

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Instituto de Ciencias Agrícolas
Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias



**ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO SOBRE PARASITOSIS
INTESTINALES EN NIÑOS DE EDAD PREESCOLAR,
ESCOLAR, PERROS Y SUELOS EN UNA COMUNIDAD DE
MEXICALI, BAJA CALIFORNIA**

T E S I S

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

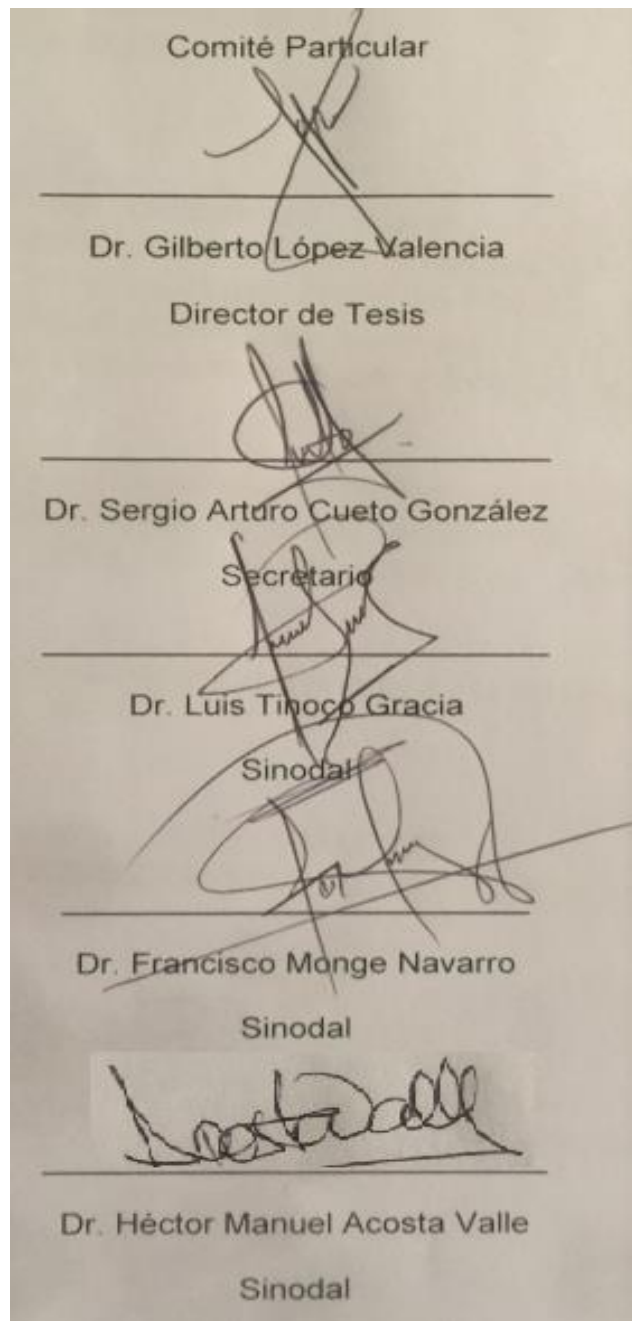
ENRIQUE TRASVIÑA MUÑOZ

DIRECTOR

GILBERTO LÓPEZ VALENCIA

La presente tesis “**Estudio epidemiológico sobre parasitosis intestinales en niños de edad preescolar, escolar, perros y suelos en una comunidad de Mexicali, Baja California**” realizada por el **C. Enrique Trasviña Muñoz**, dirigido por el **Dr. Gilberto López Valencia**, ha sido evaluada y aprobada por el Comité Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Agropecuarias



AGRADECIMIENTOS

A mi tutor Dr. Gilberto López Valencia por haberme guiado durante mis estudios de posgrado y ayudado en la mayor parte de mi formación profesional, siempre tratando de ver por mí bien.

A el Dr. Sergio Arturo Cueto González por todo el apoyo dentro y fuera del laboratorio y que me haya compartido su conocimiento en el área de la parasitología.

A el Dr. José Carloman Herrera, Dr. Francisco Javier Monge, Dra. Sawako y Dr. Gerardo Medina por haberme apoyado y dado muchos consejos en el área de la biología molecular.

Agradezco al Dr. Luis Tinoco Gracia y Dr. Héctor Manuel Acosta Valle por sus consejos en mi proyecto.

Agradezco infinitamente a Sandra, Isis Gómez Beltrán, Aracely Núñez, Leticia Ramírez, Sally Ramírez, Camila Verdugo, Scarlett Miranda y Anayansi Contreras por haberme apoyado durante muchas horas en el laboratorio.

A Víctor Hugo por haberme apoyado en parte de este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis padres y hermanas que me han apoyado incondicionalmente durante toda mi vida.

A Andrea Barrón Figueroa por siempre estar conmigo apoyándome e impulsándome a ser mejor persona.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ABSTRACT	vii
RESUMEN GENERAL	viii
CAPÍTULO 1	1
I INTRODUCCIÓN GENERAL	2
CAPÍTULO 2	3
II ANTECEDENTES	4
2.1 Toxocariosis.....	4
2.1.1. <i>Signos clínicos</i>	4
2.1.2. <i>Ciclo biológico</i>	4
2.1.3. <i>Epidemiología</i>	7
2.1.4. <i>Diagnóstico</i>	9
2.1.5. <i>Control</i>	9
2.2. Taeniasis.....	10
2.2.1. <i>Signos clínicos</i>	11
2.2.2. <i>Ciclo biológico</i>	11
2.2.3 <i>Epidemiología</i>	13
2.2.4. <i>Diagnóstico</i>	13
2.2.5. <i>Control</i>	14
2.3. Dipilidiosis	14
2.3.1. <i>Signos clínicos</i>	14
2.3.2. <i>Ciclo Biológico</i>	15
2.3.3. <i>Epidemiología</i>	16
2.3.4. <i>Diagnóstico</i>	17
2.3.5. <i>Control</i>	17
2.4. Cystoisosporosis.....	17
2.4.1. <i>Signos clínicos y ciclo biológico</i>	17
2.4.2. <i>Epidemiología, diagnóstico y control</i>	18
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	19

CAPÍTULO 3	23
III ARTÍCULOS DERIVADOS DEL ESTUDIO	24
3.1 Prevalence and distribution of intestinal parasites in stray dogs in the northwest area of Mexico.....	24
3.2 Zoonosis parasitarias (perro-humano) en niños de preescolar y escolar en una comunidad en la frontera de México-Estados Unidos.....	38
3.3 Detección de parasitosis intestinales en perros callejeros en zonas agrícolas y pecuarias del Valle de Mexicali.....	48
CAPITULO 4	58
IV. CONCLUSIONES GENERALES	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ciclo biológico de <i>Toxocara canis</i>	7
Fig. 2 Ciclo biológico de <i>Taenia pisiformis</i>	12
Fig. 3 Ciclo biológico de <i>Dipylidium caninum</i>	18

ABSTRACT

In recent years parasitic zoonotic diseases have gained greater importance to public health. Estimations indicate that 20 to 30% of Latin Americans are infected with intestinal parasites, being children the group at higher risk of infection. Dogs are the main reservoirs, excreting parasites, larvae or eggs into the ground soils without any control measure. In northwest Mexico, the information for intestinal parasitic infections in children is very limited, being the objective of this study to detect the presence of intestinal parasites in stool samples from children, dogs and in soils in a community located at the USA-Mexico border. The results demonstrated one positive case of *Trichuris* sp. in a children attending elementary school; 1/37 (2.7%) of dogs resulted positive to *Toxocara canis*, 1/37 (2.7%) positive for *Toxascaris leonina* and 4/37 (5.4%) positive for *Cystoisospora* sp. All ten (10/10) of soil samples analyzed resulted positive for intestinal parasites, one school yard were co-infected with *Toxocara canis* and *Cystoisospora* sp. and a second one with *Ancylostoma caninum* and *Toxocara canis*. The presence of eggs of parasites in 100% of schools represents a latent risk of zoonotic parasitic infections to children.

Key Words: Zoonoses, *Toxocara*, Dogs.

RESUMEN GENERAL

En los últimos años, las enfermedades zoonóticas parasitarias han adquirido mayor importancia para la salud pública. Las estimaciones indican que del 20 al 30% de los latinoamericanos están infectados con parásitos intestinales siendo los niños el grupo con mayor riesgo de infección. Los perros son los principales reservorios de los parásitos al excretar sin ningún control sobre suelos. En el noroeste de México, la información acerca de las infecciones parasitarias intestinales en niños es muy limitada, siendo el objetivo de este estudio detectar la presencia de parásitos intestinales en muestras de heces de niños, perros y suelos en una comunidad mexicana ubicada en la frontera Estados Unidos con México. Los resultados demostraron un caso positivo de *Trichuris* sp. en niños que asisten a la escuela primaria; 1/37 (2.7%) de los perros dieron positivo a *Toxocara canis*, 1/37 (2.7%) positivo para *Toxascaris leonina* y 4/37 (5.4%) positivo para *Cystoisospora* sp. Todas las muestras (10/10) de suelo analizadas resultaron positivas para parásitos intestinales, una escuela se encontró coinfectada con *Toxocara canis* y *Cystoisospora* sp. y otra con *Ancylostoma caninum* y *Toxocara canis*. La presencia de huevecillos en el 100% de las escuelas representa un riesgo latente de infecciones parasitarias zoonóticas para los niños.

Palabras clave: Zoonosis. *Toxocara*, Perros.

CAPÍTULO 1

I INTRODUCCIÓN GENERAL

En la actualidad la problemática en las áreas de salud pública y veterinaria se enfrentan a cuestiones globales cada vez más complejas y factores que cambian constantemente, es por eso que se debe de trabajar en conjunto bajo la visión de una salud (Zinsstag et al., 2011). Una de los principales retos en el área de salud pública son las enfermedades zoonóticas, específicamente las infecciones parasitarias (Mccarthy y Moore, 2000). La Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que entre el 20% y 30% de los latinoamericanos están infectados con parásitos intestinales. Los perros son el principal reservorio de las parasitosis intestinales en el humano. En América Latina no existe un programa formal para el manejo de heces caninas mismas que representan la principal fuente de contaminación del medio ambiente, los niños son quienes presentan un mayor riesgo de infección debido a que tienen un mayor contacto con el suelo contaminado (Robertson et al., 2000 y OPS/OMS, 2013). En el noroeste de México, existen pocos estudios epidemiológicos sobre infecciones parasitarias intestinales en niños. Tinoco et al. (2008) detectaron una seroprevalencia del 10% en niños. Este mismo grupo realizaron otro estudio (Tinoco et al., 2007) donde detectaron que el 78.1% de los suelos de parques públicos estaban parasitados. Sin embargo, en los últimos 10 años no se han realizado estudios donde se evalúe de forma integral el impacto de las parasitosis. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue detectar la presencia de parásitos en muestras de niños, perros y suelos en una comunidad mexicana que limita con los Estados Unidos.

CAPÍTULO 2

II ANTECEDENTES

2.1 Toxocariosis

La toxocariosis es el término clínico aplicado a la infección en seres humanos producida por *Toxocara canis* (T. canis) (Despommier, 2003). *Toxocara canis* es un ascárido que, en estado adulto vive en el intestino delgado del perro doméstico y de varios cánidos silvestres (Acha et al., 2001). La infección en el ser humano es accidental, en éste no se da el desarrollo normal del parásito, sólo sobrevive su estadio larvario por ser un hospedador paraténico en esta parasitosis. El cuadro clínico predominante asociado a la toxocariosis se clasifica de acuerdo a los órganos y tejidos que afecta, produciéndose dos síndromes principales; el síndrome de larva migrans visceral (SLMV), en el cual se incluyen las patologías asociadas con los principales órganos que puede afectar el parásito y el síndrome de larva migrans ocular (SLMO), donde se restringen los efectos patológicos al ojo y al nervio óptico. Adicionalmente se ha considerado a la toxocariosis encubierta o inaparente, como una tercera forma de ocurrencia de la infección en el ser humano (Despommier, 2003; Manson et al., 2003).

2.1.1. Signos clínicos

En los caninos hospedadores definitivos, esta helmintiosis puede ser asintomática o presentar síntomas clínicos de diversa gravedad como: diarrea, constipación, vómitos, distensión abdominal, emaciación, tos y descarga nasal; a las lesiones pulmonares debidas a la migración de las larvas frecuentemente se le sobre agregan infecciones bacterianas. Por la obstrucción o suboclusión intestinal, biliar, pancreática o por ruptura del intestino puede sobrevenir la muerte (Overgaauw y Lewis, 1997).

2.1.2. Ciclo biológico

El ciclo biológico de éstos Ascáridos es directo pero complejo, incluye una migración traqueal y una somática. Los adultos liberan gran cantidad de huevos no embrionados que se evacuan junto con las heces. En el medio ambiente desarrollan una larva infectante en un período de 3-6 semanas hasta varios meses dependiendo del tipo de suelo y las condiciones climáticas. Los huevos larvados son luego ingeridos por hospedadores naturales y paraténicos. En el intestino de éstos los huevos eclosionan y las larvas migran por vía sanguínea hacia todas las partes del cuerpo. Los huevos pueden permanecer viables en el medio ambiente durante al menos un año. A menos de 10 °C no ocurre el desarrollo larval y las larvas mueren a -15 °C. (Vignau et al., 2005). El suelo es el reservorio donde los huevos

evolucionan a formas infectantes, segundo estadio juvenil (L2) pudiendo permanecer viables durante periodos de tiempo prolongados, de uno a tres años. Los caninos desde los 20 días hasta el año de edad actúan como diseminadores de la parasitosis, así como también son diseminadoras las hembras mayores de 1 año en celo, preñez o lactancia (Minvielle et al., 1999).

Después de la ingestión de huevos infectantes, en los animales jóvenes el parásito realiza la migración traqueal en donde las larvas eclosionan en el intestino delgado, atraviesan el hígado y llegan a los pulmones a través del sistema vascular. Las larvas penetran a través de las paredes alveolares y migran hacia la tráquea y faringe. Luego de ser deglutidas, completan su desarrollo en el estómago e intestino delgado. Los primeros huevos aparecen en las heces 4 a 5 semanas post-infección. Cuando la mascota comienza a crecer, la probabilidad de que las larvas alcancen el estado adulto disminuye considerablemente. Las larvas que no pueden perforar las paredes de los alvéolos inician una migración somática, quedan enquistadas en los tejidos y constituyen larvas hipobióticas en equilibrio inmunitario con el hospedador (Vignau et al., 2005).

Las larvas en su migración dejan trazos de hemorragias, necrosis y células inflamatorias; algunas son destruidas por la respuesta inmune del huésped y otras forman granulomas eosinofílicos (Radman et al., 2000).

Las vías de infección son varias: oral, transplacentaria, transmamaria, y mediante hospedadores paraténicos. Infección transplacentaria (intrauterina): varios estudios han demostrado que cerca del 100% de los caninos se infectan con larvas somáticas por vía uterina desde el día 42 de gestación. Este es el modo más importante de transmisión en los perros. Las larvas somáticas en las perras preñadas son reactivadas probablemente por varios factores, algunos aún desconocidos, aunque se ha sugerido que la reactivación depende de los cambios hormonales durante la preñez. En las horas posteriores al nacimiento, las larvas presentes en el hígado de los neonatos migran hacia los pulmones y completan una migración traqueal. Los adultos pueden encontrarse a partir de las dos semanas de vida. La transmisión transplacentaria ocurre durante las sucesivas gestaciones, aún en ausencia de nuevas reinfecciones entre los partos. Infección transmamaria: luego de la reactivación, son también transmitidas a través del calostro y la leche durante al menos 38 días post-parto. Las larvas son ingeridas por los cachorros y desarrollan hasta adultos directamente en el intestino

delgado sin migración traqueal. Hospedadores paraténicos: diversos roedores, pájaros, lombrices de tierra e insectos pueden albergar larvas somáticas en sus tejidos y actuar como hospedadores paraténicos. Luego de la ingestión de larvas de un hospedador paraténico infectado con *T. canis* por un perro, las larvas desarrollan hasta adultos directamente en el intestino delgado sin realizar migraciones (Vignau et al., 2005).

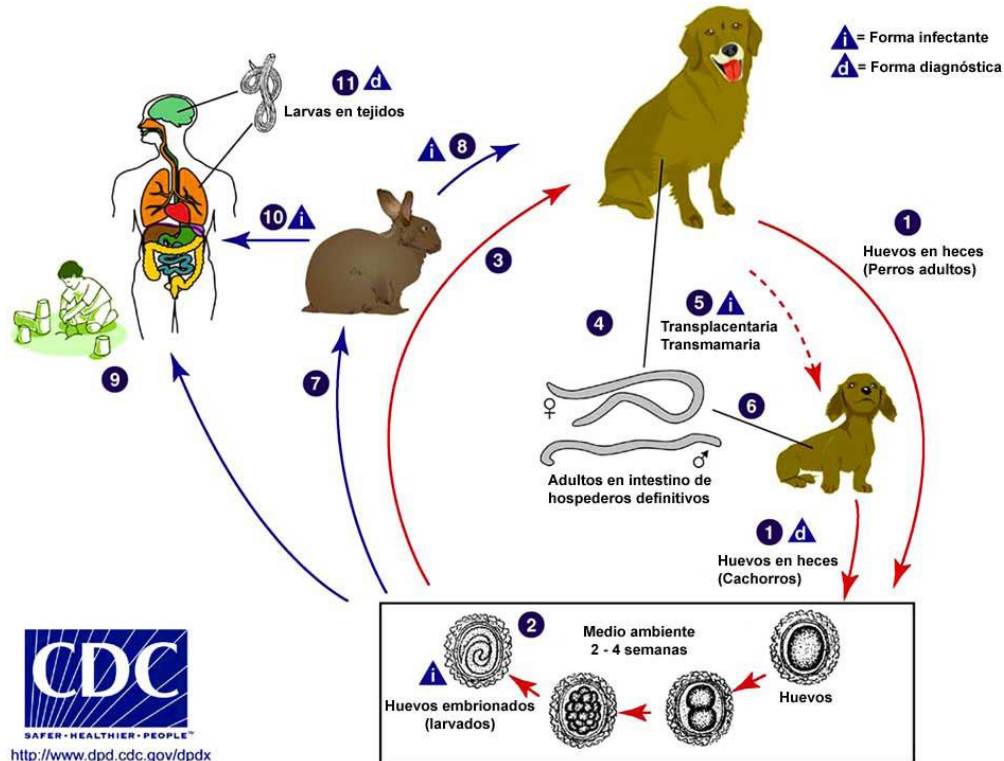


Fig. 1 Ciclo biológico de *Toxocara canis*

2.1.3. Epidemiología

La toxocariosis es una de las zoonosis más prevalentes a nivel mundial. La prevalencia de esta entidad varía de acuerdo al nivel socioeconómico y ubicación geográfica del país (Magnaval et al., 1998).

La infección en humanos está ampliamente ligada no solo a la infección en perros, sino también a la contaminación de espacios de esparcimiento, como parques. La infección por *T. canis* en caninos varía entre 2 y 43% de perros portadores de los nematodos adultos. Esta alta prevalencia de infección canina se correlaciona con un alto grado de contaminación de parques por huevos de *T. canis*; a nivel mundial la contaminación de parques oscila entre 2.9 y 75% de los parques (Gétaz et al., 2007).

El ambiente físico juega un papel crucial en el mantenimiento y distribución de los huevos de *Toxocara*, aunque este aspecto permanece desapreciado. Los huevos infectivos de todas las especies de ascáridos pueden permanecer viables en el medio exterior desde meses hasta años bajo condiciones óptimas debido a la gran resistencia de su cubierta externa. Esta capa acelular permite a los huevos resistir altas concentraciones de formalina y ácidos inorgánicos, variaciones extremas de temperatura y varios grados de humedad. Los huevos incluidos en el aglomerado fecal son distribuidos por la lluvia y el viento. Las lombrices de tierra y los mamíferos pequeños tienen un importante papel dispersando los huevos a partir de la fuente. Las lombrices de tierra descargan una gran cantidad de suelo procesado (parcialmente digerido) hacia la superficie de la tierra, desde profundidades tan grandes como 2 pies. Los mamíferos pequeños (perros, gatos, ardillas), juegan un papel similar al de las lombrices de tierra en la dispersión de huevos embrionados a pesar de ser menos eficientes (De la Fe, 2006)

La toxocariosis puede considerarse como una enfermedad olvidada o descuidada, lo cual tiene múltiples implicaciones en la salud pública en términos epidemiológicos, de control y de prevención (Breña et al., 2007). Dada la coexistencia de los perros con el ser humano, tanto de cachorros como de adultos y la alta prevalencia que puede encontrarse de infección por *T. canis* en estos, aunado al patrón fundamentalmente urbano, de estudiarse la toxocariosis puede ser encontrada como un grave problema de salud pública que aún no ha sido identificado como tal (Delgado y Rodríguez, 2009). Estos parásitos representan un riesgo

potencial para la población humana, principalmente en lugares donde los perros no reciben la atención médica adecuada (Taranto et al., 2000).

En el sureste de México se han hecho algunos estudios con respecto a la epidemiología de las parasitosis caninas los cuales demuestran su presencia y su impacto sobre la salud animal (Martínez et al., 2008).

Prevalencia de *Toxocara canis* en México:

- 28.07% en cachorros, 2.43% en perros jóvenes y 12.79% en perros adultos de 270 perros de la ciudad en Campeche, México. (Martínez et al., 2008).
- 14.44% en perros de la ciudad de Campeche (Encalada et al., 2011).
- En Mexicali, Baja California se encontró una seroprevalencia del 88% para los perros del Centro Antirrábico, 58.1% en perros de clínica y 8.1% en niños atendidos en el IMSS (Tinoco, 2002).

Factores de riesgo

- Posesión de perros menores de 1 año de edad (P <.05; OR=1.78)

(Romero et al., 2013).

- Animales menores de 6 meses presentan mayor riesgo de infestarse con *T. canis* que los animales mayores de 72 meses (P <.05; OR 4.13)

(Loza et al., 2006).

- Numero de perros presentes en el hogar (P=.017; OR=1.9).
- Movimiento de perros entre el hogar y calle (P=.002; OR=2.42).

(Tinoco, 2002).

2.1.4. Diagnóstico

Mientras que en el hospedador definitivo (cánidos) el diagnóstico de la infección producida por *T. canis* se realiza mediante técnicas coproparasitológicas por flotación, sedimentación o filtración, no es posible utilizar estos métodos para el diagnóstico de la toxocariosis en hospedadores paraténicos, ya que no eliminan parásitos en sus heces y también es difícil encontrarlos migrando a través de los tejidos del hospedador. (Espinoza et al., 2000).

El diagnóstico suele apoyarse en técnicas inmunológicas, el problema radica en la dificultad de obtener un antígeno específico para larvas juveniles de *Toxocara canis* que no presente reacción cruzada con otros helmintos tisulares o intestinales. Se ha obtenido para ello un antígeno específico de los productos de excreción/secreción de larvas de *T. canis* el cual tiene mayor sensibilidad y especificidad, este se usa en la ELISA, la técnica actual de elección en la mayoría de países (Delgado et al., 1992). En términos generales se ha reportado que la sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de la toxocariosis es de 78% y 93% respectivamente, previa absorción con *Ascaris suum* para remover anticuerpos con reacción cruzada (Manson et al., 2003).

Una historia de exposición a suelos contaminados por heces de cachorros infectados y geofagia suelen ser antecedentes epidemiológicos de importancia para el diagnóstico. En el caso del síndrome de larva migrans los hallazgos de laboratorio más consistentes son eosinofilia, leucocitosis y disminución de la relación albúmina/globulina (Manson et al., 2003).

2.1.5. Control

Las autoridades de salud deben ejercer un verdadero control, basado en un planteamiento integral de abordaje ante la situación, dirigido especialmente al control de los perros, particularmente de los cachorros y las perras preñadas, que deben recibir tratamiento regular con antihelmínticos, sobre todo cuando exista la posibilidad de contacto con seres humanos, especialmente con niños. Debe ejercerse un apropiado control del ingreso de perros a ciertos lugares, como por ejemplo cajas de arena de parques públicos e igualmente la restricción de acceso a estos ya que allí pueden dejar sus heces contaminadas generando con el tiempo un factor de riesgo o exposición para los niños que frecuentan dichos lugares y pueden ingerir tierra contaminada. La regulación de las autoridades municipales en cuanto a la disposición de las excretas de los perros también es de fundamental importancia. En muchos

lugares no solo se exige que el dueño recoja las excretas de su mascota, sino que proveen en dispensadores especiales bolsas para recoger las heces de los perros (ej. Suiza o Chile) (Castillo et al., 2000).

Finalmente, también es importante mencionar que dichos programas de control deberían incluir campañas educativas que alerten a la población acerca de los riesgos de esta zoonosis y así como de las medidas para prevenirlas (UPCH-DISA, 2007).

2.2. Taeniasis

Las infecciones con especies de *Taenia* son un riesgo para los humanos en algunas regiones. Están asociados típicamente con ganado y cerdo. Una variedad de especies de Tenias se pueden encontrar en perros incluyendo *Taenia hydatigena*, *Taenia pisiformis* y *Taenia multiceps*. (Scott et al., 2010)

Taenia sp. tiene un ciclo con un hospedador definitivo y uno intermediario. El hospedador definitivo son especies carnívoros/omnívoros como perros, coyotes, zorros y humanos. Hospedadores intermediarios son especies como bovinos, ovejas, cerdos, liebres, conejos y varios roedores (Ing et al., 1998).

Los humanos pueden ser accidentalmente hospedadores intermediarios de tenias. Las tenias adultas pueden ser muy largas, desde 10 cm hasta 1 metro de largo, dependiendo de la especie. Viven en intestino delgado del huésped definitivo, y proglótidos grávidos o huevecillos son expulsados con las heces. Los huevecillos son expulsados cuando los proglótidos son dañados durante el trayecto gastrointestinal liberando los huevecillos. Los huevecillos son inmediatamente infectivo y eclosionan después de la ingestión por un apropiado huésped intermediario, incluyendo humanos. El cestodo en su estado juvenil penetra la pared intestinal y migra hacia diferentes lugares, como hígado, musculo esquelético o corazón. Ahí ellos maduran y son infectivos para huéspedes definitivos cuando ingieren los tejidos del huésped intermediario infectado (Georgi y Georgi, 1990).

2.2.1. Signos clínicos

Típicamente, animales infectados no muestran signos clínicos aparentes, a veces se puede presentar irritación perianal como resultado del contacto de los proglótidos con este (Scott et al., 2010).

2.2.2. Ciclo biológico

2.2.2.1. *Taenia hydatigena*

Los huevos salen en las heces, ya sea en el proglótido grávido o libre por ruptura de éste. Los huéspedes intermediarios son ovinos, caprinos, bovinos, cerdos, ardillas, cricetos y rumiantes silvestres. El perro, gato y hombre también se pueden infestar. La infestación se realiza mediante la ingestión de los huevos en el agua o los alimentos contaminados, y por la subsecuente liberación de la oncósfera a nivel intestinal. El embrión hexacanto y oncósfera, pasa por la porta y algunas veces llega a la cava en donde es transportado a varias partes del cuerpo; emigra por el parénquima hepático, llega a la superficie y pasa a la cavidad abdominal en 3 a 4 semanas en donde se desarrolla el *Cysticercus tenuicollis*. Tiene forma esferoide de 5cm de diámetro de pared transparente, llena de líquido y en cuyo interior contiene un escólex unido a la pared de la vesícula. Los huéspedes definitivos e infestan por depredación e ingestión de vísceras infestadas (Quiroz, 1999).

2.2.2.2. *Taenia pisiformis*

Los conejos ingieren huevecillos, los cuales eclosionan en el intestino delgado y atraviesan la pared intestinal viajando por vía sanguínea hasta llegar a hígado. El cisticerco permanece de 2 a 4 semanas en el hígado después migra hacia la cavidad peritoneal donde puede formar quistes en distintos órganos. Cuando el perro se come al conejo e ingiere al cisticerco, el protoscolex se queda en intestino delgado donde crece formando proglótidos, cada proglotido contiene huevecillos que son liberados junto con las heces al medio ambiente (Quiroz, 1999).

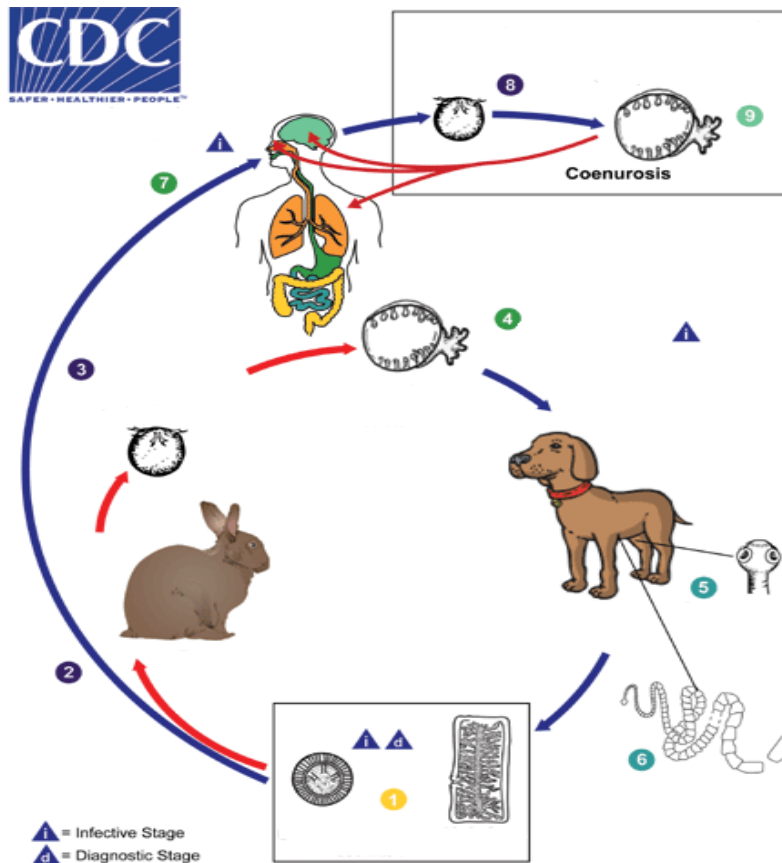


Fig. 2 Ciclo biológico de *Taenia pisiformis*.

2.2.2.3. *Taenia multiceps*

Los huevos salen en proglótidos o libres en las heces, que contaminan el agua o alimentos de los huéspedes intermediarios que pueden ser ovinos, cabras, bovinos, equinos, otros ungulados y el hombre. La oncósfera libre en el intestino pasa por la vía sanguínea a varias partes del cuerpo, desarrollándose únicamente las que llegan al sistema nervioso central. La fase larvaria o *Coenurus cerebralis* se desarrolla en 7 a 8 meses, alcanzando un tamaño de aproximadamente 5-10 cm de diámetro. El aspecto del cenuro o quiste es esferoide, con una pared delicada y traslúcida que tiene en su cara interna una gran cantidad de gránulos como racimos de uvas que contienen escólices. El huésped definitivo se infesta por depredación del intermediario infestado, alcanzando su desarrollo en el intestino entre los 41 y 72 días; en perros jóvenes se desarrolla más rápido que en los viejos. El período patente es de 8 meses, pero en algunos casos llega a ser 1.5 a 2 años (Quiroz, 1999).

2.2.3 Epidemiología

Uno de los factores de mayor interés es el número de huevos eliminados y su distribución en el medio, aspecto que varía en función de la especie de cestodo y tiene relación con el número de ejemplares presentes en el intestino y el ritmo de eliminación de proglótidos. Los perros infectados por *Taenia hydatigena* raramente albergan más de 15 vermes. Los proglótidos grávidos de *Taenia hydatigena* contienen entre 27,000-63,000 huevos, los de *Taenia pisiformis* 41,200 que eliminan 2-3 proglótidos/día. La temperatura y especialmente la desecación son los dos factores ambientales más importantes que limitan la transmisión de las cestodosis, ya que pueden ser letales para la supervivencia de los huevos fuera del hospedador. Otro factor importante es la dispersión de los huevos, la mayoría quedan en un radio de 180 metros del punto en el cual han sido depositados, aunque la dispersión puede ser muy superior, posiblemente al ser transportados por dípteros. En relación con los hospedadores, la transmisión y el tipo de cestodosis contraída están determinados por diversos factores, tales como hábitos alimentarios y la forma de vida, aparte de determinadas pautas de comportamiento humano que posibilitan el acceso de perros y gatos a los hospedadores intermediarios. Esto explica que algunas cestodosis, como la equinococosis y diversas teniosis (*T. ovis*, *T. hydatigena*, *T. multiceps*) sean más frecuentes en perros pastores que mantienen un estrecho contacto con el ganado, mientras que otras (*T. pisiformis*, *T. taeniformis*, *T. serialis*, *E. multilocularis*) están ligadas a hábitos depredadores que permitan la captura de pequeñas presas (roedores, lagomorfos) (Cordero y Vázquez 1999). Perros viejos presentan mayor riesgo de infestarse con *Taenia hydatigena* (Bentounsi et al., 2009). En estudios de prevalencia de teniasis en México se hizo un estudio en Querétaro donde hubo una prevalencia de 5.4% de *Taenia* sp. (Fernández, 2002).

2.2.4. Diagnóstico

El diagnóstico se basa en la identificación de segmentos del gusanos en las heces por examinación directa o detección de huevos utilizando flotación fecal. Una sola muestra fecal para análisis tiene una sensibilidad muy baja debido a que los proglótidos no se distribuyen uniformemente en las heces, tampoco se están expulsando continuamente en las heces de animales infectados, y se prefiere exámenes coprológicos de 3 muestras que se colectaron durante la semana. La purgación con sustancias como la arecolina puede utilizarse para incrementar la posibilidad de detectarlos, pero no es práctico ni una prueba justificable para un análisis de rutina (Scott et al., 2010).

2.2.5. Control

La prevención se basa en evitar que los perros ingieran vísceras o tejidos de los huéspedes intermediarios: ganado ovino y bovino (*T. hydatigena*, *T. ovis*, *T. multiceps*), lagomorfos (*T. pisiformis*, *T. serialis*) y pequeñas presas (*T. taeniaeformis*). El control estricto de los puntos de sacrificio, que debe restringirse a mataderos autorizados donde se asegure el decomiso y destrucción de las vísceras y canales parasitadas, y junto con medidas necesarias para evitar que en las explotaciones ganaderas se alimente a los perros con vísceras crudas y se abandonen en el campo los animales muertos o sus vísceras (Cordero y Vázquez 1999).

2.3. Dipilidiosis

Dipylidium caninum es un parásito del intestino delgado de los perros, gatos, zorros y ocasionalmente el hombre. Es el cestodo más frecuente del perro en la mayor parte del mundo y tiene una distribución cosmopolita (Acha y Szyfres, 1988.). Se localiza habitualmente el parásito adulto en casi todo el intestino de perros; constituyen sus hospederos intermediarios pulgas de las especies *Ctenocephalides canis*, *C. felix*, *Pulex irritans*, y el piojo del perro, *Trichodectes canis*. La forma infestante es una larva cisticercoide, *Cryptocystis trichodectes* (Leventhal et al., 1995). *D. caninum* puede ser transmitido a los humanos por ingestión accidental de la pulga infectada con metacestodos (Watanabe et al., 1993). En los perros la presencia y acción del estado adulto de *D. caninum* en el intestino se caracteriza clínicamente por problemas digestivos, diarreas, mala digestión y prurito en la región perianal, produciéndole daño a la salud de los animales afectados (Boreham et al., 1990).

2.3.1. Signos clínicos

Los hospederos definitivos son el perro y el gato y en ellos no ocasiona síntomas, a excepción de prurito anal. Sólo cuando la carga parasitaria es alta puede provocar trastornos gastrointestinales, que incluso pueden llevar a una obstrucción intestinal. Las manifestaciones clínicas varían, dependiendo entre otros factores, de la edad, sexo, raza y condición física de los animales. Un signo característico es la observación de las proglótidas en la zona perineal de los animales o en los lugares donde descansan (Molina et al., 2003).

2.3.2. Ciclo Biológico

Los proglótidos terminales de la tenia se eliminan con las heces; poseen tanto musculatura longitudinal como circular, pueden moverse cerca de la región perianal del animal, en las heces o cruzar cualquier superficie donde quedan depositados. En el medio ambiente se desecan y se arrugan al deshidratarse, a veces recuerdan a los granos de arroz crudos. Los adultos parasitan el intestino delgado, y los segmentos grávidos terminales son eliminados al medio ambiente junto con las heces. Los estados larvales de la pulga del gato (*Ctenocephalides felis*) pueden alimentarse de éstos e ingerir los huevos de *Dipylidium caninum*. Las larvas de *Pulex irritans*, *Ctenocephalides canis*, y el piojo del perro, *Trichodectes canis*, son también capaces de participar en el ciclo evolutivo como hospedadores intermediarios. En la pulga, el embrión hexacanto desarrolla a cisticercoide, estado larvario que será infectante para los perros y los gatos que lo ingieran accidentalmente. El tiempo de desarrollo del cisticercoide está condicionado por la temperatura ambiental. La pulga se infecta como larva, sin embargo hasta que la pulga adulta haya emergido desde su pupa, el embrión hexacanto no desarrolla a un cisticercoide infectante. El desarrollo se completa en el último día solamente en respuesta a la temperatura corporal del hospedador. La pulga puede contener un promedio de 10 cisticercoides con un rango de 2 a 82. La ingestión de la pulga sucede durante el acicalamiento canino o felino, fenómeno que conduce a la infección de los hospedadores susceptibles (Vignau et al., 2005).

Los niños se infectan cuando tienen contacto con un perro o gato con pulgas infectadas y son ingeridas accidentalmente o tragadas cuando se encuentra en pisos o patios (Bowman, 1995). La infección tiene un período pre-patente de 20 días. La carga parasitaria se relaciona directamente con el número de larvas cisticercoides presentes en las pulgas y por la cantidad de insectos ingeridos. La carga parasitaria en humanos generalmente es baja, con escasos reportes de infección múltiple (Reis et al., 1992).

En humanos los casos generalmente se reportan en infantes, como resultado de bajos estándares de higiene (Watanabe et al., 1993).

2.3.4. *Diagnóstico*

Se realiza mediante la identificación de los proglótidos grávidos expulsados por el individuo junto con las heces; característicamente éstos tienen forma de semilla de melón con un poro genital a cada lado. Dentro se observan las cápsulas ovigeras con 20-30 huevos, cada uno posee una oncósfera con seis ganchos (Rodríguez et al., 1996).

El hombre es hospedero accidental, y se infecta al ingerir al hospedero intermediario. El diagnóstico de esta parasitosis no es fácil, ya que en las heces no se visualizan los huevos, sino los proglótidos grávidos, fragmentos del parásito y/o el parásito completo (Leventhal et al., 1995).

2.3.5. *Control*

Vignau et al. (2005) menciona que una medida importante es llevar a cabo un programa de control contra las pulgas asociado con un tratamiento de la dipilidiosis. El dueño de los animales debería estar informado del potencial de reinfección a través de la pulga como hospedador intermediario cuando se indica un tratamiento cestodicida. Evitar que los niños jueguen, besen o sean lamidos por animales que tienen pulgas, eliminar en la basura heces de perros.

2.4. *Cystoisosporosis*

La isosporosis en perros es una infección parasitaria debida a la presencia y acción del protozoo del género *Isospora*. Clínicamente se caracteriza por producir un cuadro de enteritis y diarrea, con anemia (Quiroz, 1999).

2.4.1. *Signos clínicos y ciclo biológico*

El ciclo biológico es típicamente coccidiano. Los ooquistes salen con las heces de los animales parasitados. En el medio ambiente se produce la esporulación formándose dos esporoquistes que contienen cuatro esporozoítos cada uno, adquiriendo entonces la capacidad infectante. Cuando los ooquistes esporulados son ingeridos por un nuevo hospedero, se produce la esquizogonia, endodiogenia y gametogonia, en las células epiteliales o en la lámina propia del intestino delgado, ciego y colon, donde como fase final se formarán los ooquistes que saldrán con las heces y esporularán en 1-4 días. El período de prepatencia es de 9-11 días y la patencia de unas 4 semanas. Las coccidiosis cursan con diarrea (heces líquidas o

pastosas) que, ocasionalmente pueden presentar moco, sangre o ambos. Otros signos presentes, sobre todo en animales jóvenes son: letargia, pérdida de peso, aerofagia, deshidratación y vómitos (Cordero y Vázquez, 1999).

2.4.2. Epidemiología, diagnóstico y control

La vía de contagio más frecuente para perros y gatos es la ingestión de ooquistes esporulados (formas infectantes) procedentes de otros animales enfermos que contaminan el medio (*Cystoisospora*). En general, en la mayoría de los animales infectados la coccidiosis cursa sin sintomatología aparente. En los casos de coccidiosis clínica se asocia siempre a condiciones de hacinamiento, estrés, deficiencias sanitarias (tiendas de animales, criaderos, perreras); enfermedades concomitantes, desnutrición y cualquier estado de inmunocompromiso predispone al padecimiento de estos procesos. El diagnóstico se basa en demostrar la presencia de los ooquistes, en las heces de los animales sospechosos mediante un análisis coprológico de rutina por flotación. Dado que la mayoría de los ooquistes deben permanecer en el medio ambiente durante unas horas para adquirir la capacidad infectante, la prevención de estos procesos resulta relativamente sencilla, evitando que los animales parasitados mantengan contacto con las heces, extremando las medidas de limpieza y desinfección (Cordero y Vázquez, 1999).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acha P. y B. Szyfres Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 2a ed. México: Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud; 1988. p. 727-8.
- Acha, P. N. & B. Szyfres. 2001. Zoonoses and Communicable diseases common to man and animals. 3rd Ed. Pan American Health Organization, Pan American Sanitary Bureau, Regional Office Of The World Health Organization, Washington, D.C., U.S.A.
- Ajlouni AQ, Saliba EK, Disi AM. Intestinal cestodes of stray dogs in Jordan. *Z Parasitenkd* 1984; 2:203-210.
- Boreham RE, Boreham PFL. *Dipylidium caninum*: Life cycle, epizootiology and control. *Comp Cont Ed Prac Vet* 1990; 5:667-675.
- Bowman DD. Georgis' Parasitology for veterinarians. 6a ed. Philadelphia: Saunders Company, 1995: p. 145-146.
- Breña, J. P., L. Huayanay, R. A. Hernández, Y. Espinoza, W. Roldán y C. P. Maguiña. 2007. Seroprevalence of Toxocariosis in children at educative facilities of the district of San Juan de Lurigancho. 56th Annual Meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene, Philadelphia, USA. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 77(Suppl. 5): 110.
- Castillo, D., C. Paredes, C. Zanartu, G. Castillo, R. Mercado, V. Muñoz y H. Schenone. 2000. Environmental contamination with *Toxocara* sp. eggs in public squares and parks from Santiago, Chile. *Bol. Chil. Parasitol.* 55: 86-91.
- Cordero C. M. y Vázquez, F.A 1999. *Parasitología Veterinaria*. 1 ed. Madrid, E. Editorial McGraw-hill-interamericana de España, S. A. U. 615-619, 626 – 640. p.
- De la Fe, R. P., R. B. Dumenigo, A. E. Brito y S. J. Aguiar. 2006. *Toxocara canis* y síndrome Larva *migrans visceralis*. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 04.
- Delgado, O., P. Asso, C. Botto, G. Ramirez, M. Leal y R. Mattei. 1992. Estandarización de un método para detectar antígenos circulantes de *Toxocara canis*. LII Convención Anual de ASOVAC, Caracas, Venezuela.
- Delgado, O. y A. J. Rodríguez. 2009. Aspectos clínico-epidemiológicos de la toxocariosis: una enfermedad desatendida en Venezuela y América Latina. *Bol Mal Salud Amb.* 2009, vol.49, n.1, pp. 1-33. ISSN 1690-4648.
- Despommier, D. 2003. Toxocariosis: Clinical aspects, epidemiology, medical ecology and molecular aspects. *Clin. Microbiol. Rev.* 16: 265-272.
- Encalada L.A., E. I. Ubaldo, J.J. Vargaz, M. J. García, R. E. Medina. Prevalencia de parásitos gastroentericos de canidos en la ciudad de Escárcega, Campeche, Mexico. 2011. *Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Campeche*, 27(2): 209-217. Campeche, Mexico.

Espinoza, E. S., J. L. Arellano, M. M. Sánchez, A. M. Álvarez. 2000. Parasitosis de interés en nuestro medio: aspectos actuales de la toxocariosis humana. Vol. 36. No. 10. Laboratorio de Parasitología. Universidad de Salamanca. Salamanca. Unidad de Enfermedades Infecciosas y Medicina Tropical. Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Fernández C.F. y A.G. Cantó. 2002. Frecuencia de helmintos en intestinos de perros sin dueño sacrificados en la ciudad de Querétaro, Querétaro, México. *Veterinaria México* 33(3): 247-253.

Georgi JR , Georgi ME . *Parasitology for Veterinarians* . Philadelphia : W.B. Saunders , 1990.

Gétaz, L., F. Samalvides, J. P. Breña, D. Torrejon y C. P. Maguiña. 2007. Relación entre Toxocariosis y Asma: estudio prospectivo en niños del Hospital Nacional Cayetano Heredia, Lima, Perú. *Acta Med Per*; 24(2): 11-20.

Ing MB , Schantz PM , Turner JA . Human coenurosis in North America: case reports and review . *Clin Infect Dis* 1998 ; 27 : 519 – 523 .

Leventhal R, Cheadle RF. Parasitología médica. 3ra ed. México, DF: Nueva Editorial Interamericana; 1995. p. 51.

Loza Vega Ariel, Gonzales Rojas José Luis, Marin López Gloria. 2006. Estudio epidemiológico de *Toxocara* sp. y *Ancylostoma* sp. en canes y paseos Públicos de los distritos I al V de Santa Cruz de la Sierra. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. VII, núm. 9. pp. 1-23.

Mccarthy J, Moore TA. Emerging helminth zoonoses. *Int J Parasitol.* 2000;30:1351-1359.

Magnaval, J. F., L. Glickman y P. Dorchies. 1998. Highligths Apaza A, et al. Soil Contamination and Human Infection by *Toxocara* sp. in the Urban Area of Lima, Peru. *Mem Inst Oswaldo Cruz*; 93(6): 733-734.

Manson, P., G. C. Cook y A. Zumla. 2003. Manson tropical diseases. 21st Edn. Saunders, London, UK.

Martínez, B. T., C. E. Gutiérrez, S. E. Alpízar y L. R. Pimienta. 2008. Contaminación parasitaria en heces de perros, recolectadas en calles de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Vet. Mex.* 39(2):173-180.

Minvielle, M. C., G. Niefeld, M. L. Ciarmela y J. A. 1999. Basualdo. Toxocariosis causada por *Toxocara canis*: Aspectos clinicoepidemiológicos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*; 17: 300-6.

Molina C P, Ogburn J, Adegboyega P. Infection by *Dipylidium caninum* in an infant. *Arch Pathol Lab Med* 2003; 127: e157-9.

OPS/OMS. Marco de referencia de un programa regional para el control de las geohelminosis y esquistosomosis en América. <http://www1.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/psit-marco-ref.pdf>. 2003.

Overgaauw, A. M. Aspects of *Toxocara* epidemiology: Toxocarosis in dogs and cats. *Crit Rev Microbiol* 1997; 23(3): 233-51.

Tinoco-Gracia L, Barreras-Serrano A, López-Valencia G, Tamayo-Sosa AR, Quiroz-Romero H, Melgarejo T. Seroprevalence of larva migrans of *Toxocara canis* and evaluation of associated risk factors among children in a Mexico-United States border region, *Int J Appl Res Vet M.* 2008;6:130-6.

Tinoco-Gracia L., Barreras-Serrano A, Lopez-Valencia G, Tamayo-Sosa A R, Rivera-Henry M, Quintana-Ramirez E. Frequency of *Toxocara canis* eggs in public parks of the urban area of Mexicali, BC, Mexico. *J Anim Vet Adv.* 2007;6:430-434.

Pangui LJ, Kaboret Y. Helminths of dogs in Dakar, Senegal. *Rev Med Vet* 1993; 10:791-794.

Quiroz, R. H. 1999. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México D. F. Editorial Limusa S. A de C. V. 141, 304-308 p.

Radman, N. E., S. M. Archelli, R. D. Fonrouge, M. del V. Guardis y O. R. 2000. Toxocarosis neurológica: descripción de un caso clínico. *Rev Chil Neuro-Psiquiatr*; 38: 196-200.

Reis C J, Perry F M, Evans N. *Dipylidium caninum* in an infant. *Eur J Pediatr* 1992; 151: 502-3.

Rodríguez-Vivas RI, Bolio-González ME, Domínguez- Alpizar JL, Aguilar-Flores JA, Cob-Galera LA. Prevalencia de *Dipylidium caninum* en perros callejeros de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Rev Biomed* 1996; 48:812.

Romero, C. N., D. M. Mendoza, A. S. Yañez, M. M. Ponce, M. P. Bustamante, D. N. Ramirez. 2013. Prevalence and Risk Factors Associated with *Toxocara canis* Infection in Children. *The Scientific World Journal.* Volume 2013. Article ID 572089, 4 pages.

Scott J. W., M. B. Fulford., A. S. Peregrine and M. E.C. Anderson. 2011. Companion Animal Zoonoses: Parasitic diseases. ISBN: 978-0-8138-1964-8. Wiley-Blackwell. 16, 30, 54-56, 59 pp.

Stallbumer M. The prevalence and epidemiology of cestodes in dogs in Clwyd Wales. *An Trop Med Parasitol* 1987; 1:43-47.

Taranto, J. N., I. Passamonte, R. Marinconz, M. C. De Marzi, S. P. Cajal, I. Emilio y E. L. Malchiodi. 2000. Parasitosis zoonoticas transmitidas por perros en el chaco salteño. *Buenos Aires* 60 (2): 217-220.

Tinoco, G. L. Seroprevalencia y factores de riesgo asociados a larva migrans de *Toxocara canis* en niños y perros de Mexicali. 2002. Baja California. México.

UPCH-DISA. 2007. Toxocarosis, "El Parásito Viajero". Material educativo: Rotafolio y guía de uso. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) - Dirección de Salud (DISA) IV Lima Este; 2006. XVIII Congreso Latinoamericano de Parasitología, 21-25 Octubre 2007, Venezuela. *Bol. Mal. Salud Amb.* 47(Supl. 1): 332-333.

Vignau M. L., L. M. Venturini, J. R. Romero, D. F. Eiras, W. U. Basso. 2005. Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Toxocariosis en perros y gatos. P. 99, 100. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Watanabe T, Horii Y, Nawa Y. Case of *Dipylidium caninum* infection in an infant, the first case found in Miyazaki Prefecture, Japan. Jpn J Parasitol 1993; 3:234-236

Zinsstag J, Schelling E, Waltner-Toews D, Tanner M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. Prev Vet Med. 2011;101:148-156

CAPÍTULO 3

III ARTÍCULOS DERIVADOS DEL ESTUDIO

Austral J Vet Sci 49, 105-111 (2017)

ORIGINAL ARTICLE

3.1 Prevalence and distribution of intestinal parasites in stray dogs in the northwest area of Mexico

Enrique Trasviña-Muñoz^a, Gilberto López-Valencia^{a*}, Pedro Álvarez Centeno^b, Sergio A. Cueto-González^a, Francisco J. Monge-Navarro^a, Luis Tinoco-Gracia^a, Karla Núñez-Castro^a, Paulina Pérez-Ortiz^a, Gerardo E. Medina-Basulto^a, Alma R. Tamayo-Sosa^a, Daniel Gómez-Gómez^a

ABSTRACT. Zoonotic parasitic infections are a major global public and veterinary health problem and widespread among stray dogs. The objective of this study was to establish the prevalence of intestinal parasites in stray dogs in the urban, rural and coastal areas of Mexicali County in northwest Mexico. In 2014, from January to December, 380 stray dogs were captured. The entire small intestine, cecum and faeces samples were collected and examined by using simple zinc sulfate flotation and Lugol's solution staining. Data were statistically analysed. Overall, about 21.5% of examined dogs were found positive for intestinal parasites. *Toxocara canis* was the most frequent detected parasite, with a prevalence of 7.1%, followed by *Toxascaris leonina* (5.5%), *Cystoisospora* sp. (5.0%), *Taenia* sp. (3.9%) and *Dipylidium caninum* (2.8%). Dogs were more frequently found to be infected with a single genus of intestinal parasite (18.7%) than co-infected (2.8%). Intestinal parasites were more prevalent in samples from the coastal area (25%) than in those from the rural (24.4%) and urban (20.6%) areas, however, only statistical association was found between capture area and specific intestinal parasitic infection. There were significant differences in the prevalence of taeniasis among two age groups ($P<0.01$). A seasonal peak of prevalence for intestinal parasitic infections was found during spring ($P<0.05$), corresponding with a seasonal peak of prevalence of *T. canis* ($P<0.05$). The wide range of isolated parasites indicated that people residing in this area are at risk of exposure to these potentially hazardous zoonotic pathogens.

Key words: toxocaríasis, taeniasis, Mexico, public health.

RESUMEN. Las infecciones zoonóticas parasitarias son un problema global público y para la medicina veterinaria, siendo diseminadas por perros callejeros. El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de parasitosis intestinales en perros callejeros de la zona urbana, rural y costera del municipio de Mexicali, noroeste de México. En 2014, entre enero y diciembre, se capturaron 380 perros. Se colectó el intestino, ciego y heces y se examinaron utilizando flotación con sulfato de zinc y tinción con la solución de Lugol. Los datos fueron analizados estadísticamente. En general, alrededor del 21,5% de los perros examinados fueron positivos a parásitos intestinales. *Toxocara canis* fue el parásito más frecuentemente, con una prevalencia del 7,1%, seguido por *Toxascaris leonina* (5,5%), *Cystoisospora* sp. (5,0%), *Taenia* sp. (3,9%) y *Dipylidium caninum* (2,8%). Los perros fueron más frecuentemente encontrados infectados con un solo género de parásito intestinal (18,7%) que coinfectados (2,8%). Las parasitosis intestinales fueron más prevalentes en muestras de la costa (25%) que del área rural (24,4%) y urbana (20,6%), sin embargo solo se encontró asociación estadística entre el área de captura y las parasitosis intestinales específicas. Hubo diferencias significativas en la prevalencia de taeniasis entre los dos grupos de edad ($P<0,01$). El pico estacional de la prevalencia de infecciones parasitarias intestinales se encontró durante la primavera ($P<0,05$), correspondiendo con el pico estacional de *T. canis* ($P<0,05$). La amplia gama de parásitos aislados indicó que las personas que residen en esta zona están en riesgo de exposición a estos patógenos zoonóticos potencialmente peligrosos.

Palabras clave: toxocaríasis, teniasis, México, salud pública.

INTRODUCTION

Since humans began to live in close proximity to companion animals, zoonotic diseases have become a major problem for human health (Day *et al* 2012). Dogs can harbor a wide range of intestinal parasites, some of which have a zoonotic potential, such as *Toxocara canis*, *Dipylidium caninum* and *Taenia multiceps* (Weese *et al* 2011). Human parasitic infections typically occur following ingestion of infective eggs from contaminated water or soil, ingestion of infected meat from the cattle or ingestion of inadequately washed or cooked fruits and vegetables (Lee *et al* 2010). Public concern over canine parasitic diseases has been aggravated by the high and uncontrolled number of stray dogs in urban areas that shed parasite eggs and oocysts, representing a source of infection for humans (Traub *et al* 2005, Martínez- Barbabosa *et al* 2008). Furthermore, dogs infected with *Taenia* species, can also infect livestock leading to the development of cysts in their tissues and being the cause of monetary losses due to the confiscation of infected carcasses in abattoirs (Wondimu *et al* 2011).

In previous studies conducted in the municipality of Mexicali in northwest Mexico, the overall prevalence of parasitic diseases in stray dogs was 66% (Luna *et al* 1981). In 2007, another report showed a 56.1% serologic prevalence of toxocariasis in domestic dogs (Tinoco- Gracia *et al* 2007^a) and contamination with *Toxocara canis* eggs in 62.5% of soil samples collected from public parks and playgrounds where the presence of domestic and stray dogs was common and frequent (Tinoco-Gracia *et al* 2007^b). Since then, there are no other reports to follow up the prevalence of parasitic diseases in stray dogs from Mexicali. During 2014, the Municipal Animal Control Center (CEMCA) reported a total of 14,368 dogs captured. To control and reduce the prevalence rate of zoonotic parasitic infections, comprehensive data about their epidemiological features are required. Therefore, the present investigation evaluated the prevalence and distribution of intestinal parasites in stray dogs in the different areas of Mexicali, with special attention to potential zoonotic parasites.

MATERIAL AND METHODS

ETHICS STATEMENT

All animal handling procedures were conducted following national code NOM-033-ZOO-1995 and the local regulation for the control of domestic animals (Ayuntamiento de Mexicali 2009). All procedures were also approved by the Institutional Committee for Animal Ethics, represented by the Academic Group of Animal Health and the Academic Group for Diagnosis of Infectious Diseases, both part of the Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV), Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

DATA COLLECTION

Sex (male and female), dental age (younger and older than one year of age), size (small, medium and large dogs) and capture zone (urban, rural and coastal area from the municipality of Mexicali) were recorded at the time of sample collection and were used to establish associations with parasitic infections.

SAMPLE SIZE DETERMINATION

Sample size was determined using the formula described by Thrusfield (2007), with a 95% confidence interval. The expected prevalence of intestinal parasitic infections in dogs from Mexicali was 66% (Luna 1981).

$$n = \frac{1.96^2 \times p(1-p)}{d^2}$$

Where:

n = required sample size

p = expected prevalence 66%

d = desired absolute precision 5%

The minimum sample size was 344, but the final sample size was established at 380.

SAMPLE COLLECTION AND PARASITOLOGICAL PROCEDURES

A cross-sectional, epidemiological study was conducted in the Mexicali County from January to December 2014. The city of Mexicali is situated along the state's northern border with California and is the northernmost city in Latin America; it is located at latitude 32°37'40" N and longitude 115°27'16" W. In order to detect and identify intestinal parasites directly into the small intestine, cecum and faeces were collected from stray dogs captured by the CEMCA from three areas of the Mexicali municipality: (1) the urban area of the city of Mexicali City, (2) the rural area of the Mexicali Valley and (3) the coast area of San Felipe in the Sea of Cortez. An average of 32 dogs were randomly selected per month and location with a total of 380 dogs sampled. After the personnel from CEMCA had euthanised the dogs following their approved procedure, dog carcasses were dissected to remove the small intestine and cecum. Stool samples were taken directly from the rectum. Small intestine, cecum and stool samples were placed in plastic bags, identified, stored at 4 °C and sent to the Laboratory of Parasitology in IICV and analysed for the detection and identification of intestinal parasites. To detect and identify intestinal parasites, the small intestine and cecum were opened longitudinally for examination. Faecal samples were examined for eggs and oocysts by zinc sulfate flotation technique (specific gravity 1.250), and lugol's iodine was added to help in the identification of protozoan cysts and coccidial oocysts (Besné *et al* 2005). Helminths were detected in intestines and feces, however some tapeworms were not detected in faeces but they were detected in the intestine, for this reason eggs per gram (EPG) are not presented and protozoa were identified in stool. Morphological identification of adult parasites, eggs and oocysts were performed as described by Zajac *et al* (2012).

STATISTICAL ANALYSIS

Descriptive statistics indicators were calculated to establish the frequencies of the overall cases of parasitic intestinal infections, for each specific parasite, for single infected and co-infected samples, for capture zone and seasonal trend of parasitic infections. Inferential analysis were performed using Statistix 9® software, Chi square (χ^2) estimation were performed to establish associations between parasitic infections and analysed variables, odds ratio (OR) were also calculated with 95% confidence intervals.

RESULTS

Out of 380 faecal samples analysed for the presence of intestinal parasites, 82 (21.5%) were positive for at least one parasitic species. The prevalence of intestinal parasitic infections was 18.7% (71 of 380), being *T. canis* the most frequent parasite observed in this group of animals. In contrast, 2.8% (11 of 380 samples) of dogs were infected by at least two different species of parasites, being *T. canis* and *T. leonina* the most frequent observed co-infection (table 1). The overall prevalence of protozoa and helminths was 5% (19 of 380) and 17.1% (65 of 380), respectively. *T. canis* was the most common helminth (7.1%), followed by *T. leonina* (5.5%), *Taenia* sp. (3.9%) and *Dypilidium caninum* (2.9%). Based on capture area of the dogs, the largest frequency of infection with intestinal parasites was found in the coastal area of San Felipe, with an overall prevalence of 25%. In contrast, the lowest frequency was detected in the urban area of the city of Mexicali, with a prevalence of 20.6% (table 2). However, no significant differences were found between the three different areas and overall prevalence, but statistical association was found between capture area and specific intestinal parasitic infection, as demonstrated by the presence of *Cystoisospora* sp. only in the urban area ($P<0.05$). Taeniasis showed a higher prevalence in the rural area (14.2%) compared with the urban (2.7%) and coastal areas (0%) ($P<0.001$), with an OR of 5.8 (table 3). In contrast, the coastal area of San Felipe was characterised by a high prevalence of dypilidiasis (20%) ($P<0.001$), as well as a high risk of infection with an OR of 72.5 (table 4). Concerning seasonal trend, only *T. canis* showed a higher occurrence (16.2%) during spring season ($P<0.001$) (table 5). The overall seasonal prevalence of parasitic infections was higher in spring (27.5%) than in summer season (15.4%), with an odds ratio of 2.0, indicating twice the risk of parasitic infections during this season (table 6). No significant differences were found between intestinal parasitic infections and sex and size of dogs. However the variable age showed a significant difference for *Taenia* sp. ($P<0.01$) indicating higher prevalence in dogs older (5.7%) than one year (0%) (table 7).

Table 1. Samples detected with one or two genera of parasites.

Detected parasites	Positives/analysed	Prevalence
Single infection		
<i>Toxocara canis</i>	19/380	5.0%
<i>Toxascaris leonina</i>	12/380	3.1%
<i>Cystoisospora</i> spp.	17/380	4.4%
<i>Taenia</i> spp.	13/380	3.4%
<i>Dipylidium caninum</i>	10/380	2.6%
Subtotal	71/380	18.7%
Co-infection		
<i>Toxocara canis</i> + <i>Toxascaris leonina</i>	6/380	1.5%
<i>Toxocara canis</i> + <i>Taenia</i> spp.	2/380	0.5%
<i>Toxascaris leonina</i> + <i>Cystoisospora canis</i>	2/380	0.5%
<i>Dipylidium caninum</i> + <i>Toxascaris leonina</i>	1/380	0.2%
Subtotal	11/380	2.8%
Total	82/380	21.5%

Table 2. Prevalence by capture zone.

Total (n=380)	Mexicali City (n=291) (%)	Mexicali Valley (n=49) (%)	San Felipe Seaport (n=40) (%)	P
<i>Toxocara canis</i>	7.5	6.1	5	0.80
<i>Toxascaris leonina</i>	6.1	4.0	2.5	0.56
<i>Cystoisospora</i> spp.	6.5	0	0	0.047*
<i>Taenia</i> spp.	2.7	14.2	0	0.0003***
<i>Dipylidium caninum</i>	0.3	4.0	20	0.0000***
Overall prevalence	20.6	24.4	25	0.71

Comparison of overall and specific prevalences by capture zone. Results of χ^2 test.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$.

*** $P < 0.001$.

Table 3. Magnitude of association between taeniasis and capture zone.

Capture zone	Taenia +	Taenia –	Total	OR	95% IC	P
Mexicali City	8	283	291	1.0	Reference	–
Mexicali Valley	7	42	49	5.8	2.0-17.1	0.0003***
San Felipe	0	40	40	ND	ND	
Total	15	365	380			

Comparison of capture zone by taeniasis cases. Results of χ^2 test and odds ratio estimated with confidence intervals (IC) of 95%.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$.

*** $P < 0.001$.

Table 4. Magnitude of association between dipylidiasis and capture zone.

Capture zone	Dipylidium +	Dipylidium –	Total	OR	95% IC	P
Mexicali City	1	290	291	1.0	Reference	–
Mexicali Valley	2	47	49	12.3	(1.0-138.8)	0.0096***
San Felipe	8	32	40	72.5	(8.7-598.4)	0.0000***
Total	11	369	380			

Comparison of capture zone by dipylidiasis cases. Results of χ^2 test and odds ratio estimated with confidence intervals (IC) of 95%.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$.

*** $P < 0.001$.

Table 5. Prevalence by season of the year.

Total (n=380)	Spring (n= 80) (%)	Summer (n=110) (%)	Autumn (n=126) (%)	Winter (n=64) (%)	P
Toxocara canis	16.2	6.3	0.7	9.3	0.0004***
Toxascaris leonina	7.5	1.8	8.7	3.1	0.08
Cystoisospora spp.	8.7	1.8	6.3	3.1	0.12
Taenia spp.	2.5	1.8	3.9	9.3	0.08
Dipylidium caninum	0	3.6	5.5	0	0.053
Overall prevalence	27.5	15.4	24.6	18.7	0.16

Comparison of overall and specific prevalences by season of the year. Results of χ^2 test.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$.

*** $P < 0.001$.

Table 6. Magnitude of association between season and overall prevalence.

Season	Parasitized	Not parasitized	Total	OR	95% IC	P
Summer	17	93	110	1.0	Reference	–
Autumn	31	95	126	1.7	(0.9-3.4)	0.08
Winter	12	52	64	1.2	(0.5-2.8)	0.57
Spring	22	58	80	2.0	(1.0-4.2)	0.04*
Total	82	298	380			

Comparison of the season of the year by the overall prevalence. Results of χ^2 test and odds ratio estimated with confidence intervals (IC) of 95%.

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

*** $P < 0.001$

Table 7. Prevalence by age.

Total (n=380)	Younger than 1 yr (n=117) (%)	Older than 1 yr (n=263) (%)	P
Toxocara canis	4.2	8.3	0.15
Toxascaris leonina	4.2	6.0	0.47
Cystoisospora spp.	5.9	4.5	0.55
Taenia spp.	0	5.7	0.0084**
Dipylidium caninum	1.7	3.4	0.35
Overall prevalence	16.2	23.9	0.09

Comparison of overall and specific prevalences by age. Results of χ^2 test.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$.

*** $P < 0.001$.

DISCUSSION

The overall prevalence of intestinal parasitic infections found in this study was 21.5%. Previous studies conducted in Mexico showed some differences in the prevalence of intestinal parasites, such as a prevalence of 78% in stray dogs from Queretaro District (Fernández and Cantó 2002). Furthermore, other countries found higher prevalence of intestinal parasitic infections compared with this study. A study conducted in Spain reported an overall prevalence of 71.3%; while prevalences of 86.8%, 58.5%, 43 to 57.4% and 39.2% were found respectively in Ethiopia, Brazil, Italy and Japan (Martínez-Moreno et al 2007, Katagiri and Oliveira 2008, Paulos et al 2012, Kimura et al 2013, Zanzani et al 2014). These differences could be due to the fact that most of the geographic location of Mexicali has a desert climate where temperatures during late spring, summer and early autumn vary from 36 °C to 50 °C with low humidity (Servicio Meteorológico Nacional 2010). In addition to high temperatures, these climate conditions lead to a moisture deficit which may slow or even suppress the development of parasite eggs resulting in lower rate of viability (table 7), making it difficult for parasites to develop and survive in those extreme environmental conditions to produce infection (Polley and Thompson 2009). The most frequently detected parasite in the positive samples (n=82) was *T. canis* with 7.1% of all cases. It has been documented that *T. canis* eggs are very resistant to extreme weather conditions and chemical agents (Trillo- Altamirano et al 2003). *T. canis* also was more prevalent during the spring season when the soils are less dry due the climate in that season, having more chances to survive (Treonis and Wall 2005). Additionally, *T. canis* has different routes of infection, such as oral, transplacental, transmammary, and is well known that it can be transmitted by paratenic hosts, which facilitate the perpetuation of that parasite in the ecosystem (Díez-Baños et al 1999). The prevalence of *T. canis* found in this study was similar to that reported in a previous study conducted in the State of Yucatan, southeast Mexico, with an overall prevalence of 7.7% (Rodríguez-Vivas et al 2001), but lower than that reported in Queretaro, in the central part of Mexico with a prevalence of 13.9% (Fernández and Cantó 2002), the Distrito Federal, Mexico's national capital city with a prevalence of 14% (Núñez et al 2009) and Campeche, also in southeast Mexico with a prevalence of 14.4% (Encalada-Mena et al 2011).

Cystoisospora sp. was found only in the urban area of Mexicali. This parasite does not represent a zoonotic risk but it is important for dogs because it can damage the intestinal epithelium, causing liquid diarrhea with or without blood, dehydration, weight loss, vomiting, lethargy and anorexia (Miró-Corrales et al 1999). Another important finding in our study was the detection of *D. caninum* in 2.8% of cases. The prevalence of this parasite was higher than that reported in Yucatán (Rodríguez-Vivas et al 2001) but lower than in Queretaro (Fernández and Cantó 2002). Dipylidiasis is an important problem for public health, because it can infect young children causing a variety of gastrointestinal disorders (Neafie

and Marty 1993). The prevalence of *Taenia* sp. established in 3.9% in this study, was lower than the 5.4% reported in Queretaro (Fernández and Cantó 2002). The presence of *Taenia* sp. transmitted by dogs is important for public health. Larval stages of *Taenia serialis* and *T. multiceps* (King 2005) can form unilocular cysts in the central nervous system, eye, subcutaneous tissue and muscle tissue (Ing et al 1998). In this study we have identified an association ($P < 0.05$) between the cases of taeniasis and the capture zone (rural area of Mexicali). A possible explanation for this, is that the rural area of the Mexicali County is a zone characterised by poor sanitary conditions, where dogs lives in close contact with livestock, rodents and lagomorphs, animal species known to harbor *Taenia* sp. serving as intermediary hosts to complete their life cycle (Weese et al 2011). This finding is particularly important because in the rural area of the Mexicali County many large feedlot operations take place, with over 300,000 heads of cattle being fattened each year to send selected meat cuts to local and international markets (SEFOA, 2016), which can be at risk of being infected by contamination of food or water supplies with *Taenia* sp. eggs carried by dogs. For example, infection with *Taenia hydatigena* transmitted by dogs can lead to the development of cysts in tissues of the cattle and being the cause of organs, meat or carcass confiscation or condemnation during sanitary inspection at abattoirs, causing monetary losses to producers. (Wondimu et al 2011).

No significant differences were detected between parasitic infections and the variables of sex and size of dogs, however, an association ($P < 0.05$) was identified between dogs > 1 year and taeniasis. The cause for this might be that adult dogs move farther distances for feeding and breeding, giving them great chance to get in contact with material contaminated with eggs or get infected after hunting and feeding from rodents or lagomorphs infected with larval stages of *Taenia* sp. (Ajlouni et al 1984).

Dipylidiasis was found associated ($P < 0.05$) with presence only in the coastal area of San Felipe, over 100 miles away from urban and rural areas of the municipality and where the mild and more humid climate conditions are more favorable, and intermediary hosts such as the fleas *Ctenocephalides canis*, *Ctenocephalides felix*, *Pulex irritans* and the louse *Trichodectes canis*, can develop and survive to complete the biological cycle of *D. caninum* (Sánchez-Acedo et al 1999). Considering the public health implications of dipylidiasis, it is necessary to conduct an epidemiological study in this area to identify and evaluate the impact of the intermediary host for dipylidiasis.

According to the results of this study, it is concluded that one in five stray dogs carried at least one type of intestinal parasite. *Toxocara canis* was the most common parasite found in single infected cases (19/380) and co-infected cases (8/380). Additionally, parasites of importance to public health were identified such as *T. canis*, *T. leonina*,

D. caninum and *Taenia* sp. *Toxocara canis* was the most frequent parasite detected, which implies a higher risk to the population. Further studies are needed on the impact on the population of Mexico. The rural area of the Mexicali

valley is the region with higher risk for taeniasis infections mainly because of the large number of stray dogs living in close proximity with cattle management systems. Infection with *Taenia* sp. in carcasses during post-mortem inspection is difficult to achieve, suggesting that an undetermined number of carcasses pass the screening as being free of parasites and the meat is distributed and consumed in both domestic and international wholesale markets, thus increasing the risk of zoonotic transmission of *Taenia* sp. through infected meat. The low level of sensitivity inherent to the sanitary post-mortem examination (Abuise et al 2006), along with the lower rates of detection and official reporting of this type of parasite at local slaughterhouses and TIF abattoirs, generate an area of opportunity for the introduction and instrumentation of preventive medicine strategies in dogs and cattle that allows to reduce the risk of transmission to the human.

To control and reduce the problem of zoonotic intestinal parasitic infections both public and veterinary health services should work together, and animal ownership laws should be implemented in Mexico with severe fines for people who do not comply with them, in order to reduce the problem of stray dogs and intestinal parasitic zoonoses.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the requisites to obtain the grade of Doctor en Ciencias Agropecuarias of the present first author (Universidad Autónoma de Baja California). We thank the Animal Control Municipal Centre of Mexicali and students Priscila Nataly Ríos López and Rocío Yazmín Cazares from the Autonomous University of Baja California for their collaboration in this work.

REFERENCES

- Abuise S, Epe C, Schnieder T, Klein G, Kuhne M. 2006. Visual diagnosis of *Taenia saginata* cysticercosis during meat inspection: Is it unequivocal?. *Parasitol Res* 99, 405-409.
- Ajlouni AQ, Saliba EK, Disi AM. 1984. Intestinal cestodes of stray dogs in Jordan. *Zeitschrift für Parasitenkd* 70, 203-210.
- Ayuntamiento de Mexicali, México. 2009. Reglamento para el control de los animales domésticos del municipio de Mexicali, Baja California. Periódico Oficial del Estado de Baja California.
- Besné MA, Figueroa CJA, Quiroz RH, Ramírez GA, Ramos ME. 2005. Manual de Prácticas de laboratorio de parasitología. 1a ed. UNAM, Ciudad de México, México.
- Day JM, Breitschwerdt E, Cleaveland S, Karkare U, Khanna C, et al. 2012. Surveillance of zoonotic infectious disease transmitted by small companion animals. *Emerg Infect Dis* 18, 2-10.
- Díez-Baños P, Díez-Baños N, Morrondo-Pelayo MP. 1999. Parasitosis del perro y el gato: nematodosis. En: Cordero del Campillo M, Rojo-Vázquez FA, Fernández-Martínez AR, Hernández-Rodríguez S, López-Cozar IN, et al (eds). *Parasitología veterinaria*. 1a ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España, Pp 636-638.
- Encalada-Mena LA, Duarte-Ubaldo EI, Vargaz-Magaña JJ, García-Ramírez MJ, Medina-Hernández RE. 2011. Prevalencia de parásitos gastroentéricos de cánidos en la ciudad de Escárcega, Campeche, México. *Trópico Húmedo* 27, 209-217.
- Fernández-Campos F, Cantó-Alarcón GJ. 2002. Intestinal helminth frequency in stray dogs sacrificed in the City of Queretaro, in the State of Queretaro, in Mexico. *Vet México* 33, 247-253.
- Ing MB, Schantz PM, Turner JA. 1998. Human coenurosis in North America: case reports and review. *Clin Infect Dis* 27, 519-523.
- Katagiri S, Oliveira-Sequeira TC. 2008. Prevalence of dog intestinal parasites and risk perception of zoonotic infection by dog owners in São Paulo State, Brazil. *Zoonoses Public Health* 55, 406-413.
- Kimura A, Morishima Y, Nagahama S, Horikoshi T, Edagawa A, et al. 2013. A coprological survey of intestinal helminthes in stray dogs captured in Osaka Prefecture, Japan. *J Vet Med Sci* 75, 1409-1411.
- King CH. 2005. Cestodes (tapeworms). In: Mandell L, Bennett JE, Dolin R. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 7th ed. Churchill Livingstone, Philadelphia, USA, Pp 3290-3293.
- Lee AC, Schantz PM, Kazacos KR, Montgomery SP, Bowman DD. 2010. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends Parasitol* 23, 155-161.
- Luna D. 1981. Estudio parasitológico realizado en los perros sacrificados en el Centro Antirrábico de Mexicali, Baja California, durante los meses de mayo y junio de 1981.

Tesis Maestría, Instituto de Investigación en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, México.

- Martínez-Barbabosa I, Gutiérrez-Cárdenas EM, Alpizar-Sosa EA, Pimienta-Lastra R de J. 2008. Contaminación parasitaria en heces de perros, recolectadas en calles de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Vet Mex* 39, 173-180.
- Martínez-Moreno FJ, Hernández S, López-Cobos E, Becerra C, Acosta I, et al. 2007. Estimation of canine intestinal parasites in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Vet Parasitol* 143, 7-13.
- Miró-Corrales G, Sánchez-Acedo C, Quílez J, del Cacho E. 1999. Parasitosis del perro y el gato: coccidiosis sensu lato, amebosis y balandisiosis. En: Cordero del Campillo M, Rojo-Vázquez FA, Fernández-Martínez AR, Hernández-Rodríguez S, López-Cozar IN, et al (eds). *Parasitología veterinaria*. 1a ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España, Pp 615-617.
- Neafie RC, Marty AM. 1993. Unusual infections in humans. *Clin Microbiol Rev* 6, 34-56.
- Núñez-Romero C, García-Contreras A del C, Mendoza-Martínez GD, Trillo- Corona NC, Rarmírez-Durán N. 2009. Contaminación por *Toxocara* sp. en parques de Tulyehualco, México. *Rev Cient* 19, 253-256.
- Paulos D, Addis M, Fromsa A, Mekibib B. 2012. Prevalence of gastrointestinal helminthes among dogs and owners perception about zoonotic dog parasites in Hawassa Town, Ethiopia. *J Public Heal Epidemiol* 4, 205-209.
- Polley L, Thompson RC. 2009. Parasite zoonoses and climate change: molecular tools for tracking shifting boundaries. *Trends Parasitol* 25, 285-291.
- Rodríguez-Vivas RI, Cob-Galera LA, Domínguez-Alpizar JL. 2001. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. *Rev Biomed* 12, 19-25.
- Sánchez-Acedo C, Quílez J, del Cacho E. 1999. Parasitosis del perro y el gato: cestodosis. En: Cordero del Campillo M, Rojo-Vázquez FA, Fernández-Martínez A R, Hernández-Rodríguez S, López-Cozar IN, Díez-Baños P, Quiroz-Romero H, Carvalho-Varela M. *Parasitología veterinaria*. 1a ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España, Pp 629-631.
- SEFOA, Secretaría de Fomento Agropecuario. 2016. Cuaderno Estadístico Pecuario de Baja California 2011-2015. Secretaría de Fomento Agropecuario, Mexicali, Baja California, México.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Condiciones normales climatológicas: Estado de Baja California, Mexicali. Servicio Meteorológico Nacional, México.
- Thrusfield M. 2007. Surveys. In: *Veterinary Epidemiology*. 3rd ed. Blackwell Science, Iowa, USA, Pp 233.
- Tinoco-Gracia L, Barreras-Serrano A, López-Valencia G, Tamayo-Sosa AR. 2007a. Seroprevalence and risk factors associated with larva migrans of *Toxocara canis* in dogs from Mexicali Baja California, Mexico. *J Anim Vet Adv* 6, 198-202.

- Tinoco-Gracia L, Barreras-Serrano A, López-Valencia G, Tamayo-Sosa AR, Rivera-Henry M, et al. 2007b. Frequency of *Toxocara canis* eggs in public parks of the urban area of Mexicali, B.C., Mexico. *J Anim Vet Adv* 6, 430-434.
- Traub RJ, Robertson ID, Irwin PJ, Mencke N, Thompson RC. 2005. Canine gastrointestinal parasitic zoonoses in India. *Trends Parasitol* 21, 42-48.
- Treonis MA, Wall DH. 2005. Soil nematodes and desiccation survival in the extreme arid environment of the Antarctic dry valleys. *Integr Comp Biol* 45, 741-750.
- Trillo-Altamirano M del P, Carrasco AJ, Cabrera R. 2003. Prevalencia de helmintos enteroparásitos zoonóticos y factores asociados en *Canis familiaris* en una zona urbana de la ciudad de Ica, Perú. *Parasitol Latinoam* 58, 136-141.
- Weese JS, Peregrine AS, Anderson MEC, Fulford MB. 2011. Parasitic diseases. In: Weese JS, Fulford MB. *Companion Animal Zoonoses*. 1st ed. Blackwell Science, Iowa, USA.
- Wondimu A, Abera D, Hailu Y. 2011. A study on the prevalence, distribution and economic importance of *Cysticercus tenuicollis* in visceral organs of small ruminants slaughtered at an abattoir in Ethiopia. *Vet Med Anim Heal* 3, 67-74.
- Zajac AM, Conboy GA, Greiner EC, Smith SA, Snowden KF. 2012. Fecal examination for the diagnosis of parasitism. In: *Veterinary Clinical Parasitology*. 8th ed. Blackwell Science, Iowa, USA.
- Zanzani SA, Gazzonis AL, Scarpa P, Berrilli F, Manfredi MT. 2014. Intestinal parasites of owned dogs and cats from metropolitan and micropolitan areas: prevalence, zoonotic risks, and pet owner awareness in northern Italy. *Biomed Res Int* 2014, 1-10.

3.2 Zoonosis parasitarias (perro-humano) en niños de preescolar y escolar en una comunidad en la frontera de México-Estados Unidos.

Enrique Trasviña-Muñoz¹, Gilberto López-Valencia^{1*}, Sergio A. Cueto-González¹, Pedro Álvarez Centeno², Francisco Monge-Navarro¹, Nohemí Castro-del Campo³, Soila Gaxiola-Camacho³.

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California, México.

²Centro Municipal de Control Animal, Servicios de Salud Municipales, Mexicali, Baja California, México.

³Escuela de Veterinaria y Ciencia Animal, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México.

* Autor por correspondencia: G López-Valencia; gilbertolopez@uabc.edu.mx.

Abstract

In recent years parasitic zoonotic diseases have gained greater importance to public health. Estimations indicate that 20 to 30% of Latin Americans are infected with intestinal parasites, being children the group at higher risk of infection. Dogs are the main reservoirs, excreting in soils without any control measure. In northwest Mexico, the information for intestinal parasitic infections in children is very limited, being the objective of this study to detect the presence of intestinal parasites in stool samples from children, dogs and in soils in a Mexican community located at the USA-Mexico border. The results demonstrated one positive case of *Trichuris* sp. in a children attending elementary school; 1/37 (2.7%) of dogs resulted positive to *Toxocara canis*, 1/37 (2.7%) positive for *Toxascaris leonina* and 4/37 (5.4%) positive for *Cystoisospora* sp. All ten (10/10) of soil samples analyzed resulted positive for intestinal parasites, one school were co-infected with *Toxocara canis* and *Cystoisospora* sp. and a second one with *Ancylostoma caninum* and *Toxocara canis*. The presence of eggs of parasites in 100% of schools represents a latent risk of zoonotic parasitic infections to children.

Key Words: Zoonoses, *Toxocara*, Dogs.

Resumen

En los últimos años, las enfermedades zoonóticas parasitarias han adquirido mayor importancia para la salud pública. Las estimaciones indican que del 20 al 30% de los latinoamericanos están infectados con parásitos intestinales siendo los niños el grupo con mayor riesgo de infección. Los perros son los principales reservorios de los parásitos al excretar sin ningún control sobre suelos. En el noroeste de México, la información acerca de las infecciones parasitarias intestinales en niños es muy limitada, siendo el objetivo de este estudio detectar la presencia de parásitos intestinales en muestras de heces de niños, perros y suelos en una comunidad mexicana ubicada en la frontera Estados Unidos con México. Los resultados demostraron un caso positivo de *Trichuris* sp. en niños que asisten a la escuela primaria; 1/37 (2.7%) de los perros dieron positivo a *Toxocara canis*, 1/37 (2.7%) positivo para *Toxascaris leonina* y 4/37 (5.4%) positivo para *Cystoisospora* sp. Todas las muestras (10/10) de suelo analizadas resultaron positivas para parásitos intestinales, una escuela se encontró coinfectada con *Toxocara canis* y *Cystoisospora* sp. y otra con *Ancylostoma caninum* y *Toxocara canis*. La presencia de huevecillos en el 100% de las escuelas representa un riesgo latente de infecciones parasitarias zoonóticas para los niños.

Palabras clave: Zoonosis. *Toxocara*, Perros.

Introducción

En la actualidad la problemática en las áreas de salud pública y veterinaria se enfrentan a cuestiones globales cada vez más complejas y factores que cambian constantemente, es por eso que se debe de trabajar en conjunto bajo la visión de una salud [1]. Una de los principales retos en el área de salud pública son las enfermedades zoonóticas, específicamente las infecciones parasitarias [2]. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que entre el 20% y 30% de los latinoamericanos están infectados con parásitos intestinales. Los perros son el principal reservorio de las parasitosis intestinales en el humano. En América Latina no existe un programa formal para el manejo de heces caninas mismas que representan la principal fuente de contaminación del medio ambiente, los niños son quienes presentan un mayor riesgo de infección debido a que tienen un mayor contacto con el suelo contaminado [3, 4]. En el noroeste de México, existen pocos estudios epidemiológicos sobre infecciones parasitarias intestinales en niños. Tinoco et al. [5] detectaron una seroprevalencia del 10% en niños. Este mismo grupo realizaron otro estudio [6] donde detectaron que el 78.1% de los suelos de parques públicos estaban parasitados. Sin embargo en los últimos 10 años no se han realizado estudios donde se evalué de forma integral el impacto de las parasitosis. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue detectar la presencia de parásitos en muestras de niños, perros y suelos en una comunidad mexicana que limita con los Estados Unidos.

Materiales y métodos

Declaración de ética

Todos los procedimientos realizados con humanos fueron aprobados siguiendo los lineamientos de la Ley General de Salud que regula la investigación de sujetos humanos y los principios de Ética establecidos por la Declaración de Helsinki (1964) desarrollada por la Asociación Médica Mundial [7]. Además, los procedimientos de manejo de animales se llevaron a cabo siguiendo el código nacional NOM-033-ZOO-1995 y la regulación local para el control de animales domésticos [8]. Todos los procedimientos también fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética Animal del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV).

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se estimó mediante el software Win Epi [9], considerando una población de 478 estudiantes, prevalencia del 10% y nivel de confianza del 90%, el tamaño de muestra fue de 22 estudiantes, aunque se incluyeron tres muestras adicionales (13 en jardín de niños y 12 en la escuela primaria). Además, el Centro Municipal de Control Animal (CEMCA) realizó visitas a la comunidad para capturar perros callejeros que fueron sacrificados con el fin de obtener muestras de heces e intestinos y se tomaron muestras de suelo de las diez escuelas que hay en esa comunidad.

Diseño del estudio

Se realizó un estudio epidemiológico para detectar la presencia parasitosis en la ciudad de Mexicali, Baja California durante el periodo de enero a abril de 2017. La ciudad de Mexicali está situada en el noroeste de México siendo frontera con el estado de California en Estados Unidos; se encuentra a la latitud 32°37'40 "N y la longitud 115°27'16" W. Con el fin de detectar parasitosis intestinales en niños, perros y suelos; con previo consentimiento de los padres de familia se

tomaron muestras de niños de edad preescolar (kínder) y escolar (escuela primaria) de una comunidad de bajos recursos. Los padres de familia que otorgaron el consentimiento para que sus hijos participaran fueron provistos de un cuestionario epidemiológico, un par de guantes, un frasco de plástico estéril y las instrucciones para la toma de muestra. Además, se tomaron muestras de suelo de todas las escuelas de la comunidad sobre la base de la metodología descrita por Canese [10]. Por último, se obtuvieron muestras de heces e intestinos de perros callejeros de esa zona que habían sido capturados y sacrificados por el personal del CEMCA. Todas las muestras fueron almacenadas a 4°C y enviadas al Laboratorio de Parasitología en el IICV donde se analizaron con el fin de identificar parásitos intestinales de relevancia zoonótica.

Análisis Parasitológico

Con el fin de detectar e identificar parásitos macroscópicamente en el intestino delgado y ciego, éstos fueron diseccionados longitudinalmente y examinados visualmente. Las muestras de heces fueron analizadas utilizando la técnica de flotación de sulfato de zinc, agregando lugol para la identificación de protozoos. Además, se utilizó solución salina saturada para el análisis de las muestras de suelos [11]. La identificación morfológica de huevos y oocistos se llevó a cabo utilizando las características descritas por Zajac et al. [12].

Cuestionario epidemiológico

Se aplicó un cuestionario epidemiológico para los padres de familia de los niños muestreados, donde se realizaron preguntas acerca del sexo, edad, desparasitación de sus hijos, perros en casa, visitas al parque y si los padres de familia conocían las zoonosis parasitarias.

Análisis Estadístico

Con el fin de determinar las frecuencias de infecciones parasitarias encontradas en el estudio, se realizó una estadística descriptiva para identificar la prevalencia de infecciones parasitarias en niños, perros y suelos.

Resultados y discusión

En base a las características de la población estudiada (Cuadro 1) se destaca que el 52% de la población no lleva a cabo ningún programa de desparasitación, el 86% tiene al menos un perro en casa, el 45% de los niños muestreados tienen contacto con los parques y la mayor parte de los padres de familia conoce las zoonosis parasitarias (83%). Al realizar el análisis coproparasitoscópicos en las muestras de niños solo fue identificado un caso positivo de tricuriasis. La ausencia de casos de parasitosis intestinales en el jardín de infantes en comparación con la escuela primaria (Tabla 2) puede explicarse por el hecho de que el jardín de infantes tiene un programa de medicina preventiva implementado por el Sector de la Salud, que consiste en desparasitación bianual con albendazol, este tipo de programas son necesarios ya que se había mencionado anteriormente que solo el 48% de los padres de familia maneja un programa de desparasitación en casa.

En cuanto al caso positivo de *Trichuris sp.*, provino de una familia compuesta por nueve miembros, que informaron que no tenían mascotas (perros) pero vivían en un barrio con poca higiene, donde comparten un baño público. La combinación de estas características en el hogar son factores de riesgo que promueven la diseminación de ésta y otras infecciones parasitarias intestinales, ya que la infección por este parásito puede ser a través del suelo, el agua y los alimentos [13]. Nuestro trabajo al ser de detección, muestra que al menos el 10% de los estudiantes podría verse afectado por una infección parasitaria intestinal. Una limitante de este trabajo es que no fue posible obtener muestras de sangre de los participantes en el estudio, lo que podría haber mostrado una posible exposición a parásitos gastrointestinales transmitidos por perros, tales como

Toxocara canis. Con respecto a los perros analizados, 10.8% fueron detectados con algún tipo de parásito zoonótico (Tabla 3). *T. canis* fue el más frecuente, lo que causa varias afecciones en diferentes órganos mientras está migrando en el huésped humano [14]. Todas (10/10) de las escuelas analizadas fueron positivas para al menos un género de parásitos. En el 100% de las escuelas se encontró el parásito *T. canis*, veinte por ciento (2/10) de las escuelas estaban coinfectadas, una con *T. canis* y *Cystoisospora* sp. y otra con *Ancylostoma caninum* y *T. canis*. Este tipo de análisis es importante debido a que no existen trabajos donde se haya identificado el riesgo de infección en las escuelas, en este trabajo se identificó que solo el 45% de los niños muestreados tenían contacto con los parques al menos una vez por semana, sin embargo, los niños pasan mayor tiempo en las escuelas, siendo alarmante que el 100% estén contaminadas con huevos de parásitos, demostrando un riesgo latente de infectarse con parasitarias zoonóticas. En un estudio realizado por Tinoco et al. [6], se encontró que el 78.1% de los parques en Mexicali se vieron afectados con al menos un género de parásitos. Aunque no hay estudios previos en suelos escolares, nuestros resultados indican que el problema podría estarse exacerbando, una de las principales causas que propicia este problema es el hecho de que no existe una regulación sobre la tenencia responsable de la mascota que obligue a un mejor control sanitario de los perros y sus heces. Se recomienda seguir realizando este tipo estudios epidemiológicos donde se integre el entorno ecológico, la salud pública y veterinaria, con el fin de conocer mejor la distribución y factores que influyen en la emergencia y reemergencia de enfermedades parasitarias en nuestras comunidades.

Cuadro 1. Variables analizadas en niños y padres de familia de la comunidad.

Variable	Descripción		Variable	Descripción	
	No.	%		No.	%
Sexo del hijo			Nivel escolar		
Masculino	14	56	Jardín de niños	13	52
Femenino	11	44	Primaria	12	48
Desparasitación			Visita a parques		
Sí	12	48	Nunca o rara vez	12	55
No	13	52	Al menos una vez por semana	10	45
Perros en casa			Conoce las zoonosis parasitarias		
No	3	14	Sí	19	83
Sí (Uno o más)	18	86	No	4	17

Tabla 2. Infecciones parasitarias intestinales detectadas en base al nivel académico.

Nivel escolar	Medicina preventiva	n	Positivos	%
Jardín de niños	si	13	0	0
Primaria	No	12	1	8.3
Total		25	1	4

Tabla 3. Infecciones parasitarias intestinales detectadas en perros.

Parásitos detectados	Positivos/analizados	Frecuencia
<i>Toxocara canis</i>	1/37	2.7%
<i>Toxascaris leonina</i>	1/37	2.7%
<i>Cystoisospora</i> sp.	2/37	5.4%
Total	4/37	10.8%

Referencia Bibliográfica

1. Zinsstag J, Schelling E, Waltner-Toews D, Tanner M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Prev Vet Med.* 2011;101:148-156.
2. Mccarthy J, Moore TA. Emerging helminth zoonoses. *Int J Parasitol.* 2000;30:1351-1359.
3. OPS/OMS. Marco de referencia de un programa regional para el control de las geohelminiosis y esquistosomosis en América. <http://www1.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/psit-marco-ref.pdf>. 2003.
4. Robertson ID, Irwin PJ, Lymbery AJ, Thompson RCA. The role of companion animals in the emergence of parasitic zoonoses. *Int J Parasitol.* 2000;30:1369-1377.
5. Tinoco-Gracia L, Barreras-Serrano A, López-Valencia G, Tamayo-Sosa AR, Quiroz-Romero H, Melgarejo T. Seroprevalence of larva migrans of *Toxocara canis* and evaluation of associated risk factors among children in a Mexico-United States border region, *Int J Appl Res Vet M.* 2008;6:130-6.
6. Tinoco-Gracia L., Barreras-Serrano A, Lopez-Valencia G, Tamayo-Sosa A R, Rivera-Henry M, Quintana-Ramirez E. Frequency of *Toxocara canis* eggs in public parks of the urban area of Mexicali, BC, Mexico. *J Anim Vet Adv.* 2007;6:430-434.
7. World Medical Association, Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>. 1964.
8. Ayuntamiento De Mexicali, México. Reglamento para el control de los animales domésticos del municipio de Mexicali, Baja California. Periódico Oficial del Estado de Baja California. <http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/normatividad/reglamentos/pdf/controlAnimalesDomesticos.pdf>, 2009.
9. Win Epi 2.0. Tamaño de muestra para detección de enfermedades. 2006. <http://www.winepi.net/f101.php>.
10. Canese A, Dominguez R, Otto C, Ocampos C, Mendonca E. Huevos infectivos de *Toxocara*, en arenas de plazas y parques de Asunción, Paraguay. *Revista chilena de pediatría*, 2003;74(6):611-616.
11. Besné MA, Figueroa CJA, Quiroz RH, Ramírez GA, Ramos M, Manual de Prácticas de laboratorio de parasitología. México D.F., UNAM, 2005.
12. Zajac AM, Conboy GA., Greiner EC, Smith SA, Snowden KF. Fecal examination for the diagnosis of parasitism. En: *Veterinary Clinical Parasitology*. Zajac AM, Conboy GA (Eds) Blackwell Science. 8va. Edición, 2012.
13. Center for Disease Control and Prevention. Parasites, Trichuriasis (also known as Whipworm Infection). <https://www.cdc.gov/parasites/whipworm/>. 2013.
14. Macpherson CN, The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. *Int J Parasitol.* 2013;43:999-1008.

3.3 Detección de parasitosis intestinales en perros callejeros en zonas agrícolas y pecuarias del Valle de Mexicali.

Introducción

Debido a la interferencia humana el entorno ecológico ha sufrido cambios que conllevan a consecuencias negativas en la salud de individuos, poblaciones y especies animales (Cable et al., 2017). En la actualidad la implicación ambiental de los parásitos ha tenido mayor relevancia, es por eso que se estableció el termino Parasitología Ambiental, centrándose en cómo los cambios en el medio ambiente favorecen la aparición de etapas infecciosas del parásito en determinadas zonas (Sures et al., 2017). Uno de los principales huéspedes que favorece a la contaminación ambiental son los perros callejeros que eliminan parásitos intestinales en el medio (Sarvi et al., 2018), esto es de especial relevancia en zonas agrícolas donde el hombre puede tener contacto con estos parásitos al ingerir productos contaminados de las hortalizas, llegando a causar trastornos gastrointestinales hasta reacciones inflamatorias severas al migrar el parásito en el huésped (Salb et al., 2008), además el ganado al infectarse con estos parásitos forma quistes en sus órganos donde al momento del sacrificio son decomisados, se estima que este problema genera pérdidas al año de hasta más de un millón de pesos mexicanos al año (Wondimu et al., 2011). En el noroeste de México, específicamente en la zona agrícola del Valle de Mexicali se siembran aproximadamente 3,500 hectáreas de hortalizas que se exportan para consumo humano a Estados Unidos, Canadá y Europa. Además se cuenta con una zona pecuaria con más de 250,000 cabezas de ganado bovino de engorda y la carne producida se exporta a Estados Unidos (SEFOA, 2016). Un estudio realizado por Trasviña y colaboradores (2017) identificaron parásitos que son de relevancia para la salud pública en estas áreas sin embargo el alcance fue muy limitado. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue realizar un estudio epidemiológico para conocer la frecuencia y distribución de parasitosis detectadas en perros callejeros capturados en esas zonas con el fin de conocer el impacto de estas.

Materiales y métodos

Declaración de ética

Los procedimientos de manejo de animales se llevaron a cabo siguiendo el código nacional NOM-033-ZOO-1995 y la regulación local para el control de animales domésticos [8]. Todos los procedimientos también fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética Animal del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV).

Tamaño de la muestra

El Centro Municipal de Control Animal (CEMCA) realizó visitas al Valle de Mexicali para capturar perros callejeros con el fin de obtener muestras de heces e intestinos, el estudio se realizó de septiembre del 2017 a mayo de 2018 por lo que se pudo obtener un total de 103 perros callejeros de esa zona.

Diseño del estudio

Se realizó un estudio epidemiológico en el Valle de Mexicali, Baja California de septiembre de 2017 a mayo de 2018. El Valle de Mexicali está situada en el noroeste de México siendo frontera con el estado de California en Estados Unidos; se encuentra a la latitud 32°37'40 "N y la longitud 115°27'16" W. Con el fin de detectar parasitosis intestinales, se obtuvieron muestras de heces e intestinos de perros callejeros de esa zona, que había capturado y sacrificado el personal del CEMCA. Todas las muestras de intestino delgado y heces se almacenaron a 4°C y se enviaron al Laboratorio de Parasitología en el IICV donde se analizaron con el fin de identificar parásitos intestinales de relevancia zoonótica.

Análisis Parasitológico

Con el fin de detectar e identificar parásitos en el intestino delgado y el ciego, éstos se abrieron longitudinalmente y se examinó visualmente. Las muestras de heces fueron analizadas utilizando la técnica de flotación de sulfato de zinc, agregando lugol para la identificación de protozoos [10]. La identificación morfológica de helmintos, huevos y oocistos se llevó a cabo utilizando las características descritas por Zajac et al. [11]. Además, se realizó el conteo de huevos y oocistos mediante la técnica de McMaster.

Análisis por PCR

Con el fin de determinar la especie de *Taenia* encontradas durante el estudio, se utilizó la técnica de PCR para diagnosticarlas. Para la extracción de ADN se utilizó el kit comercial de QIAGEN (DNeasy blood and tissue kit). Se tomaron 25 mg de tejido por cada muestra y se procedió a realizar la extracción con las indicaciones del fabricante. Una vez extraído el ADN, se procedió a realizar el PCR utilizando el gen mt-CO1 para amplificarlo según la metodología de Erdem y Cigdem (2012). Las muestras amplificadas se purificaron y se enviaron al laboratorio de MacroGen donde se secuenciaron. Una vez secuenciadas las muestras analizaron en BLAST y se buscó en la base de datos de GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Cuestionario epidemiológico

Para cada perro incluido en el estudio se aplicó un cuestionario epidemiológico con el fin de conocer variables tales como: sexo, edad, talla y lugar de procedencia.

Análisis Estadístico

Con el fin de determinar las frecuencias de los parásitos encontrados en el estudio, se realizó una estadística descriptiva de la prevalencia de parasitosis, HPG y asociaciones de las distintas especies encontradas. El análisis inferencial

se realizó con el programa Statistix 9® incluyendo la estimación de razón de oportunidad (OR), Intervalos de Confianza de 95% y Chi cuadrada, para determinar si los casos de parasitosis resultaron asociados con las variables analizadas tales: sexo, edad, talla y procedencia de captura.

Resultados

En este estudio se encontró una frecuencia del 28.15% (29/103), siendo *Dipylidium caninum* el parásito más frecuente 16.50% (17/103), seguido por *Taenia* sp. 6.79% (7/103), *Toxocara canis* 3.8% (4/103), *Toxascaris leonina* 1.94% (2/103) y *Cystoisospora* sp. 1.94% (2/103). Además, del total de los casos positivos se encontraron tres casos co-infectados con *Dipylidium caninum* y *Taenia* sp. (Cuadro 1). Cabe destacar que, de la totalidad de las parasitosis identificadas, el 93% fueron por helmintiasis intestinales y tan solo el 7% fue por protozoarios. En cuanto a las teniasis, se pudo obtener la secuencia de cinco de las siete encontradas en este estudio (Cuadro 2) con el fin de identificar la especie de *Taenia*. Se identificaron tres como *Taenia hydatigena* con un 100% de identidad, una como *Taenia serialis* con el 99% de identidad y la última *Taenia pisiformis* con el 92% de identidad. No se encontraron asociaciones en cuanto a las parasitosis y las variables sexo, edad y talla, pero sí se encontró asociación en base a la zona de captura (cuadro 3). En la zona Oeste se encontraron más casos de dipilidiosis que en las demás zonas ($p < 0.01$) y los casos de toxocariosis solo se encontraron en la zona este ($p < 0.05$).

Cuadro 1. Muestras detectadas con uno o dos géneros de parásitos.

Parásitos detectados	Positivos/analizados	Promedio de HPG	Frecuencia
<i>Dipylidium caninum</i>	14/103	-	13.59%
<i>Taenia</i> sp.	4/103	-	3.88%
<i>Taenia hydatigena</i>			
<i>Taenia serialis</i>			
<i>Toxocara canis</i>	4/103	1075	3.88%
<i>Toxascaris leonina</i>	2/103	300	1.94%
<i>Cystoisospora</i> sp.	2/103	600	1.94%
Co-infección			
<i>Dipylidium caninum</i> + <i>Taenia</i> sp.	1/103	-	2.91%
<i>Dipylidium caninum</i> + <i>Taenia hydatigena</i>			
<i>Dipylidium caninum</i> + <i>Taenia pisiformis</i>			
Total	29/103		28.15%

Cuadro 2. Secuencias identificadas de diferentes especies de *Taenia*.

Teniasis detectada	Secuencia	Porcentaje de identidad
<i>Taenia hydatigena</i>	TATTATTTGCTATGTTTTCAATAGTCTGTTGGGTAGAAAGTGTGTGG GGTCATCATATGTTTACTGTTGGATTAGATGTTAAG	100%
<i>Taenia hydatigena</i>	TTATTATTTGCTATGTTTTCTATAGTCTGTTTGGGTAGAAAGTGTGTG GGGTCATCATATGTTTACTGTTGGATTA	100%
<i>Taenia pisiformis</i>	TATTATTTGCAATGTTTTCTATTGTTTGTGTTAGGTAGAAAGTGTATGA GGCCATCATATGTTTACTGTTGGTTAGATGTAAAGACTGCCGTAT TTTTTAGTTTCGGTAACAATGATAATTGGAGTACCAACAGGAATTA GGTTTTTACATGGCTTTACATGCTTTTAAATTCTCGTGTAAAAAG AGTGATCCTATATTGTGATGAATAATTTCTTTTATAATTTGTTTAC TTTTGGTGGTGAACAGGTATAGTTTTATCTGCCTGTGTGTTAGAT AAAGTTTTACATGATACTTGATTTGTTGTGGCTCATTTTCATTATG	92%
<i>Taenia serialis</i>	TTGTTATTTGCTATGCTCTCAATAGTGTGTTT110AGGAAGGAGTGT ATGGGGTCATCATATGTTTACAGTTGGGTTAGATATTAAGACTGCT GTATTTTTTAGCTCAGTTACTATGATAATAGGAGTACCAACAGGAA TAAAGGTTTTTACTTG	99%
<i>Taenia hydatigena</i>	TGCTGTTTTTTTTAGTTCTGTTACTATGATTATAGGTGTGCCTACTG GTATAAAGGTGTTTACTTGGTTATATAT	100%

Cuadro 3. Frecuencia de parasitosis por zona

Total (n=103)	Zona Oeste (n=7) (%)	Zona Centro (n=59) (%)	Zona este (n=37) (%)	p
<i>Dipylidium caninum</i>	42.8	22	2.7	0.006**
<i>Taenia</i> sp.	0	6.7	8.1	0.73
<i>Taenia hydatigena</i>	0	5	0	0.31
<i>Taenia serialis</i>	0	0	2.7	0.40
<i>Taenia pisiformis</i>	0	0	2.7	0.40
<i>Toxocara canis</i>	0	0	10.8	0.02*
<i>Toxascaris leonina</i>	0	1.6	2.7	0.87
<i>Cystoisospora</i>	0	0	5.4	0.16
Prevalencia general	42.8	27.1	27	0.66

Comparación de la frecuencia general y específica por zona de captura. Resultados del cálculo de χ^2 .

*p<0.05

**p<0.01

Discusión

Este estudio en la zona del Valle es de gran importancia ya que se encontró que al menos uno de cada cuatro perros callejeros que habitan la zona del Valle de Mexicali están infectados con al menos un género de parásito intestinal (28.15%), y de la totalidad de las parasitosis encontradas el 93% son de origen zoonótico, esto muestra el riesgo al que se encuentra presente la población. *Dipylidium caninum* fue el parásito más frecuente en este estudio encontrándose la totalidad en la zona oeste ($p < 0.01$), se cree que la transmisión perro-humano puede estar influyendo para que sea mayor la frecuencia de este parásito con respecto a las otras zonas. Además, con el fin de implementar las medidas de prevención y control adecuadas, sería de importancia identificar cuál es el huésped intermediario, ya sea las pulgas de las especies *Ctenocephalides canis*, *C. felix*, *Pulex irritans* o el piojo del perro *Trichodectes canis* (Labuschagne et al., 2018).

Otra helmintiasis de gran importancia para la zona agrícola del Valle son las teniasis, *Taenia pisiformis* y *Taenia serialis* se encontraron en la zona de este, esta zona cuenta con más de 3000 hectáreas de cultivos y la presencia de estos parásitos puede explicarse debido a que tanto *T. serialis* como *T. pisiformis* para cumplir su ciclo biológico necesitan huéspedes lagomorfos como conejos (Domínguez-Roldan et al., 2018 y Saunders y Elliott, 2018) que se alimentan de cultivos y los perros al cazar y consumir al huésped intermediario terminan con el ciclo biológico ingiriendo el metacestode. Siendo de relevancia para la salud pública *T. serialis* ya que los perros al eliminar proglótidos liberan los huevecillos en el medio ambiente donde existen más de 3000 hectáreas de cultivos en esa zona y si se contaminan y consumen por un huésped humano este parásito en el estadio juvenil (*Coenurus serialis*) se aloja en el sistema nervioso central, músculos o tejido subcutáneo (Moshiri et al., 2018). Además en la zona este se encontró la totalidad de los casos de toxocariosis ($p < 0.05$) con un promedio de 1075 huevecillos por gramo de heces y como se ha mencionado es una zona hortícola pudiéndose contaminar los alimentos producidos, poniendo el riesgo a la

población no solo de México ya que muchos de esos cultivos se exportan a Estados Unidos y Canadá.

Se detectaron tres casos de *Taenia hydatigena* en la zona centro del Valle de Mexicali, siendo de relevancia ya que en esa zona se siembran forrajes y se encuentra una gran cantidad de ganado que al ingerir huevecillos llegan a formar quistes en órganos generando pérdidas monetarias para los productores a la hora del decomiso de los órganos afectados en el rastro, donde en algunos países se han reportado pérdidas por decomisos de hasta 370,000 dólares al año (Scala et al., 2015). Otra cuestión a considerarse para implementar las medidas de control adecuadas, es identificar cómo completa el ciclo biológico este parásito en esa zona, ya que el perro necesita ingerir los quistes en órganos y tejido del huésped intermediario afectado (Zajac y Conboy, 2012).

Otro aspecto importante del estudio fue la identificación de tres casos de co-infección de *D. caninum* con *T. hydatigena*, *D. caninum* con *T. pisiformis* y *D. caninum* con *Taenia* sp., ya que no todos los parásitos pueden coexistir en el mismo huésped debido a la competencia de los helmintos por nutrientes del tracto intestinal (Tizard, 2009).

Conclusión

En la zona del Valle de Mexicali se encontró una prevalencia del 28.15% de parasitosis intestinales en perros callejeros y su importancia es debido a que el 93% de estos parásitos fueron de origen zoonótico. Los casos encontrados en la zona este del valle casos de *Taenia serialis* y *Toxocara canis* indican un riesgo latente de zoonosis y es preocupante debido a que esa zona cuenta con más de 300 hectáreas de áreas hortícolas donde los alimentos producidos se exportan a Estados Unidos, Canadá y Europa. Los casos detectados de *Taenia hydatigena*, son de relevancia debido a que se encontraron en zonas ganaderas por lo que puede afectar económicamente al productor el decomiso de órganos infectados de sus animales de producción. *Dipylidium caninum* fue el parásito con mayor frecuencia durante el estudio del Valle de Mexicali, indicando que no solo hay un problema por endoparásitos sino también por ectoparásitos y es importancia zoonótica debido a los trastornos gastrointestinales en humanos que puede llegar a causar. Se recomienda seguir realizando estudios con el fin de identificar el huésped intermediario y otros factores que intervienen para que se siga cumpliendo el ciclo biológico de estos parásitos, además se necesita que las autoridades participen para tratar de resolver el problema de la cantidad excesiva de perros callejeros que habitan en el municipio de Mexicali.

Referencia Bibliográfica

Cable, J., Barber, I., Boag, B., Ellison, A. R., Morgan, E. R., Murray, K., ... & Booth, M. (2017). Global change, parasite transmission and disease control: lessons from ecology. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 372(1719), 20160088.

Domínguez-Roldan, R., Pérez-Martínez, M., Rosetti, M. F., Arias-Hernández, D., Bernal-Fernández, G., Flores-Pérez, F. I., & Hallal-Calleros, C. (2018). High frequency of *Taenia pisiformis* metacestodes and high sex-associated susceptibility to cysticercosis in naturally infected wild rabbits. *Parasitology research*, 1-6.

Labuschagne, M., Beugnet, F., Rehbein, S., Guillot, J., Fourie, J., & Crafford, D. (2018). Analysis of *Dipylidium caninum* tapeworms from dogs and cats, or their respective fleas-Part 1. Molecular characterization of *Dipylidium caninum*: genetic analysis supporting two distinct species adapted to dogs and cats. *Parasite*, 25, 30.

Moshiri, A., Shamsian, S. A., Berenji, F., Jadidoleslami, A., & Moghaddas, E. (2018). *Coenurus serialis* in Northeastern Iran: A Probable Danger to Human. *International Journal of Infection*, 5(2).

Salb, A. L., Barkema, H. W., Elkin, B. T., Thompson, R. A., Whiteside, D. P., Black, S. R., ... & Kutz, S. J. (2008). Dogs as sources and sentinels of parasites in humans and wildlife, northern Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 14(1), 60.

Saunders, R., Fewes, D., & Elliott, S. (2018). Granuloma formation associated with the ventral submandibular scent glands of rabbits: a case series. *Companion Animal*, 23(7), 414-417.

Scala, A., Pipia, A. P., Dore, F., Sanna, G., Tamponi, C., Marrosu, R., ... & Varcasia, A. (2015). Epidemiological updates and economic losses due to *Taenia hydatigena* in sheep from Sardinia, Italy. *Parasitology research*, 114(8), 3137-3143.

SEFOA, Secretaria de Fomento Agropecuario. 2016. Cuaderno Estadístico Pecuario de Baja California 2011-2015. Secretaría de Fomento Agropecuario, Mexcali, Baja California, México.

Sures, B., Nachev, M., Selbach, C., & Marcogliese, D. J. (2017). Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology'. *Parasites & vectors*, 10(1), 65.

Sarvi, S., Daryani, A., Sharif, M., Rahimi, M. T., Kohansal, M. H., Mirshafiee, S., ... & Gholami, S. (2018). Zoonotic intestinal parasites of carnivores: A systematic review in Iran. *Veterinary world*, 11(1), 58.

Inmunidad adquirida frente a parásitos. Tizard, I. R. (2009). En: *Introducción a la inmunología veterinaria*. Elsevier Health Sciences. Pp. 319.

Wondimu, A., Abera, D., & Hailu, Y. (2011). A study on the prevalence, distribution and economic importance of *Cysticercus tenuicollis* in visceral organs of small ruminants slaughtered at an abattoir in Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 3(5), 67-74.

Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2012). *Veterinary clinical parasitology*. John Wiley & Sons. Pp. 74.

CAPITULO 4

IV. CONCLUSIONES GENERALES

Se encontró un caso de parasitosis indicando que al menos existe una prevalencia general de parasitosis intestinales del 10% en niños de edad preescolar y escolar en las escuelas.

Siendo el programa de medicina preventiva un factor que puede ayudar a evitar las parasitosis intestinales, debido a que el 50% de los padres indicó que por su parte ellos no desparasitan a su hijos.

Es alarmante que el 100% de las escuelas analizadas se encontraran contaminadas con el parásito de origen zoonótico *Toxocara canis*, indicando que existe un riesgo latente de infección por parasitosis en niños de nivel preescolar y escolar.

En la zona del Valle de Mexicali se encontró una prevalencia del 28.15% de parasitosis intestinales en perros callejeros y el 93% fueron de origen zoonótico.

Se detectaron en la zona este del valle casos de *Taenia serialis* y *Toxocara canis* indicando un riesgo latente de zoonosis y preocupante debido a que esa zona cuenta con más de 300 hectáreas de áreas hortícolas donde los alimentos producidos se exportan a Estados Unidos, Canadá y Europa.

Se identificaron casos de *Taenia hydatigena*, este parásito es de relevancia en esa zona debido a que se encontraron en zonas ganaderas por lo que puede afectar al productor el decomiso de órganos infectados por este parásito transmitido por los perros.

Dipylidium caninum fue el parásito con mayor frecuencia durante el estudio del Valle de Mexicali, indicando que no solo hay un problema por endoparásitos sino también por ectoparásitos, este parásito se asocia a malas condiciones de higiene y es de relevancia zoonótica llegando a causar trastornos gastrointestinales en humanos.

Se recomienda seguir realizando estudios con el fin de identificar el huésped intermediario y otros factores que intervienen para que se siga cumpliendo el ciclo biológico de estos parásitos, además se necesita que las autoridades participen para tratar de resolver el problema de la cantidad excesiva de perros callejeros que habitan en el municipio de Mexicali.