



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**PESQUISA ESTACIONAL DE PARÁSITOS**  
**GASTROINTESTINALES EN MAMÍFEROS SILVESTRES Y**  
**DOMÉSTICOS DEL ZOOLOGICO BUIN ZOO**

**JAVIERA PAZ FLORES BECERRA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Medicina  
Preventiva Animal

PROFESOR GUÍA: GALIA RAMÍREZ TOLOZA

**SANTIAGO, CHILE**

**2016**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**PESQUISA ESTACIONAL DE PARÁSITOS**  
**GASTROINTESTINALES EN MAMÍFEROS SILVESTRES Y**  
**DOMÉSTICOS DEL ZOOLOGICO BUIN ZOO**

**JAVIERA PAZ FLORES BECERRA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Medicina  
Preventiva Animal

NOTA FINAL: .....

FIRMA

PROFESOR GUÍA : GALIA RAMÍREZ .....

PROFESOR CONSEJERO: FERNANDO FREDES .....

PROFESOR CONSEJERO: CRISTÓBAL BRICEÑO .....

**SANTIAGO, CHILE**

**2016**

MEMORIA DE TÍTULO

**“PESQUISA ESTACIONAL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN MAMÍFEROS SILVESTRES Y DOMÉSTICOS DEL ZOOLOGICO BUIN ZOO”**

**“SEASONAL SCREENING OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN WILD AND DOMESTIC MAMMALS OF BUIN ZOO”**

**Javiera Paz Flores Becerra \***

\*Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dar las gracias a todos quienes hicieron posible el desarrollo de esta memoria, desde el Dr. Ezequiel quien me ofreció esta tesis, los cuidadores del zoológico que recolectaron las muestras, hasta el personal de la universidad que coordinó presentaciones, reuniones, etc.

Y por supuesto a quienes me han apoyado en todo este largo proceso, comenzando por mis padres y hermana, por su eterna paciencia, constante motivación a cumplir mis sueños, incondicional apoyo y cariño, en fin, por ser los mejores conmigo, al igual que el resto de mi linda familia.

Al Pato por todo lo que me enseñó y por su grata compañía durante el trabajo en el laboratorio, su ayuda fue fundamental en este proceso.

A la Dra. Galia por su simpatía, la ayuda con el escrito, las presentaciones, las correcciones, por su motivación a seguir adelante en esta área, y todo el apoyo para poder finalizar esta etapa.

A mis amigos, por toda la paciencia, el compañerismo y apoyo. Este camino no fue fácil, pero gracias a su linda compañía, todo fue más ameno.

A mis mascotas maravillosas, quienes siempre fueron una motivación para seguir adelante.

Y finalmente a mi Tata querido, donde sea que estés, sé que te sientes muy orgulloso por mi logro, como siempre lo estuviste.

Gracias infinitas, a todos ustedes y a mis estrellitas en el cielo.

## RESUMEN

Los zoológicos son centros de exhibición de una gran variedad de especies animales, los cuales pueden ser portadores de diversos agentes infecciosos. Con el objetivo de ampliar el conocimiento acerca de los parásitos gastrointestinales que afectan a los animales de zoológicos, se recolectaron 194 muestras de heces ambientales de mamíferos terrestres del zoológico Buin Zoo, de la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Las muestras incluyeron heces de carnívoros (20), primates (13) y ungulados (18), recolectadas durante las cuatro estaciones del año. Estas fueron analizadas mediante las técnicas de flotación simple y sedimentación, obteniendo un 11,3% de positividad. Los ungulados fueron el grupo más parasitado (20,6%), seguido de carnívoros (6,6%) y primates (6,0%). Se registraron principalmente huevos de nemátodos (68,1%) y en menor proporción ooquistes de coccidias (31,8%), identificando a *Baylisascaris* spp. y *Toxascaris* spp. en carnívoros, *Nematodirus* spp. y *Parascaris* spp. en ungulados, *Trichuris* spp. en primates y ungulados; y coccidias en carnívoros y ungulados. Solo una muestra presentó parasitismo múltiple, con dos géneros de nemátodos durante el otoño. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas estaciones del año ( $p = 0,14$ ), pero se observó una tendencia mayor en los meses de primavera y verano. De los géneros identificados, al menos tres de ellos constituyen un riesgo para los seres humanos debido a su potencial zoonótico. Los resultados obtenidos serán útiles para realizar programas de control de los endoparásitos y reducir el riesgo para la salud pública.

**Palabras claves:** nemátodos, coccidias, carnívoros, primates, ungulados.

## ABSTRACT

Zoos are centers exhibiting a diversity of animal species, which may carry a variety of infectious agents. To expand the knowledge about gastrointestinal parasites affecting animals from zoos, 194 environmental stool samples from terrestrial mammals from Buin Zoo, Metropolitan Region of Santiago, were collected. The samples included feces from carnivores (20), primates (13) and ungulates (18), collected during four seasons. Samples were analyzed using flotation and sedimentation techniques, obtaining 11.3% of positive samples. Ungulates were the most parasitized group (20.6%), followed by carnivores (6.6%) and primates (6.0%). Nematode eggs (68.1%) and, a lesser proportion of coccidia oocysts (31.8%), were identified. *Baylisascaris* spp. and *Toxascaris* spp. were identified in carnivores, *Nematodirus* spp. and *Parascaris* spp. in ungulates, *Trichuris* spp. in primates and ungulates; and coccidia in carnivores and ungulates. Only one sample had multiple parasitism of two kinds of nematodes, collected during fall. No statistically significant differences between seasons ( $p = 0.14$ ) were found, but a higher prevalence was observed in the spring and summer. In regards to identified genera, at least three of them represent a risk to public health because of its zoonotic potential. These results will be useful to elaborate programs of control of animal parasites and reduce the risk to public health.

**Keywords:** nematodes, coccidian, carnivores, primates, ungulates.

## INTRODUCCIÓN

Los parques zoológicos son centros de exhibición de animales, orientados a la investigación, conservación de especies y ecosistemas en peligro de extinción, educación y entretenimiento (Philips *et al.*, 2006). Estos centros albergan una gran variedad de animales, y por ende una amplia diversidad de agentes infecciosos, dentro de los cuales los parásitos constituyen una de las principales causas de mortalidad (Raja *et al.*, 2014).

En la naturaleza, los animales silvestres habitan extensas áreas, lo que disminuye la probabilidad de ingerir huevos, ooquistes y/o quistes de parásitos (Darabus *et al.*, 2014). Por el contrario, en los zoológicos los animales viven en espacios reducidos, próximos entre sí y con manejos intensivos, lo cual facilita su transmisión. Esto último, sumado a múltiples factores como el estrés por confinamiento, la alta densidad poblacional y la presencia de visitantes, debilita la resistencia natural del hospedero, haciéndolo más susceptible a las parasitosis (Fagiolini *et al.*, 2010; Darabus *et al.*, 2014). Sin embargo, su ocurrencia puede variar de acuerdo al tipo de manejo, profilaxis y tratamientos administrados (Lim *et al.*, 2008; Fagiolini *et al.*, 2010), así como también, por factores climáticos, como temperatura y humedad, que determinan la distribución y supervivencia de huevos, larvas, ooquistes y quistes, produciendo consecuentemente una variación estacional de los parásitos. Además de las temperaturas moderadas y los altos porcentajes de humedad, es también importante una adecuada condición química/biológica del ambiente. Así, el tipo de suelo, el grado de oxigenación y la intensidad de la luz, son factores importantes para el desarrollo y la sobrevivencia de los huevos (Andresiuk *et al.*, 2007; Dybing *et al.*, 2013).

En Buin Zoo en particular, dada su ubicación geográfica y, por ende, marcada estacionalidad, se espera una variación estacional en la presencia de los parásitos, principalmente en los animales que cuentan con recinto exterior, donde están expuestos a las condiciones climáticas naturales de la zona. Además, el tipo de suelo de los recintos, en su mayoría de tierra, facilitan el desarrollo y la supervivencia de los parásitos, y a su vez, la vegetación presente los protege de la desecación.

A la fecha, existen pocos estudios respecto de la fauna parasitaria de los animales que residen en los zoológicos y su ocurrencia en las distintas estaciones del año. Los trabajos existentes dan cuenta de una amplia variedad de parásitos presentes en el tracto gastrointestinal de los

mamíferos en cautiverio. Estos patógenos pueden ser clasificados en protozoos, helmintos y acantocéfalos (Cordero del Campillo y Rojo, 1999), con predominancia de los dos primeros (Lim *et al.*, 2008; Opara *et al.*, 2010; Raja *et al.*, 2014).

Estudios previos indican que, en carnívoros los principales parásitos gastrointestinales corresponden a nemátodos como *Toxocara* spp., *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma* spp. y *Trichuris vulpis* (Anexo 1). Estos afectan a todos los cánidos, causando enfermedad principalmente en cachorros. En los úrsidos, *Baylisascaris transfuga* suele ser asintomático, pero en infecciones severas puede generar disminución de la condición corporal y obstrucciones intestinales. Del mismo género, *Baylisascaris procyonis* es el parásito más importante en los prociénidos, afectando principalmente a mapaches y kinkajous, en quienes raramente produce signología, pero es de riesgo para los humanos, donde puede causar *larva migrans* ocular y en sistema nervioso central. Con menor prevalencia se han observado los protozoos *Balantidium coli*, *Eimeria* spp. e *Isospora* spp., los cuales son comunes en cánidos silvestres jóvenes (Miller y Fowler, 2015).

Por el contrario, en los primates predominan los protozoos *Entamoeba* spp., *Endolimax nana*, *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. y *Blastocystis* spp. (Anexo 2). De ellos, *Entamoeba histolytica* es el de mayor importancia, ya que frecuentemente causa brotes y mortalidad. Por otra parte, *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. afectan principalmente a animales jóvenes, causando diarreas y retardo del crecimiento. Estos tres parásitos son zoonóticos, generando cuadros clínicos en cuidadores (Levecke *et al.*, 2007).

En los ungulados son más comunes los nemátodos como *Trichuris* spp., *Trichostrongylus* spp., *Nematodirus* spp. y *Ostertagia* spp. (Anexo 3), que son responsables de morbilidad y mortalidad en especies silvestres en cautiverio. En cérvidos jóvenes, estos parásitos pueden provocar una disminución de peso y deterioro de la salud general, mientras que en individuos adultos se asocian a desórdenes reproductivos (Goossens *et al.*, 2005b). De los protozoos, se pesquisan principalmente coccidias (Fagiolini *et al.*, 2010; Darabus *et al.*, 2014; Maesano *et al.*, 2014).

Además de afectar negativamente el bienestar de los animales, algunas de estas infecciones parasitarias pueden representar un riesgo para la salud pública, ya que estos parásitos gastrointestinales incluyen especies zoonóticas, que son una amenaza para la salud de las

personas en contacto directo con los animales, tales como los trabajadores de los parques y, en algunas circunstancias, los visitantes (Pérez *et al.*, 2008).

De este modo, realizar una identificación estacional de la fauna parasitaria de los mamíferos terrestres del Buin Zoo, permitiría conocer el estatus epidemiológico del parque y con ello, desarrollar medidas preventivas, terapéuticas y de control adecuadas, para así disminuir los efectos negativos que tienen los parásitos sobre los animales, mejorando su calidad de vida, además de disminuir el riesgo de transmitir patógenos a los seres humanos en contacto con estos animales.

En este contexto, esta Memoria de Título tiene por objetivo identificar los géneros de parásitos gastrointestinales y su estacionalidad, en las heces de mamíferos silvestres y domésticos del zoológico Buin Zoo, estudio que se enmarca en el proyecto “Zoológicos como centinelas para manejo sanitario de fauna silvestre en Chile” del Departamento de Conservación e Investigación del Buin Zoo (CIBZ).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de estudio**

Este estudio se desarrolló en el zoológico Buin Zoo, ubicado en Panamericana sur Km 32, comuna de Buin, Región Metropolitana de Chile. Este parque cuenta con un área de 12 hectáreas, dentro de las cuales se distribuyen más de 2.000 animales, de 250 especies, que incluyen mamíferos, reptiles, aves, anfibios, peces y artrópodos.

La Región Metropolitana, se caracteriza por tener un clima de tipo mediterráneo, con temperaturas medias anuales de 14,9°C para los años 2013 y 2014, donde las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de invierno (mayo, junio, julio y agosto), registrándose un total anual de 165,1 mm en 2013 y 203,4 mm en 2014 (INE, 2015).

### **Animales, manejo y alojamiento**

Los animales estudiados pertenecen a tres grupos diferentes de mamíferos: carnívoros, primates y ungulados. Los ejemplares pertenecientes al orden de los carnívoros, completan un total de 20 especies, la mayoría de ellos residen en manadas o parejas, con excepción del caracal, licaón y oso pardo. Los primates corresponden a 13 especies diferentes, de las cuales solo el mono verde reside en solitario. El superorden de los ungulados, se divide en dos órdenes: Artiodactila y Perisodactila, los primeros están representados por 15 especies y los segundos por 3. En ambos grupos, la mayoría de los animales reside en manadas o parejas, menos el bongo y la cebrá.

Durante el tiempo de muestreo, los animales no fueron tratados preventivamente con antiparasitarios y ninguno de ellos presentó síntomas asociados a infección por endoparásitos.

Dentro del parque los animales se distribuyen según lugar de origen (América, Chile, África, Eurasia-Oceanía), y los de hábito nocturno residen en el Nocturama (espacio cerrado dentro del sector América). Para facilitar el análisis de los resultados, los animales fueron agrupados en tres sectores dentro del zoológico: sector A (América y granja); sector B (África, Eurasia-Oceanía) y sector C (Nocturama) (Anexo 4).

Los recintos que habitan los animales comprenden, en su mayoría, un sector al aire libre o exhibidor, y un sector bajo techo o dormitorio, donde son guardados durante la noche. En el Nocturama, tanto exhibidor como dormitorio se encuentran bajo techo, y la temperatura es regulada durante otoño-invierno, permaneciendo en 23°C, mientras que en primavera-verano se mantienen a temperatura ambiente. En ambos tipos de recintos el dormitorio tiene piso de cemento, y en caso de ser animales pequeños, cuentan con troncos y escondites en alturas, como enriquecimiento ambiental. Por el contrario, los recintos exteriores, de animales nocturnos y diurnos, cuentan con un suelo de tierra y/o pasto, además de rocas, estanques o cursos de agua y vegetación (árboles y arbustos), imitando su ambiente natural.

### **Muestras**

Se analizaron muestras de heces ambientales, que fueron tomadas por los cuidadores de los animales durante el invierno del año 2013; y verano, otoño y primavera del 2014. El procedimiento consistió en la recolección de aproximadamente 5 gramos de heces desde el suelo, antes del aseo matinal de los recintos, tomando la parte superficial de los excrementos para evitar el contacto con el suelo, y con ello, la contaminación de las muestras. Al convivir los animales en grupos, se muestrearon los recintos y no individuos, abarcando aleatoriamente diferentes áreas de estos.

Se realizaron tres muestreos estacionales por cada recinto, con un intervalo de 48 horas entre cada muestreo. Estas tres muestras se mezclaron para formar un pool por cada estación, que para objeto de esta memoria corresponderá a una muestra, obteniendo así 76 muestras de carnívoros, 50 de primates y 68 de ungulados, sumando un total de 194 muestras.

### **Análisis de las muestras**

Una vez recolectadas, las muestras fueron conservadas en etanol al 70% y almacenadas a 4°C para luego ser enviadas al laboratorio de parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. Las muestras fueron procesadas y almacenadas a temperatura ambiente, hasta ser analizadas mediante las técnicas coproparasitarias de flotación simple, en solución saturada de cloruro de sodio, y de sedimentación en agua para

la detección de, entre otros agentes, *Fasciola hepatica* (muestras de ungulados y primates). Ambas técnicas a partir de la descrita por Thienpont *et al.*, (1979).

#### **A. Técnica de flotación**

La técnica de flotación se basa en que los huevos, larvas, ooquistes y quistes de parásitos, presentes en las muestras de heces se elevan a la superficie de una solución de cloruro de sodio (1,25 M), al poseer esta una densidad mayor que la de ellos (Thienpont *et al.*, 1979). El procedimiento consiste en diluir una pequeña cantidad de excremento en la solución hipersalina. Luego se filtra mediante un colador a un frasco angosto de pared recta, llenando hasta el borde para formar un menisco convexo, sobre el cual se coloca cuidadosamente un cubreobjeto, dejándolo reposar por unos 10 a 15 minutos. Una vez transcurrido el tiempo estipulado, se retira el cubreobjetos con una pinza y se coloca en un portaobjeto para ser observado al microscopio (10x y 40x).

#### **B. Técnica de sedimentación**

Con esta técnica, los huevos de parásitos más pesados como los de algunos tremátodos (*F. hepatica*), decantan en el fondo del recipiente. Para ello se diluye una pequeña cantidad de la muestra en agua de la llave, mezclándola bien y se deja sedimentar por 5 minutos. Luego, se elimina el sobrenadante y se le agregan unas gotas de lugol, se rellena el recipiente con agua de la llave y se deja sedimentar 5 minutos más, para finalmente observar el sedimento a la lupa.

#### **Análisis de los resultados**

Se realizó un análisis descriptivo, donde los resultados se expresan como porcentajes, en tablas, según especie y estación del año. Además de un análisis estadístico, mediante la prueba de  $\chi^2$  de Pearson (InfoStat® 2015), para identificar asociación entre las infecciones por parásitos y la ubicación de los animales dentro del zoológico o la estación del año, para lo cual se fijó un nivel de significancia de  $p = 0,05$ .

## RESULTADOS

De un total de 194 muestras analizadas, 11,3% fueron positivas a la técnica de flotación y el 100% de ellas negativas a la de sedimentación. Los elementos parasitarios identificados correspondieron, respectivamente, a huevos de nemátodos y ooquistes de coccidias en el 68,2% y 31,8% de las muestras positivas. La cantidad de muestras positivas a estos dos tipos de formas parasitarias por grupo animal, se describe en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Número de muestras positivas a nemátodos y protozoos por grupo animal.

<b>Grupo Animal</b>	<b>n</b>	<b>Nemátodos n<sup>a</sup> (%)</b>	<b>Protozoos n<sup>a</sup> (%)</b>	<b>Total (%)</b>
Carnívoros	76	4 ( 5,3)	1 (1,3)	5 ( 6,6)
Primates	50	3 ( 6,0)	0 (0,0)	3 ( 6,0)
Ungulados	68	8 (11,8)	6 (8,8)	14 (20,6)

n= número total de muestras examinadas, n<sup>a</sup>= número de muestras positivas.

El porcentaje de parasitismo fue mayor en ungulados (20,6%), seguido de los carnívoros (6,6%) y primates (6,0%).

En relación a la estacionalidad del parasitismo gastrointestinal, las estaciones de primavera y verano presentaron mayores porcentajes totales, misma tendencia observada en ungulados. Los porcentajes correspondientes a cada grupo animal se encuentran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Número de muestras positivas por estación y grupo animal.

<b>Grupo Animal</b>	<b>Invierno n (%)</b>	<b>Verano n (%)</b>	<b>Primavera n (%)</b>	<b>Otoño n (%)</b>
Carnívoros	2 (11,1)	2 (11,1)	1 ( 5,0)	0 ( 0,0)
Primates	0 ( 0,0)	1 ( 7,7)	1 ( 7,7)	1 ( 7,7)
Ungulados	1 ( 5,9)	6 (35,3)	5 (29,4)	2 (11,8)
Total	3 ( 6,5)	9 (18,8)	7 (14,0)	3 ( 6,0)

n = número de muestras positivas.

Se observaron cinco géneros de nemátodos: *Nematodirus* spp., *Trichuris* spp., *Baylisascaris* spp., *Parascaris* spp. y *Toxascaris* spp., y solo un tipo de protozoos, coccidias (Tabla 3). De las 22 muestras positivas, en una de ellas se observó infección simultánea con dos géneros de nemátodos, en el recinto de las gacelas de Thompson (*Eudorcas thomsonii*) durante la estación de otoño.

**Tabla 3.** Número de muestras positivas y tipo o género parasitario identificado por cada hospedador y sector dentro del zoológico, incluyendo la estación en que se presentó.

Recintos	n	Protozoos	Nemátodos
<b>Sector A</b>			
Lobo de Crin ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> )	4	Coccidias <sup>1</sup>	-
Oso Pardo ( <i>Ursus arctos</i> )	4	-	<i>Baylisascaris</i> spp. <sup>2</sup>
Jabalí ( <i>Sus scrofa</i> )	4	Coccidias <sup>2</sup>	-
<b>Sector B</b>			
León ( <i>Panthera leo</i> )	4	-	<i>Toxascaris</i> spp. <sup>1,2,3</sup>
Colobo ( <i>Colobus guereza</i> )	4	-	<i>Trichuris</i> spp. <sup>2,3,4</sup>
Camello ( <i>Camelus bactrianus</i> )	4	-	<i>Trichuris</i> spp. <sup>2,3</sup>
Gacela ( <i>Eudorcas thomsonii</i> )	4	-	<i>Nematodirus</i> spp. <sup>2,3,4</sup> <i>Trichuris</i> spp. <sup>3</sup>
Jirafa ( <i>Giraffa camelopardalis</i> )	4	-	<i>Nematodirus</i> spp. <sup>2,3</sup>
Muflón ( <i>Ovis musimon</i> )	4	Coccidias <sup>1,2,3,4</sup>	-
Nyala ( <i>Tragelaphus angasii</i> )	4	Coccidias <sup>3</sup>	-
Cebra ( <i>Equus q. burchelli</i> )	3	-	<i>Parascaris</i> spp. <sup>2</sup>

n = número total de muestras examinadas por cada especie animal; <sup>1</sup> = muestra positiva en invierno; <sup>2</sup> = muestra positiva en verano; <sup>3</sup> = muestra positiva en otoño y <sup>4</sup> = muestra positiva en primavera.

Tanto en carnívoros como en ungulados son más recurrentes las infecciones monoparasitarias por helmintos que por protozoarios.

Por otro lado, el análisis estadístico mediante la prueba de  $\chi^2$  de Pearson (InfoStat® 2015), indicó que no existen diferencias significativas para las infecciones parasitarias en las cuatro estaciones del año ( $p = 0,14$ ) (Anexo 5 a). Sin embargo, al comparar el parasitismo entre los distintos sectores del zoológico, se observó una diferencia significativa para el orden de los primates ( $p = 0,0015$ ) y para el superorden de los ungulados ( $p = 0,0001$ ) (Anexo 5 c y d, respectivamente).

## DISCUSIÓN

Los parásitos gastrointestinales son importantes patógenos dentro de los parques zoológicos. En la mayoría de los casos se observan altas prevalencias, implicando un riesgo para la salud de los animales y para los seres humanos debido al potencial zoonótico de algunas especies (Pérez *et al.*, 2008; Opara *et al.*, 2010; Raja *et al.*, 2014).

En el presente estudio se obtuvo un 11,3% de positividad. Otros trabajos han encontrado porcentajes más altos de parasitismo en animales en cautiverio. Así, por ejemplo, zoológicos de España, Nigeria y Malasia han reportado un porcentaje de positividad para parásitos gastrointestinales de 72,5% (Pérez *et al.*, 2008), 76,6% (Opara *et al.*, 2010) y 56,3% (Lim *et al.*, 2008), respectivamente. Estas diferencias posiblemente se deben a que estos estudios fueron realizados en regiones con climas tropicales o subtropicales, con altas temperaturas y humedad, las cuales favorecen el desarrollo de los parásitos gastrointestinales (Opara *et al.*, 2010). Además, incluyeron una mayor diversidad de animales (reptiles y aves), y la mayoría utilizó una amplia gama de técnicas diagnósticas para así, aumentar la probabilidad de encontrar diversas formas parasitarias.

Al comparar el presente estudio con aquellos realizados en ambientes con condiciones climáticas y técnicas diagnósticas semejantes, también existen diferencias. En un zoológico de Polonia se reportó un 47,9% de positividad (Maesano *et al.*, 2014). En nuestro país existen datos previos. Salas (1985) reportó un 45,5% de positividad en el Zoológico Metropolitano de Santiago. Sin embargo, un estudio realizado en el zoológico Buin Zoo, describe un 5,3% de positividad en especies nativas (Cortés, 2006), demostrando que, bajo condiciones similares, se pueden observar diferencias en los porcentajes de infecciones parasitarias debido a factores diferentes del clima.

En relación a la diversidad de agentes parasitarios encontrados, en este estudio se describen principalmente infecciones de tipo monoparasitarias, registrándose solo una coinfección simultánea de *Nematodirus* spp. y *Trichuris* spp. en el recinto de las gacelas de Thomson (Tabla 3). En contraste, en el zoológico Peña Escrita (España), el 70% de los animales presentó parasitismo múltiple, observándose desde 2 hasta 6 especies parasitarias diferentes (Pérez *et al.*, 2008). En el Dhaka zoo de Bangladesh, se identificaron 12 muestras con coinfecciones, posiblemente debido a la presencia de animales de diversas edades en los

mismos recintos, insuficiente limpieza e inadecuada eliminación de las deposiciones (Raja *et al.*, 2014). El monoparasitismo obtenido en el presente estudio era esperable debido al bajo número de muestras positivas.

Además, se observó mayor frecuencia de nemátodos versus protozoos, lo que concuerda con la mayoría de los estudios realizados en animales en cautiverio (Lim *et al.*, 2008; Gurler *et al.*, 2010; Opara *et al.*, 2010; Raja *et al.*, 2014).

De los grupos animales estudiados, los ungulados obtuvieron el mayor porcentaje de parasitismo (20,6%), seguido de los carnívoros (6,6%) y primates (6,0%). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el Zoológico Metropolitano de Santiago (Salas, 1985) y en un zoológico de Turquía (Gurler *et al.*, 2010). Sin embargo, en este último, los primates tuvieron un mayor porcentaje que los carnívoros. La diferencia entre estos porcentajes se puede deber a que la mayoría de los ungulados, a diferencia de los carnívoros y primates, son animales que pastorean, con lo cual se ven más expuestos a adquirir alguna forma parasitaria infectante desde la tierra o la vegetación (Arias *et al.*, 2013). Pese a ello, el 20,6% de positividad es menor al 45,7% que obtuvieron Lim *et al.*, (2008) en un zoológico de Malasia y al 55,3% en herbívoros del Zoológico Metropolitano de Santiago (Salas, 1985). Esto a su vez, se puede atribuir a que en Buin Zoo todos los recintos poseen comederos, reduciéndose así las horas de pastoreo y consecuentemente, la exposición a los parásitos durante la alimentación. Además, los recintos se limpian a diario, removiendo el material fecal para evitar la contaminación desde las heces al suelo y con ello la reinfección de los animales.

Al comparar las frecuencias de infecciones parasitarias entre los distintos sectores del zoológico (Anexo 5 b, c, d), las diferencias observadas solo fueron estadísticamente significativas para los ungulados y los primates. En el primer caso, esto podría deberse a que en el sector B, donde se presentó el mayor porcentaje de parasitismo, se encuentran los recintos exteriores más grandes para ungulados, lo que impide una completa limpieza y eliminación de las heces, favoreciendo la persistencia de un mínimo de carga parasitaria ambiental. En el caso de los primates, el resultado es esperable dado que solo un recinto del sector B dio positivo, mientras que en el sector A no se detectaron muestras positivas.

En cuanto a los parásitos observados, en ungulados fueron principalmente nemátodos y en menor porcentaje coccidias. Particularmente, en jirafas y gacelas se observaron huevos tipo

*Nematodirus* spp., helminto ampliamente reportado en artiodáctilos silvestres y domésticos (Mohammed, 2002; Goossens *et al.*, 2005a; Goossens *et al.*, 2005b; Pérez *et al.*, 2008; Darabus *et al.*, 2014; Maesano *et al.*, 2014). Ambas especies animales comparten espacio mientras se encuentran en exhibición, por lo que es esperable que presenten el mismo parásito. Por su parte, *Trichuris* spp. se identificó en camellos y gacelas, siendo un género parasitario bastante común en camellos tanto de zoológicos como de vida libre (Salas, 1985; Lim *et al.*, 2008; Fagiolini *et al.*, 2010; Gurler *et al.*, 2010; Tajik *et al.*, 2011; Radfar y Aminzadeh, 2013; Maesano *et al.*, 2014). Igualmente, se ha detectado la presencia de este helminto en diversas especies de gacelas (Gacela blanca y Gacela de Thomson; Goossens, 2005a; VanderWaal *et al.*, 2014). Ambos géneros son patógenos en artiodáctilos, produciendo inapetencia, diarrea, disminución de la tasa de crecimiento y de la condición corporal (Goossens, 2005a; Mohammed *et al.*, 2007; Moscona, 2013). De los perisodáctilos, la cebrá presentó huevos de *Parascaris* spp., confirmando los resultados obtenidos previamente por Salas (1985) en el zoológico Metropolitano de Santiago. Una probable fuente de infección para ambos grupos de ungulados, podría ser el forraje contaminado con huevos y larvas infectivas, ya que este alimento no recibe tratamiento previo.

Las muestras positivas a coccidias corresponden al recinto de los muflones, nyalas y jabalíes. Diversas coccidias han sido descritas en ungulados, entre ellas *Eimeria* spp., *Cryptosporidium* spp., *Isospora* spp. y *Cyclospora* spp., siendo los dos primeros los más frecuentes (Pérez *et al.*, 2008; Fagiolini *et al.*, 2010; Maesano *et al.*, 2014). En muflones, Salas (1985) había descrito la presencia de coccidias y Darabus *et al.*, (2014) observaron *Eimeria* spp. en jabalíes de diversos zoológicos de Rumania.

Los parásitos observados en carnívoros, corresponden a huevos de *Toxascaris* spp. y *Baylisascaris* spp., ambos bastante resistentes a las condiciones climáticas, pudiendo perdurar hasta 5 años en el medio ambiente (Papini y Casarosa, 1994; Otranto *et al.*, 2015). *Toxascaris* spp. fue identificado en el recinto de los leones, al igual que en zoológicos de diversos países del mundo como Nigeria (Ajibade *et al.*, 2010), Italia (Fagiolini *et al.*, 2010) Bangladesh (Raja *et al.*, 2014) y Chile (Salas, 1985). Este género de distribución mundial, tiene como hospederos finales a cánidos domésticos y silvestres, pero también a felinos (Knaus *et al.*, 2014). Puede ser transmitido directa o indirectamente mediante hospederos

paraténicos como los roedores (Acosta *et al.*, 2011; Sheng *et al.*, 2012). Está descrito en animales domésticos y silvestres de Chile (Alarcón, 2005; Gorman *et al.*, 2006; López *et al.*, 2006), pudiendo ser tanto roedores como perros domésticos, que ingresen accidentalmente al zoológico, la fuente de infección, o bien el personal podría actuar como vectores mecánicos a través de sus vestimentas y zapatos, movilizándolo dentro del parque. Algunos autores sugieren a los gatos que ingresan a los zoológicos, como la fuente de infección (Abdelrasoul y Fowler, 1979), sin embargo, en la Región Metropolitana, la prevalencia de este parásito en gatos es baja (López *et al.*, 2006; García, 2014).

*Baylisascaris* spp. fue detectado en las heces del oso pardo. Anteriormente, *B. transfuga* había sido identificado en osos pardos de zoológicos (Salas, 1985; Darabus *et al.*, 2014), así como en otras especies de osos a lo largo del mundo (De Ambrogi *et al.*, 2011; Testini *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2011), por lo cual es probable que el huevo identificado corresponda a esta especie. Este parásito suele ser asintomático en úrsidos (De Ambrogi *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2011) y pese a que los antihelmínticos son efectivos para su tratamiento, las reinfecciones son comunes, siendo difícil su erradicación del ambiente, especialmente en los recintos de animales en cautiverio, ya que los huevos pueden mantenerse infectivos por varios meses y la limpieza y desinfección rutinaria, es ineficiente para su destrucción (Papini y Casarosa, 1994; Testini *et al.*, 2011; Miller y Fowler, 2015).

En el recinto de los lobos de crin se observaron ooquistes de coccidias, concordando con otros estudios que describen la presencia de estos protozoos en cánidos en cautiverio (Salas, 1985; Pérez *et al.*, 2008; Darabus *et al.*, 2014). Gilioli y Silva (2000) identificaron específicamente *Eimeria* spp., *Isospora* spp., *Sarcocystis* spp. y *Cryptosporidium* spp. en lobos de crin de distintos zoológicos de Brasil. En el presente estudio, tanto para ungulados como para carnívoros, la fuente de contaminación de estas coccidias podría ser el agua que consumen, la cual no es potable.

En el caso de los primates, a diferencia de la mayoría de los estudios donde se han detectado principalmente protozoos como *Giardia* spp., *Entamoeba* spp., *Endolimax nana* y *Balantidium coli* (Barrios, 2005; Levecke *et al.*, 2007; Lim *et al.*, 2008), en el presente estudio solo se identificó el nemátodo *Trichuris* spp. en el recinto de los colobos. Sin embargo, en este estudio las técnicas de laboratorio utilizadas no son las más sensibles para la detección

de algunos protozoos. Cabe destacar que paralelamente, Marcone (2015) analizó las mismas muestras mediante las técnicas de Telemann modificado y Ziehl Neelsen, observando *Giardia* spp. en cinco recintos de primates (mono araña, tití cabeza de algodón, tití labiado, tití orejas de pincel y mono verde). La baja cantidad de muestras positivas, se puede adjudicar a la baja densidad poblacional en los recintos, su frecuente limpieza, la alimentación a base de pellet y fruta picada preparada en la cocina del zoológico, y a que el agua que consumen es potable. *Trichuris* ha sido observado reiteradamente en primates en cautiverio, como en papiones sagrados, monos capuchinos de frente blanca (Barrios, 2005), lémur de cola anillada, babuinos (Fagiolini *et al.*, 2010) y colobos (Melfi y Poyser, 2007; Cutillas *et al.*, 2014). La especie podría corresponder a *T. trichiura*, frecuente en primates no humanos (Ajibade *et al.*, 2010; Gurler *et al.*, 2010) o a *T. colobae*, recientemente descrita en colobos de un zoológico de España por Cutillas *et al.*, (2014).

Respecto a la estacionalidad, se observó un mayor parasitismo en verano y primavera versus otoño e invierno (Tabla 2). Estas diferencias, debido al bajo tamaño muestral, no resultaron estadísticamente significativas ( $p = 0,14$ ) (Anexo 5 a), pero concuerdan con lo reportado por Goossens *et al.*, (2005a) en zoológicos de Bélgica, donde se estudió la estacionalidad de helmintos en antílopes, gacelas y jirafas, obteniendo como resultados un mayor recuento de huevos durante el verano, fines de primavera y otoño. Lo anterior también coincide con lo descrito por Gurler *et al.*, (2010) en un zoológico de Turquía, quienes además detectaron una disminución de las infecciones parasitarias en carnívoros y aves, durante el otoño. Esta tendencia es esperable, ya que los huevos necesitan de una adecuada temperatura y humedad para su desarrollo (Bekele, 2002). En particular, *Trichuris* spp. y *Nematodirus* spp. se observaron todo el año excepto en invierno, concordando con lo registrado por Nwosu *et al.*, (2007) quienes no evidenciaron variación estacional para *Trichuris* spp. en pequeños rumiantes, al igual que Pérez *et al.*, (2008) en mamíferos de un zoológico de España. Por su parte, Müller (1998) en su estudio en llamas, registró una marcada estacionalidad en la eliminación de huevos de *Nematodirus* spp., con mayores recuentos en verano.

En cuanto a las coccidias, estudios revelan una tendencia estacional similar a la de los helmintos, observándose un aumento en la frecuencia de ooquistes durante la época lluviosa en climas tropicales (Montes *et al.*, 1998). En el presente estudio, se evidenciaron coccidias

en las cuatro estaciones del año, debido posiblemente, a que la temperatura durante este periodo permaneció dentro de rangos aceptables para la sobrevivencia de los oocistos.

Es importante destacar que al menos tres de los géneros observados en este estudio constituyen un riesgo para la salud pública, por incluir especies zoonóticas. *Trichuris trichiura* además de ser la especie de este género más frecuente en primates no humanos, también es uno de los geo-helminthos más recurrentes en seres humanos, produciendo enteritis con diarrea y pérdida de sangre, la que lleva a una disentería crónica, con anemia y retardo del crecimiento en los niños (Bethony *et al.*, 2006; De Silva y Cooper, 2011). Por otro lado, a pesar de que aún no existe evidencia de que *B. transfuga* sea zoonótico, debido a que se ha observado síndrome de *larva migrans* en pequeños mamíferos y aves de laboratorio, se sugiere que también podría infectar al humano y producir el mismo síndrome, tal como sucede con *B. procyonis* (Testini *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2011). Del mismo modo, todavía no se ha descrito a *T. leonina* como causa de enfermedad en seres humanos, pero ya que también se ha observado síndrome de *larva migrans* en animales de laboratorio, algunos autores sugieren que debería considerarse como potencialmente zoonótico (Pawar *et al.*, 2012; Knaus *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2014).

En conclusión, se registró un bajo porcentaje de parásitos gastrointestinales, lo que puede ser indicativo de un buen manejo sanitario de los animales dentro del parque. Se identificó una mayor cantidad de muestras positivas en el sector B. Además, se observó una variación estacional que, pese a no ser estadísticamente significativa, concuerda con la tendencia observada en estudios previos donde aumentan los parásitos en las estaciones más cálidas. Por otro lado, algunos de los géneros identificados contienen especies con potencial zoonótico, por lo que se requieren estudios más específicos para determinar la especie en particular presente en los animales, como es el caso de *Trichuris trichiura*, y a su vez mayores estudios para esclarecer el potencial zoonótico de especies como *B. transfuga* y *T. leonina*. Considerando esto último, la presencia de parásitos gastrointestinales a niveles subclínicos, hace necesario el desarrollo de un adecuado plan estratégico de tratamiento en los animales afectados y erradicación de estos parásitos del ambiente, principalmente del sector más afectado dentro del zoológico, para con ello mejorar el bienestar de los animales y evitar la transmisión de patógenos zoonóticos a los seres humanos.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ABDELRASOUL, K.; FOWLER, M. 1979.** Epidemiology of ascarid infection in captive carnivores. **In:** Proceedings of the annual conference of the American Association of Zoo Veterinarians. Denver, Colorado, USA. October 1979. pp.105-106a.
- **ACOSTA, L.; LEÓN-QUINTO, T.; BORNAY-LLINARES, F.; SIMÓN, M.; ESTEBAN, J. 2011.** Helminth parasites in faecal samples from the endangered Iberian Lynx (*Lynx pardinus*). *Vet. Parasitol.* 179(1-3):175-179.
- **AJIBADE, W.; ADEYEMO, O.; AGBEDE, S. 2010.** Coprological survey and inventory of animals at Obafemi Awolowo University and University of Ibadan Zoological Gardens. *World Journal of Zoology.* 5(4):266-271.
- **ALARCÓN, U. 2005.** Estudio taxonómico de la fauna parasitaria del tracto gastrointestinal de zorro gris (*Pseudalopex griseus*, Gray 1837), en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Memoria Título Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral de Chile, Fac. Cs. Veterinarias, Instituto de Patología Animal. 41p.
- **ANDRESIUK, V.; SARDELLA, N.; DENEGRI, G. 2007.** Seasonal fluctuations in prevalence of dog intestinal parasites in public squares of Mar del Plata city, Argentina and its risk for humans. *Rev. Argent. Microbiol.* 39(4):221-224.
- **ARIAS, M.; CAZAPAL-MONTEIRO, C.; VALDERRÁBANO, E.; MIGUÉLEZ, S.; ROIS, J.; LÓPEZ-ARELLANO, M.; MADEIRA, L.; MENDOZA, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A. 2013.** A preliminary study of the biological control of Strongyles affecting equids in a zoological park. *Journal of equine veterinary science.* 33:1115-1120.
- **BARRIOS, N. 2005.** Estudio coproparasitario en primates no humanos del Parque Zoológico de Quilpué, V Región, Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral de Chile, Fac. Cs. Veterinarias, Instituto de Patología Animal. 30p.

- **BEKELE, T.** 2002. Epidemiological studies on gastrointestinal helminths of dromedary (*Camelus dromedaries*) in semi-arid lands of eastern Ethiopia. *Vet. Parasitol.* 105(2):139-152.
- **BETHONY, J.; BROOKER, S.; ALBONICO, M.; GEIGER, S.; LOUKAS, A.; DIEMERT, D.; HOTEZ, P.** 2006. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis and hookworm. *Lancet.* 365(9521):1521-1532.
- **CORDERO DEL CAMPILLO, M.; ROJO, F.** 1999. *Parasitología Veterinaria.* McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 968p.
- **CORTÉS, M.** 2006. Identificación de formas reproductivas de parásitos gastrointestinales, en mamíferos nativos presentes en el Buin Zoo, Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Chillán, Chile. U. de Concepción, Fac. Medicina Veterinaria, Dpto. Cs. Pecuarias. 28p.
- **CUTILLAS, C.; DE ROJAS, M.; ZURITA, A.; OLIVEROS, R.; CALLEJÓN, R.** 2014. *Trichuris colobae* n. sp. (Nematoda: Trichuridae), a new species of *Trichuris* from *Colobus guereza kikuyensis*. *Parasitol. Res.* 113(7):2725-2332.
- **DARABUS, G.; AFRENIE, M.; HOTEA, I.; IMRE, M.; MORARIU, S.** 2014. Endoparasites in animals from seven zoological gardens in Romania. *J. Zoo. Wildl. Med.* 45(2):239-246.
- **DE AMBROGI, M.; AGHAZADEH, M.; HERMOSILLA, C.; HUBER, D.; MAJNARIC, D.; RELJIC, S.; ELSON-RIGGINS, J.** 2011. Occurrence of *Baylisascaris transfuga* in wild populations of European brown bears (*Ursus arctos*) as identified by a new PCR method. *Vet. Parasitol.* 179(1-3):272-276.
- **DE SILVA, N.; COOPER, E.** 2011. Trichuriasis. **In:** Hudnall, S.; Stanberry, L.; Griffiths, P. (Eds). *Tropical Infectious Diseases: Principles, Pathogens and Practice.* 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier. pp. 791-793.
- **DYBING, N.; FLEMING, P.; ADAMS, P.** 2013. Environmental conditions predict helminth prevalence in red foxes in Western Australia. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2:165-172.

- **FAGIOLINI, M.; LIA, R.; LARICCHIUTA, P.; CAVICCHIO, P.; MANNELLA, R.; CAFARCHIA, C.; OTRANTO, D.; FINOTELLO, R.; PERRUCCI, S.** 2010. Gastrointestinal parasites in mammals of two Italian zoological gardens. *J. Zoo. Wildl. Med.* 41(4):662-670.
- **GARCÍA, M.** 2014. Helminths and protozoa gastrointestinal parasites of cats (*Felis catus*) from the city of Santiago, Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. Med. Preventiva. 36p.
- **GILIOLI, R.; SILVA, F.** 2000. Frequency of parasites and Salmonella infection in captive maned-wolf, *Chrysocyon brachyurus*, kept in Zoos at the State of São Paulo, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* 52(4):337-341.
- **GOOSSENS, E.; DORNY, P.; BOOMKER, J.; VERCAMMEN, F.; VERCROYSE, J.** 2005a. A 12-month survey of the gastro-intestinal helminths of antelopes, gazelles and giraffids kept at two zoos in Belgium. *Vet. Parasitol.* 127:303-312.
- **GOOSSENS, E.; VERCROYSE, J.; BOOMKER, J.; VERCAMMEN, F.; DORNY, P.** 2005b. A 12-month survey of gastrointestinal helminth infections of cervids kept in two zoos in Belgium. *J. Zoo. Wildl. Med.* 36(2):470-478.
- **GORMAN, T.; SOTO, A.; ALCAÍNO, H.** 2006. Parasitismo gastrointestinal en perros de comunas de Santiago de diferente nivel socioeconómico. *Parasitología latinoamericana.* 61(3-4):126-132.
- **GURLER, A.; EMRE, Y.; ACICI, M.; SONER, C.; UMUR, S.** 2010. Helminths of mammals and birds at the Samsun Zoological Garden, Turkey. *J. Zoo. Wildl. Med.* 41(2): 218-223.
- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE).** 2015. Medio Ambiente. [en línea]. Informe anual 2015. pp. 44 y 83. <[http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_medio\\_ambiente/2015/informe-medio-ambiente2015.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_medio_ambiente/2015/informe-medio-ambiente2015.pdf)> [Consulta: 03-03-2016].
- **KNAUS, M.; CHESTER, S.; ROSENTEL, J.; VISSER, M.; REHBEIN, S.** 2014. Efficacy of a novel topical combination of fipronil, (S)-methoprene, eprinomectin

- and praziquantel against experimental infections of *Toxascaris leonine* in cats. *Vet. Parasitol.* 202(1-2): 40-44.
- **LEVECKE, B.; DORNY, P.; GEURDEN, T.; VERCAMMEN, F.; VERCRUYSSSE, J.** 2007. Gastrointestinal protozoa in non-human primates of four zoological gardens in Belgium. *Vet. Parasitol.* 148:236-246.
  - **LIM, Y.A.L.; NGUI, R.; SHUKRI, J.; ROHELA, M.; MAT NAIM, H.R.** 2008. Intestinal parasites in various animals at a zoo in Malaysia. *Vet. Parasitol.* 157:154-159.
  - **LIU, G.; ZHOU, D.; ZHAO, L.; XIONG, R.; LIANG, J.; ZHU, X.** 2014. The complete mitochondrial genome of *Toxascaris leonina*: Comparison with other closely related species and phylogenetic implications. *Infect. Genet. Evol.* 21:329-333.
  - **LÓPEZ, J.; ABARCA, K.; PAREDES, P.; INZUNZA, E.** 2006. Parásitos intestinales en caninos y felinos con cuadros digestivos en Santiago, Chile: Consideraciones en Salud Pública. *Rev. Med. Chil.* 134(2):193-200.
  - **MAESANO, G.; CAPASSO, M.; IANIELLO, D.; CRINGOLI, G.; RINALDI, L.** 2014. Parasitic infections detected by FLOATC in zoo mammals from Warsaw, Poland. *Acta Parasitol.* 59(2):343-353.
  - **MARCONE, D.** 2015. Pesquisa de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. en mamíferos terrestres de un zoológico en la región metropolitana durante el periodo 2013-2014. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 35p.
  - **MELFI, V.; POYSER, F.** 2007. *Trichuris* Burdens in zoo-housed *Colobus guereza*. *Int. J. Primatol.* 28:1449-1456.
  - **MILLER, R.; FOWLER, M.** 2015. *Fowler's zoo and wild animal medicine.* Saunders. St. Louis, U.S.A. 8v. 688p.
  - **MOHAMMED, O.** 2002. Control of gazelle parasites at King Khalid Wildlife Research Centre (KKWRC), Saudi Arabia. **In:** Proceedings of the World Association of

Wildlife Veterinarians. 27<sup>th</sup> World Veterinarian Congress, Tunis, 26 September 2002. pp.15-18.

- **MOHAMMED, O.; OMER, S.; SANDOUKA, M.** 2007. The efficacy of ivermectin and levamisole against natural *Nematodirus* spathiger infection in the Arabian sand gazelle (*Gazella subgutturosa marica*) and the Arabian mountain gazelle (*Gazella gazella*) in Saudi Arabia. *Vet. Parasitol.* 150(1-2):170-173.
- **MONTES, R.; RODRÍGUEZ, R.; TORRES, J.; EK L.** 1998. Seguimiento anual de la parasitosis gastrointestinal de venados cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en cautiverio en Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.* 46(3):821-827.
- **MOSCONA, A.** 2013. Copper oxide wire particles used to control haemonchus infections: efficacy in giraffe (*Giraffa camelopardalis*) at busch gardens tampa and potential mechanism of action. Thesis Master of Science in Veterinary Medical Sciences. United States. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 51p.
- **MÜLLER, R.** 1998. Estudio del parasitismo gastrointestinal en Llamas (*Lama glama*), en un predio en la IX Región de Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral de Chile, Fac. Cs. Veterinarias. 20p.
- **NWOSU, C.; MADU, P.; RICHARDS, W.** 2007. Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Vet. Parasitol.* 144(1-2):118-124.
- **OPARA, M.; OSUJI, C.; OPARA, J.** 2010. Gastrointestinal parasitism in captive animals at the zoological garden, Nekede Owerri, southeast Nigeria. *Report and opinion.* 2(5):21-28.
- **OTRANTO, D.; CANTACESSI, C.; DANTAS-TORRES, F.; BRIANTI, E.; PFEFFER, M.; GENCHI, C.; GUBERTI, V.; CAPELLI, G.; DEPLAZES, P.** 2015. The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part II: helminths and arthropods. *Vet. Parasitol.* 213(1-2):24-37.

- **PAPINI, R.; CASAROSA, L.** 1994. Observations on the infectivity of *Baylisascaris transfuga* eggs for mice. *Vet. Parasitol.* 51(3-4):315-320.
- **PAWAR, R.; LAKSHMIKANTAN, U.; HASAN, S.; POORNACHANDAR, A.; SHIVAJI, S.** 2012. Detection and molecular characterization of ascarid nematode infection (*Toxascaris leonina* and *Toxocara cati*) in captive Asiatic lions (*Panthera leo persica*). *Acta Parasitol.* 57(1):67-73.
- **PÉREZ, G.; HITOS, A.; ROMERO, D.; SÁNCHEZ, M.; PONTES, A.; OSUNA, A.; ROSALES, M.** 2008. Intestinal parasitism in the animals of the zoological garden “Peña Escrita” (Almuñecar, Spain). *Vet. Parasitol.* 156(3-4):302-309.
- **PHILIPS, L.; DOLLINGER, P.; LINZMEIER, D.** 2006. Understanding animals and protecting them - about the world zoo and aquarium strategy. World Association of Zoos and Aquariums WAZA. Stämpfli Publikationen AG. Berna, Suiza. 5p.
- **RADFAR, M.; AMINZADEH, M.** 2013. Common gastrointestinal parasites of indigenous camels (*Camelus dromedarius*) with traditional husbandry management (free-ranging system) in central desert of Iran. *J. Parasit. Dis.* 37(2):255-230.
- **RAJA, M.; DEY, A.; BEGUM, N.; KUNDU, U.; ASHAD, F.** 2014. Coprological prevalence of gastrointestinal parasites in carnivores and small mammals at Dhaka Zoo, Bangladesh. *J. Threat. Taxa.* 6(3):5574-5579.
- **SALAS, D.** 1985. Estudio preliminar de algunos parasitismos en animales del zoológico nacional del Parque Metropolitano de Santiago. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias, Depto. Salud e Higiene Pecuaria. 61p.
- **SHENG, Z.; CHANG, Q.; TIAN, S.; LOU, Y.; ZHENG, X.; ZHAO, Q.; WANG, C.** 2012. Characterization of *Toxascaris leonina* and *Toxocara canis* from cougar (*Panthera leo*) and common wolf (*Canis lupus*) by nuclear ribosomal DNA sequences of internal transcribed spacers. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6(14):3545-3549.
- **TAJIK, J.; MOGHADDAE, N.; NIKJOU, D.; TALEBAN, Y.** 2011. Occurrence of gastrointestinal helminths in Bactrian camel in Iran. *Trop. biomed.* 28(2):362-365.

- **TESTINI, G.; PAPINI, R.; LIAA, R.; PARISI, A.; DANTAS-TORRES, F.; TRAVERSA, D.; OTRANTO, D.** 2011. New insights into the morphology, molecular characterization and identification of *Baylisascaris transfuga* (Ascaridida, Ascarididae). *Vet Parasitol.* 175(1-2):97-102.
- **THIENPONT D.; ROCHETTE, F.; VANPARIJS O.** 1979. Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico. Janssen Research Foundation. Beerse, Bélgica. 278p.
- **VANDERWAAL, K.; OMONDI, G.; OBANDA, V.** 2014. Mixed-host aggregations and helminth parasite sharing in an East African wildlife-zlivestock system. *Vet. Parasitol.* 205(1-2):224-232.
- **XIE, T.; ZHANG, Z.; WANG, C.; LAN, J.; LI, Y.; CHEN, Z.; FU, Y.; NIE, H.; YAN, N.; GU, X.; WANG, S.; PENG, X.; YANG, G.** 2011. Complete mitochondrial genomes of *Baylisascaris schroederi*, *Baylisascaris ailuri* and *Baylisascaris transfuga* from giant panda, red panda and polar bear. *Gene.* 482(1-2):59-67.

## Anexos

**Anexo 1.** Tabla resumen de parásitos gastrointestinales identificados en diversos estudios de carnívoros en cautiverio (Cortés, 2006; Lim *et al.*, 2008; Ajibade *et al.*, 2010; Fagiolini *et al.*, 2010; Gurler *et al.*, 2010; Darabus *et al.*, 2014; Raja *et al.*, 2014).

PARÁSITOS	Oso Pardo	Mapache	Puma	Zorro Culpeo	Zorro Rojo	Zorro Plateado	León	Lobo Europeo	Tigre
<b>Nemátodos</b>									
<i>Ascaris</i> sp.				+			+		
<i>Ancylostoma</i> spp.					+		+	+	
<i>Baylisascaris procyonis</i>		+							
<i>Baylisascaris transfuga</i>	+								
<i>Capilaria</i> spp.								+	
<i>Strongyloides</i> spp.									+
<i>Trichuris</i> spp.			+		+			+	
<i>Toxascaris leonina</i>			+				+	+	
<i>Toxocara</i> spp.			+				+		+
<i>Uncinaria</i> spp.			+						
<b>Protozoos</b>									
<i>Balantidium coli</i>							+		+
<i>Cryptosporidium</i> spp.									+
<i>Cystoisospora</i> spp.						+			
<i>Eimeria</i> spp.							+		
<b>Céstodo</b>									
<i>Spirometra</i> spp.							+		

**Anexo 2.** Tabla resumen de parásitos gastrointestinales identificados en diversos estudios de primates en cautiverio (Barrios, 2005; Levecke *et al.*, 2007; Melfi y Poyser, 2007; Fagiolini *et al.*, 2010; Opara *et al.*, 2010).

PARÁSITOS	Mono Ardilla	Tití Orejas de Píncel	Mono Araña	Mono Aullador	Colobos	Mono Verde	Papión Sagrado	Lemur de Cola Anillada
<b>Nemátodos</b>								
<i>Strongyloides</i> spp.			+	+		+		
<i>Trichuris</i> spp.					+		+	+
<b>Protozoos</b>								
<i>Balantidium coli</i>							+	
<i>Blastocystis</i> spp.			+	+			+	
<i>Chilomastix mesnili</i>							+	
<i>Cryptosporidium</i> spp.			+				+	+
<i>Endolimax nana</i>	+	+	+				+	+
<i>Entamoeba</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Giardia</i> spp.	+						+	+
<i>Iodamoeba</i> spp.							+	
<b>Tremátodo</b>								
<i>Fasciola</i> spp.						+		

**Anexo 3.** Tabla resumen de parásitos gastrointestinales identificados en diversos estudios de ungulados en cautiverio (Salas, 1985; Goossens *et al.*, 2005a; Goossens *et al.*, 2005b; Cortés, 2006; Lim *et al.*, 2008; Ajibade *et al.*, 2010; Fagiolini *et al.*, 2010; Darabus *et al.*, 2014; Maesano *et al.*, 2014).

PARÁSITOS	Alpaca	Guanaco	Llama	Pudú	Oveja	Camello	Cebra	Ciervo Rojo	Gacela	Jirafa
<b>Nemátodos</b>										
<i>Ascaris lumbricoides</i>						+				
<i>Capilaria</i> spp.	+	+		+						
<i>Nematodirus</i> spp.	+	+			+			+		
<i>Ostertagia</i> spp.		+	+					+		
<i>Parascaris</i> spp.							+			
<i>Protostrongylus rufescens</i>								+		
Strongyle-type				+		+	+		+	+
<i>Trichostrongylus</i> spp.		+	+		+			+		
<i>Trichuris</i> spp.	+	+	+			+		+	+	+
Hookworms						+	+			+
<b>Protozoos</b>										
Coccidias sin identificar			+					+		
<i>Eimeria</i> spp.		+	+		+			+		
<i>Cryptosporidium</i> spp.							+			
<b>Tremátodo</b>										
<i>Dicrocoelium lanceolatum</i>					+			+		

**Anexo 4.** Tabla resumen de especies animales por sector del zoológico.

SECTOR A	SECTOR B
<p><b>Carnívoros</b></p> <p>Jaguar (<i>Panthera onca</i>)  Lobo de Crin (<i>Chrysocyon brachyurus</i>)  Oso Pardo (<i>Ursus arctos</i>)  Puma (<i>Puma concolor</i>)  Zorro Ártico (<i>Alopex lagopus</i>)  Zorro Culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>)  Zorro Plateado (<i>Vulpes vulpes</i>)  Zorro Rojo (<i>Vulpes vulpes</i>)</p> <p><b>Primates</b></p> <p>Mono Araña (<i>Ateles chamek</i>)  Mono Ardilla (<i>Saimiri sciureus</i>)  Mono Auillador (<i>Alouatta caraya</i>)  Mono Cai Capuchino (<i>Sapajus apella</i>)  Tití Cabeza de Algodón (<i>Saguinus oedipus</i>)  Tití Ensillado (<i>Saguinus fuscicollis</i>)  Tití Labiado (<i>Saguinus labiatus</i>)  Tití Manos Doradas (<i>Saguinus midas</i>)  Tití Orejas de Pincel (<i>Callithrix jacchus</i>)  Mono Verde (<i>Chlorocebus sabaesus</i>)</p> <p><b>Ungulados</b></p> <p>Alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)  Guanaco (<i>Lama guanicoe</i>)  Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)  Llama (<i>Lama glama</i>)  Oveja Doméstica (<i>Ovis aries</i>)  Oveja de Somalia (<i>Ovis orientalis</i>)  Pudú (<i>Pudu puda</i>)  Tapir Amazónico (<i>Tapirus terrestris</i>)  Ternero (<i>Bos taurus</i>)</p>	<p><b>Carnívoros</b></p> <p>León Africano (<i>Panthera leo</i>)  Licaón (<i>Lycan pictus</i>)  Lobo Europeo (<i>Canis lupus</i>)  Oso Malayo (<i>Helarctos malayanus</i>)  Suricata (<i>Suricata suricatta</i>)  Tigre de Bengala (<i>Panthera tigris</i>)</p> <p><b>Primates</b></p> <p>Lemur Cola Anillada (<i>Lemur catta</i>)  Colobo (<i>Colobo guereza</i>)  Papión Sagrado (<i>Papio hamadryas</i>)</p> <p><b>Ungulados</b></p> <p>Bongo (<i>Tragelaphus eurycerus</i>)  Nyala (<i>Tragelaphus angasii</i>)  Camello (<i>Camelus bactrianus</i>)  Cebra (<i>Equus q. burchelli</i>)  Ciervo Rojo (<i>Cervus elaphus</i>)  Gacela de Thompson (<i>Eudorcas thomsonii</i>)  Jirafa (<i>Giraffa camelopardalis</i>)  Muflón (<i>Ovis musimon</i>)  Rinoceronte (<i>Ceratotherium simun</i>)</p>
	SECTOR C
	<p><b>Carnívoros</b></p> <p>Caracal (<i>Caracal caracal</i>)  Gineta (<i>Genetta genetta</i>)  Kinkajou (<i>Potos flavus</i>)  Mapache (<i>Procyon lotor</i>)  Mofeta (<i>Mephitis mephitis</i>)  Ocelote (<i>Leopardus pardalis</i>)</p>

**Anexo 5.** Tablas de contingencia para prueba de  $\chi^2$  de Pearson

**a. Diferencias de positividad entre estaciones**

Estación	Negativo	Positivo	Total
Invierno	43	3	46
Otoño	43	7	50
Primavera	47	3	50
Verano	39	9	48
Total	172	22	194

Estadístico	Valor	Gl	p
Chi Cuadrado Pearson	5,45	3	0,1414
Coef.Conting.Cramer	0,12		

**b. Diferencias de positividad entre sectores, para carnívoros**

Orden/Superorden	Sector	Negativo	Positivo	Total
Carnívoro	A	30	2	32
Carnívoro	B	20	3	23
Carnívoro	C	21	0	21
Carnívoro	Total	71	5	76

Estadístico	Valor	Gl	p
Chi Cuadrado Pearson	3,05	2	0,2178
Coef.Conting.Cramer	0,14		

**c. Diferencias de positividad entre sectores, para primates**

Orden/Superorden	Sector	Negativo	Positivo	Total
Primate	A	38	0	38
Primate	B	9	3	12
Primate	Total	47	3	50

Estadístico	Valor	G1	p
Chi Cuadrado Pearson	10,11	1	0,0015
Coef.Conting.Cramer	0,32		

**d. Diferencias de positividad entre sectores, para ungulados**

Orden/Superorden	Sector	Negativo	Positivo	Total
Ungulado	A	35	1	36
Ungulado	B	19	13	32
Ungulado	Total	54	14	68

Estadístico	Valor	G1	p
Chi Cuadrado Pearson	14,84	1	0,0001
Coef.Conting.Cramer	0,33		