

## Factores de Riesgo Asociados a la Seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* en Mamíferos del Orden Carnívora y Primates Mantenidos en Cautiverio

RISK FACTORS ASSOCIATED TO THE SEROPREVALENCE OF *TOXOPLASMA GONDII* IN CAPTIVE MAMMALS FROM CARNIVORA AND PRIMATE ORDER

Dennis Navarro M.<sup>1</sup>, Amanda Chávez V.<sup>1,3</sup>, Rosa Pinedo V.<sup>1</sup>, Karina Muñoz D.<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia de *T. gondii* en mamíferos de los órdenes Carnívora y Primates criados en cautiverio e identificar las variables epidemiológicas que intervienen en su presentación. El trabajo se desarrolló en el zoológico del Patronato del Parque de las Leyendas, Lima, Perú. Se colectaron muestras de sangre a 101 animales silvestres (Carnívora, n=49; Primates, n=52) y de 87 roedores y 18 felinos domésticos capturados en el zoológico. Se realizaron encuestas para identificar los potenciales factores de riesgo para cada Orden, así como de cada especie de roedor (parámetros morfométricos, edad estimada, sexo y peso) y felino doméstico (edad, sexo). Se utilizó la técnica de hemaglutinación indirecta para el diagnóstico de *T. gondii*, preparándose diluciones de 1:16 a 1:2048, considerándose como positivos títulos mayores de 1/16. Se determinó anticuerpos IgM mediante el uso del 2-Mercaptoetanol para determinar una infección aguda. La asociación entre la seroprevalencia a *T. gondii* y las variables sexo, origen, tiempo en la institución y tipo de alimentación fue analizada mediante la razón de posibilidades (odds ratio - OR). La seroprevalencia de *T. gondii* en los animales del Orden Carnívora y Primates fue de 87.8 y 80.8%, respectivamente. Solo se encontró asociación significativa ( $p < 0.05$ ) entre la seroprevalencia de *T. gondii* en primates y el tipo de alimentación, donde el ser omnívoro constituyó un factor de riesgo (OR: 40.9) para la presentación de la infección. La frecuencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en roedores (*Rattus* sp) y gatos fue de 25.3 y 77.8%, respectivamente.

**Palabras clave:** factor de riesgo, *Toxoplasma gondii*, seroprevalencia, Carnívora, Primates

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>2</sup> Patronato del Parque de las Leyendas (PATPAL), Lima, Perú

<sup>3</sup> E-mail: achavezvg@gmail.com

Recibido: 26 de octubre de 2014

Aceptado para publicación: 28 de febrero de 2015

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the seroprevalence of *T. gondii* in captive wild animals of the Carnivora and Primates orders and identify the epidemiologic variables involved in its presentation. The study was conducted at the Patronato del Parque de las Leyendas Zoo, Lima, Peru. Blood samples were collected (Carnivora, n=49; Primates, n=52). In addition, samples were collected from 87 urban rodents and 18 domestic cats captured in the zoo. Surveys were done to identify potential risk factors for each Order. Furthermore, morphometric parameters, estimated age, sex and body weight from rats and age and sex from cats were recorded. Indirect hemagglutination test was used for the diagnosis of *T. gondii*. Dilutions were prepared from 1:16 to 1:2048, considering positive a titre over 1/16. IgM antibodies were measured by using 2-Mercaptoethanol to determinate acute infections. The associations between the seroprevalence to *T. gondii* and the variables sex, origin, time in the institution and type of feeding were analyzed by the odds ratio (OR). The seroprevalence of *T. gondii* in captive mammals of the Carnivora and Primates orders was 87.8 and 80.8% respectively. Significant association ( $p<0.05$ ) was only found between seroprevalence of *T. gondii* in primates and the type of feeds, where the omnivore diet had a significant risk factor (OR: 40.9) for the presentation of the infection. The frequency of anti-*T. gondii* antibodies in rodents (*Rattus* sp) and cats was 25.3 and 77.8% respectively.

**Key words:** risk factor, *Toxoplasma gondii*, seroprevalence, Carnivora, Primate

## INTRODUCCIÓN

La toxoplasmosis es una zoonosis de distribución mundial producida por el protozoo *Toxoplasma gondii*, cuya presencia se ha demostrado tanto en poblaciones humanas como en más de 300 especies de mamíferos domésticos y silvestres, y en cerca de 30 especies de aves de corral y vida libre (Dubey, 2010). La infección se encuentra ampliamente distribuida en América Latina, principalmente en países tropicales de clima caliente y húmedo, ocurriendo también en regiones frías del Ártico y Alaska (Elmore *et al.*, 2012).

Los felinos (domésticos y silvestres) son los hospederos definitivos que eliminan ooquistes no esporulados al medio ambiente que, en condiciones favorables de temperatura y humedad, esporulan y constituyen la forma infectiva para otras especies animales y hasta para el mismo felino (Cordero del

Campillo *et al.*, 1999). Dichos ooquistes presentan una alta resistencia, constatada en diferentes experiencias, de soportar condiciones extremas como sequías y heladas favoreciendo la diseminación del parásito, el cual ha demostrado ser viable hasta por 18 meses (Frenkel, 1978). Otra forma de infección es a partir de quistes tisulares presentes, mayoritariamente, en la carne de ratones, aves y herbívoros que previamente han ingerido ooquistes esporulados (Dubey, 2010).

La prevalencia de la toxoplasmosis está relacionada a factores sociales, económicos, culturales, geográficos y climáticos. El riesgo de infección por toxoplasmosis es mayor en la población rural, debido a sus hábitos y al contacto frecuente con las fuentes de infección (García *et al.*, 1999). Asimismo, los parques zoológicos representan un ecosistema con presencia de todos los factores epidemiológicos que favorecen y contribuyen a la transmisión y diseminación del parásito (de Camps *et al.*, 2008).

Estudios serológicos han demostrado una alta prevalencia de anticuerpos anti-*Toxoplasma gondii* en animales silvestres en cautiverio, lo cual indica una difusión importante de este agente en ese entorno. Asimismo, ciertas especies de mamíferos silvestres (marsupiales australianos, primates del nuevo mundo, lémures, etc.) presentan mayor susceptibilidad y pueden morir de toxoplasmosis aguda. Por esto, la infección por *T. gondii* en animales de zoológico es de particular interés dado que muchas de estas especies cursan con una infección asintomática (de Camps *et al.*, 2008). Por otro lado, una alta prevalencia de *T. gondii* en los zoológicos representa un riesgo potencial de exposición para el personal y los visitantes que acuden a dichos centros de esparcimiento.

Por todo lo señalado, el objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia de *T. gondii* en mamíferos de los órdenes Carnivora y Primates mantenidos en cautiverio, así como identificar las variables epidemiológicas que intervienen en su presentación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Estudio

El presente estudio se realizó en el zoológico del Patronato del Parque de las Leyendas, ubicado en el distrito de San Miguel (12° 05' 11" S, 77° 05' 05" W y a una altitud de 50 msnm, durante los meses de enero de 2013 y marzo de 2014. El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria (FMV), Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima.

### Animales del Zoológico y Muestras

El Cuadro 1 presenta la población de animales silvestres pertenecientes al zoológico

que fueron muestreados. Los animales fueron sujetos mediante el uso de redes (Fig. 1a) y sedación (xilacina y ketamina) de ser necesario. Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción de la vena braquial, yugular o femoral, usando Vacutainers® estériles (Fig. 1b,c), y trasladadas al laboratorio con refrigerantes.

### Roedores y Gatos

Además de los animales del zoológico, se trabajó con ratas y gatos domésticos que deambulan en libertad por las áreas del parque zoológico (87 ratas y 18 gatos). En este caso no se estableció un tamaño muestral mínimo debido a la dificultad para su captura y la información resultante fue considerada como suplementaria al estudio.

Los roedores y gatos fueron capturados con el uso de trampas tipo Tomahawk de captura viva, colocadas en lugares estratégicos, acondicionadas con un GPS y revisadas al día siguiente de su colocación, actividad que se realizó por tres meses. Los roedores fueron anestesiados mediante la inhalación de cloroformo seguido de ketamina (100 mg/kg). La sangre se obtuvo mediante punción intracardiaca y posteriormente sacrificados mediante sobredosis de pentobarbital sódico vía intraperitoneal. Durante la manipulación de los roedores se siguió los estándares de bioseguridad y normas de procesamiento según los protocolos del Centro de Enfermedades Infecciosas y Prevención de Atlanta (Mills *et al.*, 1998).

Los gatos capturados fueron tranquilizados y anestesiados. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de la vena cefálica. Los animales fueron tratados bajo normas y principios de guía internacional basada en principios para la investigación biomédica que involucra animales (Bankowski y Howard-Jones, 1986).

### Análisis Serológico

Para la determinación de anticuerpos contra *T. gondii* se utilizó la prueba de

Cuadro 1. Relación de mamíferos silvestres, pertenecientes a las órdenes Carnivora y Primates, sujetos al control sanitario anual realizado por el zoológico del Patronato del Parque de las Leyendas (Lima, 2013-2014)

Orden Carnivora		Orden Primates	
Familia / Especie	Población (n)	Familia / Especie	Población (n)
Canidae		Atelidae	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	3	<i>Lagothrix lagotricha</i>	3
Ursidae		<i>Ateles belzebuth</i>	2
<i>Tremarctos ornatus</i>		Pitheciidae	
<i>Ursus arctos arctos</i>	6	<i>Pithecia monachus</i>	8
<i>Ursus americanus</i>	2	Cebidae	
Procyonidae		<i>Cebus apella</i>	22
<i>Nasua nasua</i>	4	<i>Cebus albifrons</i>	5
<i>Potos flavus</i>	5	Aotidae	
Mustelidae		<i>Aotus nancymae</i>	6
<i>Eira barbara</i>	2	Cercopithecidae	
Felidae		<i>Macaca mulatta</i>	1
<i>Panthera tigris</i>	2	<i>Papio hamadryas</i>	4
<i>Panthera onca</i>	9	Homonidae	
<i>Panthera leo</i>	5	<i>Pan troglodytes</i>	1
<i>Leopardus tigrinus</i>	6		6
<i>Leopardus colocolo</i>	2		
<i>Leopardus pardalis</i>	1		
<i>Puma concolor</i>	1		
Total	49		52

Hemaglutinación Indirecta (HAI), la cual posee un sensibilidad de 81.6% y una especificidad de 97.1%, demostrada en porcinos (Jones *et al.*, 1986). La prueba se basa en la propiedad que tienen los anticuerpos anti-*T. gondii* de producir aglutinación en presencia de glóbulos rojos sensibilizados con antígenos citoplasmáticos y de membrana del parásito (Wiener Lab, 2000). Se prepararon diluciones de la muestra sérica de 1:16 a 1:2048, considerándose como positivo los títulos mayores de 1/16. A su vez, se determinó anticuerpos IgM mediante el uso del 2-

Mercaptoetanol para determinar si el tipo de infección era aguda en los animales seropositivos. En este caso, si el patrón de aglutinación cae al menos dos títulos es indicativo de la presencia de anticuerpos de fase aguda (Mereiles, 2001).

### Encuesta Epidemiológica

Se registró información concerniente a la especie, sexo, origen (nacido en la institución, externo), tiempo en la institución (1-5, 6-10, >10 años), tipo de alimentación (carní-

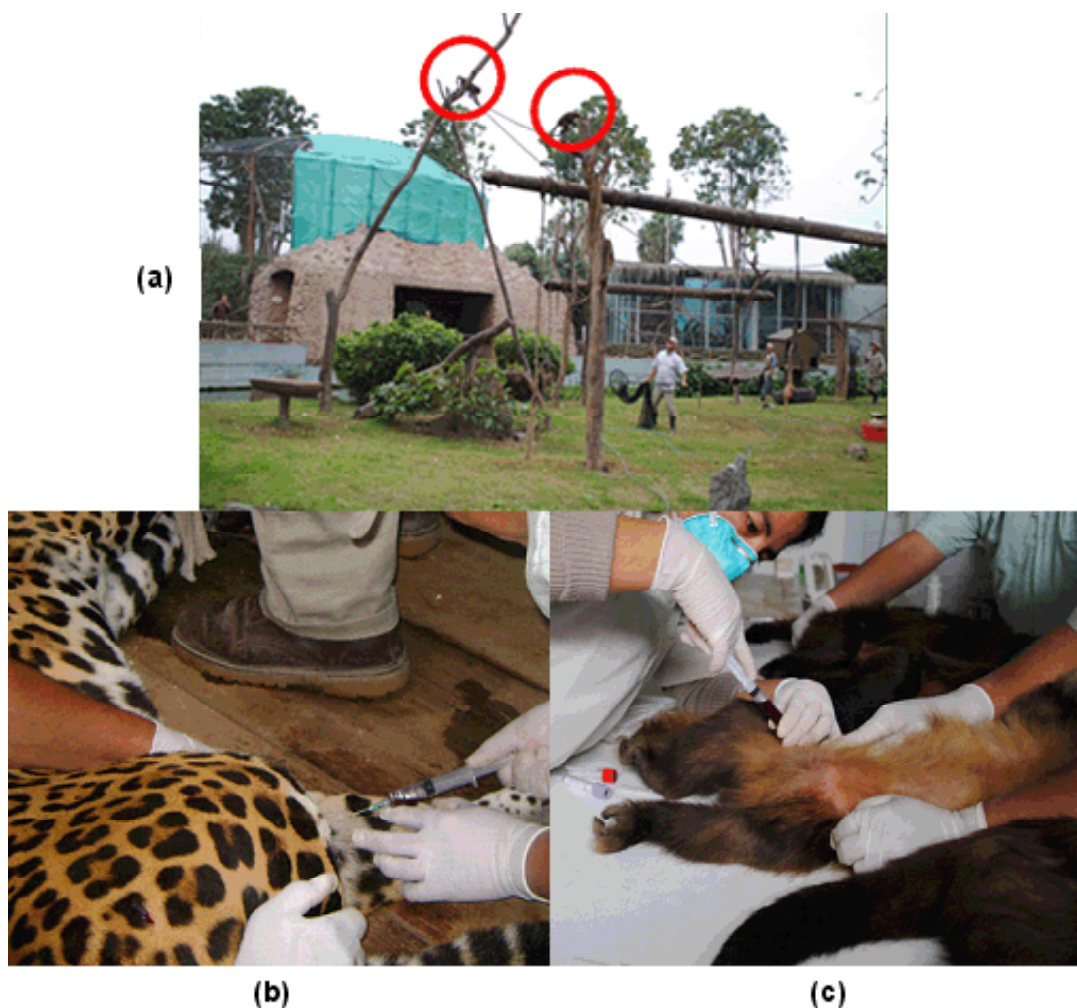


Figura 1. Captura y toma de muestras. (a) Contención física de monos choro. Toma de muestras sanguíneas de la vena femoral de (b) otorongo y (c) mono choro

voros: consumo de carne cruda fresca o congelada, o con actividad depredadora-roedores; omnívoro: consumo de carne y verduras), convivencia con felinos domésticos, cohabitación con roedores. En el caso de los roedores se registraron parámetros morfo-métricos, edad estimada, sexo y peso, y en los felinos domésticos se anotó la edad estimada y el sexo.

#### Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante las pruebas estadísticas de Prevalencia (P), Odds Ratio (OR) y Chi cuadrado.

#### Consideraciones Éticas

Se contemplaron las normas éticas para la investigación señaladas por el Comité de Ética para Uso de Animales de Experimentación de la FMV-UNMSM.

#### RESULTADOS

La seroprevalencia de *T. gondii*, mediante la prueba de hemaglutinación indirecta (HAI) en mamíferos silvestres de los órdenes Carnívora y Primates mantenidos en

Cuadro 2. Seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* y su asociación a factores de riesgo en mamíferos del Orden Carnivora mantenidos en cautiverio en un Zoológico de Lima, Perú (2013-2014)

	Número	Positivos >1/16	%	OR	P
<b>Sexo</b>					
Hembra	29	26	89.7 <sup>a</sup>	1.2	0.863
Macho	20	17	85 <sup>a</sup>	1	-
<b>Origen</b>					
Nacido en cautiverio	9	9	100 <sup>a</sup>	1.4	0.999
Externo <sup>1</sup>	40	34	85 <sup>a</sup>	1	-
<b>Tiempo en la institución (años)</b>					
>10	27	24	88.9 <sup>a</sup>	3	0.318
6-10	6	6	100 <sup>a</sup>	2.1	0.999
1-5	16	13	81.3 <sup>a</sup>	1	-
<b>Tipo de alimentación</b>					
Carnívoro	26	24	92.3 <sup>a</sup>	2.6	0.368
Omnívoro	23	19	82.6 <sup>a</sup>	1	-
Total	49	43	87.8		

<sup>1</sup> Animales abandonados, decomisados, donados<sup>a</sup> No hubo diferencia estadística al nivel de 0.05 entre las variables en estudio

cautiverio fue de 87.8% (43/49) y 80.8% (42/52) al 95% de confianza, respectivamente (cuadros 2 y 3). Asimismo, al interrelacionar las variables independientes (sexo, origen, etc.) como posibles factores de riesgo con la variable dependiente (seroprevalencia de *T. gondii*), solo se observó diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) por el tipo de alimentación en el Orden Primates (Cuadro 3); donde los omnívoros tienen mayor riesgo (OR: 40.9) de adquirir la infección por *T. gondii* que los frugívoros.

En el Cuadro 4 se observa la distribución de anticuerpos totales y anticuerpos IgM anti-*T. gondii* de los animales en estudio. El porcentaje de positividad para anticuerpos fue de 87.8% (43/49) en el Orden Carnivora y

de 80.8% (42/52) en el Orden Primates, donde todos los animales de las familias Ursidae, Mustelidae, Aotidae y Homonidae fueron positivos. En tanto, para los anticuerpos de tipo IgM fue de 44.2% (19/43) y 21.4% (9/42) para Carnívoros y Primates, respectivamente, donde todos los animales de las familias Pitheciidae y Cercopitheciidae fueron positivos. La media geométrica del título (MGT) fue de 445, siendo de similar distribución para ambas órdenes, pero más elevada en la familia Atelidae. La frecuencia de títulos de anticuerpos totales para cada Orden se detalla en el Cuadro 5.

Por otro lado, el 25.3% (22/87) de los roedores (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) capturados fueron positivos a *T. gondii* me-

Cuadro 3. Seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* y su asociación a factores de riesgo en mamíferos del Orden Carnivora mantenidos en cautiverio en un Zoológico de Lima, Perú (2013-2014)

	Número	Positivos >1/16	%	OR	P
Sexo					
Hembra	29	26	89.7 <sup>a</sup>	1.2	0.863
Macho	20	17	85 <sup>a</sup>	1	-
Origen					
Nacido en cautiverio	9	9	100 <sup>a</sup>	1.4	0.999
Externo <sup>1</sup>	40	34	85 <sup>a</sup>	1	-
Tiempo en la institución (años)					
>10	27	24	88.9 <sup>a</sup>	3	0.318
6-10	6	6	100 <sup>a</sup>	2.1	0.999
1-5	16	13	81.3 <sup>a</sup>	1	-
Tipo de alimentación					
Carnívoro	26	24	92.3 <sup>a</sup>	2.6	0.368
Omnívoro	23	19	82.6 <sup>a</sup>	1	-
Total	49	43	87.8		

<sup>1</sup> Animales abandonados, decomisados, donados<sup>a</sup> No hubo diferencia estadística al nivel de 0.05 entre las variables en estudio

diante la prueba de HAI. Igualmente el 77.8% (14/18) de felinos domésticos mostraron anticuerpos anti-*T. gondii*.

## DISCUSIÓN

La toxoplasmosis es una de las enfermedades parasitarias más comunes en animales silvestres mantenidos en cautiverio. Diversos estudios serológicos han demostrado altas prevalencias de anticuerpos anti-*T. gondii* en zoológicos. Asimismo, ciertas especies de mamíferos silvestres (marsupiales australianos, primates del nuevo mundo,

lémures, etc.) presentan mayor susceptibilidad y pueden cursar con una toxoplasmosis aguda fatal (Dubey, 2010).

El 87.8% de seroprevalencia de *T. gondii* en mamíferos del Orden Carnivora fue similar a lo observado por Zhang *et al.* (2000), Silva *et al.* (2001), Sedlák y Bártová (2006) y Sobrino *et al.* (2007) en los zoológicos de Shanghai (69.4%), Brasil (54.6%), República Checa y Eslovaquia (89.7%) y España (67.4%), respectivamente. En el presente estudio se encontraron frecuencias de 100% en animales clínicamente sanos de las familias Mustelidae y Ursidae (Cuadro 4).

Cuadro 4. Distribución de anticuerpos totales y anticuerpos IgM anti-*Toxoplasma gondii* en mamíferos del Orden Carnivora y Orden Primates mantenidos en cautiverio en un Zoológico de Lima, Perú (2013-2014)

Orden / Familia	Anticuerpos totales		IgM		MGT <sup>1</sup>
	Positivos	%	Positivos	%	
Carnivora	43/49	87.8	19/43	44.2	389
<i>Felidae</i>	24/26	92.3	12/24	50	402
<i>Ursidae</i>	9/9	100	3/9	33.3	597
<i>Mustelidae</i>	2/2	100	0/2	0	91
<i>Procyonidae</i>	8/9	88.9	4/8	50	279
<i>Canidae</i>	0/3	0	-	-	-
Primates	42/52	80.8	9/42	21.4	512
<i>Cebidae</i>	26/27	1/26	1/26	3.9	867
<i>Aotidae</i>	6/6	2/6	2/6	33.3	51
<i>Atelidae</i>	4/5	1/4	1/4	25	1722
<i>Pitheciidae</i>	1/8	1/1	1/1	100	64
<i>Homonidae</i>	1/1	0/1	0/1	0	512
<i>Cercopithecidae</i>	4/5	80	4/4	100	304
Total	85/101	84.2	28/85	32.9	445

<sup>1</sup> Media geométrica de los títulos de anticuerpos

Cuadro 5. Frecuencia de títulos de anticuerpos anti-*T. gondii* en mamíferos del Orden Carnivora y Orden Primates mantenidos en cautiverio en un Zoológico de Lima (2013-2014)

Título de anticuerpos	Carnivora		Primates	
	n	%	n	%
1:16	2	4.7	2	4.8
1:32	3	7.0	3	7.1
1:64	4	9.3	2	4.8
1:128	6	14.0	4	9.5
1:256	5	11.6	5	11.9
1:512	7	16.3	6	14.3
1:1024	1	2.3	3	7.1
1:2048	15	34.9	17	40.5
Total	43	100	42	100

Dentro de los factores que condicionan la alta seroprevalencia se encuentra el tipo de alimentación, la cual si bien es controlada en el zoológico en estudio y está constituida a base de carne (*Felidae*) o mixta (carne, frutas, huevo y vegetales) (*Ursidae*, *Mustelidae*, *Procyonidae*, *Canidae*), existe la posibilidad de que la carne se encuentre infectada con quistes tisulares, que son las formas más frecuentes de contagio en cautiverio (Dubey, 2010). Además, los felinos del parque zoológico son alimentados con carne fresca de animales del mismo centro (patos, huanganas, sajinos, etc.), como método de enriquecimiento alimenticio. Además, existe la posibilidad que muchos de estos mamíferos ingieran los roedores que merodean su hábitat.

Los resultados en el orden Carnivora indican que la variable sexo no es un factor



de riesgo de importancia (Cuadro 2), estando tanto machos como las hembras igualmente expuestos a la infección. Sin embargo, Miller *et al.* (2002) señalaron que mamíferos machos, en vida libre, son más propensos a la infección debido a que recorren largas distancias para establecer y defender su territorio, contrario a lo que sucedería en animales mantenidos en cautiverio.

Asimismo, los carnívoros muestreados no mostraron diferencias en el riesgo de infección a *T. gondii* en relación a su lugar de procedencia (nacidos en el zoológico o traídos por abandono, donación o decomiso) o al tiempo de exposición, similar a lo descrito por Silva *et al.* (2007), quienes evaluaron 865 felinos neotropicales de 75 zoológicos y 15 centros de crianza de Brasil. Es posible que este factor haya quedado enmascarado ante la gran cantidad de roedores y gatos presentes en el zoológico, los cuales constituyen un factor importante de contagio, ya sea por la posible infección con ooquistes o por la depredación de roedores (Webster, 1994; Dubey 2010).

El 80.8% de seroprevalencia de *T. gondii* en mamíferos del Orden Primates fue superior a lo observado por Zhang *et al.* (2000), Sedlák y Bartová (2006) y Minervino *et al.* (2010) en los zoológicos de Shanghai (25%), República Checa y Eslovaquia (45.5%) y Brasil (57.7), respectivamente; sin embargo, es similar a la seroprevalencia reportada por Muñoz *et al.* (2005) en un estudio previo en este zoológico en primates *Cebus apella* (92.3%). Esta alta seroprevalencia podría deberse al hábito de ciertos primates no humanos de ingerir insectos como cucarachas, escarabajos y tenebrios, que pueden actuar como hospederos de transporte de los ooquistes de *T. gondii* (Dubey y Lindsay, 2004).

No se encontraron asociaciones significativas entre la seroprevalencia de *T. gondii* y los factores sexo, origen y tiempo en el zoológico en los animales del Orden Primates. Muñoz *et al.* (2005) tampoco halló una aso-

ciación con el sexo de primates de la familia *Cebidae*; García *et al.* (2005) tampoco hallaron una asociación significativa con el tiempo de permanencia de primates de la familia *Cebidae* en un zoológico de Brasil.

Los primates provenientes de abandono, donación y decomiso pueden haberse infectado mediante contacto con gatos en zonas urbanas o con humanos tanto en zonas rurales como urbanas (Tenter *et al.*, 2000). En forma similar, los primates del zoológico, tanto los nacidos como los 'externos' pudieron contagiarse a través de los gatos que deambulan por el zoológico.

El mayor riesgo de infección por *T. gondii* en los primates omnívoros en relación a los frugívoros puede deberse al hábito que tienen los monos de ingerir insectos que pueden actuar como hospederos paraténicos de los ooquistes (Dubey y Lindsay, 2004). Asimismo, a los individuos de varias especies de primates se les ofrece carne como parte de su alimentación, la cual es servida en bandejas, y esto permite el contacto directo del alimento con el suelo, donde los ooquistes de *T. gondii* pueden sobrevivir hasta 18 meses en condiciones favorables de temperatura y humedad (Frenkel, 1978).

La frecuencia de anticuerpos totales fue más del 80% en las familias en estudio con excepción de las familias Pitheciidae (12.5%) y Canidae (0%). En el caso del mono huapo negro (*Pithecia monachus*), la baja prevalencia puede deberse a sus hábitos arbóreos (Defler, 2003), pues no acostumbra andar por el suelo y por lo tanto evita el contacto con posibles ooquistes esporulados presentes en el suelo. Además, se encuentran en un ambiente cerrado, rodeado por paneles de vidrio, por lo que el ingreso de gatos y roedores es menor. En el caso de la familia *Canidae* no tiene una explicación clara, salvo que haya sido producto del azar ante la baja población muestreada. Fuchs *et al.* (2005) encontraron una seroprevalencia de 28% en zorros (*Pseudalopex gymnocercus*) en un zoológico de Argentina.

La presencia de anticuerpos IgM es un indicador de una probable infección reciente o activa, o de una alta frecuencia de reinfección. El consumo de carne infectada con quistes tisulares desencadena la presentación de anticuerpos IgM a partir de la primera semana llegando a un pico entre el día 12 y 22 de la infección (Bouer, 1999; Carvalho, 1998), manteniéndose hasta por 16 semanas (Lappin *et al.*, 1989). Así mismo, la media geométrica de títulos de anticuerpos (445, Cuadro 4), indica que la infección por *T. gondii* es endémica y atribuible a una fuerte contaminación ambiental de ooquistes y presencia de reservorios de quistes tisulares; por ejemplo, las ratas (Webster, 1994). También podría atribuirse a la diseminación involuntaria de ooquistes a través del material de limpieza o de la vestimenta de los trabajadores del zoológico (Dah-Sheng *et al.*, 2009).

El agua de bebida podría ser otro factor de contaminación. El agua procede de un pozo artesanal propio del parque. Se dispone de un reporte en Panamá donde soldados estadounidenses se contaminaron por consumir agua en una zona selvática, en cuyas proximidades habitaban gatos y felinos silvestres (Aramini *et al.*, 1999). Igualmente, en British Columbia (Canadá) se registraron 110 casos de toxoplasmosis asociada al consumo de agua, debido a que estas aguas solo eran sometidas a desinfección (Solarte *et al.*, 2006), siendo las técnicas de tratamiento primaria y secundaria incapaces de eliminar los ooquistes o esporocistos presentes en el agua (Payment *et al.*, 2001).

La alta población de gatos y ratas con seroprevalencias a *T. gondii* de 25.3 y 77.8% respectivamente, predispone la contaminación del alimento (forraje, vegetales y frutas) y el agua de bebida con ooquistes; además, en el caso de las ratas, de ser depredadas por los carnívoros (Dah-Sheng *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES

- La seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* en mamíferos del Orden Carnívora y Orden Primates criados en cautiverio en el Parque Zoológico del Patronato del Parque de las Leyendas fue de 87.8 y 80.8%, respectivamente.
- Se identificó el tipo de alimentación como un factor de riesgo (OR: 40.9) para la presentación de la toxoplasmosis en primates omnívoros.

## LITERATURA CITADA

1. **Aramini JJ, Stephen C, Dubey JP, Engelstoft C, Schwantje H, Ribble CS. 1999.** Potencial contamination of drinking water with *Toxoplasma gondii* oocysts. *Epidemiol Infect* 122: 305-315.
2. **Bankowski Z, Howard-Jones N. 1986.** International guiding principles for biomedical research involving animals. Geneva: WHO. 26 p.
3. **Bouer A, Werther K, Catão-Dias JL, Nunes ALV. 1999.** Outbreak of toxoplasmosis in *Lagothrix lagotricha*. *Folia Primatol* 70 (5): 282-285. doi: 10.1159/000021709
4. **Carvalho CS. 1998.** Padronização do ELISA teste para a detecção de anticorpos das classes IGM e IGC em soros de gatos experimentalmente infectados com taquizoítos de *Toxoplasma gondii*. Tesis de Magíster. Jaboticabal, Brasil : Univ Estadual Paulista. 76 p.
5. **Cordero del Campillo M, Rojo-Vásquez F, Martínez A, Sánchez M. 1999.** Parasitología veterinaria. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 968 p.
6. **Dah-Sheng LN, Nien-Chieh S, Chang-Young AF. 2009.** Prevalences of antibodies to *Toxoplasma gondii* in Taipei Zoo Animals. *Taiwan Vet J* 35(1): 43-48.

7. **de Camps S, Dubey JP, Saville WJ. 2008.** Seroepidemiology of *Toxoplasma gondii* in zoo animals in selected zoos in the Midwestern United States. *J Parasitol* 94: 648-653. doi: 10.1645/GE-1453.1
8. **Defler TR. 2003.** Primates de Colombia Conservation International de Colombia. Bogotá: Serie de guías tropicales de campo 4. 547 p.
9. **Dubey JP. 2010.** Toxoplasmosis of animals and humans. 2ª ed. Maryland: CRC Press. 336 p.
10. **Dubey JP, Lindsay DS. 2004.** Biology of *Toxoplasma gondii* in cats and other animals. En: Lindsay DS, Weiss LM (eds). *World Class Parasites Vol 9. Opportunistic infections: Toxoplasma, Sarcocystis, and Microsporidia*. United States: Springer. p 1-19.
11. **Elmore SA, Jenkins EJ, Huyvaert KP, Polley L, Root JJ, Moore CG. 2012.** *Toxoplasma gondii* in circumpolar people and wildlife. *Vector Borne Zoonotic Dis* 12: 1-9. doi: 10.1089/vbz.2011.0705
12. **Frenkel JK. 1978.** Toxoplasmosis in cats: diagnosis, treatment and prevention. *Comp Immunol Microb* 1(1): 15-20.
13. **Fuchs L, Baldone V, Rojas M, Fort M, Bedotti D, Venturini C, Salado IEC. 2005.** Prevalencia serológica a toxoplasmosis y neosporosis en el zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en la provincia de la pampa (Argentina). *Bol Divulgación Téc EEA Anguil* 90: 122-128.
14. **Garcia JL, Navarro IT, Ogawa L, Oliveira RC, Kobilka E. 1999.** Soroprevalência, epidemiologia e avaliação ocular da toxoplasmose humana na zona rural de Jaguapita (Paraná), Brasil. *Rev Pan Salud Pública* 6(3): 157-163.
15. **Garcia JL, Svoboda WK, Chrysafidis AL, Malanski L, Shiozawa MM, Aguiar L, Monteiro G, et al. 2005.** Sero-epidemiological survey for toxoplasmosis in wild New World monkeys (*Cebus* spp.; *Alouatta caraya*) at the Paraná river basin, Paraná State, Brazil. *Vet Parasitol* 133: 307-311. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.06.004
16. **Minervino AH, Soares HS, Barrêto-Júnior RA, Neves KA, Pena HF, Ortolani EL, Dubey JP, Gennari SM. 2010.** Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in captive wild mammals and birds in Brazil. *J Zoo Wildl Med* 41: 572-574. doi: 10.1638/2010-0046.1
17. **Jones TC, Bienz KW, Erb P. 1986.** *In vitro* cultivation of *Toxoplasma gondii* cysts in astrocytes in the presence of gamma interferon. *Infect Immun* 51:147-156.
18. **Lappin MR, Greene CE, Prestwood AK, Dawe DL, Tarleton RL. 1989.** Enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of circulating antigens of *Toxoplasma gondii* in the serum of cats. *Am J Vet Res* 50: 1586-1590.
19. **Miller MA, Gardner IA, Kreuder C, Paradies DM, Worcester KR, Jessup DA, Dodd E, et al. 2002.** Coastal freshwater runoff is a risk factor for *Toxoplasma gondii* infection of southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*). *Int J Parasitol* 32: 997-1006. doi: 10.1016/S0020-7519(02)00069-3
20. **Mills J, Childs J, Ksiazek T, Peters CJ, Velleca WM. 1998.** Métodos para trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudio virológico. Organización Panamericana de la Salud, Washington, EEUU. 64 p. [Internet]. Disponible en: <http://www.zoonosis.ac.uk:8080/download/attachments/22020125/Trapping+manual+Espanol.pdf>
21. **Mereiles L. 2001.** Estudo das fontes de Infecção da toxoplasmose humana em diferentes localidades do Estado de São Paulo. Tesis de Mestre. São Paulo: Univ de São Paulo. 171 p.
22. **Muñoz E, Chávez A, Casas E, Suárez F, Gavidia C, Muñoz K, Gutiérrez F. 2005.** Frecuencia de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii* en monos *Cebus apella* criados en cautiverio. *Rev Inv Vet Perú* 16: 163-168. doi: 10.15381/rivep.v16i2.1565

23. **Payment P, Plante R, Cejka P. 2001.** Removal of indicator bacteria, human enteric viruses, *Giardia* cysts, and *Cryptosporidium* oocysts at a large wastewater primary treatment facility. *Can J Microbiol* 47:188-193.
24. **Sedlák K, Bártoová E. 2006.** Seroprevalences of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in zoo animals. *Vet Parasitol* 136: 223-231. doi:10.1016/j.vetpar. 2005. 11.021
25. **Silva JCR, Ogassawara S, Marvulo MFV, Ferreira-Neto JS, Dubey JP. 2001.** *Toxoplasma gondii* antibodies in exotic wild felids from Brazilian zoos. *J Zoo Wildl Med* 32: 349-351.
26. **Silva JC, Vianna MF, Dias RA, Ferreira F, Amaku M, Adania CH, Ferreira Neto JS. 2007.** Risk factors associated with sero-positivity to *Toxoplasma gondii* in captive neotropical felids from Brazil. *Prev Vet Med* 78: 286-295.
27. **Sobrino R, Cabezón O, Millán J, Pabón M, Arnal MC, Luco DF, Gortázar C, et al. 2007.** Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in wild carnivores from Spain. *Vet Parasitol* 148: 187-192. doi: 10.1016/j.vetpar.2007. 06.038
28. **Solarte Y, Peña M, Madera C. 2006.** Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica* 73: 74-82.
29. **Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. 2000.** *Toxoplasma gondii*: From animal to humans. *Int J Parasitol* 30: 1217-1258.
30. **Webster JP. 1994.** Prevalence and transmission of *Toxoplasma gondii* in wild brown rats, *Rattus norvegicus*. *J Parasitol* 108: 407-411.
31. **Wiener Lab. 2000.** Prueba de hemaglutinación indirecta (HAI), para la detección de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii*. Argentina [Internet]. Disponible en: [http://www.wiener-lab.com.ar/wiener/catalogo/archivos/6395\\_toxo\\_test\\_hai\\_sp.pdf](http://www.wiener-lab.com.ar/wiener/catalogo/archivos/6395_toxo_test_hai_sp.pdf)
32. **Zhang SY, Wei MX, Zhou ZY, Yu JY, Shi XQ. 2000.** Prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in the sera of rare wildlife in the Shanghai Zoological Garden, People's Republic of China. *Parasitol Int* 49: 171-174.