1,3-2,39), C. Huevo no clasificado: Largo: 99 (89,5-107,21); Ancho: 53,1 (50,26-59,65); membrana: 2,3 (1,9-2,85).



