

**Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio en Ciencias Agropecuarias
Doctorado en Ciencias Agropecuarias**



TESIS:

**Nematodos zoonóticos en heces y suelos colectados en
parques públicos en Culiacán, Sinaloa, México.**

Que para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias

PRESENTA:

Alexis Israel Vargas Nava

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho

CO-DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Idalia Enríquez Verdugo

ASESORES:

Dr. Jesús José Portillo Loera

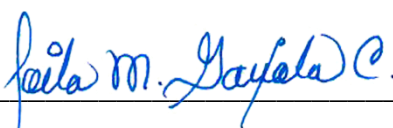
Dra. Nohelia Castro del Campo


Culiacán Rosales, Sinaloa, febrero del 2021


ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **Alexis Israel Vargas Nava** BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:


DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTORA 
Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho

CO-DIRECTORA 
Dra. Idalia Enríquez Verdugo

ASESOR 
Dr. Jesús José Portillo Loera

ASESORA 
Dra. Nohelia Castro del Campo

CULIACÁN, SINALOA, FEBRERO DEL 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 15 de febrero del año 2021, el que suscribe Alexis Israel Vargas Nava, alumno del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 33105960, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho y cede los derechos del trabajo titulado “Nematodos zoonóticos en heces y suelos colectados en parques públicos en Culiacán, Sinaloa, México.”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

Alexis Israel Vargas Nava

CORREO ELECTRÓNICO: alexisvargas@uas.edu.mx
CURP: VANA860819HDFRVL09



UAS- Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual, 4.0 Internacional.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a mi familia que siempre ha estado presente en mi vida y que me han apoyado en todo momento, mis padres que me han guiado a través de mi vida y educación y con los que puedo contar tanto en las buenas como las malas y de los que siempre tendré su amor incondicional.

A mi familia que vive en la ciudad de México que siempre me han dado su apoyo.

A mis abuelos maternos que ya no están con nosotros, que me mostraron mucho amor y siempre me apoyaron a lograr mis metas y sueños, y que están observándome y cuidándome desde el cielo.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa por la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura y posgrados.

Agradezco al CONACyT por el apoyo económico brindado para la realización de este posgrado y poder aumentar el conocimiento científico de México.

Agradezco al Posgrado en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por la oportunidad brindada para realizar este trabajo.

Al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por el apoyo en el análisis de las muestras y poder llevar a cabo este proyecto.

A mi directora de tesis la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho por su apoyo y asesoría en la realización de mi Doctorado y de esta tesis.

A los miembros de mi consejo de tesis la Dra. Idalia Enríquez Verdugo, Dr. Jesús José Portillo Loera y la Dra. Nohelia Castro del Campo por el tiempo que dedicaron en la realización y revisión de la tesis.

INDICE

ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN LITERARIA	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 REVISIÓN DE LITERATURA	1
CAPÍTULO 2. PREVALENCIA Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE TOXOCARA SPP. EN TIERRA DE PARQUES PÚBLICOS EN EL NOROESTE DE MÉXICO.....	7
2.1 INTRODUCCIÓN	7
2.2 MATERIAL Y MÉTODOS	7
2.2.1 Localización	8
2.2.2 Análisis de las muestras	8
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
2.4 CONCLUSIONES	11
CAPÍTULO 3. NEMATODOS ZONÓTICOS EN HECES PRESENTES EN PARQUES PÚBLICOS EN LA CAPITAL DE SINALOA, MÉXICO.....	12
3.1 INTRODUCCIÓN	12
3.2 ANTECEDENTES	13
3.2.1 Características Generales de <i>Ancylostoma</i> spp.	13
3.2.2 Biología de <i>Ancylostoma</i> spp.	14
3.2.3 <i>Ancylostoma</i> spp. en humanos	14

3.2.4 Prevalencia de <i>Ancylostoma</i> spp. en sitios públicos	15
3.3 HIPÓTESIS	18
3.4 OBJETIVO	19
3.5 MATERIAL Y MÉTODOS	20
3.5.1 Localización	20
3.5.2 Parques públicos de Culiacán, Sinaloa	21
3.5.3 Toma de muestras.....	21
3.5.4 Análisis de muestras.....	21
3.5.5 Identificación de parásitos	21
3.5.6 Viabilidad de parásitos	21
3.5.7 Análisis de datos.....	22
3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.7 CONCLUSIONES	26
CAPITULO 4. CONCLUSIONES GENERALES	26
CAPÍTULO 5. LITERATURA CITADA.....	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Prevalencia y viabilidad de Huevos de <i>Toxocara</i> spp. positivos por sector.....	9
Cuadro 2: Prevalencia y Viabilidad de <i>Toxocara</i> spp. en muestras de tierra de parques positivos en diferentes sectores.	10
Cuadro 3: Instalaciones o areas de reunion en parques positivos a <i>Toxocara</i> spp.	11
Cuadro 4: Prevalencia de parásitos en heces encontrados en parques públicos.	23
Cuadro 5: Prevalencia y Viabilidad de <i>Ancylostoma</i> spp. por sector.	23
Cuadro 6: Propiedades de las heces recolectadas en parques.....	24
Cuadro 7:Propiedades de heces por sector.	24
Cuadro 8:Positividad de muestras por sector.....	25
Cuadro 9:Instalaciones en parques públicos de Culiacán.	25

RESUMEN

Nematodos zoonóticos en heces y suelos colectados en parques públicos en Culiacán, Sinaloa, México.

La relación entre el hombre y el perro es una relación que lleva un largo tiempo que se ha vuelto parte de la vida de las personas, que puede ser tan benéfica como perjudicial, ya que los dueños quedan expuestos a parásitos zoonóticos como *Ancylostoma* spp. que es uno de los helmintos caninos de mayor relevancia, ya que los lugares donde defecan los animales infectados se vuelven fuentes de infección y se convierten en zonas de riesgo para las personas y los animales. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y la viabilidad de parásitos nematodos presentes en las heces en parques públicos de Culiacán. En este estudio se recolectaron 115 muestras de heces de 23 parques públicos de la ciudad de Culiacán, Sinaloa; los parques fueron muestreados durante el periodo de invierno-primavera del 2018. Para la detección de huevos de parásitos en heces se usó la técnica de flotación de Sheater, para detectar su viabilidad se utilizó la técnica de tinción de azul de tripán. De 23 parques que se muestrearon 14 resultaron positivos a la presencia de *Ancylostoma* spp. (60.87%), con una viabilidad del 100%, de las 115 muestras de heces recolectadas 80 (69.57%) eran de heces secas y 35 (30.43%) eran de heces húmedas, de los cuales 7 (6.09%) de las heces secas salieron positivas y 34 (29.57%) de las húmedas salieron positivas a *Ancylostoma* spp. con estos resultados se demuestra que la prevalencia y viabilidad de *Ancylostoma* spp. es alta y que mientras más fresca las muestras de heces estén hay más riesgo de que puedan infectar a los seres humanos y a las mascotas, convirtiendo a los parques en fuentes de infección.

Palabras claves: *Ancylostoma* spp, parques, zoonótico, perros, salud pública.

ABSTRACT

Zoonotic nematodes in feces and soils collected in public parks in Culiacan, Sinaloa, Mexico.

The relationship between man and dog is a long-standing relationship that has become part of people's lives, which can be both beneficial and harmful, as owners are exposed to zoonotic parasites such as *Ancylostoma* spp., which is one of the most important canine helminths, since the places where infected animals defecate become sources of infection and become risk areas for people and animals. The objective of this study was to determine the prevalence and viability of nematode parasites present in feces in public parks in Culiacan. In this study, 115 stool samples were collected from 23 public parks in the city of Culiacan, Sinaloa; the parks were sampled during the winter-spring period of 2018. For the detection of parasite eggs in feces, the Sheater flotation technique was used, to detect its viability the trypan blue staining technique was used. Of 23 parks that were sampled, 14 were positive for the presence of *Ancylostoma* spp. (60.87%), with a viability of 100%, of the 115 stool samples collected, 80 (69.57%) were dry stools and 35 (30.43%) were wet stools, of which 7 (6.09%) of the dry ones were positive and 34 (29.57%) of the wet ones were positive for *Ancylostoma* spp. These results show that the prevalence and viability of *Ancylostoma* spp. is high and that the fresher the stool samples are, the greater the risk that they can infect humans and pets, turning parks into sources of infection.

Keywords: *Ancylostoma* spp., parks, zoonotic, dogs, public health.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN LITERARIA

1.1 INTRODUCCION

La relación del hombre con el perro viene desde tiempos prehistóricos desde que se domesticó a los perros, ninguna otra especie juega un papel tan diverso en la sociedad humana (cazar, arriar, compañía, agente de la ley, asistencia, etc.) y la relación entre mascota y dueño es positiva especialmente entre los niños y los ancianos (Macpherson, 2005), usualmente los perros van con o sin sus dueños a espacios abiertos como son los parques que son lugares que se consideran para que los perros hagan ejercicios (Weston *et al.*, 2014), la presencia conjunta de perros y sus dueños en los parques aunque es benéfico en la relación entre amo-mascota, también introduce el riesgo de transmisión de parásitos gastrointestinales zoonóticos que pueden infectar a las personas por la vía oral-fecal, esto debido a la acumulación de heces excretadas que pueden estar infectadas por parásitos (Smith *et al.*, 2015), entre los helmintos más relevantes presentes en caninos se encuentra *Toxocara canis*, *Ancylostoma* spp. y *Trichuris vulpis*, en términos de distribución geográfica e importancia clínica (Traversa *et al.*, 2014), por eso alrededor del mundo se han hecho investigaciones para ver la prevalencia de los parásitos en los parques, Marques *et al.* (2012) en Brasil obtuvieron una prevalencia del 74.5% a parásitos, Nooraldeen (2015) en Nigeria identificó huevos de parásitos en el 91.6% de sus parques, Ramírez-Rubio *et al.* (2019) en México encontraron una frecuencia del 54% de parques contaminados con parásitos, Diaz-Anaya *et al.* (2015) en Colombia 60.7% de sus parques fueron positivos a parásitos, Luzio *et al.* (2015) en Chile encontró que el 60% de sus muestras eran positivas a parásitos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue ver la prevalencia de parásitos zoonóticos en parques públicos de Culiacán, Sinaloa.

1.2 REVISIÓN DE LITERATURA

En la sociedad moderna la relación entre el hombre y el perro se ha vuelto fuerte con los perros jugando un rol importante como una fuente de compañía, emocional y recreación, esto lo vuelve

una mascota muy popular por lo que ha hecho que estén presentes en todos los países del mundo (Macpherson, 2005; Weston *et al.*, 2014; Diaz-Anaya *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2017; Cortez-Aguirre *et al.*, 2018; Medina-Pinto *et al.*, 2018), aunque los perros están restringidos a la propiedad de sus dueños, muchas veces estos van más allá, yendo a espacios públicos (parques, juegos infantiles, cajas de arena, aceras, lados de la carretera, caminos de bicicleta, plazas campos deportivos, playas, jardines) con o sin sus dueños (Papajova *et al.*, 2014; Traversa *et al.*, 2014; Weston *et al.*, 2014; Bojar y Klapec, 2018) esto vuelve a los parques áreas comunes para que los perros socialicen con otros perros y que sus dueños tengan actividades físicas con sus mascotas y de recreación con otras personas, ya que las personas pasan su tiempo al aire libre en lugares públicos cerca de su lugar de residencia (Bojar y Klapec, 2012; Luzio *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2017), a pesar que los parques proveen una salida positiva a los perros, también pueden ser un riesgo, ya que los parques constituyen una amplia oportunidad para la transmisión de parásitos zoonóticos, ya que los perros defecan en estos lugares y eliminan miles de huevos de helmintos, y si el excremento no es propiamente recogido por el dueño, puede ocasionar no solo la transmisión de parásitos a otros perros sino también a los humanos (Mukaratirwa y Taruvinga, 1999; de Moura *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2017; Savadelis *et al.*, 2019). El problema se agrava por el hecho de que los parásitos en las heces están en diferentes estadios de desarrollo (Nuñez *et al.*, 2014), estos vuelven la tierra de los parques en fuente y reservorio de huevos de parásitos, que pueden seguir su ciclo vital o permanecer y sobrevivir en la tierra por meses o años hasta que lleguen a su etapa infectiva y sean consumidos o puedan infectar al huésped, esto puede ser inducido por las condiciones de humedad, temperatura (23 a 30°C con un límite máximo de 40°C y un mínimo de 17°C) y la persistencia del parásito (Sánchez *et al.*, 2003; Basualdo *et al.*, 2011; Paquet-Durand *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2011; Nooraldeen, 2015; Duncan *et al.*, 2020) existen varias helmintiasis zoonóticas las más importantes son de origen canino, hay informes de personas que padecen la enfermedad o la infección y que no tienen perros, ha llevado a ver la importancia de la contaminación fecal en áreas públicas ya que el fácil accesos de perros con o sin dueño a este tipo de instalaciones aumenta el riesgo de infecciones, especialmente en comunidades y países de bajos ingresos, ya que la sobrepoblación y condiciones de pobre higiene, el poco o nulo conocimiento de los dueños sobre las enfermedades zoonóticas que están en los perros y limitada atención veterinaria incrementa la oportunidad de la transmisión de la infección, especialmente en zonas tropicales y subtropicales, esto lleva a ver la importancia de la contaminación por materia fecal, ya que al secarse y pulverizarse las heces pueden ser

esparcidas por el viento o a través de zapatos contaminados (Devera *et al.*, 2008; Tarsitano *et al.*, 2010; Traversa *et al.*, 2014; Weston *et al.*, 2014; Diaz-Anaya *et al.*, 2015; Devera *et al.*, 2015; Ashraf, *et al.*, 2019; Pacheco-Ortega *et al.*, 2019; Duncan *et al.*, 2020), los helmintos gastrointestinales caninos son los agentes patogénicos más comúnmente encontrados por veterinarios en perros, ya que puede ser una gran causa de enfermedades, especialmente para los jóvenes y los inmunosuprimidos, estos helmintos son transmitidos por ruta fecal-oral por el consumo de tierra, infectada o penetración cutánea (Blaszowska *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Ashraf, *et al.*, 2019; Savadelis *et al.*, 2019; Duncan *et al.*, 2020), los jóvenes están en gran riesgo de infección debido a la geofagia, onicofagia y a una pobre higiene individual, ya que se infectan después de estar jugando en tierra contaminada por parásitos provenientes de heces de animales (Alonso *et al.*, 2001; Maikai *et al.*, 2008; Blaszowska *et al.* 2013; Mohd Zain *et al.*, 2014; Nooraldeen, 2015), la contaminación fecal en los espacios públicos facilita la transmisión de parásitos *Ancylostoma* spp. y *Toxocara canis* que son parásitos zoonóticos que causan enfermedades que son un riesgo de salud pública (Martínez-Barbabosa *et al.*, 2008; Luzio *et al.*, 2015; Cortez-Aguirre *et al.*, 2018; Medina-Pinto *et al.*, 2018; Ashraf *et al.*, 2019), esto debido que pueden causar larva migrans en los humanos, que es una enfermedad que ocurre cuando el ser humano se infecta por parásitos zoonóticos de caninos que no pueden terminar su ciclo vital como en el perro, las larvas hacen migraciones anormales a diferentes tejidos, dependiendo del tejido a donde va puede causar la larva migrans visceral y larva migrans ocular causada por *Toxocara canis* y la larva migrans cutánea causada por *Ancylostoma* spp., estas enfermedades se encuentran las más prevalentes a nivel mundial, pero son enfermedades desconocidas por la población (Mukaratirwa y Taruvinga, 1999; Chorazy y Richardson, 2005; Maikai *et al.*, 2008; Martínez-Barbabosa *et al.*, 2008; de Moura *et al.*, 2012; Marques *et al.*, 2012; Ramírez-Rubio *et al.*, 2019; Savadelis *et al.*, 2019; Duncan *et al.*, 2020). *Toxocara canis* es un nematodo ascárido, su huésped definitivo es el perro y el ser humano es su huésped intermediario, los huevos son expulsados en las heces y llegan al suelo donde pueden estar desde meses hasta años fuera de un huésped debido a su cascaron externo que le permite al huevo sobrevivir a fuertes químicos, extremos cambios temperaturas y varios grados de humedad, estando en la tierra si las condiciones adecuadas (25-35°C y 85% de humedad), los huevos podrán desarrollarse a larva 3 que es su estado infectivo dentro de 2-6 semanas, los huevos embrionados infectaran al huésped al consumir tierra contaminada, vegetales infectados, carne de animales infectados (cerdo, pollo, ganado y lombrices), después de ser consumidos los huevos llegaran al intestino delgado donde eclosionara la larva, donde atravesarán la pared intestinal y viajaran por las

venas, donde viajaran hasta llegar a los pulmones donde serán deglutidos hacia el sistema digestivo y las larvas llegaran a su fase adulta donde liberan sus huevos, en el caso de los humanos cuando

las larvas viajan por el sistema circulatorio, las larvas llegaran a otros órganos como hígado, pulmones, riñones, ojos y cerebro donde las larvas causaran diferentes síntomas como dolor abdominal, tos, asma, fiebre, perdida de la vista, ceguera, dolor de cabeza y cambios de comportamiento (Despommier, 2003; Aydenizoz Ozkayhan, 2006; Berenji *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Choobineh *et al.*, 2018; Pacheco-Ortega *et al.*, 2019), *Ancylostoma* spp. es un parasito nematodo, el perro es su huésped definitivo donde causa debilitamiento, anemia y muerte, la infección en humanos ocurre cuando el perro elimina los huevos por las heces, al llegar al suelo si tienen las condiciones de temperatura y humedad favorables los huevos maduran de 5 a 10 días después los huevos eclosionaran en larvas que pasaran por diferentes fases hasta ser larva 3 en esta etapa la larva puede sentir las vibraciones del suelo, olores producidos por la piel, cambios de temperatura y el dióxido de carbono en el aire usara movimientos como de serpiente para buscar a un huésped, ya que encuentra a su huésped la larva se arrastrara por la piel hasta encontrar un lugar para penetrar como los folículos capilares y/o atreves de pequeñas fisuras en la piel donde secretaran enzimas que le ayudaran perforar la piel donde llegaran a las venas donde viajaran hasta los pulmones donde serán deglutidas para llegar a al intestino delgado donde terminara su maduración y se engancharan al intestino y se alimentara de la sangre del huésped, en el caso de los humanos las larvas no podrán perforar lo suficiente y se quedaran en la piel, donde no pueden cumplir su ciclo vital y causa el síndrome de larva migrans cutánea, las larvas causaran gran comezón en la parte infectada y en unos días aparecerán pápulas rojizas por el sitio de penetración y de 1-5 días aparecerá el camino por donde la larva se mueve, la larva migrara por la piel de 2-8 semanas hasta meses, la comezón será tan intensa que el infectado no podrá conciliar el sueño y las lesiones se pueden infectar por el rascarse en las zonas afectadas, las lesiones serán más presente dependiendo del infectado, en los niños estarán presentes en el trasero, genitales y manos, en los adultos estarán más presentes en las piernas y pies, pero pueden aparecer en cualquier parte del cuerpo que haya estado en contacto con tierra infectada por la larva de *Ancylostoma* spp. (Heukelbach y Feldmeier, 2008; Prieto-Pérez *et al.*, 2016; Bryant y Hallem, 2018; Pacheco-Ortega *et al.*, 2019), en el caso los

problemas causados por estos parásitos pueden subsecuentemente directa o indirectamente influir en la economía de los países que están afectados por ellos por el mucho tiempo, dinero y energía gastado controlando los parásitos y tratando a las personas infectadas (Maikai *et al.*, 2008; Nuñez *et al.*, 2014; Papajova *et al.*, 2014; Bryant y Hallem, 2018) por esto es importante el estudio de estos parásitos para prevenir y erradicar su presencia de los animales y seres humanos.

En México durante el 2019 se reportaron 127,957 casos de enfermedades causadas por helmintos entre los que se encuentra *Toxocara canis* y *Ancylostoma* spp. y en Sinaloa se reportaron 12,378 casos causados por helmintos y se encontró entre las 20 enfermedades más reportadas en el 2019 teniendo el lugar 12 (SS, 2020).

CAPÍTULO 2. PREVALENCIA Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE TOXOCARA SPP. EN TIERRA DE PARQUES PÚBLICOS EN EL NOROESTE DE MÉXICO.

2.1 INTRODUCCIÓN

La convivencia del hombre con los animales de compañía predispone a la ocurrencia de una serie de enfermedades zoonóticas. Esto debido a parásitos cosmopolitas que causan enfermedades zoonóticas que afectan tanto a los animales como al ser humano, principalmente en infantes, especialmente con niños que exhiben pica. Dentro de éstas, se encuentran las zoonosis parasitarias como Toxocariosis, cuyo agente causal es *Toxocara canis* y *Toxocara cati*, (Despommier, 2003; López *et al.*, 2005). Estas afecciones tienen que ver, entre otras, a la costumbre de propietarios de guiar a sus mascotas hacia los parques y plazas públicas, donde estos animales, incluyendo también a aquellos animales sin dueño la deposición de heces en áreas públicas (Carzola *et al.*, 2007). La infección por este parásito en humanos llega a causar, el Síndrome de Larva Migrans Visceral (SLMV) que afecta a los órganos mayores (corazón, pulmones, hígado, bazo, sistema nervioso central) y el Síndrome de Larva Migrans Ocular (SLMO) que afecta al ojo y al nervio óptico (Santarém *et al.*, 2011). Estudios realizados en Ica, Perú, por Trillo *et al.* (2003), al analizar muestras de heces de perros encontraron una prevalencia del 40.12% de huevos de *Toxocara canis*, en la República de Eslovaquia, Szabová *et al.* (2007), analizaron muestras fecales caninas y encontraron una prevalencia del 21.9% de huevos de *Toxocara* spp.; en Chiapas, México, Martínez *et al.* (2008), al recolectar muestras de heces en las calles, encontraron una frecuencia de huevos de *Toxocara canis* de 19%. Por otra parte estudios realizados en suelos en Coro, Venezuela, donde Cazorla *et al.* (2007), recolectaron muestras de suelo de parques y encontraron una presencia de 63.16% de *Toxocara* spp.; en la ciudad de México, Trejo *et al.* (2012), recolectaron muestras de tierra de jardines en un campo de una universidad obteniendo una contaminación por huevos de *Toxocara* spp., de 12.9%; en Mexicali, México, Tinoco *et al.* (2007), recolectaron muestras de tierra de parques públicos encontrando una frecuencia de huevos de *Toxocara canis* de 62.5%. Por lo antes citado el objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia y viabilidad de huevos de *Toxocara* spp. en los parques públicos de Culiacán, Sinaloa.

2.2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.2.1 Localización

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Culiacán, Sinaloa que se encuentra a latitud 24°47'31"N y longitud 107°23'53" O, y a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar, Culiacán tiene una temperatura normal anual es de 25.7°C, una temperatura máxima anual de 33.2°C, una temperatura mínima anual de 18.3°C, una precipitación anual de 666.1 mm (SMN, 2020) y una humedad relativa del 70% (SMN, 2020), cuenta con una población de 858, 638 habitantes (INEGI, 2020).

Se muestrearon 236 parques, los parques están divididos en la ciudad en 4 sectores norte, sur, este y oeste por el ayuntamiento de la ciudad de Culiacán (Angulo, 2012).

Para tomar las muestras de suelo se usó el método de muestreo simple al azar en "X" se tomaron 5 muestras por parque (Sosa, 2012), como se describe en se tomaron muestras de 10x10 cm con 3 cm de profundidad con una pala de jardín y fueron colectadas en bolsas de plástico (Polo *et al.*, 2007), las cuales fueron identificadas y selladas para su traslado al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

2.2.2 Análisis de las muestras

Para procesar las muestras de tierra se usó la técnica de flotación con sulfato de zinc de Santarém *et al.* (2009), para procesar las muestras de tierra, esta técnica consistió en tomar 3 g de tierra en tubos Falcón de 15 ml, las muestras se lavaron 2 veces con 6 ml de agua destilada, se dejaron descansar por 2 horas, se homogenizaron por 2 minutos, y se centrifugaron a 2,500 rpm, después se descartó el sobrenadante y se añadió 10 ml de agua destilada, se repitió el reposo, la homogenización y la centrifugación. Después de descartar el sobrenadante se añadió 12 ml de sulfato de zinc y se repitieron los pasos anteriores. La identificación de los huevos de los parásitos se realizó al observar su morfología al microscópico óptico a doble ciego.

Para determinar la viabilidad de los huevos de encontrados se utilizó la técnica descrita por Ortiz, (2010); se obtuvo la muestra concentrada del sobrenadante, se tomó con un asa el sobrenadante y se colocó en un portaobjetos.

Se tiñó la muestra cuando se adicionó una solución acuosa al 0.1 % de azul de tripán. La viabilidad se observó en microscopio óptico al ver la presencia de huevos no viables si estaban teñidos y viables si estaban no teñidos.

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1,180 muestras fueron recolectadas de los 236 parques, 18 resultaron positivos a *Toxocara canis* dando una prevalencia del 7.6% y con una viabilidad del 94.4%.

La presencia y viabilidad de huevos de *Toxocara* spp. en los parques públicos de Culiacán, Sinaloa. de las 1180 muestras de tierra de los 236 parques de los 4 sectores, 115 fueron positivas en 18 de los parques. Esto puede ser atribuido por la falta de cultura en la recolección de las heces de los perros por parte de los dueños y la resistencia de los parásitos a diferentes factores ambientales.

Cuadro 1: Prevalencia y viabilidad de Huevos de *Toxocara* spp. positivos por sector.

Sector	Parques muestreados	N de muestras	Parques positivos n (%)	Prevalencia de <i>Toxocara</i> en parques (%)	Viabilidad de <i>Toxocara</i> en parques (%)	CI 95%
1	33	165	4	12.1	100	7.9-16.2
2	26	130	1	3.8	100	1.3-6.3
3	111	555	6	5.4	83.3	2.5-8.2
4	66	330	7	10.6	100	6.6-14.5
Total	236	1,180	18	7.6	94.4	4.2-11

P < 0.05

En Tunja, Colombia (Diaz-Anaya *et al.*, 2015), encontraron una prevalencia de *Toxocara* spp. del 42.5% prevalencia en heces y del 100% en 120 muestras de tierra de 28 parques. En Temuco, Chile (Armstrong *et al.*, 2011), 193 muestras de suelos de 87 parques tuvieron una prevalencia del 12.4% y en Tenerife, España (Toledo Seco *et al.*, 1994), 54 parques fueron muestreados obteniendo 54 muestras de tierra con una prevalencia del 37% a *Toxocara* spp., la prevalencia *Toxocara* spp. en estas ciudades era debido a la falta de cultura de los dueños de recolectar las heces de sus mascotas en los parques. En Abadan, Iran (Maraghi *et al.*, 2014) encontraron una prevalencia de *Toxocara* spp. del 29.2%, y en Karaj, Iran (Zibaei *et al.*, 2017), con una prevalencia del 36.4% de *Toxocara* spp., sus prevalencias eran resultado por la alta defecación en los parques debido a la presencia de perros y gatos callejeros.

En Toluca, México, una prevalencia del 24.7% de huevos de *Toxocara canis* fue encontrada (Romero-Núñez *et al.*, 2013); *T. canis* también fue detectado en Netzahualcóyotl (30.3%) y Tulyehualco (60%), la alta prevalencia era debido a la alta presencia de heces, el nivel socioeconómico y el poco mantenimiento de los parques (Romero *et al.*, 2009; Romero *et al.*, 2011). In Coro, Venezuela una prevalencia del 63.16% fue reportada principalmente debido al mal mantenimiento sanitario en zonas de bajo ingresos (Cazorla *et al.*, 2007). En Lima, Perú una prevalencia del 63.0% en parques de zonas de alto ingreso (López *et al.*, 2005). Esto difiere con este trabajo donde los parques eran de zonas de clase media y con un ligero mantenimiento. en Qazvin, Irán, una prevalencia del 3.15% para *T. canis* fue reportada esto debido a baja población de perros callejeros y la prohibición de tener contacto con los perros (Sarei *et al.*, 2012), en Ardabil, Irán recolectaron 200 muestras de tierra y encontraron el 7% positivas a *Toxocara* spp., esto debido a las zonas de bajos ingresos y el fácil acceso de animales callejeros a los lugares públicos (Pezeshki *et al.*, 2017).

Cuadro 2: Prevalencia y Viabilidad de *Toxocara* spp. en muestras de tierra de parques positivos en diferentes sectores.

Sector	Muestras de tierra	Muestras de tierra de parques positivos	Muestras positivas de <i>Toxocara</i> spp. n (%)	Huevos viables de <i>Toxocara</i> spp. n (%)	IC 95%
1	165	30	13.3	100	11.3-15.2
2	130	5	20	100	17.7-22.2
3	555	35	17.1	83.3	14.9-19.2
4	330	45	17.7	100	15.6-19.9
Total	1180	115	16.5	94.7	14.4-18.6
			P < 0.05		

Varios factores (clima, tipo de tierra, cuidado de los parques, cultura, etc.) pueden causar variación en la prevalencia, en este estudio *Toxocara* spp. mostro una viabilidad del 94.4%, en Toluca obtuvieron una viabilidad del 73.3% (Romero-Núñez, *et al.*, 2013); en la ciudad de México se encontró un 65.5% (Trejo *et al.*, 2012) y en Netzahualcóyotl encontraron un 72.6% (Romero *et al.*, 2011), el alto porcentaje de viabilidad de estos estudios demuestran la habilidad de *Toxocara* spp. para sobrevivir hasta que pueda completar su ciclo vital o infectar al huésped. En los parques hay presencia de diferentes tipos de instalaciones como canchas deportivas, juegos infantiles, árboles y áreas verdes que se pueden volver fuentes de infección. En Kirikkale, Turquía *Toxocara* spp. fue encontrada en 62.5% en la tierra de juegos infantiles volviéndolos un riesgo para los niños (Aydenizoz Ozkayhan, 2006). En Urmia, Irán (Tavassoli *et al.*, 2008),

encontraron *Toxocara* spp. en diferentes áreas como caminos de los parques, juegos infantiles y el área alrededor de los botes de basura. En Tunja, Colombia (Diaz-Anaya *et al.*, 2015), 42% de las muestras recolectadas en áreas verdes y juegos infantiles resultaron positivas a *Toxocara* esto demuestra que estas zonas que estaban también presentes en nuestros parques se pueden volver fuentes de infección para las personas y los animales. En Guarulhos, Brasil (Marques *et al.*, 2012), Lodz, Polonia (Blaszowska *et al.*, 2015) y en Erzurum, Turquía (Avcioglu y Balkaya, 2011) encontraron que los parques que estaban cercados tenían poca o nula presencia de huevos de *Toxocara* spp. que en los parques que no estaban cercados, en comparación con los parques de Culiacán que la mayoría no están cercados y los que están cercados están abiertos permitiendo la entrada libre a animales callejeros.

Cuadro 3: Instalaciones o áreas de reunión en parques positivos a *Toxocara* spp.

Tipos	Parques	%
Canchas deportivas y juegos infantiles	17	94.4
Árboles y áreas verdes	16	88.8
Alumbrado	9	50
Bancas	8	44.4

La temperatura para que los huevos de *Toxocara* spp. se desarrolle en el suelo es entre 25 a 30°C (Schnieder *et al.*, 2011). En Malasia (Mohd Zain *et al.*, 2015), recolectaron 300 muestras de juegos infantiles durante las temporadas de lluvia y de sequía encontrando una contaminación del 95.7% de *Toxocara* spp. siendo su presencia más prominente durante las temporadas de lluvia ya que daban las condiciones ideales para el desarrollo de los huevos, en nuestro trabajo la temperatura estaba entre 29-31 °C en comparación con el trabajo de Malasia (Mohd Zain *et al.*, 2015) que estaba entre 25.5-28.6°C, esto indica que la temperatura de Culiacán es la ideal para el desarrollo de los huevos.

2.4 CONCLUSIONES

Aunque la prevalencia de los huevos de *Toxocara* spp. en la tierra de los parques públicos es baja, su alta viabilidad y su capacidad de sobrevivir diferentes factores vuelve la tierra contaminada por *Toxocara* spp., en una fuente de infección para las personas y los animales, por lo que se debe educar a los dueños a recolectar las heces de sus animales, así como tener una mejor higiene tanto en las personas como animales.

CAPÍTULO 3. NEMATODOS ZONÓTICOS EN HECES PRESENTES EN PARQUES PÚBLICOS EN LA CAPITAL DE SINALOA, MÉXICO.

3.1 INTRODUCCIÓN

Las helmintiasis que se transmiten por tierra afectan a billones de personas mundialmente, entre estas los nematodos intestinales caninos tienen un gran impacto ya que son peligro de salud tanto en los animales como en las personas, en especial los jóvenes y los inmunosuprimidos encontrándose el *Acylostoma* spp. entre uno de los helmintos caninos de mayor relevancia (Traversa *et al.*, 2014; Savadelis *et al.*, 2019). La relación entre el hombre y los perros remontan desde tiempos prehistóricos, y nuestra asociación ha hecho los perros estén distribuidos por todo el mundo (Macpherson, 2005), se puede clasificar esta relación entre humanos y perros en 4 clases perros con dueños, libres, abandonados y salvajes, esto hace un importante rol en las transmisiones de enfermedades zoonóticas (Macpherson, 2005; Weston *et al.*, 2014), esto vuelve los lugares públicos como los parques que son sitios donde los animales y los niños son llevados para ejercicio y recreación, pueden estar altamente contaminados con las heces de los animales que pueden contener enfermedades zoonóticas que afectan al ser humano (Macpherson, 2005), en caso de *Ancylostoma* spp. en los humanos causa el Síndrome de Larva Migrans Cutánea (SLMC) (Heukelbach y Feldmeier, 2008), por esto estudios se han hecho para saber la prevalencia de *Ancylostoma* spp. por ser un parásito zoonótico que afecta al ser humano, en el trabajo de Marques *et al.* (2012) en Brasil encontraron una prevalencia del 48.8% a *Ancylostoma* spp., en México Núñez *et al.* (2014) encontró una frecuencia del 23.7% aunque solo muestrearon 5 parques, en las playas de Brasil Rocha *et al.* (2011) encontró una prevalencia del 82.5% de larvas de *Ancylostoma*, Duncan *et al.* (2020) detectaron una prevalencia del 14.5% de *Ancylostoma* spp. en 5 parques, en las playas de Costa Rica Paquet-Durand *et al.* (2007) encontraron una prevalencia del 55% de huevos de *Ancylostoma*. Por lo antes citado el objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia de *Ancylostoma* spp. en los parques públicos de Culiacán, Sinaloa.

3.2 ANTECEDENTES

3.2.1 Características Generales de *Ancylostoma* spp.

Ancylostoma spp. es un helminto hematófago que vive en el intestino delgado, (Prieto-Pérez, 2016).

Los huevos de *Ancylostoma* spp. miden de 55 a 72 por 34 a 45 mm (Quiroz, 2009).

Los adultos los machos de *Ancylostoma* spp. miden de 10 a 13 mm, y las hembras de 13 a 20.5 mm. Son de color grises, la boca es uniforme y puede tener tres pares de dientes y la una vulva en la parte posterior, se encuentran en intestino delgado (Quiroz, 2009).

3.2.2 Biología de *Ancylostoma* spp.

Las hembras pueden producir 300,000 huevo al día, estas son expulsadas con las heces que llegan al suelo y después de 7-10 días se transforma en larva 3 que es su forma infectante, en la tierra la larva puede sentir las vibraciones en la tierra y el incremento de temperatura, la larva se mueve con movimientos como serpiente que son estimulados por el dióxido de carbono en el aire, la larva se moverá hasta encontrar un huésped donde buscara atravesar la piel del huésped o puede ser consumido por este (Heukelbach y Feldmeier, 2008; Prieto-Pérez *et al.*, 2016).

Las larvas después de atravesar la piel viajan por las venas hasta los pulmones antes de 10 días después de entrar al cuerpo, donde al llegar a los alveolos serán llevadas hacia la glotis donde serán deglutidas hasta llegar al intestino delgado (Prieto-Pérez *et al.*, 2016).

Ya en el intestino delgado las larvas maduran a su estado adulto donde se engancharán a la pared del intestino donde ingerirán de 0.15 a 0.2 ml de sangre diariamente (Prieto-Pérez *et al.*, 2016).

Las larvas de *Ancylostoma* spp. viven en los intestinos de los perros, la infección es asintomática en ellos, pero en ciertos casos puede causar debilitamiento, anemia y hasta la muerte (Heukelbach y Feldmeier, 2008). Las larvas de pueden estar en estado inactivo en la piel de los perros por años y solo reactivarse en situaciones de estrés, en el caso de perras embarazadas las larvas se reactivan en las últimas 2-3 semanas del embarazo y pueden pasar por vía lacta a los cachorros lactantes (Traversa *et al.*, 2014).

3.2.3 *Ancylostoma* spp. en humanos

En los seres humanos *Ancylostoma* spp. causa el síndrome de larva migrans cutánea (SLMC) (Heukelbach y Feldmeier, 2008).

Cuando la larva penetra la piel del ser humano, puede migrar de unos milímetros hasta algunos centímetros por día, observándose una comezón 1 hora después de ser infectado y la aparición de una pápula rojiza en el sitio de entrada (Heukelbach y Feldmeier, 2008).

En la mayoría de los casos entre 1 a 5 días aparecen los surcos de penetración de la larva, la larva puede migrar por la piel de 2-8 semanas hasta varios meses (Heukelbach y Feldmeier, 2008).

Los pacientes infectados sufren de una incómoda comezón, que puede prevenir el sueño hasta causar dolor, las lesiones se llegan a infectar debido al constante rascado por los pacientes en las lesiones, en 9 a 12% de los casos infectados pueden producir lesiones vesiculobullosas que pueden crecer varios centímetros (Heukelbach y Feldmeier, 2008).

3.2.4 Prevalencia de *Ancylostoma* spp. en sitios públicos

El *Ancylostoma* spp. es un parásito zoonótico de gran importancia debido a que puede infectar al ser humano, esto debido a la contaminación con heces infectadas por lo cual se han hecho diferentes estudios donde se ha buscado su presencia.

En Estados Unidos Savadelis *et al.* (2019), recolectaron 200 muestras de heces de parques de perros donde 34 (63%) fueron positivas a *Ancylostoma* spp., expresan que se necesita improvisar la educación de los dueños en el cuidado de sus mascotas para que no conviertan los parques en fuentes de infección zoonóticas. En Oklahoma, Duncan *et al.* (2020) recolectaron un total de 359 muestras de heces de 5 parques para perros se encontró una presencia de *Ancylostoma* spp. del 14.5% se toma en cuenta que las muestras recolectadas eran tanto de muestras frescas excretadas por los perros en el momento de la recolección, como también recolectadas en el suelo, siendo las más positivas a *Ancylostoma* spp. las muestras recolectadas del suelo.

En Guarulhos, Brasil, Marques *et al.* (2012) reunieron muestras de tierra de 120 parques de 47 distritos de la ciudad, 35 (74.5%) de los distritos fueron positivos a parásitos siendo el 46.8% positivo a *Ancylostoma* spp., esto debido a la presencia de perros tanto callejeros como con dueños y que la temperatura (22.5 °C) de la región era la ideal para el desarrollo de los huevos de parásitos. En Pelotas, Brasil, de Moura *et al.* (2012) recolectaron 400 muestras de suelo de 8 parques las cuales 176 fueron positivas a parásitos de los cuales 55 (13.5%) fueron positivos a *Ancylostoma* spp. esto debido a los perros callejeros que tienen accesos a los parques.

En Buenos Aires, Argentina, Rubel y Wisnivesky (2010) hicieron un estudio durante 16 años en 19 plazas donde hicieron un censo de las heces presentes en el lugar, contaron en total 19,788 heces, el 83% fueron encontradas en tierra o pasto, un 12% en las veredas de las plazas, un 5% en los caminos y un 0.2 % en los areneros áreas de juegos de estas 1,409 heces fueron analizadas por parásitos donde el 20.47% fue a *Ancylostoma* spp., esto debido al aumento de la población canina en los parques muestreados aumentando la contaminación fecal. En Grandes Buenos Aires, Rubel y Wisnivesky (2005) recolectaron 847 muestras de heces de vecindarios de ingresos medios y 1570 muestras de vecindarios de ingresos bajos de estas muestras el 40% y el 70% respectivamente fueron positivos a parásitos, teniendo una prevalencia de *Ancylostoma* spp. del 14% y el 53% respectivamente concluyendo que la contaminación por heces caninas varia de las áreas dependiendo de las estructuras de la zona como de los hábitos de los dueños siendo las banquetas los lugares más contaminados en zonas suburbanas y los parques y zonas verdes en las más urbanizadas. Otro trabajo en Buenos Aires, Sommerfelt *et al.* (2006) recolectaron 465 muestras de heces felinas de 12 lugares públicos que estaban cercados obteniendo una prevalencia del 14% de *Ancylostoma* spp., el 71% de las muestras mostraron una consistencia húmeda y el 29% una consistencia seca, la presencia de cercas no evito la entrada de gatos a los espacios públicos volviéndolos una fuente de infección para las personas entre a ellos.

En Lodz, Polonia, Blaszkowska *et al.* (2013) tomaron 88 muestras de tierra de 22 parques enfocándose en los areneros, juegos infantiles y campos deportivos siendo estos últimos los más contaminados, en un periodo de entre la primavera y otoños siendo el tiempo de primavera el más prolífico para los parásitos, al analizar las muestras encontraron *Ancylostoma* spp. en el 14.3% de las muestras esto debido a las condiciones climatológicas y a la presencia de perros callejeros como con dueños. En Lisboa, Portugal, Ferreira *et al.* (2017) recolectaron 369 muestras de heces de las cuales el 16.5% salieron positivos a huevos de *Ancylostoma* spp., por su alta presencia en las heces en los parques llegaron a la conclusión de estos parques se pueden ser fuentes de infección si no se toman las medidas sanitarias necesarias como la limpieza y desparasitación. En la republica de Eslovenia, Papajova *et al.* (2014) recolectaron 578 muestras de heces encontrando una prevalencia de *Ancylostoma* del 8.1%, las muestras fueron recolectadas de zonas urbanas y rurales, en comparación había más presencia de *Ancylostoma* en las zonas urbanas contra las rurales, pero eso no cambia el hecho que los perros son la fuente de contaminación de los sitios públicos haciendo lo un riesgo a los seres humanos.

En Tunja, Colombia, Díaz-Anaya *et al.* (2015) recolectaron 124 muestras de heces de 28 parques de los cuales 17 salieron positivos a parásitos con una prevalencia del 11.3% a *Ancylostoma* spp., esto debido a la presencia de perros en los parques como a las condiciones climáticas (13 °C) que ayudan al desarrollo de los parásitos. En Los Ángeles, Chile, Luzio *et al.* (2015) muestrearon 452 heces caninas en 65 parques y plazas públicas el 4.2% de las muestras salieron positivas a *Ancylostoma* spp. esto debido a la falta de medidas preventivas contra los parásitos en los perros. En Costa Rica, Paquet-Durand *et al.* (2007) recolectaron 69 muestras de heces de parques y playas, el 55% fueron positivas a huevos de *Ancylostoma* spp., en el estudio compararon las temporadas del clima encontrado mayor presencia *Ancylostoma* en la temporada humedad (66%) y menor en la temporada seca (44%), como también mayor presencia en las zonas rurales (66%) que en las urbanas (42%). En Bolívar, Venezuela, Devera *et al.* (2008) muestrearon 12 parques donde recolectaron 18 muestras de heces donde el 61.1% fueron positivos a *Ancylostoma* spp., esto posiblemente por la presencia de animales sin desparasitar en los parques y de medidas higiénicas para mantener los parques libres de heces.

En Malasia, Mohd Zain *et al.* (2015) muestrearon 60 parques y recolectaron 300 muestras de tierra de las cuales el 88.3% fueron positivas a *Ancylostoma* spp. esto debido a que los perros infectados tienen entrada libre a los parques donde defecan, como también la temperatura (25-28°C) y la humedad son las adecuadas para su sobrevivencia. En Harare, Zimbabwe Mukaratirwa y Taruvinga (1999) recolectaron 161 muestras de heces de 6 parques públicos y zonas de juegos donde el 17.4% fueron positivos a *Ancylostoma* spp., de las muestras recolectadas las dividieron en muestras secas (134) y húmedas (27), donde encontraron que *Ancylostoma* spp. se encontró en el 9% de las muestras secas y 59.3% en las húmedas demostrando que sobreviven más en las heces húmedas que en las secas. En Erbil, Iraq, Nooraldeen (2015) recolectó muestra de 48 tierra de 12 parques el 25% fueron positivas a *Ancylostoma* spp., la presencia se adjunta a los animales callejeros que entran en los parques. En Nigeria, Maikai *et al.* (2008) recolectaron 608 muestras de tierra de 14 parques se encontró un 9% de prevalencia de *Ancylostoma* spp., se encontraron varios factores que afectan la presencia de parásitos en los parques como la presencia de vegetación que da sombra y retiene la humedad, el clima seco, la presencia de perros callejeros que no están tratados. En Lahore, Ashraf *et al.* (2019) tomaron muestras de heces de 600 perros para ver la presencia de *Ancylostoma* spp. en diferentes variantes, encontraron que había una prevalencia en verano, que estaba más presente en las muestras provenientes de jardines de casas.

En México Núñez *et al.* (2014) obtuvieron 1786 muestras de tierra de 5 parques públicos en la delegación de Nezahualcóyotl, obteniendo una contaminación de *Ancylostoma* spp. del 23.7% esto debido a la contaminación producida por las heces de los perros callejeros y perros domesticados. En Chiapas, Martínez-Barbabosa *et al.* (2008) se recolectaron 200 muestras de 33 zonas de las callas de ciudad de San Cristobal de las Casas, el 37% de las muestras fueron positivas a parásitos, con una prevalencia *Ancylostoma* spp. del 18.5%, aunque en las calles pavimentadas no permite el desarrollo de los parásitos el alto número presente da en cuenta de los animales infectados que hay defecando libremente en la ciudad, volviendo al *Ancylostoma* un riesgo para la población, en especial la que no usa calzado. En Mexicali, Ramírez-Rubio *et al.* (2019) muestrearon 56 parques recolectado 560 muestras de suelo, el 11.78% fueron positivas a parásitos, con *Ancylostoma caninum* en un 5.3%, la contaminación se debía a la irresponsabilidad de los dueños de recoger las heces de sus mascotas. En Yucatán, Medina-Pinto *et al.* (2018) tomaron 100 muestras de 20 parques se encontró una presencia del 10% de *Ancylostoma* spp. en las muestras de heces, esto se lo relacionaban con la presencia de perros callejeros en los parques, también el clima cálido subhúmedo es el ideal para el desarrollo de los parásitos. En Sinaloa, se han realizado trabajos para ver la prevalencia de parásitos, *Ancylostoma* en playas, Rubio *et al.* (2011), tomaron 479 muestras de arena de playa y utilizaron el método coproparasitoscópico de sedimentación, donde se observó una presencia del 29.44% de *Ancylostoma*; También tomaron muestras de heces de 205 perros en pueblos pesqueros y usaron el método de flotación con solución de glucosa, donde encontraron *Ancylostoma caninum* en un 12.19%.

3.3 HIPÓTESIS

Hay huevos de parásitos zoonóticos presentes en las heces de perros encontradas en los parques públicos de Culiacán, Sinaloa.

3.4 OBJETIVO

Determinar la prevalencia de huevos de parásitos zoonóticos en las heces de perros encontradas en los parques públicos de Culiacán, Sinaloa.

3.5 MATERIAL Y MÉTODOS

3.5.1 Localización

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Culiacán, Sinaloa que se encuentra a latitud 24°47'31"N y longitud 107°23'53" O, y a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar, Culiacán tiene una temperatura normal anual es de 25.7°C, una temperatura máxima anual de 33.2°C, una temperatura mínima anual de 18.3°C, una precipitación anual de 666.1 mm y una humedad relativa del 2,117.4 (SMN, 2020), cuenta con una población de 858, 638 habitantes (INEGI, 2020).

3.5.2 Parques públicos de Culiacán, Sinaloa

Se muestrearon 23 parques públicos que en el estudio anterior salieron positivos a parásitos en la tierra, por lo que en este estudio se muestrearon estos mismos parques para ver la presencia de parásitos en las heces presentes en los parques.

3.5.3 Toma de muestras

Para tomar las muestras de heces se usó el método de muestreo simple al azar en "X" (Sosa, 2012), se tomaron muestras de heces presentes en las esquinas y el centro de los parques, se recolectaron las muestras usando bolsas de plástico, las cuales fueron identificadas y selladas para su traslado al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

La toma de muestra se realizó durante el periodo de invierno-primavera del 2018, se recolectaron las heces presentes en el parque dando un total de 115 muestras de heces.

3.5.4 Análisis de muestras

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

3.5.5 Identificación de parásitos

Para procesar las muestras de heces se usó la técnica de flotación de Sheater (Duncan *et al.*, 2020), para procesar las muestras de heces, esta técnica consistió en tomar 1 g de heces en tubos de 10 ml, las muestras se lavaron 1 veces con 5 ml de agua destilada, se homogenizo, y se centrifugaron a 1,500 rpm por 5 min, después se descartó el sobrenadante y se añadió 9 ml de glucosa, se homogenizo y se centrifugo a 1,500 rpm por 5 min. La identificación de los huevos de los parásitos se realizó al observar su morfología al microscópico óptico a doble ciego.

3.5.6 Viabilidad de parásitos

Para determinar la viabilidad de los huevos de *Ancylostoma* spp. se utilizó la técnica de tinción con azul de tripán (Ortiz, 2010); se obtuvo la muestra concentrada del sobrenadante, se tomó con un asa el sobrenadante y se colocó en un portaobjetos.

Se tiñó la muestra cuando se adicionó una solución acuosa al 0.1 % de azul de tripán. La viabilidad se observó en microscopio óptico al ver la presencia de huevos no viables si estaban teñidos y viables si estaban no teñidos.

3.5.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados por tablas de frecuencia y se crearon intervalos de confianza al 95% con la fórmula descrita en Merletti *et al.* (1998).

$$P = \frac{d}{T}$$

P= prevalencia

d= número de casos

T= población total

$$p \pm 1.96 \sqrt{\frac{p(1-p)}{T}}$$

3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 23 parques públicos muestreados donde se obtuvieron 115 muestras de heces fueron analizadas por la técnica de flotación con solución de azúcar, se identificó la presencia de parásitos, observándose que el 60.87% de los parques fueron positivos a *Ancylostoma* spp., se realizó un análisis de viabilidad con azul de tripán en las muestras y se observó que los huevos eran viables, resultado un 100% de viabilidad en los parques que salieron positivos, lo que indica que estos parásitos son un factor de riesgo con un gran potencial en la trasmisión, como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4: Prevalencia de parásitos en heces encontrados en parques públicos.

Total	Positivos	Prevalencia	Viabilidad	Negativos	Prevalencia
23	14	60.87%	100%	9	39.13%
IC 95%		40.92-80.82			19.18-59.08

Al comparar el resultado obtenido de parques positivos con los resultados de otros trabajos como el de Nooraldeen (2015) donde encontró una prevalencia de parásitos intestinales en el 91.6% de los parques que muestreó, en el estudio de Ramírez-Rubio *et al.* (2019) encontraron el 54% de sus parques positivos a parásitos, en la investigación de Diaz-Anaya *et al.* (2015) el 60.7% de sus parques salieron positivos a parásitos, Luzio *et al.* (2015) el 60% de sus parques muestreados fueron positivos, esto demuestra el alto riesgo que pueden llegar a ser los parques públicos hacia las personas y sus mascotas por la presencia de parásitos.

Ancylostoma spp. fue el parásito identificado en las muestras positivas de heces dando una prevalencia del 60.87%, al comparar nuestros resultados con otros estudios como Savadelis *et al.* (2019) que obtuvo una presencia del 63% de *Ancylostoma* spp. es una prevalencia similar a la nuestra la diferencia es que los parques donde tomaron las muestras son parques para perros que son específicos para pasear perros, mientras los parques que muestreamos son de acceso libre así que pueden entrar diferentes animales y personas, en Rocha *et al.* (2011) encontraron una prevalencia del 82.5% de larvas de *Ancylostoma*, la alta prevalencia presentada causa preocupación debido a que las muestras provenían de la tierra de playa que son lugares donde la gente se reúne y convive, en especial niños; en el estudio de Núñez *et al.* (2014) tuvieron una prevalencia del 23.7% esto debido a la presencia de heces en los parques y que los dueños no desparasitan a sus mascotas.

Cuadro 5: Prevalencia y Viabilidad de *Ancylostoma* spp. por sector.

Sector	Parques Positivos	N de muestras	%	Viabilidad %	IC 95%
1	5	32	21.74	35.71	4.88-38.60
2	1	10	4.35	7.14	-3.99-12.68
3	2	21	8.70	14.29	-2.82-20.21
4	6	52	26.09	42.86	8.14-44.03
Total	14	115	60.87	100	4.88-38.60

En el trabajo de Devera *et al.* (2008) recolectaron sus muestras de los parques que fueran mas accesibles y quetubieran mamayor precensia de personas y perros y por conveniencia los dividieron en 5 zonas centro, norte, sur, este y oeste, resultando su zona este la mas

contaminada por huevos de parásitos, en el caso de nuestro trabajo los parques están divididos en 4 sectores, el sector 1 cubre el noreste, el sector 2 el sureste, el sector 3 el suroeste y el sector 4 el noroeste, encontrándose que los sectores 1 y 4 son los más positivos a *Ancylostoma* spp., Díaz-Anaya *et al.* (2015) seleccionaron los principales parques públicos con áreas verdes y áreas de juegos infantiles, que son lugares donde las personas tienen mayor probabilidad de tener contacto con las heces, por lo escogieron 28 parques que dividieron en 4 zonas norte, sur, oriente y occidente, siendo la zona sur la más contaminada con una presencia de *Ancylostoma* spp. en heces del 22.6%, esto debido a los animales callejeros y a que la ciudad cuenta con las condiciones climatológicas adecuadas para el desarrollo de *Ancylostoma* spp.

Cuadro 6: Propiedades de las heces recolectadas en parques.

Heces	Secas	%	Humedad	%	Positivos s	%	Positivos h	%
115	80	69.57	35	30.43	7	6.09	34	29.57
IC 95%		61.16-77.98		22.02-38.84		1.72-10.46		21.22-37.91

En el estudio de Mukaratirwa y Taruvinga (1999) vieron que en las muestras de heces que estaban húmedas tenían mayor prevalencia de huevos de *Ancylostoma* spp. que las muestras secas que recolectaron, en nuestro estudio como se ve en el cuadro 3 se observa que fueron más positivas las muestras de heces húmedas que las secas lo que concluye que mientras más fresca las heces más positivas serán a parásitos, en el estudio de Duncan *et al.* (2020) recolectaron muestras de heces frescas que fueron recientemente excretada y heces que se encuentran en la tierra, encontraron *Ancylostoma* spp. en un 18% en las frescas y un 34% de las recolectadas del suelo, esto resultados se puede deber que las muestra recolectados frescas vengan de perros no infectados o tratados y en cuanto las recolectadas del suelo pueden estar degradadas por estar expuestas al ambiente por quien sabe cuánto tiempo, en caso de nuestro trabajo todas las muestra fueron recolectadas del suelo y es difícil saber cuánto llevaban en el suelo desde que fueron excretadas que puede ser algunos minutos hasta tener semanas en el suelo. Al estar las heces expuestas al ambiente (luz, temperatura, humedad, aire) menos viables serán a diferencia de las heces humedad (Mukaratirwa y Taruvinga, 1999; Sommerfelt *et al.*, 2002).

Cuadro 7: Propiedades de heces por sector.

Sector	S	%	IC 95%	H	%	IC 95%
--------	---	---	--------	---	---	--------

1	22	19.13	11.94-26.32	10	8.70	3.55-13.85
2	6	5.22	1.15-9.28	4	3.48	0.13-6.83
3	17	14.78	8.30-21.27	4	3.48	0.13-6.83
4	35	30.43	22.02-38.84	17	14.78	8.30-21.27
Total	80	69.57		35	30.43	

Cuadro 8: Positividad de muestras por sector.

Sector	P	%	IC 95%	P	%	IC 95%
	s			h		
1	4	3.48	0.13-6.83	10	8.70	3.55-13.85
2	0	0	0	4	3.48	0.13-6.83
3	0	0	0	3	2.61	-0.30-5.52
4	3	2.61	-0.30-5.52	17	14.78	8.30-21.27
Total	7	6.09		34	29.57	

Cuadro 9: Instalaciones en parques públicos de Culiacán.

Tipos	Parques	%
Canchas y juegos infantiles	22	95.7
Áreas verdes	20	87
Alumbrado	7	30.4
Botes de basura	6	26.1
Equipo de ejercicios	5	21.7
Bancas	12	52.2

En el trabajo Blaszkowska *et al.* (2013) obtuvieron una prevalencia del 14.3% de *Ancylostoma* spp., recolectaron muestras de tierra de diferentes sitios entre ellos canchas deportivas, juegos infantiles y cajas de arena, encontrando que las canchas deportivas y los juegos infantiles eran los más contaminados, en nuestro trabajo los parques muestreados presentan este tipo de instalaciones haciéndolos llamativos para que la gente se reúna en los parques, en el trabajo de Maikai *et al.* (2008) revisaron algunos factores que pudieran en la prevalencia de los helmintos en los parques, como si había vegetación presente en el parque que daba un 66.3% ligeramente mayor a si no había vegetación, si se había perros presentes o no al momento de recolectar la muestras que era ligeramente mayor cuando no estaban presente 64.8% y si había botes de basura o no que no había mucha diferencia, con respecto a nuestros parques el 87% presenta zonas verdes y el 70% salieron positivos, en botes de basura el 26.1% estaban presentes en los parques y el 66.7% salieron positivo.

3.7 CONCLUSIONES

El nematodo *Ancylostoma* spp. presenta una prevalencia del 60.87% en las heces presentes en parques públicos de Culiacán, Sinaloa, demostrando que este parásito es un factor de riesgo infectante ya que puede contaminar el suelo de los parques donde los niños juegan y los adultos y jóvenes también conviven; pudiendo así infectar a las personas y sus mascotas, ya que la larva puede causar larva migrans cutánea que afecta al ser humano, como este parasito es un problema mundial de salud pública se debe educar a los dueños a ser más responsables de sus mascotas, como también la limpieza de las heces de los parques para evitar que se presente contaminación con este parasito.

CAPITULO 4. CONCLUSIONES GENERALES

La presencia de parásitos zoonóticos como *Toxocara canis* en el suelo y de *Ancylostoma* spp. en heces presentes en los parques públicos demuestra que son un riesgo de salud pública, ya que su habilidad para sobrevivir diferentes cambios ambientales hace que puedan estar durante mucho tiempo en los parques hasta que puedan encontrar un huésped al cual infectar, lo que vuelve a los parques en una fuente de infección para las personas y los animales, ya que son lugares de reunión y esparcimiento donde conviven las personas y sus mascotas, para evitar que esto suceda se debe cambiar los hábitos de los dueños de mascotas con respecto a la desparasitación y la recolección de las heces, como también de mantener y limpiar los parques para así eliminar la presencia de parásitos y el riesgo de infecciones y parasitemias.

CAPÍTULO 5. LITERATURA CITADA

- Alonso, J. M., M. Stein, M. C. Chamorro and M. V. Bojanich (2001). "Contamination of soils with eggs of *Toxocara* in a subtropical city in Argentina." *J Helminthol* 75(2): 165-168.
- Angulo J. 2012. Departamento de parques y jardines, Ayuntamiento de Culiacán.
- Armstrong, W. A., C. Oberg and J. J. Orellana (2011). "Presencia de huevos de parásitos con potencial zoonótico en parques y plazas públicas de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía, Chile." *Archivos de medicina veterinaria* 43(2): 127-134.
- Ashraf K., Hafeez M. A., Maqbool A., Chaudhary Z. I., Khan M. S., Rasool M. F. 2019. Zoonotic potential of ancylostomosis and its prevalence in stray and pet dogs of Lahore Metropolitan. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 29 (2): 431-436.
- Avcioglu, H. and A. Burgu (2008). "Seasonal prevalence of *Toxocara* ova in soil samples from public parks in Ankara, Turkey." *Vector Borne Zoonotic Dis* 8(3): 345-350.
- Aydenizoz Ozkayhan, M. (2006). "Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey." *J Helminthol* 80(1): 15-18.

- Basualdo, J. A., M. A. Cordoba, M. M. de Luca, M. L. Ciarmela, B. C. Pezzani, M. S. Grenovero and M. C. Minvielle (2007). "Intestinal parasitoses and environmental factors in a rural population of Argentina, 2002-2003." *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 49(4): 251-255.
- Berenji, F., A. G. Movahedi Rudy, A. Fata, M. Tavassoli, M. Mousavi Bazaz and G. Salehi Sangani (2015). "Soil Contamination with *Toxocara* Spp. Eggs in Public Parks of Mashhad and Khaf, North East of Iran." *Iran J Parasitol* 10(2): 286-289.
- Blaszowska, J., Wojcik A., Kurnatowski P., Szwabe K. 2013. Geohelminth egg contamination of children's play areas in the city of Lodz (Poland). *Vet Parasitol.* 192 (1-3): 228-233.
- Blaszowska, J., K. Goralska, A. Wojcik, P. Kurnatowski and K. Szwabe (2015). "Presence of *Toxocara* spp. eggs in children's recreation areas with varying degrees of access for animals." *Ann Agric Environ Med* 22(1): 23-27.
- Bojar, H. and T. Klapiec (2012). "Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland." *Ann Agric Environ Med* 19(2): 267-270.
- Bojar, H. and T. Klapiec (2018). "Contamination of selected recreational areas in Lublin Province, Eastern Poland, by eggs of *Toxocara* spp., *Ancylostoma* spp. and *Trichuris* spp." *Ann Agric Environ Med* 25(3): 460-463.
- Bryant, A. S. and E. A. Hallem (2018). "Terror in the dirt: Sensory determinants of host seeking in soil-transmitted mammalian-parasitic nematodes." *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 8(3): 496-510.
- Cazorla P. D. J., Morales M. P., Acosta Q. M. E. 2007. Contaminación de suelos con huevos de *Toxocara* spp. (Nematoda, Ascarididas) en parques públicos de la ciudad de Coro, estado Falcón, Venezuela. *Revista científica.* XVII (2): 117-122.
- Choobineh, M., F. Mikaeili, S. M. Sadjjadi, S. Ebrahimi and S. Iranmanesh (2019). "Molecular characterization of *Toxocara* spp. eggs isolated from public parks and playgrounds in Shiraz, Iran." *J Helminthol* 93(3): 306-312.
- Chorazy, M. L. and D. J. Richardson (2005). "A survey of environmental contamination with ascarid ova, Wallingford, Connecticut." *Vector Borne Zoonotic Dis* 5(1): 33-39. Devera R., Blanco Y., Hernandez H., Simoes D. 2008. [*Toxocara* spp. and other helminths in squares and parks of Ciudad Bolivar, Bolivar State (Venezuela)]. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 26 (1): 23-26.
- de Moura, M. Q., Jeske S., Vieira J. N., Corrêa T. G., Berne M. E. A., Villela M. M. 2012. Frequency of geohelminths in public squares in Pelotas, RS, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria.* 22 (1): 175-178.
- Despommier, D. (2003). "Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects." *Clin Microbiol Rev* 16(2): 265-272.
- Devera, R., Y. Blanco, H. Hernandez and D. Simoes (2008). "[*Toxocara* spp. and other helminths in squares and parks of Ciudad Bolivar, Bolivar State (Venezuela)]." *Enferm Infecc Microbiol Clin* 26(1): 23-26.

- Devera, R., R. Tutaya and R. Devera Velásquez (2015). "Aislamiento de huevos y larvas de *Toxocara* spp. y otros geohelminthos en suelos de parques de un colegio de Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela." *Saber* 27(2): 341-346.
- Díaz-Anaya A. M., Pulido-Medellín M. O., Giraldo-Forero J. C. 2015. Nematodes with zoonotic potential in parks of the city of Tunja, Colombia. *Salud Publica de México*. 57 (2): 170-176.
- Duncan K. T., Koons N. R., Litherland M. A., Little S. E., Nagamori Y. 2020. Prevalence of intestinal parasites in fecal samples and estimation of parasite contamination from dog parks in central Oklahoma. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 19: 100362.
- Ferreira A., Alho A. M., Otero D., Gomes L., Nijse R., Overgaauw P. A. M., Madeira de Carvalho L. 2017. Urban Dog Parks as Sources of Canine Parasites: Contamination Rates and Pet Owner Behaviours in Lisbon, Portugal. *J Environ Public Health*. 2017: 5984086.
- Heukelbach J. y Feldmeier H. 2008. Epidemiological and clinical characteristics of hookworm-related cutaneous larva migrans. *Lancet Infect Dis*. 8 (5): 302-309.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de población y vivienda. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25> (consulta septiembre 2020).
- López T. F., Chávez V. A., Casas A. E. 2005. Contaminación de los parques públicos de los distritos de Lima oeste con huevos de *Toxocara* sp. *Rev Inv Vet Perú*. 16 (1): 76-81.
- Luzio, A., Belmar P., Troncoso I., Luzio P., Jara A., Fernandez I. 2015. [Parasites of zoonotic importance in dog feces collected in parks and public squares of the city of Los Angeles, Bio-Bio, Chile]. *Rev Chilena Infectol*. 32 (4): 403-407.
- Macpherson C. N. 2005. Human behaviour and the epidemiology of parasitic zoonoses. *Int J Parasitol*. 35 (11-12): 1319-1331.
- Maikai B. V., Umoh J. U., Ajanusi O. J., Ajogi I. 2008. Public health implications of soil contaminated with helminth eggs in the metropolis of Kaduna, Nigeria. *J Helminthol*. 82 (2): 113-118.
- Maraghi, S., K. Mazhab Jafari, S. M. Sadjjadi, S. M. Latifi and M. Zibaei (2014). "Study on the contamination of Abadan public parks soil with *Toxocara* spp. eggs." *J Environ Health Sci Eng* 12: 86.
- Marques, J. P., R. Guimaraes Cde, Boas A. V., Carnauba P. U., Moraes J. 2012. Contamination of public parks and squares from Guarulhos (Sao Paulo State, Brazil) by *Toxocara* spp. and *Ancylostoma* spp. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 54 (5): 267-271.
- Martínez-Barbabosa I., Cárdenas E. M. G., Sosa E. A. A., Lastra R. J. P. 2008. Parasitic contamination by dog feces collected from the streets of San Cristobal de Las Casas, Chiapas, Mexico. *Veterinaria Mexico*. 39 (2): 173-180.
- Medina-Pinto R. A., Rodriguez-Vivas R. I., Bolio-Gonzalez M. E. 2018. [Zoonotic intestinal nematodes in dogs from public parks in Yucatan, Mexico]. *Biomedica*. 38 (1): 105-110.
- Merletti F., Soskolne C. L., Vineis P. 1998. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones, Madrid, España. 28: 28.14.

- Mohd Zain S. N., Rahman R., Lewis J. W. 2015. Stray animal and human defecation as sources of soil-transmitted helminth eggs in playgrounds of Peninsular Malaysia. *J Helminthol.* 89 (6): 740-747.
- Mukaratirwa S. y Taruvinga M. 1999. A survey on environmental contamination of suburban parks and playgrounds in Harare, Zimbabwe, with canine helminths of zoonotic significance. *J S Afr Vet Assoc.* 70 (3): 119-121.
- Nooraldeen K. 2015. Contamination of public squares and parks with parasites in Erbil city, Iraq. *Ann Agric Environ Med.* 22 (3): 418-420.
- Núñez, C. R., Durán N. R., Barrera G. E. M., Barrera E. M., Gómez L. G. B. 2014. *Dipylidium caninum*, *Ancylostoma* spp., and *Trichuris* spp. contamination in public parks in Mexico. *Acta Scientiae Veterinariae* 42 (1).
- Ortiz P. C. 2010. Prevalencia de huevos de helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada, provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio El Rosal, Cundinamarca. Tesis Maestría en Ciencias Microbiología. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, D.C.
- Papajová I., Pipiková J., Papaj J., Čižmár A. 2014. Parasitic contamination of urban and rural environments in the Slovak Republic: dog's excrements as a source. *Helminthologia.* 51 (4): 273-280.
- Paquet-Durand I., Hernandez J., Dolz G., Zuniga J. J., Schnieder T., Epe C. 2007. Prevalence of *Toxocara* spp., *Toxascaris leonina* and *ancylostomidae* in public parks and beaches in different climate zones of Costa Rica. *Acta Trop.* 104 (1): 30-37.
- Pezeshki, A., A. Haniloo, A. Alejafar and B. Mohammadi-Ghalehbin (2017). "Detection of *Toxocara* spp. Eggs in the Soil of Public Places in and Around of Ardabil City, Northwestern Iran." *Iran J Parasitol* 12(1): 136-142.
- Polo T. L. J., Cortés-Vecino J. A., Villamil-Jiménez L. C. y Prieto E. 2007. Contaminación de los Parques Públicos de la Localidad de Suba, Bogotá con Nemátodos Zoonóticos. *REVISTA DE SALUD PÚBLICA.* 9 (4): 550-557.
- Prieto-Pérez L., Perez-Tanoira R., Cabello-Ubeda A., Petkova-Saiz E., Gorgolas-Hernandez-Mora M. 2016. [Geohelminths]. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 34 (6): 384-389.
- Quiroz, Héctor. *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos en México: Limusa, 2009, ISBN: 978-968-18-1674-2.*
- Ramírez Rubio, L., O. R. García Cueto, L. Tinoco Gracia, M. Quintero Núñez, S. A. Cueto González and E. Trasviña Muñoz (2019). "FRECUENCIA DE HUEVOS DE *Toxocara canis* EN PARQUES PÚBLICOS DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO." *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 35(3): 589-595.
- Rocha, S., R. M. Pinto, A. P. Floriano, L. H. Teixeira, B. Bassili, A. Martinez, S. O. Costa and M. M. Caseiro (2011). "Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil." *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 53(5): 277-281.

- Romero N. C., García C. A. del C., Mendoza M. G. D., Torres C. N. C. y Ramírez D. N. 2009. Contaminación por *Toxocara spp.* En parques de Tulyehualco, México. Revista Científica. XIX (3): 253-256
- Romero N. C., Mendoza M. G. D., Bustamante L. P., Crosby G. M. M. y Ramírez D. N. 2011. Presencia y viabilidad de *Toxocara spp.* en suelos de parques públicos, jardines de casas y heces de perros en Nezahualcóyotl, México. Revista Científica. XXI (3): 195 – 201.
- Romero-Núñez, C., S. Yañez-Arteaga, G. D. Mendoza-Martínez, L. P. Bustamante-Montes and N. Ramírez-Durán (2013). "CONTAMINACIÓN Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE *Toxocara spp.* EN SUELOS Y HECES COLECTADAS EN PARQUES PÚBLICOS, CALLES Y PERROS EN TOLUCA, MÉXICO." Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia 23(6): 475-479.
- Rubel, D. y Wisnivesky C. (2005). Magnitude and distribution of canine fecal contamination and helminth eggs in two areas of different urban structure, Greater Buenos Aires, Argentina. Vet Parasitol. 133 (4): 339-347.
- Rubel, D. y Wisnivesky C. 2010. [Dog fouling and helminth contamination in parks and sidewalks of Buenos Aires City, 1991-2006]. Medicina (B Aires). 70 (4): 355-363.
- Rubio R. M. C., Gaxiola C. S. M., Castro del C. N, Borbolla I. J. E., Gaxiola M. J., Pérez C. A., Quintero O. I., Barraza T. C., Romo V. M., Vega M. G. 2011. *Ancylostoma spp.* in sand of beaches of central zone of Sinaloa, México. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Buenos Aires, Argentina, Session K Parte 62.
- Rubio R. M. C., Gaxiola C. S. M., Castro del C. N, Borbolla I. J. E., Gaxiola M. J., Pérez C. A., Quintero O. I., Barraza T. C., Romo V. M., Vega M. G. 2011. Helminthes parasites in dogs of fishing villages of central zone of, Sinaloa, México. 23rd. International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Buenos Aires, Argentina, Session K Parte 65.
- Sánchez P., Raso S., Torrecillas C., Mellado I., Ñancuñil A., Oyarzo C. M., Flores M. E., Córdoba M., Minvielle M. C., Basuald J. A. 2003. Biological contamination with canine faeces and intestinal parasites in public parks in two cities of chubut province, Patagonia Argentina. Parasitologia Latinoamericana. 58 (3-4): 131-135.
- Santarém A. V., Magoti L.P., Sichieri T. D. 2009. Influence of variables on centrifuge-flotation technique for recovery of *Toxocara canis* eggs from soil. Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo. 51 (3):163-167.
- Santarém, V. A., G. Rubinsky-Elefant and M. Urbano Ferreira (2011). Soil-Transmitted Helminthic Zoonoses in Humans and Associated Risk Factors. Soil Contamination. M. S. Pascucci.
- Saraei, M., M. Zakilo, Y. Tavazoei, H. Jahanihashemi and M. Shahnazi (2012). "Contamination of soil and grass to *Toxocara spp.* eggs in public parks of Qazvin, Iran." Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 2(2): S1156-S1158.

- Savadelis, M. D., Evans C. C., Mabry K. H., LeFavi L. N., Klink B. D., von Simson C., Moorhead A. R. 2019. Canine gastrointestinal nematode transmission potential in municipal dog parks in the southeast United States. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 18: 100324.
- Savioli L., Gabrielli A. F., Montresor A. 2017. Helminthic Diseases: Intestinal Nematode Infections. *International Encyclopedia of Public Health (Second Edition)*. S. R. Quah. Oxford, Academic Press: 568-575.
- Schnieder, T., E. M. Laabs and C. Welz (2011). "Larval development of *Toxocara canis* in dogs." *Vet Parasitol* 175(3-4): 193-206.
- SMN Servicio Meteorológico Nacional. 2020. Normales Climatológicas por estado. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=sin> (consulta junio de 2020)
- Sosa D. A. 2012. Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos. Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Sommerfelt I. E., Degregorio O. J., López C. M., De Cousandier A. S. y Franco A. J. 2002. Infestividad de huevos de *Toxocara canis* obtenidos de heces de paseos públicos de la ciudad de Buenos Aires. *Revista Científica*. XII (6): 742-746.
- Sommerfelt I. E., Cardillo N., Lopez C., Ribicich M., Gallo C., Franco A. 2006. Prevalence of *Toxocara cati* and other parasites in cats' faeces collected from the open spaces of public institutions: Buenos Aires, Argentina. *Vet Parasitol*. 140 (3-4): 296-301.
- Smith A. F., Semeniuk C. A., Rock M. J., Massolo A. 2015. Reported off-leash frequency and perception of risk for gastrointestinal parasitism are not associated in owners of urban park-attending dogs: A multifactorial investigation. *Prev Vet Med*. 120 (3-4): 336-348.
- Secretaria de Salud. 2020. Anuario de morbilidad nacional 2019. https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2019/morbilidad/nacional/distribucion_casos_nuevos_enfermedad_mes.pdf (consultado diciembre 2020)
- Secretaria de Salud 2020. Anuario de morbilidad estatal Sinaloa 2019. https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2019/principales/estatal_grupo/sin.pdf (consultado diciembre 2020).
- Szabová, E., P. Juriš, M. Miterpáková, D. Antolová, I. Papajová and H. Šefčíková (2007). "Prevalence of important zoonotic parasites in dog populations from the Slovak Republic." *Helminthologia* 44(4): 170-176.
- Ramírez Rubio L., García Cueto O. R., Tinoco Gracia L., Quintero Núñez M., Cueto González S. A., Trasviña Muñoz E. 2019. FRECUENCIA DE HUEVOS DE *Toxocara canis* EN PARQUES PÚBLICOS DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35 (3): 589-595.
- Rocha, S., Pinto R. M., Floriano A. P., Teixeira L. H., Bassili B., Martinez A., Costa S. O., Caseiro M. M. 2011. Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 53 (5): 277-281.

- Tarsitano, E., G. Greco, N. Decaro, F. Nicassio, M. S. Lucente, C. Buonavoglia and M. Tempesta (2010). "Environmental monitoring and analysis of faecal contamination in an urban setting in the city of Bari (Apulia region, Italy): health and hygiene implications." *Int J Environ Res Public Health* 7(11): 3972-3986.
- Tavassoli, M., M. Hadian, S. Charesaz and S. Javadi (2008). "Toxocara Spp. Eggs in Public Parks of Urmia City, West Azerbaijan Province Iran." *Iranian Journal of Parasitology* 3(3): 24-29.
- Tinoco-Gracia, L., A. Barreras-Serrano, G. López-Valencia, A. R. Tamayo-Sosa, M. Rivera-Henry and E. Quintana-Ramirez (2007). "Frequency of Toxocara canis Eggs in Public Parks of the Urban Area of Mexicali, B.C., México." *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6(3): 430-434.
- Toledo Seco, C. I., F. d. A. Hernández, A. Del Castillo Remiro, P. Arévalo Morales, J. E. Piñero Barroso and B. Valladares Hernández (1994). "LA CONTAMINACION PARASITARIA DE PARQUES Y JARDINES COMO PROBLEMA DE SALUD PUBLICA. DATOS DE LA ISLA DE TENERIFE." *Revista San Hig Púb* 68(5-6): 617-622.
- Traversa D., Frangipane di Regalbono A., Di Cesare A., La Torre F., Drake J., Pietrobelli M. 2014. Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasit Vectors*. 7 (1): 67.
- Trejo, C. A., C. Romero Nunez, C. Garcia Contreras Adel and G. E. Mendoza Barrera (2012). "Soil contamination by Toxocara spp. eggs in a university in Mexico City." *Rev Bras Parasitol Vet* 21(3): 298-300.
- Trillo-Altamirano, M. D. E. L. P., A. J. Carrasco and R. Cabrera (2003). "Prevalencia de helmintos enteroparásitos zoonóticos y factores asociados en Canis familiaris en una zona urbana de la ciudad de Ica, Perú." *Parasitología latinoamericana* 58(3-4).
- Weston M. A., Fitzsimons J. A., Wescott G., Miller K. K., Ekanayake K. B., Schneider T. 2014. Bark in the park: a review of domestic dogs in parks. *Environ Manage*. 54 (3): 373-382.
- Zibaei, M., S. Bahadory, N. Cardillo and A. R. Khatami (2017). "Soil Contamination with Eggs of Toxocara Species in Public Parks of Karaj, Iran." *International Journal of Enteric Pathogens* 5(2): 45-48.

Articulo publicado:

Tehran University of Medical
Sciences Publication
<http://tums.ac.ir>

Iran J Parasitol

Open access Journal at
<http://ijpa.tums.ac.ir>

Iranian Society of Parasitology
<http://isp.tums.ac.ir>

Original Article

**Prevalence and Viability of *Toxocara* spp. Eggs in Soil of Public
Parks in Northwestern Mexico**

Alexis Israel VARGAS NAVA, Nohemí CASTRO DEL CAMPO, Idalia ENRÍQUEZ
VERDUGO, Jesús José PORTILLO LOERA, Claudia Leonor BARRAZA TIZOC, *Soila
Maribel GAXIOLA CAMACHO

Received 19 Aug 2019

Accepted 12 Oct 2019

Keywords:

Toxocara spp.;
Public parks;
Prevalence;
Viability

***Correspondence**

Email:

soilagaxiola@uas.edu.mx

Abstract

Background: *Toxocara* spp. is a zoonotic parasite that can infect humans; children are the largest group at risk of infection. Therefore, this study aimed to determine the prevalence and viability of *Toxocara* spp. eggs in the soil of public parks.

Methods: Overall, 1180 soil samples from 236 public parks in four sectors of the city of Culiacan were collected at random, between Jun and Dec, 2013. The presence of *Toxocara* spp. eggs was determined by light microscopy using a centrifugation-flotation technique and viability by trypan blue staining technique.

Results: Of the 236 parks sampled, 18 were positive to *Toxocara* spp. resulting in a prevalence of 7.6% and viability of 94.4% with a $P < 0.05$. Detection of *Toxocara* spp. in soil samples was 16.5% and viability 94.7% with a $P < 0.05$. Parks positive to *Toxocara* spp., had sports fields and playgrounds (94.4%), trees and green areas (88.8%).

Conclusion: Although a low prevalence of *Toxocara* spp. eggs in the soil of public parks was found, they exhibited high viability, suggesting that the soil from these public parks is a source of infection for pets and humans especially children.

Introduction

Toxocara spp. is a cosmopolitan parasite; it infects canines and felines, causing damage in organs (lungs, brain, heart, and eyes), anemia, respiratory problems, as well as other health prob-

lems. When an infected animal coexists with humans it predisposes the occurrence of zoonotic diseases, such as human toxocariasis, mainly in children exhibiting pica (1, 2). Toxocariasis is a health problem in canines, and the

feces of infected animals contain *Toxocara* spp. eggs, which have a great ability to survive in soil (3).

In some countries, public parks are considered as places where dogs commonly defecate (4). Several studies report *Toxocara* spp. in the soil of parks from the Iranian cities of

Khorram Abad 22.2%, Ardabil 7%, Abadan 29.2%, Mashhad 9.2%, Khaf 11.3%, Karaj

36.4% and Tehran 10% (5-10), furthermore in Mexico City, there are reports of 12.9%, 18% to 39%, 63.58% according to different studies, and in Toluca 24.7% (11-14). In Sinaloa in beach sands a prevalence of 9.8% was observed (15). The presence of this nematode's eggs represents a risk factor for the infection of its host and its dissemination throughout the city.

The objective of this study was to determine the prevalence and viability of *T. canis* eggs in the soil of public parks from Culiacan, Sinaloa.

Material and Methods

Study area

This study is an analytical cross-sectional observational study (16), soil sampling was carried out in parks in the city of Culiacan, Sinaloa, Mexico, located at 24°47'31 "N and 107°23'53" W and 60 MASL, average annual temperature of 25.7 °C, with maximum and minimum temperature of 33.2 °C and 18.3 °C respectively, and an annual rainfall of 666.1 mm (17), with a population of 905 265 inhabitants (18).

Recovery of samples

Of 607 public parks located in the four sectors of Culiacan, a minimum sample size was determined; to achieve this task an estimation of proportions formulas was utilized (19). In each park an observational guide was performed to record the presence of sports facilities, playgrounds, sidewalks, street lighting, kiosks, benches, drinking water fountains,

Meteorological Agency (20). The sample size was readjusted concerning the size of the population (Table 1).

Table 1: Number of parks sampled and area by sector in the city of Culiacan, Sinaloa, Mexico, Country

Sector	Parks (N)	Sampled Parks	Area (m ²)
--------	-----------	---------------	------------------------

trees and green areas. Temperatures from Jun to Dec of 2013, were taken from the National

1	85	33	173,422.77
2	66	26	130,148.58
3	286	111	413,052.39
4	170	66	205,716.71
Total	607	236	522,340.45

The Department of parks and gardens of the city of Culiacan, Sinaloa, separates the parks in 4 sectors, this division does not consider the socio-economic level of the colony, and neither contemplates the same surface in m² of the parks as it indicates Table 1 (21).

Overall, 236 parks were sampled at random; in each park five soil samples were taken utilizing the sampling in a method (22). Samples were taken from an area of 10 x 10 cm and at a depth 3 cm and placed in a plastic bag (23).

The soil samples were examined at the Parasitology lab located in the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia in the Universidad Autónoma de Sinaloa.

Detection of eggs

To detection of eggs, the centrifugation-flotation technique was used. Around 3 gr of soil sample were placed in Falcon tubes and suspended in about 6 ml distilled water. After centrifugation of the tubes test at 2500 gt for 5 min (twice), the supernatant was removed, and 10 ml distilled water was added to the tubes. After centrifugation of the tubes test as described above; the supernatant was discarded and 12 ml of zinc sulfate solution was added (ICR international group); after latter homogenized again and centrifuged, an aliquot of 15 µl of the supernatant was taken and placed on a slide. Samples of each tube were observed by

optical microscope (Carl Zeiss) at the magnifications of x10 and x40 for *Toxocara* eggs (24).

Viability test

The viability of *Toxocara* eggs was determined by the trypan blue staining technique (chemical reagents Hycel), from the concentrated samples obtained by flotation a sample is placed on a slide and trypan blue solution at 0.1% was added after which it is observed in an optical microscope (Carl Zeiss) at the magnification of x10 and x40. Stained eggs were identified as non-viable and unstained eggs as viable (25).

Identification of *Toxocara* eggs and viability of eggs found in soil of parks in each sector were analyzed with the Chi-square test (26).

Statistical analysis

The installations present at every park are presented as table of frequency, and tempera-

ture as mean value. A value $P \leq 0.05$ was considered significant.

Results

Of 1180 soil samples obtained from 236 public parks, 18 parks tested positives to *Toxocara* spp. ($P < 0.05$), with a 7.6% prevalence of parasites and viability of 94.4% (Table 2), there is a higher prevalence of *Toxocara* spp. (12.1%) in sector 1, with a distribution of positive parks in the 4 sectors of the city (Fig. 1).

The presence of *Toxocara* spp. in soil samples of parks is described in Table 3; the greatest presence was in sector 4 with a prevalence of 17.7% and viability of 100%. In the 18 parks that were positive to *Toxocara* spp., different types of facilities or meeting areas were observed (Table 4).

Table 2: Prevalence and Viability of *Toxocara* eggs from positive parks by sector

Sector	Sampled Parks	Positive parks n (%)	Prevalence of <i>Toxocara</i> in parks (%)	Viability of <i>Toxocara</i> in parks (%)	CI 95%
1	33	4	12.1	100	7.9-16.2
2	26	1	3.8	100	1.3-6.3
3	111	6	5.4	83.3	2.5-8.2
4	66	7	10.6	100	6.6-14.5
Total	236	18	7.6 $P < 0.05$	94.4	4.2-11

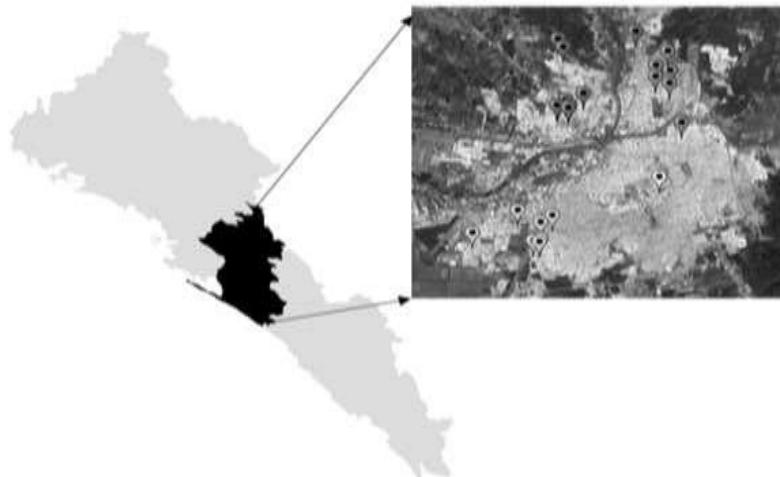


Fig. 1: Distribution of the 18 public parks found positive to *Toxocara* spp. in Culiacan, Sinaloa, Mexico

Table 3: Prevalence and viability of *Toxocara* spp. in soil samples from positive parks in different sectors

Sector	Soil samples	Soil samples from positives Parks	Positive samples to <i>T. canis</i> n (%)	Viable eggs of <i>T. canis</i> n (%)	IC 95%
1	165	30	13.3	100	11.3-15.2
2	130	5	20	100	17.7-22.2
3	555	35	17.1	83.3	14.9-19.2
4	330	45	17.7	100	15.6-19.9
Total	1180	115	16.5	94.7	14.4-18.6

$P < 0.05$

Table 4: Facilities or meeting areas present in parks positive to *Toxocara* eggs

Types	Parks	%
Sport fields and playgrounds	17	94.4
Trees and green areas	16	88.8
Water faucets	9	50
Walkways and lighting	9	50
Kiosks and benches	8	44.4

Discussion

The presence and the viability of *Toxocara* spp. eggs in public parks of Culiacan, Sinaloa, can be considered a risk to public and animal health. Of the 1180 soil samples from 236 parks from 4 sectors, 115 were positives distributed in 18 public parks, which represent a 7.6% prevalence with viability of 94.4%. This could be attributed to a lack of culture on dog feces collection from visitors of these parks and the resistance of the parasite to different environmental factors.

In Tunja, Colombia (27), *Toxocara* spp. were found with a 42.5% prevalence in feces and 100% prevalence in 120 soil samples taken from 28 parks that were in an area with a temperature of 13 °C. This is due to the high numbers of parasite eggs in the soil of parks, the local weather and the lack of collection of feces by the pet owners. In Temuco, Chile (28), 193 soil samples were collected from 87 parks distributed in 6 areas of the city at a temperature of 8 to 14 °C, after analysis prevalence of *Toxocara* spp. of 12.4%, was found suggesting little sanitary care of these parks by pets' owners. In Tenerife, Spain (4),

54 parks were sampled in 3 different zones obtaining 54 soil samples, a prevalence of *Toxocara* spp. of 37% was discovered, the authors suggested that it was due to people attitude towards feces collection by pet owners in parks and public gardens. In Abadan, Iran (7) 291 soil samples were collected from 31 parks with a prevalence of *Toxocara* spp. of 29.2%, because of the presence of stray dogs and cats in the parks. In Karaj, Iran (9), a prevalence of 36.4% of *Toxocara* spp. eggs was found, because of the high defecation of dogs and cats in the green areas of the parks.

The high prevalence found in Colombia, Chile, Spain and Iran differ from what is found in this study may be due to the number of parks and collected samples, the influence of the temperature, and lack of hygiene in the parks, factors that are a risk of contamination and dissemination of parasites. In Toluca, Mexico, a prevalence of 24.7% of *Toxocara canis* eggs was found in the soil of public parks the cold climate does not favor the development of the parasite but is favorable for its conservation (13); *T. canis* was also detected in Netzahualcoyotl (30.3%) and Tulyehualco (60%), the main causes was the high presence

of dog feces, the social economic level of the area and poor maintenance of these parks (11, 12). In Coro, Venezuela a 63.16% prevalence was reported mainly due to lack of sanitary maintenance of low-income areas (29). On the other hand, in Lima, Peru the highest prevalence (63.0%) was reported in well-tended parks from the high socioeconomic stratum (2). This differs when compared with this work where positive parks were from middle-class areas that had light maintenance. In Duitama, Colombia (30), a prevalence of 34.7% was reported positive to *T. canis*, the greater prevalence, obtained could be due the low number of samples and parks sampled. In Santiago, Chile (31), a study found a prevalence of 18.2% for *T. canis*, due to different factors such as lack of maintenance, high number of stray dogs and low socioeconomic level. In Qazvin, Iran, a prevalence of 3.15% for *T. canis* was reported, the low prevalence was due to the low population of stray dogs and the prohibition of physical contact with dogs (32), in Ardabil, Iran 200 soil samples were recollected from public places in 5 zones of the city finding 35 (17.5%) of these zones positives to parasites and finding that 14 (7%) were positives to *Toxocara* spp., eggs the southern parts of the city were the most contaminated the main reasons being that inhabitants of this area are of low socioeconomic status and the easy access dogs and cats had to public places in these areas, there were also differences between seasons of year being winter and spring where it was most present (6).

In this study the same prevalence as the above-mentioned study is found, however there is differences in the number of samples and socioeconomic level but there is also easy access of these animals to the parks in the area. In Mashhad and Khaf, Iran 340 soil samples per city were collected from 39 parks in Mashhad and 29 parks in Khaf results were 195 samples from 18 parks (9.2%) and 145 samples from 16 parks (11.3%) positive to *Toxocara* spp. eggs respectively (8).

Various factors (climatic, soil type, lab. methods, park cleanliness, culture, etc.), can cause variation in prevalence as well as suggesting that these areas can be a source of dissemination to animals and children. In a study in Tehran, Iran 120 public parks were tested, and 600 soil samples were taken, 12 parks (10%) were positives to *Toxocara* spp. eggs due to the low culture on feces management of the population and because *Toxocara* spp. is the most common nematode in dogs and cats in that locality (10), similar to this study where this parasite is one of the most common in the locality. In Suba, Bogotá there was a low prevalence reported (5.4%) due to temperature, vegetation, humidity and shadows areas present in the sample area that favored the survival of *Toxocara* spp. eggs in soil (23) this low prevalence coincides with what is found in this study *T. canis*, eggs showed viability of 94.4% in this study, suggesting a risk of infection for animals and humans by this zoonotic parasite in the city of Culiacan (Table 4). The presence of different facilities or meeting areas such as sports fields, playgrounds, trees and green areas in these parks indicates that there is a risk of infection in these soils. In an analysis in Toluca, viability of 73.3% in *Toxocara* spp. eggs was obtained (14); in Mexico City a 65.5% was reported (11) and Netzahualcoyotl a 72.6% was also found (12), the high percentages of viability in these studies may be due to *T. canis* ability to survive different climates and park cleaning. In soil from playgrounds in Kirikkale, Turkey, *T. canis* was detected showing a 62.5% prevalence making its presence a risk to children due to contamination of these areas (33), this coincides with this study in that these areas are sources of infection for children. In Urmia, Iran (34), contamination by *T. canis* in different areas such as park walkways, playgrounds and area near trash containers, was found, making these places sources for human infection this also agrees with this work where playgrounds are considered a risk zone in parks. In Tunja, Colombia (27), 42% of samples collected in green areas and play-

grounds resulted positive to *T. canis*, researchers attributed this to high presence of eggs in the environment, differing with this study where a low presence with high viability of *T. canis* eggs was found. In Guarulhos, Brazil (35), the public parks of 47 districts were examined and 35 were contaminated by parasites with a prevalence of *Toxocara* spp. 68.1%, in the district that was negative, was because the good maintenance and the controlled access to the parks because the use of fences, In Lodz, Poland (36), 88 samples from 22 sites between play areas and sandpits were examined, they found *Toxocara* eggs in the 40.1% of the sandpits and 50% in the play areas, in the places that were secured from the access of animals show less eggs of *Toxocara* that the places no secure. In Erzurum, Turkey (37), 214 soil samples were collected from 36 public parks which 28 were unfenced and 8 fenced, they found a prevalence of *Toxocara* spp. of 64.28% in the unfenced parks and found nothing in the fenced parks if we compared the parks of Culiacan with the parks of Brazil, Poland and Turkey, we noticed that the majority are unfenced and the ones fenced were unlocked give the animals stray or with owner access all the time, despite that with have a low prevalence of *Toxocara* in comparison with the other works, this show that the parks of Culiacan need more protection to reduce or eliminated the presence of parasites in the parks.

The temperature needed for *T. canis* eggs to develop after being excreted in feces is from 25 to 30 °C, these temperatures may vary depending on soil type and park conditions (38). In 5 states in Peninsular Malaysia (39), were collected 300 samples of 60 playgrounds in the wet and dry season they found contaminated with *Toxocara* spp. (95.7%), the presence of eggs were more prominent in the wet season than the dry season because the optimum temperature, high levels of humidity and moisture in the soils enhance the survival and viability of the parasites, in this study, the average temperature was between 29-31 °C in comparison with the work in Malaysia that has a rang-

ing temperature between 25.5-28.6 °C (39), this show that Culiacan environment is ideal for the development of *Toxocara* spp. eggs, but the reason that we have a low prevalence in comparison with Malaysia it due to another factor like the human and stray animals defecation in the parks that combine with their climate make the survival of the parasites in their parks more successful.

The factors that influence the presence of *T. canis* in the soil of public parks, such as climate, canine population, maintenance, culture, region, sample area, sample collection method, sample processing method, viability and infectivity determine infection capacity and dissemination of the parasite to pets and humans.

Conclusion

Although a low prevalence of *Toxocara* spp. eggs in the soil of public parks were found, they exhibited high viability, suggesting that the soil from these public parks is a source of infection for pets and humans especially children.

Acknowledgements

The authors are grateful to the National Council for Science and Technology for the financial support. We would like to thank the department of parasitology of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics and the town hall of Culiacan for their cooperation.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interests.

References

1. Despommier D. Toxocariasis: Clinical Aspects, Epidemiology, Medical Ecology, and Molecular Aspects. Clin Microbiol Rev. 2003; 16 (2): 265–272.

2. López TF, Chávez VA, Casas AE. Contaminación de los parques públicos de los distritos de Lima oeste con huevos de *Toxocara* sp. Rev Inv Vet Perú. 2005; 16 (1): 76-81.
3. Trillo-Altamirano MP, Carrasco AJ, Cabrera R. Prevalencia de helmintos enteroparásitos zoonóticos y factores asociados en *Canis familiaris* en una zona urbana de la ciudad de Ica, Perú. Parasitol Latinoam. 2003; 58: 136 - 141.
4. Toledo Seco CI, de Armas Hernández F, del Castillo Remiro A, et al. La contaminación parasitaria de parques y jardines como problema de salud pública. Datos de la isla de Tenerife. Rev San Hig Púb. 1994; 68 (5-6): 617-622.
5. Zibaei M, Abdollahpour F, Birjandi M, et al. Soil contamination with *Toxocara* spp. eggs in the public parks from three areas of Khorram Abad, Iran. Nepal Med Coll J. 2010; 12 (2): 63-65.
6. Pezeshki A, Haniloo A, Alejafar A. Detection of *Toxocara* spp. Eggs in the Soil of Public Places in and Around of Ardabil City, Northwestern Iran. Iran J Parasitol. 2017; 12 (1): 136-142.
7. Maraghi S, Mazhab Jafari K, Sadjjadi SM, et al. Study on the contamination of Abadan public parks soil with *Toxocara* spp. eggs. J Environ Health Sci Eng. 2014 May 19; 12:86.
8. Berenji F, Movahedi Rudy AG, Fata A, et al. Soil Contamination with *Toxocara* Spp. Eggs in Public Parks of Mashhad and Khaf, North East of Iran. Iran J Parasitol. 2015; 10 (2): 286-289.
9. Zibaei M, Bahadory S, Cardillo N, et al. Soil Contamination With Eggs of *Toxocara* Species in Public Parks of Karaj, Iran. Int J Enteric Pathog. 2017; 5 (2): 45-48.
10. Khazan H, Khazaei M, Seyyed Tabae SJ, et al. Prevalence of *Toxocara* Spp. eggs in Public Parks in Tehran City, Iran. Iran J Parasitol. 2012; 7 (3): 38-42.
11. Trejo Celis CA, Romero Núñez C, García Contreras AC, et al. Soil contamination by *Toxocara* spp. eggs in a University in Mexico City. Rev Bras Parasitol Vet, Jaboticabal. 2012; 21 (3): 298-300.
12. Romero Núñez C, Mendoza Martínez GD, Bustamante LP, et al. Presencia y viabilidad de *Toxocara* spp en suelos de parques públicos, jardines de casas y heces de perros en nezahualcóyotl, México. Revista Científica. 2011; XXI (3): 195-201.
13. Romero Núñez C, García Contreras AC, Mendoza Martínez GD, et al. Contaminación por *Toxocara* spp. En parques de Tulyehualco, México. Revista Científica. 2009; XIX (3): 253-256.
14. Romero-Núñez C, Yáñez-Arteaga S, Mendoza-Martínez GD, et al. Contaminación y viabilidad de huevos de *Toxocara* spp. en suelo y heces colectadas en parques públicos, calles y perros en Toluca, México. Revista Científica. 2013; XXIII (6): 475 – 479.
15. Rubio Robles MC, Gaxiola Camacho SM, Castro del Campo N, et al. Helminthes parasites in dogs of fishing villages of central zone of, Sinaloa, México. 23rd. International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Buenos Aires, Argentina. 2011.
16. Manterola C, Otzen T. Estudios Observacionales. Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. Int J Morphol. 2014; 32 (2):634-645.
17. SMN Servicio Meteorológico Nacional, 2010. Normales Climatológicas por estación. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado> (consulta abril de 2013).
18. INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Censo de población y vivienda. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Sin/Poblacion/default.aspx?tema=ME&e=25>
19. Jaramillo Arango CJ, Martínez Maya JJ. Epidemiología Veterinaria. Editorial Manual Moderno. 2010; pp: 112-114, 120. ISBN: 9786074480382
20. SMN Servicio Meteorológico Nacional. Temperatura y Lluvia. 2013 http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=112
21. Angulo J. Departamento de parques y jardines, ayuntamiento de Culiacán. 2012.
22. Sosa DA. Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos. Centro Regional Misiones Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul, Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2012. http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos/at_multi_download/file/T%C3%A9nicas%20de%20toma%20y%20remisi%C3%B3n%20de%20muestras%20de%20suelos.pdf
23. Polo-Terán IJ, Cortés-Vecino JA, Villamil-Jiménez LC, et al. Contaminación de los Parques Públicos de la Localidad de Suba, Bogotá con Nematodos Zoonóticos. Rev Salud Pública.

- 2007; 9 (4): 550-557. DOI: 10.1590/S0124-00642007000400007
24. Santarém VA, Magoti LP, Sichieri TD. Influence of Variables on Centrifugal-Flotation Technique for Recovery of *Toxocara canis* Eggs from Soil. Rev Inst Med Trop S Paulo. 2009; 51 (3): 163-167. DOI: 10.1590/s0036-46652009000300007
 25. Ortiz C, López MC, Rivas FA. Prevalencia de helmintos en la planta de aguas residuales del municipio El Rosal, Cundinamarca. Rev Salud Pública. 2012; 14 (2): 296-304.
 26. Agresti A. 2002. Categorical data analysis. 2a ed. John Wiley & sons, inc. Hoboken, New Jersey. pp: 710. ISBN: 0-471-36093-7
 27. Díaz-Anaya AM, Pulido-Medellín MO, Giraldo-Forero JC. Nematodos con potencial zoonótico en parques públicos de la ciudad de Tunja, Colombia. Salud Pública de Méx. 2015; 57 (2): 170-176.
 28. Armstrong WA, Oberg C, Orellana JJ. Presencia de huevos de parásitos con potencial zoonótico en parques y plazas públicas de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía, Chile. Arch Med Vet. 2011; 43: 127-134.
 29. Cazorla Perfetti DJ, Morales Moreno P. y Acosta Quintero ME. Contaminación de suelos con huevos de *Toxocara* spp. (Nematoda, Ascariididae) en parques públicos de la ciudad de Coro, estado Falcón, Venezuela. Revista Científica. 2007; XVII (2): 117-122.
 30. Guarín-Patarroyo CE, Serrato MJ, Sánchez-Cuervo FR. Determinación de huevos de *Toxocara canis* en suelo de tres parques públicos de Duitama (Boyacá). Rev Cien Agri. 2016; 13 (1): 59-66.
 31. Salinas P, Matamala M, Schenone H. Prevalencia de hallazgo de huevos de *Toxocara canis* en

- plazas de la Región Metropolitana de la ciudad de Santiago, Chile. *Bol Chil Parasitol.* 2001; 56 (3-4): 102-105.
32. Saraei M, Zakilo M, Tavazoei Y, et al. Contamination of soil and grass to *Toxocara* spp. eggs in public parks of Qazvin, Iran. *Asian Pacific J Trop Biomed.* 2012; 2 (2): S1156-S1158. DOI: 10.1016/S2221-1691(12)60377-3
 33. Aydenizöz Ozkayhan M. Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *J Helminthol.* 2006, 80 (1): 15–18.
 34. Tavassoli M, Hadian M, Charesaz S, et al. *Toxocara* spp. Eggs in Public Parks of Urmia City, West Azerbaijan Province Iran. *Iran J Parasitol.* 2008; 3 (3): 24-29.
 35. Marques JP1, Guimarães Cde R, Boas AV, et al. Contamination of public parks and squares from Guarulhos (Sao Paulo State, Brazil) by *Toxocara* spp. and *Ancylostoma* spp. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2012; 54 (5): p. 267-71.
 36. Blaszkowska J, Góralska K, Wójcik, et al. A Presence of *Toxocara* spp. eggs in children's recreation areas with varying degrees of access for animals. *Ann Agric Environ Med.* 2015; 22 (1): p. 23-7.
 37. Avcioglu H, Balkaya I. The relationship of public park accessibility to dogs to the presence of *Toxocara* species ova in the soil. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2011; 11 (2): p. 177-80.
 38. Schnieder T, Laabs EM, Wetz C. Larval development of *Toxocara canis* in dogs. *Vet Parasitol.* 2011, 175 (3-4): 193–206. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.10.027
 39. Mohd Zain SN, Rahman R, Lewis JW. Stray animal and human defecation as sources of soil-transmitted helminth eggs in playgrounds of Peninsular Malaysia. *J Helminthol.* 2015; 89 (6):