



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes



División de Estudios de Posgrado e Investigación
Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria

Seroepidemiología de la infección por *Toxoplasma gondii* en perros de Aguascalientes, México

Tesis que presenta
Liliana Carolina Maldonado López

Como requisito parcial para obtener el grado de:
Maestra en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria

El Llano Aguascalientes, México, noviembre de 2022





**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DICTAMEN DE TESIS APROBADA**

El Llano, Aguascalientes. **15/noviembre/2022**

El Comité de Tesis del Candidato a grado **C. LILIANA CAROLINA MALDONADO LÓPEZ**, aprobado por el Consejo de Posgrado de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes; integrado por los **CC. DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ, DRA. LETICIA ESPERANZA MEDINA ESPARZA, DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA, DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final de la tesis titulada: **“Seroepidemiología de la infección por Toxoplasma gondii en perros de Aguascalientes, México”**, que presenta como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria, según lo establecen los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado del TecNM, y de acuerdo a las Bases para la Elaboración de Tesis de Posgrado, dictaminaron su **APROBACIÓN** para que pueda ser presentada en el Examen de Grado correspondiente.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Terra Rica, Sapientia Nostra, Homo Superior Est*

DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ
DIRECTOR DE TESIS

DRA. LETICIA ESPERANZA MEDINA ESPARZA
ASESORA

DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA
ASESORA

DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO
ASESORA

C.c.p.- Consejo de posgrado.
C.c.p.- Archivo.



Km. 18 Carretera Ags. - S.L.P., El Llano Aguascalientes, C.P. 20330 Tel. (449) 962 - 11 - 00 ext.
212 e-mail: e-mail: depi_illano@tecnm.mx tecnm.mx | illano.tecnm.mx



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de El Llano, Aguascalientes el día 01 de noviembre del año 2022, la que suscribe, C. Liliana Carolina Maldonado López, alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria con número de control M20900210, adscrito al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, manifiesta ser autor del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dr. Carlos Ricardo Cruz Vázquez, y cede los derechos del trabajo intitulado "Seroepidemiología de la infección por *Toxoplasma gondii* en perros de Aguascalientes, México" y de patentes y beneficios que puedan originarse del presente, al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes,

ATENTAMENTE



Liliana Carolina Maldonado López

Agradecimientos

A mis padres Bertha Irene López Barajas y Pedro Maldonado Lomas, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida.

A mi director Dr. Carlos Ricardo Cruz Vázquez, sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

Mis Asesoras, Dra. Leticia Medina Esparza, Dra. Irene Vitela Mendoza, Dra. Liliana Aguilar Marcelino por sus palabras sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis asesoras queridas, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. La Dra. Isabel de Velasco y Dr. Jesús Hernández, gracias por sus enseñanzas. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

Mis amigos y compañeros de viaje, Alejandra Quezada Mata, Adán Rogelio Guido, Andrea Vitela, David Alberto Méndez por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

A CONACYT por el apoyo y al Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, por brindar las instalaciones con los elementos los cuales fueron fundamentales para la realización de esta investigación.

Dedicatoria

En esta dedicatoria quisiera comenzar por Dios, mi principal fuente espiritual. Seguidamente a mis padres, Bertha y Pedro, quienes desde niña han fomentado en mí grandes valores y me ha brindado la oportunidad de recibir los mejores estudios, Su apoyo moral y económico fue vital para culminar con éxito mis estudios.

A mi esposo Ubaldo, por su fortaleza y confianza en este proceso. Una de las personas que me tendió la mano desde el principio y fue de gran ayuda, en conjunto con mis hijos Micaela y Samael por impulsarme a ser mejor cada día.

A mis asesores y profesores Dra. Leticia Medina, Dra. Irene Vitela, Dr. Carlos Cruz Vázquez, Dr. Ramos por todo su apoyo y conocimiento.

SÍMBOLOS Y NOMENCLATURAS

%	Porcentaje.
IFI	Inmunofluorescencia Indirecta.
ELISA	Inmunoensayo enzimático.
HAI	Hemoaglutinación Indirecta.
MAT	Método de Aglutinación modificada.
°C	Grados Centígrados.
Msnm	Metros sobre el Nivel del Mar.
mm	Milímetros.
Rpm	Revoluciones por Minuto.
Min	Minutos.
VMRD	Veterinary Medical Research & Development.
SNC	Sistema Nervioso Central

RESUMEN

Toxoplasma gondii es un parásito protozoario intracelular que posee un ciclo biológico indirecto en el cual el gato y otros felinos silvestres actúan como huéspedes definitivos y los animales de sangre caliente como intermediarios; es además una zoonosis importante. Los perros domésticos han sido propuestos como centinela de la presencia de la infección en el ambiente en el que se desarrollan. El objetivo del presente estudio fue estimar la prevalencia de anticuerpos anti-*Toxoplasma gondii* asociada a potenciales factores de riesgo en perros de Aguascalientes, México. Se incluyeron en el estudio 210 perros, provenientes de tres segmentos poblacionales: área rural, callejeros y de compañía. Se colectó por una sola ocasión una muestra de suero sanguíneo y se procesó mediante la prueba de IFI, además se aplicó una encuesta con el objetivo de identificar posibles factores de riesgo a la infección mediante un análisis de regresión logística. La seroprevalencia general observada fue de 59%, con diferencias entre segmentos poblacionales, en perros rurales 73.7% (59/80; IC 95% 62-82), en callejeros 60% (48/80; IC 95% 48-70) y en los de compañía 32% (16/50; IC 95% 19-46), los perros asociados a establos lecheros y aquellos que tienen acceso a deambular por la calle mostraron mayor seroprevalencia. Se identificaron como factores de riesgo a la infección en los perros rurales a la función zootécnica de guardia y protección (OR: 2.4) y en los perros de compañía a la convivencia con gatos (OR: 7), así como al hecho de compartir la fuente de agua de bebida (OR: 4); en los perros callejeros no fue posible identificar algún factor de riesgo. Estos resultados sugieren que el medio ambiente en el que habitan los perros se encuentra altamente contaminado con ooquistes del parásito y/o que están consumiendo carne proveniente de animales domésticos y/o silvestres con presencia de quistes tisulares, indicativo del alto riesgo que puede tener la población humana a la infección.

ABSTRACT

Toxoplasma gondii is an intracellular protozoan parasite that has an indirect biological cycle in which the cat and other wild felines act as definitive hosts and warm-blooded animals as intermediaries; it is also an important zoonosis. Domestic dogs have been proposed as a sentinel of the presence of infection in the environment in which they develop. The objective of this study was to estimate the prevalence of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies associated with potential risk factors in dogs from Aguascalientes, Mexico. A total of 210 dogs were included in the study, coming from three population segments: rural zone, street and pets. A blood serum sample was collected for a single occasion and processed through the IFAT test; in addition, a survey was applied with the objective of identifying possible risk factors for infection through a logistic regression analysis. The general seroprevalence observed was 59%, with differences between population segments, in rural dogs 73.7% (59/80; 95% CI 62-82), in stray dogs 60% (48/80; 95% CI 48-70) and in pet dogs 32% (16/50; 95% CI 19-46), dogs associated with dairy farms and those that have access to roam the street showed higher seroprevalence. Risk factors for infection in rural dogs were identified as the zootechnical function of guarding and protection (OR: 2.4) and in pet dogs, living with cats (OR: 7), as well as sharing the drinking water source (OR: 4); in stray dogs it was not possible to identify any risk factor. These results suggest that the environment in which dogs live is highly contaminated with oocysts of the parasite and/or that they are consuming meat from domestic and/or wild animals with the presence of tissue cysts, indicative of the high risk that the human population may have to infection.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ACTA DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN	II
CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
SÍMBOLOS Y NOMENCLATURA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 <i>Toxoplasma gondii</i>	5
4.2 Resistencia y Medio Ambiente	6
4.3 Hospederos definitivos	7
4.4 Clasificación Taxonómica	8
4.5 Ciclo Biológico	8
4.6. Epidemiología de la Toxoplasmosis canina	11
4.7 Toxoplasmosis clínica en caninos	15

	4.8 Infección congénita de <i>T. gondii</i> en perros	16
	4.9 Detección de <i>T. gondii</i> en tejidos	18
	4.10 Pruebas diagnósticas	18
	4.11 Respuesta inmune	19
	4.12 Tratamiento	20
	4.13 Prevención y control	21
	4.14 Factores de Riesgo	22
V.	MATERIALES Y METODOS	25
	5.1 Sitio de estudio	25
	5.2 Diseño del estudio	26
	5.3 Toma de muestra	26
	5.4 Prueba serológica	27
	5.5. Encuesta	27
	5.6 Análisis de la información	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
	6.1 Población de perros de área rural	29
	6.2 Población de perros de rea urbana	36
	6.3 Población de perros de compañía	38
VII.	CONCLUSIONES	43
VIII.	LITERATURA CITADA	44
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Seroprevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros de diferentes países, Dubey, 2010	12
2	Seroprevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros de diferentes países, Dubey et al., 2020	13
3	Prevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros del área rural, de acuerdo al municipio de origen de los perros.	29
4	Prevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros del área rural de acuerdo a diferentes atributos de la población.	30
5	Factores de riesgo a la infección por <i>Toxoplasma gondii</i> en perros del área rural.	31
6	Prevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros del área urbana de acuerdo a diferentes atributos de la población.	35
7	Prevalencia de anticuerpos anti- <i>T. gondii</i> en perros de compañía domiciliados en área urbana de acuerdo a diferentes atributos de la población	38
8	Factores de riesgo a la infección por <i>Toxoplasma gondii</i> en perros de compañía domiciliados en área urbana	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo biológico de <i>Toxoplasma gondii</i>	10
2	Estado de Aguascalientes	25

I. INTRODUCCIÓN

La toxoplasmosis es causada por un parásito protozooario intracelular llamado *Toxoplasma gondii* (Apicomplexa, Sarcocystidae). Este protozooario posee un ciclo biológico indirecto, donde el gato doméstico y los felinos silvestres actúan como huéspedes definitivos y una amplia variedad de animales domésticos y silvestres pueden actuar como huéspedes intermediarios, incluyendo el ser humano, por lo que la toxoplasmosis es considerada una enfermedad transmisible al hombre, es decir, una zoonosis [1].

El ciclo biológico así como los mecanismos de transmisión y mantenimiento del parásito son extremadamente diversos en la naturaleza, lo que le permite una amplia distribución tanto en los huéspedes definitivos como en los intermediarios, lo que dificulta las medidas de prevención y control en todos sus niveles, existiendo múltiples factores de riesgo a contraer la infección que pueden ser diferentes de acuerdo a las condiciones en que se manejen a los animales domésticos y en seres humanos a la convivencia con los gatos domésticos así como con los hábitos alimenticios [2].

En los animales domésticos productivos, es particularmente importante pues puede provocar abortos y problemas reproductivos en los borregos, cabras, cerdos y en el ganado bovino, mientras que en las gallináceas es de menor importancia; en los gatos domésticos generalmente cursa de forma inaparente o subclínica con producción de ooquistes, los cuales representan la principal fuente de contagio a otros animales así como al ser humano [3], en este último la carne mal cocida es también una fuente de contagio importante [4].

Los perros domésticos son considerados un huésped accidental en el ciclo biológico de *T. gondii* [1]; sin embargo, la ingestión de ooquistes del parásito puede generar no solo una respuesta inmune específica sino también un cuadro clínico característico, pero de difícil diagnóstico [5]. El papel epidemiológico de los perros en la toxoplasmosis es limitado ya que no actúa como agente de transmisión; sin embargo, ha sido propuesto como centinela de la presencia de la infección en el ambiente en el que se desarrolla, la presencia de anticuerpos indica de forma indirecta la contaminación con ooquistes [6], y debido a la estrecha relación que tienen los perros con el ser humano tanto en ambientes rurales como en los urbanos, esta información puede auxiliar en la percepción de contaminación y riesgo por ooquistes para el ser humano así como para otros animales domésticos, particularmente los productivos ya que también se ha documentado su posible papel como diseminador de ooquistes presentes en el suelo [7].

En México, la toxoplasmosis en perros ha sido escasamente estudiada; sin embargo, la seroprevalencia se encuentra entre 51.5 y 67.3% en tanto que solo hay un reporte de toxoplasmosis canina clínica [8, 9, 10]. Debido a esta situación, se ha considerado pertinente desarrollar un estudio sobre esta parasitosis en la población de perros del estado de Aguascalientes, el cual contribuirá al conocimiento de la epidemiología de *T. gondii* en nuestro país.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Estimar la prevalencia de anticuerpos anti-*Toxoplasma gondii* asociada a potenciales factores de riesgo en perros de Aguascalientes, México.

2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar la prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* mediante la prueba de Inmunofluorescencia Indirecta

2. Evaluar la asociación entre la seroprevalencia y potenciales factores de riesgo a la infección mediante regresión logística.

III. HIPOTESIS

La prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros de Aguascalientes es importante y se encuentra asociada a diferentes factores de riesgo a la infección.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 *Toxoplasma gondii*

Toxoplasma gondii es un parásito caracterizado por encontrarse en gatos y otros felinos, en estos su lugar es como huéspedes definitivos, mientras que como huéspedes intermediarios se encuentran los animales de sangre caliente, domésticos y silvestres. En 1908, Nicolle y Manceaux encontraron este protozooario en el hígado y bazo de un ratón africano (*Ctenodactylus gundi*) [11], al principio *T. gondii* fue clasificado como una especie de *Leishmania*, pero un año más tarde debido a los estudios que se realizaron más a fondo, fue reclasificado; *T. gondii* por su forma peculiar en arco (del griego toxon = arcos), y el *gondii* gracias a que el roedor donde se encontró es llamado así. Más tarde, se observa el mismo parásito, pero en un conejo de laboratorio en São Paulo, Brasil, caracterizándolo como un parásito que necesitan una célula huésped para reproducirse [1, 11].

En la toxoplasmosis el agente causal es *T. gondii*, el cual causa zoonosis [12], en la mayoría de los casos asintomática o con síntomas poco presentes, comúnmente es confundida o relacionada con otras infecciones. Es de transmisión de un animal a otro, así como tener contacto directo con algo que tenga el patógeno y vertical como lo es por infección fetal, leche, etc. y aunque la segunda es menos frecuente, puede causar abortos o alterar el feto si el conjunto de fenómenos de la infección ocurre durante la gestación. La seroprevalencia está relacionada, entre otros factores, con las condiciones de vida, higiene y hábitos alimentarios. La población humana adulta presenta entre el 20 y el 70% de evidencia serológica por infección previa con el parásito, calculándose en más de un billón de personas afectadas en el mundo [1, 11].

4.2 Resistencia y Medio Ambiente

T. gondii se propaga con mayor afinidad en climas cálidos y húmedos es por eso que su resistencia se interrumpe en climas con sequía y baja humedad, así como de igual manera en temperaturas altas; se han realizado estudios donde hacen mención que los ooquistes no esporulados son más sensibles a las condiciones cambiantes del clima que los que ya esporularon, por lo que concluyen que una temperatura de 20°C y humedad de 65% ayuda a la proliferación de los ooquistes. El tiempo necesario que necesita un ooquiste para la esporulación va desde las 24 a 48h y pueden ser infectivos incluso a una temperatura de 4°C y mantenerse viables de 4 a 5 años, además, teniendo temperaturas de 10°C a 25°C se mantienen infectantes por 6 meses, pero al estar a una temperatura de 60°C estos pierden su infectividad en 1 minuto, en condiciones naturales y en suelo húmedo pueden permanecer infectivos alrededor de 18 meses [1].

Diversos estudios mencionan que los ooquistes en los hospederos definitivos pueden llegar a destruirse por acción de los ácidos gástricos; sin embargo, experimentalmente se demostró que pueden resistir 2h antes de ser destruidos y así tener la oportunidad de atravesar intactos al torrente sanguíneo o linfático y desencadenar una infección en el gato. La fase más frágil del parásito es el taquizoito, que no resiste la resequedad ni la ebullición, de igual manera son sensibles a desinfectantes como el hipoclorito de sodio y el etanol [10].

4.3 Hospederos definitivos

Hospederos definitivos-gato doméstico y felinos salvajes: La fase de hospederos definitivos es una de las partes elementales para el ciclo de vida de *T. gondii*, el gato doméstico y los felinos salvajes tienen un papel sumamente importante, ya que en ellos es donde se lleva a cabo la reproducción sexual del parásito dando, así como resultado la producción de ooquistes infecciosos los cuales afectan directamente al ser humano y a otras especies de sangre caliente como en este caso el perro. Sin embargo, la información sobre este parásito en gatos y felinos silvestres ha sido escasa mundialmente, esto debido principalmente a la dificultad para la toma de muestra; sin embargo, se conocen con certeza algunos puntos de importancia como lo es su distribución geográfica, hospederos, ciclo biológico, taxonomía, morfología, factores de riesgo, y resistencia al ambiente. *T. gondii* en felinos está presente en todo el mundo, la seropositividad en gatos se ve aumentada a la infección posnatal ya que se encontraron anticuerpos contra *T. gondii* en un gran parte de felinos en edad de destete, esta infección en gatos es muy variable de acuerdo al estilo de vida, donde por lo general es mayor en felinos salvajes ya que estos cazan con mayor frecuencia para alimentarse, el manejo de roedores y la alimentación suministrada a estos ejemplares, son considerados en estudios como posibles factores de riesgo [1]. Este parásito en gatos es muy poco frecuente en su presentación clínica; sin embargo, al presentarse la invasión neuronal la cual se lleva a cabo en infección por toxoplasmosis congénita, los taquizoítos se encuentran en los vasos sanguíneos, donde se presentará inflamación sin afectar su estructura y muerte del tejido corporal el cual ocurre cuando muy poca sangre fluye a estos tejidos, sumándole daños en las neuronas y el sistema nervioso central, la duración de la fase aguda depende de factores intrínsecos como el tipo de cepa de *T. gondii* involucrada y de factores extrínsecos como es la reacción de la respuesta inmune del hospedero. La toxoplasmosis clínica felina; sin embargo, se puede presentar en forma intestinal, encefálica y ocular, así como afectar en general. También puede estar ligada con la

terapia con glucocorticoides, la cual causa inmunosupresión [8, 10], es una enfermedad de carácter zoonótico viniendo de la convivencia con estos felinos infectados.

4.4 Clasificación Taxonómica

T. gondii se incluye dentro del Phylum Apicomplexa, Clase Sporozoea, Subclase Coccidia, Orden *Eucoccidida*, Suborden *Eimeriina*, Familia *Sarcocystidae* y Subfamilia *Toxoplasmatinae* [9].

4.5 Ciclo Biológico

El ciclo biológico de *T. gondii* está compuesto de tres fases:

- 1) Enteroepitelial (en hospederos definitivos-gato doméstico y felinos salvajes)
- 2) Extraintestinal (en hospederos intermediarios y definitivos)
- 3) Esporogónica, que ocurre en el medio ambiente [1].

4.5.1 Fase enteroepitelial

Después de la ingestión de ooquistes o quistes tisulares por los hospederos definitivos, la pared de estos es disuelta por las enzimas proteolíticas durante la digestión. Los esporozoítos o bradizoítos son liberados y penetran el epitelio intestinal, donde desarrollan numerosas generaciones en los cinco tipos o estadios asexuales de la fase interna del intestino. El ciclo sexual (gametogonia), se inicia dos días después

de la ingestión de los quistes y los merozoítos inician la formación de los gametos de 3 a 15 días de la infección. Los microgametos masculinos penetran los macrogametos femeninos para formar los cigotos, los que más tarde se transforman en ooquistes y salen al lumen intestinal y al ambiente con las heces del felino [1, 13]. (Figura 1)

4.5.2 Fase Extraintestinal

En la fase extra intestinal, tanto de hospederos definitivos como intermediarios, estas formas infectivas llegan simultáneamente a la lámina propia del intestino, multiplicándose en el endotelio vascular, fibroblastos, células mononucleares y leucocitos segmentados, y como resultado se forman los taquizoítos y a partir de estos los bradizoítos. Estos últimos permanecen dentro de quiste tisulares en diferentes órganos, estableciéndose la fase crónica de la enfermedad [1, 6]. Para algunos autores, los taquizoítos ingeridos por vía oral pueden morir debido a su baja resistencia a los ácidos de los jugos gástricos; sin embargo, es probable que algunos de ellos penetren en la mucosa de la garganta y desarrollen las fases mencionadas anteriormente [1, 13].

4.5.3 Fase Esporogónica

En la fase esporogónica, los ooquistes no esporulados, bajo condiciones adecuadas, se transforman en ooquistes esporulados entre 1 a 5 días, formándose cuatro esporozoítos a partir de los dos presentes inicialmente, transformándose totalmente en un punto infeccioso [1, 6, 13].

Ciclo de vida Toxoplasmosis

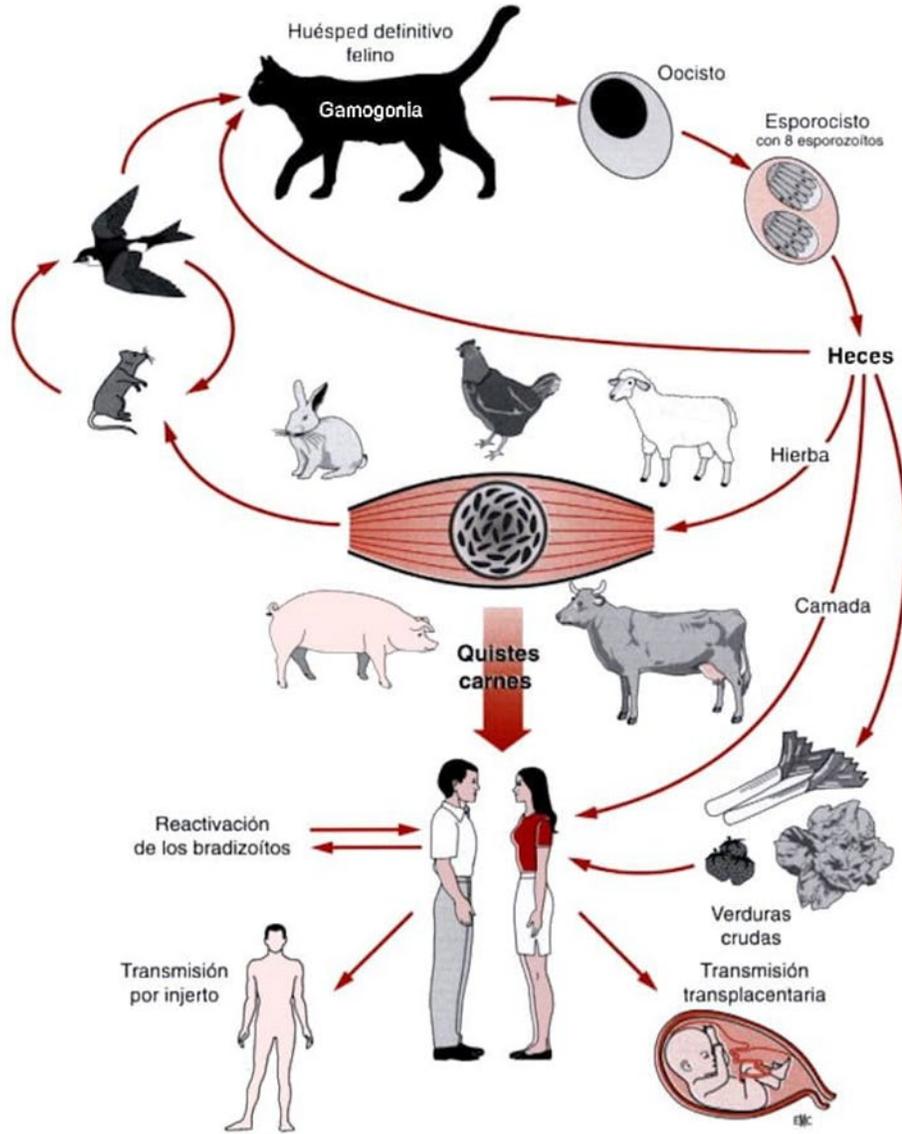


Figura1. Ciclo biológico de *Toxoplasma gondii*. [12]

4.6 Epidemiología de la Toxoplasmosis canina.

El papel epidemiológico de los perros en la toxoplasmosis es limitado ya que no actúa como agente de transmisión; sin embargo, ha sido propuesto como centinela de la presencia de la infección en el ambiente en el que se desarrolla, la presencia de anticuerpos indica de forma indirecta la contaminación ambiental con ooquistes [13], y debido a la estrecha relación que tiene los perros con el ser humano tanto en ambientes rurales como en los urbanos, esta información puede auxiliar en la percepción de contaminación y riesgo por ooquistes para el ser humano así como para otros animales domésticos, particularmente los productivos ya que también se ha documentado su posible papel como diseminador de ooquistes presentes en el suelo [7].

La presencia de *T. gondii* en los caninos se debe a la infección, que de acuerdo a la literatura, puede darse por medio de: 1) el consumo de carne cruda de rumiantes domésticos, equinos así como de presas de caza en los ambientes rurales (aves y roedores), que implicaría consumo de formas quísticas del parásito; 2) consumo de agua de bebida y/o alimento contaminado con ooquistes del parásito, excretados principalmente por gatos domésticos; 3) Ingestión de ooquistes a partir del consumo de heces de gatos domésticos, y 4) por infección transplacentaria [4, 11, 13].

La epidemiología de la toxoplasmosis en los caninos ha sido estudiada desde hace tiempo, siendo la detección de la presencia de anticuerpos un área de atención por ser un indicador de la infección, Dubey [1], en el año 2010, realizó una revisión al respecto. En el Cuadro 1, se muestran un resumen de este reporte.

Cuadro 1. Seroprevalencia de anticuerpos a *T. gondii* en perros de diferentes países. [1]

País	Prueba	Titulo	Muestra	Prevalencia	
				%	Referencia
Brasil: Mato Grosso	IFI	1:64	61	88.5	50
Brasil: Minas Gerais	ELISA		369	30.3	47
Brasil: Pernambuco	IFI	1:64	170	57.6	44
Brasil: Rondonia	IFI	1:16	157	76.4	36
Brasil: Sao Paulo	IFI	1:40	276	46	38
Chile	HAI		31	9.7	49
Colombia	MAT	1:20	309	16.8	41
Israel	IFI	1:32	220	35.5	35
Malasia	IFI	1:64	145	26.9	37
Potlan	MAT	1:28	43	46.5	45
Sirilanka	MAT	1:40	83	67.4	40
Sweden	ELISA		303	23	48
Taiwan	ELISA		51	19.6	42
EUA: Kansas	MAT		229	25	46
Vietnam	MAT	1:20	42	50	39
Grenada	MAT	1:25	107	48.5	43

Posteriormente, en el año 2020, Dubey y colaboradores [14], realizaron una nueva revisión al respecto, englobando información de numerosos países para el periodo 2009-2020, en el Cuadro 2, se muestran un resumen de este reporte.

Cuadro 2. Seroprevalencia de anticuerpos a *T. gondii* en perros de diferentes países. [14]

País	Prueba	Título	Muestra	Prevalencia %
Egipto	MAT	1:5	51	98
Turquía	DT	1:16	72	97
Uganda	MAT	1:25	109	90.8
Brasil	IFI	1:16	61	88.5
Cuba	ELISA	-	176	72.7
Senegal	MAT	1:40	100	68
México				
Veracruz	MAT	1:25	101	67.3
México				
Oaxaca	ELISA	1:25	154	61.7
Gabón	MAT	1:20	70	61.4
Argentina	IFI	1:100	152	55.3
China	ELISA	-	364	51.9
México				
Durango	MAT	1:25	101	51.5
Minnesota	MAT	1:25	14	42.8
Portugal	MAT	1:20	673	38.0
Granada	MAT	1:25	249	35.7
Caledonia	ELISA	1:25	64	32.8
Panamá	ELISA	-	456	30.7
Pakistán	ELISA	1:64	408	28.4

Perú	IFI	1:50	96	24.0
Virginia	IFI	1:50	90	21
	MAT			
Nigeria	W.blott	-	233	19.0
Corea	LAT	1:32	553	12.8
Tailandia	LAT	1:64	230	10.4
Madagascar	LAT	-	48	10.4
Reino Unido	IFI	1:50	201	3.9
Japón	LAT	1:16	325	1.9

De acuerdo al Cuadro 1, la seroprevalencia se encuentra en un rango de 9.7% a 88.5%, mientras que de acuerdo al Cuadro 2, se ubica en un rango de 1.9% a 98%, la variación entre países es notable y depende del tipo de prueba usada título empleado y la población bajo estudio; sin embargo, es evidente que la seroprevalencia se ha ubicado históricamente en niveles considerablemente altos. En general, se reconoce que los perros de áreas rurales presentan mayor prevalencia a la infección, seguramente debido a que se encuentra más expuestos al parásito, la relación en cuanto a factores de riesgo asociados a la infección concuerda en sexo, alimentación, convivencia con otros animales, incluso gatos. En general, la prevalencia aumenta también de acuerdo a la edad, esto indica la infección después del parto [1]. En algunos países de Asia, es común el consumo de carne de perro, de manera que este hecho puede estar relacionado con la transmisión al ser humano en esas áreas del mundo [11,15].

En México, la seroepidemiología de la toxoplasmosis canina ha sido escasamente estudiada, la seroprevalencia se ha determinado en 51.5% usando MAT, 61.7% usando ELISA y 67.3% usando IFI, en los estados de Durango, Oaxaca y Veracruz, respectivamente [8, 9, 16].

4.7 Toxoplasmosis clínica en caninos

La toxoplasmosis clínica en los caninos es un evento poco común, o al menos escasamente diagnosticado en las clínicas veterinarias. El cuadro clínico incluye fiebre, anorexia, disnea y también trastornos de tipo nervioso (ataxia, temblores, paresis o parálisis con encefalomiелitis), respiratorio (neumonía), en piel (nódulos eritematosos, piogranulomatosis y dermatitis necrosante), y a veces en ojos (queratoconjuntivitis), sin existir un cuadro típico ya que los signos cambian de acuerdo a la condición del paciente, a su estado inmune y antecedentes de vacunación, especialmente para prevenir moquillo canino; signos que pueden ser compatibles con otras enfermedades, lo que dificulta su diagnóstico, en general, se reconoce que la toxoplasmosis no es frecuente que sea la causa primaria de consulta al veterinario y que suele asociarse a otros padecimientos que le comprometan su sistema inmune. La infección por *T. gondii* se asocia con una baja tasa de mortalidad [17].

La forma en que se infectan los perros es generalmente por transmisión horizontal, ingesta de quistes o de ooquistes como ya ha sido mencionado anteriormente en este manuscrito; sin embargo, la transmisión congénita – transplacentaria es un evento poco común pero documentado en la literatura, si una perra gestante es infectada por primera vez, puede sufrir la infección con placentitis y paso de taquizoitos al feto, el aborto puede ocurrir como en otras especies [18]; sin embargo, se desconocen todavía mucho sobre este tema, de hecho, no existe evidencia contundente de que suceda en infecciones naturales aunque a nivel experimental si se puede inducir [19].

Es importante que clínicamente se realice un diagnóstico diferencial basado en pruebas de laboratorio, principalmente hay que descartar neosporosis (*Neospora*

caninum), sarcocistiosis (*Sarcocystis* sp), brucelosis (*Brucella canis*), y moquillo canino (aún en perros vacunados) [18, 19].

Información mundial sobre la prevalencia de infecciones clínicas y subclínicas, epidemiología, diagnóstico y diversidad genética de los años 2009 a 2020, ha sido documentado por Dubey et al [14], donde se plasma información de diferentes países, mencionando de igual manera casos clínicos e información sobre infecciones naturales e infecciones experimentales. La mayoría de los casos clínicos caninos de *T. gondii* se dieron en perros inmunosuprimidos donde se presentó dermatitis ulcerosa (cambios en la piel debido a la acumulación de sangre en las venas de la parte inferior), en la mayoría de ellos, es probable que el género pueda influir, ya que al parecer los machos son más susceptibles que las hembras, esto puede ser asociado con los efectos inmunosupresores de las hormonas andrógenos y con los genes de resistencia a enfermedades, los cuales se ven afectados por hormonas esteroides, los perros son más susceptibles a *Toxoplasma gondii* debido a la infección concurrente llamada moquillo, esto es más común en perros domésticos y la mayoría de las infecciones son subclínicas [14].

4.8 Infección congénita de *Toxoplasma gondii* en perros

Generalmente la infección adquirida durante la gestación tardía resulta en el aborto del feto un par de días antes de la fecha de parto calculada; la infección que tiene lugar al final de la gestación no siempre es mala para el feto, ya que su sistema inmune madura durante la gestación y puede responder frente al parásito [20]. La infección que se transmite por la ingestión de ooquistes que se encuentran en el ambiente, puede ser facilitada por diferentes factores que pueden intervenir en la transmisión, como lo son los insectos, la lluvia y otras condiciones climáticas [21]. Se

han realizado algunos estudios para comprender la infección congénita, las cuáles concluyen que este parásito es mayormente infeccioso en los primeros meses de gestación y que los neonatos pueden morir a los dos días del nacimiento [19].

Se han llevado a cabo en los últimos años diversos estudios experimentales sobre *T. gondii* en perros, uno de ellos resulta especialmente interesante, el mismo inició con nueve perros enfermos a los cuáles se les realizó un aspirado dérmico, mismo que se inoculó por vía subcutánea en ratones y jerbos, dando como resultado el desarrollo de la enfermedad en ambas especies con presencia de taquizoitos en sus pulmones, propagando con éxito la cepa TgDgBr20 [19].

Infecciones experimentales que incluyen la detección de *T. gondii* en semen de perro, se realizó infectando a 6 perros vía oral con la cepa P con 200.000 ooquistes y 3 perros con 1 millón de taquizoítos de la cepa RH por vía subcutánea. Los 6 perros infectados vía oral fueron positivos en 14 días, obteniendo eyaculaciones cada semana desde el día 7, realizando infección en ratones, los cuales fueron inoculados con la muestra de semen dando así un positivo a *T. gondii* en semen los días 7, 21 y 35 de un perro inoculado con taquizoítos, y el día 35 en otro perro también inoculado con taquizoítos seroconvertidos. Los 6 perros inoculados con *T. gondii* se examinaron histológicamente en la necropsia a los 70 días. Se detectaron lesiones inflamatorias en túbulos seminíferos. [15].

4.9 Detección de *Toxoplasma gondii* en tejidos de perro

La detección de *T. gondii* en tejidos se ha demostrado en Brasil, China, India y Turquía mediante varios estudios con PCR; el parásito se ha detectado en cerebro en Brasil, en China se identificó un nuevo genotipo, en la India se encontraron 2 perros de 20 los cuales eran positivos donde encontraron *T. gondii* en ganglios linfáticos; sin embargo, no se indicó nada sobre el estado clínico de esos perros, en Turquía se detectó ADN del parásito en 19 de 100 perros [18].

4.10 Pruebas diagnósticas

Se conocen distintas pruebas serológicas las cuales son utilizadas para la detección de anticuerpos anti-*T. gondii*, como lo es la prueba MAT (Prueba de Aglutinación) utilizada a un título de 1:25 donde es considerada muy válida para la detección de anticuerpos en perros, sin embargo la prueba IFI (Inmunoflorescencia indirecta) es considerada también una prueba específica, pruebas realizadas en un estudio por Hosseininejad en el 2009, se encontró que la prueba IFI y ELISA (Reacciones de Enzimas Ligados a Anticuerpos) cuentan con una buena correlación, esto quiere decir un valor diagnóstico comparativo o similar. [18] La prueba de hemaglutinación indirecta (HAI) se utiliza como prueba clínica de rutina en los hospitales veterinarios por su sensibilidad y facilidad de uso; sin embargo, no es muy específica porque reacciona de forma cruzada con otros parásitos. Por otra parte, para la realización de la prueba IFI requiere equipos más completos, pero cuenta con una sensibilidad de 99% y una especificidad del 100%. [22] La PCR es una prueba específica para la detección de ADN del parásito en tejidos como el cerebro, corazón, órganos en general, se está desarrollando una técnica de PCR para perros y gatos muy sensible y que será útil para la detección de *T. gondii*. [23]

El diagnóstico de la toxoplasmosis clínica se basa en detectar taquizoitos en el examen al recoger muestra de pulmones o el análisis de líquido pleural. [20]. Otra manera para la detección del parásito es por imagen, la radiología, tomografía, ecografía y angiografía fluoresceínica son las técnicas usadas; estas tienen importancia en la evolución de las patologías que afectan a órganos como lo es en ojos y el SNC, en especies domésticas como el gato y el perro, donde en perro la radiología no confirma el diagnóstico de toxoplasmosis, pero en gatos la radiología da un margen amplio en cuanto a pulmones comprometidos identificando áreas irregulares y en resonancia magnética se identifica la presencia de glaucomas cerebrales. En caso de que la prueba serológica indique una toxoplasmosis activa al igual en la extracción del granuloma, se realizará un diagnóstico diferencial definitivo con exámenes inmunohistoquímicos. [23]

4.11 Respuesta inmune

La toxoplasmosis es llamada la parasitosis del siglo XX, estimándose que al menos la mitad de la población en el mundo ha estado en contacto con la enfermedad, siendo así una de las tantas enfermedades que forman parte del grupo de causantes de muerte por ser transmisible por medio de la alimentación, planteado por los Centros de Enfermedades y Prevención de los E.U.A. [1]

Al conocer la importancia filogenética de *T. gondii*, existe principalmente variaciones en su patogenicidad, efectividad y virulencia. Entre las diferentes cepas de ratones es posible observar su comportamiento y caracterización, aportando así información para comprensión en afectación en seres humanos y otras especies. Se ha planteado que al infectarse inicialmente con un genotipo de *T. gondii* no proporciona protección inmunológica ante ooquistes de otro genotipo, existiendo así en la población

personas infectadas con diferentes tipos de este coccidio, dando así una posible explicación que plantea la hipótesis del por qué existe la re-infección. [24]

Después de una o dos semanas, cuando se desarrolla la inmunidad, la proliferación del parásito disminuye y comienzan a aparecer bradizoitos enquistados en tejidos, estos parásitos intracelulares forman su propia pared dando origen a los ooquistes que al estar íntegros no muestran reacción inflamatoria alrededor. Esta respuesta inmunológica del parásito da a conocer 3 puntos clave:

1. Un organismo inmunocomprometido puede combatir adecuadamente el parásito evitando así el desarrollo de la enfermedad.
2. El parásito cuenta con herramientas suficientes para su sobrevivencia en el hospedero, logrando así burlar las defensas innatas y adaptativas, es por eso que al enfrentarse a un organismo inmunocomprometido desarrolla la enfermedad.
3. Encontrar anticuerpos IgG solo es indicativo de infección presente o pasada, para evaluar la enfermedad aguda debe aplicarse pruebas diagnósticas. [24]

4.12 Tratamiento

A la fecha, no existe una vacuna o tratamiento específico para la prevención; sin embargo, al acudir al Médico Veterinario con signos característicos de Toxoplasmosis, el tratamiento aplicado comúnmente es Clindamicina con dosis 5 -11 mg/Kg, 10 – 40 mg/Kg/24h, en caso de que sea afectado en sistema nervioso central, como es más lenta su recuperación, es usado el trimetoprim a dosis 30 mg/Kg c/24hrs; esto con una infección totalmente aguda debido a la confusión de sus signos relacionados a otro tipo de infecciones, lo cual dificulta su pronto diagnóstico. [13, 25,26]

4.13 Prevención y Control

La toxoplasmosis es un problema de salud pública, así que es muy importante tomar en cuenta ciertas medidas de prevención para evitar la transmisión a los seres humanos. La principal medida de control de la toxoplasmosis es detener la excreción de ooquistes provenientes de felinos silvestres y gatos tanto en lugares urbanos como rurales, actualmente se está investigando una vacuna viva que utiliza una cepa mutante de *T. gondii* (T-263) para disminuir la diseminación de ooquistes por los gatos. Hasta el 2022 no existen medicamentos para erradicar por completo a *T. gondii* o quistes tisulares en tejidos humanos o animales; las medidas higiénicas y sanitarias que se recomiendan en áreas urbanas son: Eliminar por medio de calor los quistes con bradizoitos a una cocción de temperatura interna de 67 °C que son los que se encuentran en la carne de consumo humano, la congelación a -12 °C, o la irradiación gamma (0.5 kGy) pueden matar los quistes tisulares en la carne, la desinfección de alimentos como lo son frutas y verduras, la limpieza de las áreas donde defecuen los

gatos, este riesgo tiene mayor importancia para las personas inmunocomprometidos, mujeres embarazadas y perros mascota. [27, 28,29]

El nivel de contaminación en el ambiente es desconocido así que las medidas que ayudan a la prevención de *T. gondii* en este medio son: evitar la ingestión de aguas contaminadas como agua de los ríos, lagos y estanques, ya que este medio es principal para la diseminación de la infección para los humanos y los felinos, así como también para los caninos. La ebullición elimina al protozooario, así como el yodo al 2% inactiva al parásito, también una medida recomendada; en áreas urbanas donde se cuentan con la facilidad de manejo de las heces de los gatos, pues el desechar estas mismas en bolsas y eliminarlas en la basura. [28]

Para la prevención y control de la infección en perros se recomienda la congelación y la ebullición correcta a 67 °C de la carne con que se vaya a alimentar a los perros, o definitivamente, no proporcionar carne cruda a los perros [19].

4.14 Factores de Riesgo

En zonas urbanas, los gatos domésticos son un punto de importancia en la epidemiología de la infección debido a que son los principales responsables de la contaminación del ambiente; en cuanto a perros, un factor de riesgo evaluado como el más importante es el tipo de dieta, ya que se alimentan con desechos de comida casera, y si se trata de animales en condición de calle, estos consumen los desechos ya en mal estado o despojos de animales y es más frecuente si hablamos de perros en áreas de producción. Los perros son animales menos selectivos en cuanto a su alimento es por eso que se cataloga este factor como el más destacable, y esto a su vez debido a la contaminación de los alimentos por heces del huésped definitivo. En

un estudio realizado en Río de Janeiro, Brasil, se menciona que otro factor de riesgo que adjudicaron a la seropositividad mayor en perros, es que los dueños los sacaban a caminar en un clima apropiado para el parásito, práctica regular para perros con hogar, así mismo en áreas con mayor población de gatos, esta contaminación en el ambiente es expandido por gatos callejeros, ya que los gatos en confinamiento son menos afines a excretar fuera de su caja de arena. [30]

4.14.1 Factores de Riesgo en Perros Callejeros

Los perros callejeros pueden estar en contacto aún más directo con los factores de riesgo como el agua, la comida, y las fuentes ambientales, factores que al transcurso de los años han sido mencionados en la literatura, a diferencia de los perros mascota en los cuáles su alimentación es más controlada al suministrarles alimentación seca comercial. En un estudio realizado en Brasil, donde se muestrearon perros y gatos en condición de calle se observó por medio de las pruebas IHA y ELISA, que los perros contaban con una positividad mayor del 50%, a diferencia de los gatos con 40%, esperando un resultado diferente ya que el gato es huésped definitivo y tiene hábitos de caza, los autores adjudican este resultado al tipo de alimentación ya que en varias áreas se desechaba carne y los lugares en los cuales consumían el agua no precisamente eran muy higiénicos; también podría influir la confiabilidad de las pruebas.[31]

En Bangkok, Tailandia, el estudio realizado en perros y gatos callejeros, resulto una prevalencia en perros de 7.9% encontrando variaciones en cuanto a la raza, donde los criollos fueron más susceptibles. De acuerdo a la titulación se manejó 1:500 como la máxima, que resulto en perros con 4% y en gatos significativamente mayor, en

cuanto a titulaciones bajas como 1:25 resulto un 64% en perros. Considerando en este estudio a los perros como centinelas de la contaminación ambiental por *T. gondii*. [32]

4.14.2 Factores de riesgo en caninos de área urbana

Un estudio sobre perros y gatos de vida libre en Tailandia, menciona que los valores elevados en su prevalencia es un punto de partida para la elaboración de estrategias de control para este patógeno zoonótico, aún más en colonias donde existen perros y gatos vagabundos, resultando con significancia estadística los factores como: al estar al aire libre y raza criolla. El crecimiento de población de perros y gatos vagabundos representan un riesgo ya que en estas situaciones tienen comportamientos en cuanto a relacionarse con estas especies, considerando al canino como huésped con un papel epidemiológico tal vez significativo ya que preserva el parásito como huésped accidental o especie indicadora de la presencia de este coccidio.[32,33,34]

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Sitio de estudio.

El presente estudio se realizó en el estado de Aguascalientes, México, ubicado en la región centro-norte del país ($21^{\circ}37'20.28''$ N, $102^{\circ}52'26.40''$ W), a una altitud sobre el nivel del mar entre 1,860 y 2,010 msnm, con temperatura media anual de 17 a 18°C , con clima árido semiseco extremoso con régimen de lluvias en verano [35] (Figura 2).

El trabajo de laboratorio se realizó en el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, localizado en el kilómetro 18 de la carretera Aguascalientes- San Luis Potosí, en el municipio de El Llano, Aguascalientes.



Figura 2. Estado de Aguascalientes [35]

5.2 Diseño del estudio

Se trabajó con tres diferentes poblaciones de perros: 1) Perros del área rural, que se ubicaban en domicilios o unidades de producción animal en diferentes comunidades rurales en varios municipios del estado, en total se incluyeron 80 perros, correspondiendo 41 a perros asociados a establos lecheros y 39 domiciliados en predios de casa-habitación; 2) Perros en condición de calle arraigados en el Centro de Control, Atención y Bienestar Animal de municipio de Aguascalientes (CCABA), en total se incluyeron 80 perros, y 3) Perros de compañía domiciliados en el área urbana del municipio capital del estado de Aguascalientes, en este grupo se tuvieron 50 perros. Los animales que se incluyeron en el trabajo se eligieron por el método no probabilístico de conveniencia, en donde el criterio de inclusión para la población rural y para los perros de compañía, fue por aceptación del dueño a participar en el estudio y en el caso de la población presente en el CCABA, fue que se tratara de perros recogidos de la calle. Los propietarios proporcionaron su consentimiento informado de forma verbal.

5.3 Toma de muestra

Se obtuvo por una sola ocasión, una muestra de sangre de la vena cefálica y en el caso de los animales de CCABA, por punción intracardiaca (respetando lineamientos para el adecuado manejo de estos animales). La muestra fue depositada en tubos vacutainer nuevos sin anticoagulante y se trasladaron al laboratorio, donde fueron centrifugadas a 10,000 rpm durante 15 min obteniendo el suero, que se congeló a -20° C, hasta su uso en la prueba serológica.

5.4 Prueba serológica

Las muestras se analizaron mediante la prueba de Inmuno fluorescencia Indirecta (IFI), utilizando laminillas sensibilizadas con taquizoitos de *T. gondii* (cepa RH), de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (VDRM, Inc., Pullman, Washington) (Anexo 1), los sueros fueron diluidos a 1:16 en buffer de fosfatos (PBS) pH 7.2 y se utilizó un conjugado anti-IgG de perro marcado con fluoresceína (Merck, Sigma-Aldrich) como segundo anticuerpo, así como controles positivos y negativos en cada laminilla, los cuales fueron la guía para el criterio de evaluación de la prueba; todas las muestras se procesaron por duplicado y para considerar una muestra positiva se observó bajo el microscopio la fluorescencia completa en todo el contorno del parásito [1,36]; las muestras positivas se titularon posteriormente por diluciones dobles seriadas hasta la extinción.

5.5 Encuesta

Se aplicó una encuesta a los propietarios con información de acuerdo al grupo de estudio; en el caso de los perros muestreados en CCABA, solo se registraron los datos de identificación, y en perros de compañía, así como en los rurales, se censaron sus hábitos alimenticios, comportamiento/manejo y convivencia con otras especies particularmente con gatos, con el objetivo de identificar posibles factores de riesgo a la infección (Anexo 2)

5.6 Análisis de la información.

La prevalencia general de anticuerpos anti-*T. gondii* se calculó en cada uno de los grupos poblacionales bajo estudio y de acuerdo a los diferentes atributos identificados en las encuestas. Para establecer el riesgo de infección se realizó un análisis de regresión logística donde la variable dependiente fue el estado serológico. Las variables independientes fueron seleccionadas mediante el método “hacia atrás paso a paso”, en el que se excluyeron una a una las variables que no resultaron significativas ($p < 0.05$) según la prueba de Chi-cuadrada. Las razones de probabilidad (OR) se estimaron a partir de las variables independientes que mostraron significancia estadística en el análisis multivariado ($p < 0.05$). El análisis se llevó a cabo utilizando el software de análisis de datos estadísticos (STATA) v. 10.1. Para el grupo poblacional de perros del CCABA, la asociación entre el estado serológico y el posible riesgo se realizó mediante el cálculo del OR, el cual se sometió a la prueba de χ^2 con corrección de Yates ($P < 0.05$). El procedimiento se realizó con el estadístico Epi Info 3.5.1

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Perros del área rural

La prevalencia general de anticuerpos anti-*T. gondii* en la población de perros examinada en el área rural del estado de Aguascalientes fue de 73.7% (59/80; IC 95% 62-82). En el Cuadro 3, se muestra la distribución de la prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii*, de acuerdo al municipio en donde fueron colectadas las muestras, en el mismo se puede observar que se incluyeron en el trabajo el 64% de los municipios del estado de Aguascalientes (7/11), y también que la prevalencia se identificó en un rango de 55% (Tepezalá) al 100% (Asientos y San José de Gracia), existiendo perros positivos en todos los municipios estudiados.

Cuadro 3. Prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros del área rural, de acuerdo al municipio de origen de los perros.

Municipio	N	Positivos	Seroprevalencia %	I.C. 95%
Aguascalientes	16	11	69	41-87
Asientos	3	3	100	31-100
El Llano	20	16	80	55-93
Jesús María	8	5	62	25-89
Rincón de Romos	10	9	90	54-99
San José de Gracia	5	5	100	31-100
Tepezalá	18	10	55	31-77
Total	80	59	73.7	62-82

* I.C. = Intervalo de Confianza

Los perros asociados a establos lecheros, tuvieron una prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* de 83% (34/41; IC 95% 67-92), mientras que en los domiciliados fue de 64% (25/39; IC 95% 47-78).

La distribución de la prevalencia de anticuerpos de acuerdo a los diferentes atributos que fueron registrados mediante la encuesta aplicada a los propietarios se muestra en el Cuadro 4. En el mismo es posible apreciar las variables y categorías más importantes en referencia a una seroprevalencia identificada más alta que la general (>73.7%), se trata de la edad de los perros, que en la categoría de 6 meses a 2 años, tuvo una seroprevalencia de 78%, la raza /biotipo mixto con 80%, los perros de talla pequeña con 86%, los perros que tiene el hábito de cazar pequeñas presas con 100%, los perros vacunados con 86% y la función zootécnica de guardia y protección con 81%.

Cuadro 4. Prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros del área rural de acuerdo a diferentes atributos de la población.

Variable	Atributo	N	Positivos	Seroprevalencia (%)	I.C 95%.*
Sexo	Macho	43	32	74	58-85
	Hembra	37	27	73	55-85
Edad	6 m – 2 años	27	21	78	57-90
	3 -8 años	29	21	72	52-86
	9-18 años	24	17	71	48-86
Raza	Mixta	45	36	80	64-89
	Pura	35	23	66	47-80
Tamaño	Pequeño	35	30	86	68-94
	Mediano	21	15	71	47-87
	Grande	24	14	58	36-77
Alimentación	Placenta/leche	9	4	44	15-77
	Caza/roedores	13	13	100	71-100
	Comercial	21	12	57	34-77

	Casera/carne	37	30	81	64-91
Medicina	Vacunados	28	24	86	66-95
Preventiva	Desparasitados	16	10	62	35-83
	Ninguna	36	25	69	51-83
Función	Guardia/	43	35	81	66-91
Zootécnica	protección				
	Compañía	30	21	70	50-84
	Solo llegó	3	2	67	12-98
	Ninguna	4	1	25	1-78
Convivencia	Si	66	49	74	61-83
con gatos	No	14	10	71	42-90

* I.C. = Intervalo de Confianza

Los títulos de anticuerpos en los sueros positivos se distribuyeron de la siguiente forma: 18 casos con título de 1:16, 25 casos con 1:32, 14 casos con 1:64 y 2 casos con 1: 128.

El análisis de riesgos identificó solamente a la variable función zootécnica de los perros, categoría guardia y protección, como asociada a la seroprevalencia, lo que indica que esta condición los hace potencialmente vulnerables a la infección por *T. gondii*. En el Cuadro 5, se muestran los resultados de otras dos variables/categorías que tuvieron un OR mayor que 1, pero que no fueron estadísticamente significativas.

Cuadro 5. Factores de riesgo a la infección por *Toxoplasma gondii* en perros del área rural.

Variable	Categoría	N	Seroprevalencia (%)	OR *	I.C. 95%*	p-value
Alimentación	Cacería de pequeñas presas	13	100	1.8	0.9-3.5	0.08
Función zootécnica	Guardia/ protección	43	81	2.4	1.2-4.8	0.01
Asociados a	Establos lecheros	41	83	2.6	0.8-8.4	0.09

* I.C. = Intervalo de Confianza

En la literatura se ha reportado que la seroprevalencia a *T. gondii*, tiende a ser mayor en perros que habitan ambientes rurales cuando se les compara con ambientes urbanos, perros callejeros, perros abandonados en albergues o perros de compañía [14]. En el presente estudio, la seroprevalencia identificada en este grupo poblacional fue de 73.7%, valor que debe de considerarse extremadamente alto y que indica una alta contaminación del ambiente con ooquistes excretados por el huésped definitivo y/o que los perros examinados han tenido un consumo significativo de carne y despojos crudos o mal cocidos, leche cruda o aves y roedores silvestres (estos dos últimos debido a hábitos de cacería), infectados con quistes de *T. gondii*; en la literatura se menciona la importancia del consumo de estas fuentes de alimento en los perros como un elemento activo e importante en el ciclo de vida del parásito [37], que permiten incluso, que el parásito pueda circular entre huéspedes intermediarios sin intervención de los felinos [38]. Resulta interesante, que en el grupo de perros asociados a establos lecheros se identificó una seroprevalencia mayor que en los domiciliados, 83% y 64%, respectivamente. Es reconocido que los perros que habitan en ambientes rurales tiene más oportunidades de estar expuestos al parásito debido, entre otras causas, a la convivencia que tienen con diversas especies domésticas en las granjas, incluyendo a los gatos, a través de la ingestión de ooquistes presentes en agua y alimentos, así como de quistes tisulares debido a sus hábitos de cacería de pequeñas presas como aves y roedores, y al acceso que tienen a diferentes despojos, como por ejemplo, fetos y desechos placentarios [14, 37]. En las comunidades rurales visitadas en este trabajo, es una práctica común que los perros en las granjas lecheras no reciban alimento seco o exclusivo para ellos y que se dejen libres para que procuren su fuente de alimento. Sin embargo, la condición de estar asociados a los establos no fue identificado como un factor de riesgo estadísticamente significativo, lo que no representa que este grupo de perros se encuentre expuesto en mayor proporción a infectarse debido al medio y condiciones en que vive. Los perros domiciliados en estas comunidades rurales, frecuentemente tiene la libertad de salir del predio, convivir con otros animales

domésticos y eventualmente consumir agua o alimentos contaminados como sucede con los perros asociados a establos, de ahí que también presenten una alta seroprevalencia. Los perros cuyos propietarios reportaron que tenían el hábito de la caza de aves o roedores presentaron una seroprevalencia de 100%, mientras que los que incluían carne en la dieta tuvieron 80% y los que recibían otro tipo de alimentación mostraron valores menores, información que corrobora que el carnivorismo es una fuente de infección importante en perros [37]. El análisis de riesgo indicó un valor de 2.4 pero sin ser estadísticamente significativo, lo que no impide que en la práctica que el hábito de cacería de pequeñas presas implique un riesgo real a la infección.

De acuerdo a la presente investigación, los perros de 6 meses a 2 años de edad tuvieron una seroprevalencia de 78%, muy alta; sin embargo, todas las categorías de edad estuvieron por encima del 70%. Debe mencionarse que no se incluyeron cachorros menores de seis meses pues al momento de la colecta de muestras en los diferentes sitios no había presencia de animales de este tipo. En la literatura se menciona que en perros rurales se ha encontrado una mayor seroprevalencia en perros de mayor edad, un efecto acumulativo que tendría que ver con mayores oportunidades de exposición al parásito [39]. Los perros de raza mixta o “cruzados”, mostraron una seroprevalencia de 80% y los de tamaño pequeño 86%, en la literatura no existe evidencia clara de que estos dos factores se asocien a la infección [14, 37], sin embargo algunos estudios han encontrado mayor seroprevalencia en perros de raza mixta que en los de raza pura [30, 32, 40], es probable que en el presente estudio este grupo racial haya tenido más chance de deambular libremente y así estar más expuesto a las fuentes de infección, ya sea domiciliados o asociados a establos, interesante, que los de este último grupo representaron el 55% (20/36) de los casos positivos. En otro estudio, se encontró asociación entre la seroprevalencia y la talla, correspondiendo mayor prevalencia a los de talla mediana y grande [41], situación diferente a nuestro hallazgo, pero en Irán, encontraron que no había diferencia entre tallas de los perros [42]. Los perros con función zootécnica de guardia y protección

tuvieron 81% de seroprevalencia, y habría que anotar que la mayoría de los positivos estaban asociados a los establos (82%; 29/35), de manera que tenían las facilidades y hábitos que favorecen la exposición al parásito como fue comentado anteriormente; esta idea coincide con que en el presente estudio, esta característica fue identificada como factor de riesgo a la infección, donde se obtuvo un valor de 2.4 y estadísticamente significativo, por lo que los perros con esta función zootécnica tienen 2.4 más veces de probabilidades de ser seropositivos, y se debe resaltar que dado que la mayoría de estos perros estaban asociados a establos, podría decirse que esta última condición es también un factor de riesgo, aun cuando el análisis no lo evidenció claramente. En un estudio se encontró que perros con este tipo de uso tuvieron mayor seroprevalencia que los de compañía [42].

La seroprevalencia con respecto al sexo de los perros fue ligeramente superior en machos que en hembras, lo que coincide con algunos reportes en la literatura [39, 43], en varios estudios se menciona que los machos pueden estar más expuestos a la infección debido a sus hábitos de desplazamiento más liberales especialmente en perros callejeros o aquellos que tienen salidas a la calle [30, 44]; en el presente estudio, fue relativamente fácil de constatar que generalmente a los machos se les da más libertad además de que por naturaleza son más “exploradores”, en tanto que las hembras tienden a ser más “hogareñas”, y en los establos es muy común que los perros sean “exploradores”. Los perros vacunados resultaron con alta seroprevalencia, 86%, esta vacunación se refiere principalmente a la prevención de rabia; en perros rurales no se encontró en la literatura información sobre esta variable.

Tomando en cuenta que los perros son considerados centinelas de la contaminación ambiental por *T. gondii*, los resultados documentados en el presente estudio son relevantes por el significado que puede tener en la epidemiología de la infección y su importancia como problema de salud pública. En un estudio previo

desarrollado en el estado de Aguascalientes, se ha encontrado en gallinas de traspatio una seroprevalencia general de anticuerpos anti-*T. gondii* de 67% [45], este resultado es indicativo de una alta contaminación del suelo con ooquistes del parásito en ambientes rurales, lo cual implica el papel activo que tiene los gatos que viven o visitan las granjas. En el presente estudio, los propietarios de 66/80 perros (82.5%) manifestaron la presencia de gatos en sus predios; sin embargo, la seroprevalencia no fue significativamente mayor en los perros que convivían con gatos que en lo que no lo hacían, 74% y 71%, respectivamente, de los casos positivos en los que convivían con gatos, 59% (29/49), se ubicaban en establos lecheros; en la literatura se menciona que la infección puede circular entre huéspedes intermediarios en ausencia de gatos [38], lo que explicaría esta observación y podría entenderse que el carnivorismo es un elemento muy importante en el mantenimiento de la infección en los perros.

La comparación entre estudios similares resulta difícil debido a que cada estudio guarda características propias, tales como la ubicación geográfica, clima, prueba de diagnóstico empleada y punto de corte, entre otras. Sin embargo, en Brasil se han desarrollado numerosos trabajos en perros utilizando la prueba de IFI en condiciones similares a las del presente estudio, en este país, se ha estimado una seroprevalencia general superior a 70% [14]; particularmente en perros rurales, en Brasil, se ha encontrado una seroprevalencia entre 43.1% [46] y 71.7% [47], mientras que en otros países como Irán, 51.5% [48] y en el noroeste de Argentina entre 13.1% y 23.4% [49]. Es importante mencionar, que de acuerdo a la revisión de Dubey et al [14] y al libro del mismo autor [37], la mayoría de los estudios serológicos en perros se han enfocado a perros mascota (de compañía), callejeros y de albergues.

En México no se ha estudiado al grupo de perros rurales, de manera que el presente trabajo es el primer reporte al respecto.

6.2 Población de Perros del área urbana (origen CCABA)

En esta población se determinó una prevalencia general de anticuerpos anti-*T. gondii* de 60% (48/80; IC 95% 48-70). En el Cuadro 6, se muestran las variables y categorías que fue posible de registrar en esta población, observándose mayor seroprevalencia en hembras y en perros de biotipo mixto.

Cuadro 6. Prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros del área urbana de acuerdo a diferentes atributos de la población.

Variable	Atributo	N	Positivos	Seroprevalencia (%)	I.C. 95%*
Sexo	Macho	38	22	58	40-73
	Hembra	42	26	62	45-76
Raza/Biotipo	Raza definida	23	12	52	31-72
	Biotipo mixto	57	36	63	49-75

* I.C. = Intervalo de Confianza

Los títulos de anticuerpos en los sueros positivos se distribuyeron de la siguiente forma: 31 casos con título de 1:16, 12 casos con 1:32, 4 casos con 1:64 y 1 caso con 1: 128

No fue posible identificar alguna asociación estadísticamente significativa entre las variables sexo y raza/biotipo con la seroprevalencia.

Los perros callejeros que deambulan en las zonas urbanas de las ciudades, representan un riesgo importante de salud pública y son altamente susceptibles a sufrir o ser portadores de diversas enfermedades infecciosas y parasitarias a causa de su comportamiento individual y social así como a sus esfuerzos por procurarse el agua y alimento en la vía pública. En este grupo poblacional se encontró una seroprevalencia

a *T. gondii* de 60%, que debe considerarse elevada. Este grupo poblacional ha sido estudiado en diversas partes del mundo y en México, usando diferentes técnicas y puntos de corte [14]. Por ejemplo, en Brasil, el rango de seroprevalencia va de 33% [50] a 68.4% [51], en China, de 40.3% [52] a 13.1% [53], en Cuba 72.7% [54] y en Turquía 85.3% [55].

En México, se ha reportado en la ciudad de Durango, una seroprevalencia de 51.5% usando la técnica de MAT [8] y de 61.7% en la ciudad de Oaxaca, usando la técnica de ELISA [16]. Adicionalmente, en perros de albergue del municipio de Medellín, Veracruz, se identificó 67.3% de seroprevalencia usando la técnica de MAT [10], estos resultados son muy parecidos a los obtenidos en el presente trabajo, y si bien la comparación no puede ser directa dado que las pruebas diagnósticas son diferentes, si se puede afirmar que en este grupo poblacional la seroprevalencia, independientemente del clima y condiciones de cada sitio estudiado, es considerable e indicativo de que el ambiente en el que se desarrollaron estos estudios se encuentra contaminado con ooquistes excretados por los gatos domésticos y que seguramente el tipo y condiciones del agua y los alimentos que ingieren, como se ha comentado en párrafos anteriores, deberá de estar explicando la alta seroprevalencia, hay que recordar que los perros en condición de calle llegan a ingerir agua de mala calidad y alimentos en descomposición así como despojos de carne e incluso pueden cazar pequeños roedores, además en este grupo puede presentarse la ingesta de excremento de gato.

El sexo y biotipo racial de los perros examinados no se pudo asociar a la seroprevalencia; en la literatura no existe evidencia clara de que estos dos factores se asocien a la infección [14, 37]; sin embargo, algunos estudios han encontrado mayor seroprevalencia en perros de raza mixta que en los de raza pura [32, 40] y otros todo lo contrario [10]. En cuanto al sexo, algunos estudios en perros callejeros han

encontrado mayor seroprevalencia en los machos [16, 30]; sin embargo, en el presente estudio las hembras tuvieron una seroprevalencia ligeramente mayor.

6.3 Población de perros de compañía (ciudad de Aguascalientes, Ags)

La prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* identificada en este grupo poblacional fue de 32% (16/50; IC 95% 19-46). Los perros incluidos en el estudio estuvieron ampliamente dispersos en la zona urbana de la ciudad de Aguascalientes, Ags. La distribución de la prevalencia de anticuerpos de acuerdo a los diferentes atributos que fueron registrados mediante la encuesta aplicada a los propietarios se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Prevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros de compañía domiciliados en área urbana de acuerdo a diferentes atributos de la población

Variable	Atributo	N	Positivos	Seroprevalencia (%)	I.C. 95%*
Sexo	Macho	27	8	29	14-50
	Hembra	23	8	35	17-57
Edad	6 m – 2 años	14	4	28	9-58
	2.1 - 4 años	14	4	28	9-58
	4.1 - 8 años	16	7	44	20-69
	8.1-10 años	6	1	16	0.8-63
Raza	Mixta	15	8	53	27-77
	Pura	35	8	23	11-40
Alimentación	Comercial	34	12	35	20-53
	Residuos	16	4	25	8-52
Medicina preventiva	Vac/Desp	25	6	24	10-45
	Desparasitados	11	5	45	18-75
	Vacunados	10	3	30	8-64
	Ninguna	4	2	50	9-90

Convivencia con gatos	Si	19	10	53	29-74
	No	31	6	19	8-38
Agua compartida	Si	16	10	63	35-83
	No	34	6	18	7-35

* I.C. = Intervalo de Confianza

En el Cuadro 7, se pueden apreciar las variables y categorías más importantes en referencia a una seroprevalencia identificada más alta que la general (>32%), en donde todas las variables tuvieron al menos una categoría con un valor superior al de referencia, sobresaliendo la fuente de agua compartida con 63%, la edad de 4.1 a 8 años con 44%, el grupo racial mixto con 53% y la convivencia con gatos con 53%.

El análisis de riesgos identificó 2 variables/categorías como asociadas a la seroprevalencia, lo que indica que son potencialmente factores de riesgo a la infección por *T. gondii*, en el Cuadro 8, se muestran las mismas.

Cuadro 8. Factores de riesgo a la infección por *Toxoplasma gondii* en perros de compañía domiciliados en área urbana

Variable	Categoría	N	Seroprevalencia (%)	OR *	I.C. 95%*	p-value
Convivencia con gatos	Si	19	53	7.0	1-0-15.8	0.048
Agua compartida	Si	16	63	4.0	1.0-47.8	0.047

*I.C. = Intervalo de Confianza

La presencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros de compañía, ha sido ampliamente documentada alrededor del mundo, la seroprevalencia reportada ha sido muy variable oscilando entre 1 a 88%, existiendo también amplia variación en técnicas de diagnóstico y puntos de corte, por lo que es muy difícil establecer algún valor de referencia, lo que sí es posible, es observar que este grupo poblacional muestra en lo general valores de seroprevalencia menores que los perros de calle y que los de origen

rural [14]. En perros de compañía, se han reportado diversos valores de seroprevalencia que avalan su diversidad, por ejemplo, en Río de Janeiro, Brasil, 34% [30], en la provincia de Anhoui, China, 18.6% [44], y en Roma, Italia, 56.1% [56].

En el presente estudio, se estimó 32% de seroprevalencia, más baja que en los otros grupos poblacionales, los rurales del estado y los callejeros del área urbana del municipio de Aguascalientes. Este valor resulta congruente con la mayoría de los reportes a nivel mundial, especialmente con los de China y Brasil, países en donde se han realizado la mayoría de los estudios en este grupo. Los perros de compañía generalmente viven solos y son mejor atendidos tanto en alimentación como en cuidados generales y medicina preventiva, lo que en principio les hace tener menos oportunidades de estar expuestos a la infección ya sea por ingestión de ooquistes o por carnivorismo (cacería), o consumo de carne mal cocida o cruda. En México, no se tiene reportes sobre *T. gondii* en perros de compañía, por lo que el dato observado en este estudio es inédito, y además, la seroprevalencia encontrada en otros estudios en México, en perros callejeros y de albergue, es mayor a la de este grupo de perros de compañía.

La seroprevalencia fue menor que en los otros grupos poblacionales estudiados y el comportamiento de la misma de acuerdo a los diferentes atributos registrados en la encuesta aplicada a los propietarios, resultó diferente debido a que se manejaron algunas variables y categorías diferentes. En el caso del sexo, resultó con mayor seroprevalencia en las hembras, situación diferente a la encontrada en los otros dos grupos, mayor en machos para los perros rurales y muy parecida en los muestreados en el CCABA; en la literatura se reporta mayor seroprevalencia en hembras con dueño [42] así como en perros que salen a la calle [32]. El hallazgo en el grupo racial mixto, resulta interesante debido a que estos perros están domiciliados aunque algunos de ellos era perros adoptados, por lo que no se conocía su hábitat anterior; es probable

que la presencia de anticuerpos sea producto de su exposición al parásito antes de que fueran adoptados y con ello domiciliados, por otra parte, también cabe la posibilidad de que estos perros conserven hábitos de cacería de pequeñas aves y roedores, sin dejar de lado que algunos propietarios ofrecen eventualmente carne cruda y que pueden tener acceso a la calle, otros autores han reportado a los perros de raza mixta con mayor seroprevalencia como en este estudio [30, 32, 40]. En este grupo, los perros adultos jóvenes aparecen con mayor seroprevalencia, lo cual es poco común pero que se reporta en la literatura [30], lo cual podría deberse a una exposición frecuente al parásito debido a diferentes factores, como podría ser la convivencia con gatos y el eventual consumo de heces de los mismos o al consumo de carne cruda o mal cocida, entre otros. La alimentación es sin duda un factor importante para la transmisión y mantenimiento de la infección, en este grupo solo se identificaron dos variantes, el alimento seco (croquetas) y el alimento conformado con desperdicios de comida de los propietarios, curiosamente, la mayor seroprevalencia ocurrió en perros alimentados con croquetas, lo cual es difícil de explicar y se tendría que pensar en que la fuente de infección no fue el alimento seco sino otra vía, como las ya comentadas.

En cuanto a la medicina preventiva, los perros que no reciben atención tuvieron la mayor seroprevalencia; sin embargo, el bajo número de animales de este grupo invalida su significancia epidemiológica, así que en los otros grupos de edad no se observaron diferencias importantes.

Los perros que conviven con gatos resultaron con mayor seroprevalencia, casi tres veces más de los que no conviven con ellos, en varios estudios se ha encontrado esta relación [30, 37], que tendría que ver con el riesgo de que los gatos excreten oocistos en sus heces y contaminen agua, alimento y el suelo que comparten con los perros además de que existe la posibilidad de ingestión directa de heces de gato [37]. El análisis de riesgos identificó a la convivencia positiva con gatos con un valor de OR=

7.0 lo que significa que esta convivencia aumenta sensiblemente la probabilidad de que los perros sean seropositivos, además es muy probable que se estén infectando con ooquistes excretados por sus compañeros de hogar; en varios estudios se han hecho hallazgos similares, hasta 75% de seroprevalencia en perros domiciliados que tiene contacto con gatos e identificado una asociación positiva [42]. Finalmente, el agua compartida, que se refiere a compartir los bebederos, resultó en una seroprevalencia sensiblemente más alta, 3.5 veces más que los que no comparten el bebedero, además fue identificado como factor de riesgo a la infección con valor de OR= 4.0 lo que implica una alta probabilidad de infectarse; en la literatura no se encontró referencia a esta característica, pero podría pensarse en que sea más viable que el agua se contamine con los residuos de alimento y suelo que pueden llevar en su hocico los animales y que eventualmente caen en el agua al beber además de que los bebederos están expuestos a que por acción del viento u otro mecanismo similar reciba ooquistes excretados por los gatos. Todos estos perros beben agua potable en sus domicilios.

La seroprevalencia general en la población bajo estudio, que incluye perros rurales, en condición de calle y de compañía, fue de 59% (123/210; IC 95% 51-65), valor que debe considerarse alto y que evidencia que el medio ambiente en el que habitan los perros de este estudio se encuentra altamente contaminado con ooquistes del parásito y/o que los perros están consumiendo carne proveniente de animales domésticos y/o silvestres con presencia de quistes titulares. El papel de centinelas de la infección por *T. gondii* que se atribuye a los perros, ha quedado corroborado en este estudio. Los resultados mostrados deben de ser tomados en cuenta por las autoridades sanitarias ya que son un indicativo del potencial de infección que existe en el estado y por ende del problema de salud pública que puede representar; la toxoplasmosis es sin duda una zoonosis poco atendida.

VII. CONCLUSIONES

La seroprevalencia de anticuerpos anti-*T. gondii* en perros procedentes de áreas rurales fue de 73.7%, un valor considerablemente alto y vinculado con la función zotécnica de guardia y protección, particularmente preponderante en perros asociados a establos.

La seroprevalencia en perros en condición de calle en el área urbana de la capital del estado fue de 60%, que también es considerado un valor alto, y debe de estar vinculado con una alta exposición a alimentos, agua y suelos contaminados con ooquistes excretados por los gatos y/o a la ingestión de carne y despojos crudos.

La seroprevalencia en perros de compañía, domiciliados del área urbana de la ciudad de Aguascalientes, resultó más baja que en los otros dos grupos, 32%, esto puede deberse a una menor exposición a la infección; sin embargo, la convivencia con gatos es un elemento epidemiológico importante en la transmisión.

La seroprevalencia combinada de los tres grupos poblacionales fue de 59%, indicativo del alto riesgo que puede tener la población humana a la infección.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Dubey, J.P. (2010). *Toxoplasmosis of animals and humans*, 2nd edition. CRS, Boca Raton, Florida. 319 p
2. Stelzer, S., W. Basso, J. Benavides-Silván, L.M. Ortega-Mora, P. Maksimov, J. Gethmann, F.J. Conraths, and G. Schares (2019). *Toxoplasma gondii* infection and toxoplasmosis in farm animals: Risk factors and economic impact. *Food and Waterborne Parasitology*, 12: 37.
3. Dubey, J.P. and C.P. Beattie (1988). *Toxoplasmosis of animals and man*. CRS, Boca Raton, Florida. 250p.
4. Schlüter, D., W. Däubener, G. Schares, U. Ross, U. Pleyer, and C. Lüder (2014). Animals are key to human toxoplasmosis. *International Journal of Medical Microbiology*, 304: 917–929
5. Calero-Bernal, R. and S. Gennari (2019). Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: An update. *Frontiers in Veterinary Sciences*, 6: 54.
6. Salb, A.L., H.W. Barkema, B.T. Elkin, R.C. Thompson, D.P. Whiteside, S.R. Black, J.P. Dubey, and S.J. Kutz (2008). Dogs as sources and sentinels of parasites in humans and wildlife, northern Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 14: 60–63.
7. Frenkel, J.K., D.S. Lindsay, and B.B. Parker (1995). Dogs as potential vectors of *Toxoplasma gondii*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 53: 226-228.
8. Dubey, J.P., C. Alvarado-Esquivel, O. Liesenfeld, R.G. Herrera-Flores, B.E. Ramírez-Sánchez, A. González-Herrera, et al. (2007). *Neospora caninum*

and *Toxoplasma gondii* antibodies in dogs from Durango City, Mexico. *Journal of Parasitology*, 93: 1033-1035.

9. Aluja, S.A. (1971). Toxoplasmosis: estudio anatómico-patológico de un caso en perro. *Veterinaria México*, 1: 9–12.
10. Alvarado-Esquivel, C., D. Romero-Salas, A. Cruz-Romero, Z. García-Vázquez, A. Peniche-Cardena, N. Ibarra-Priego, C. Ahuja-Aguirre, A. Pérez-de-León, and J.P. Dubey (2014). High prevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in dogs in Veracruz, Mexico. *BMC Veterinary Research*, 10: 191.
11. Salb, A.L., H.W. Barkema, B.T. Elkin, R.A. Thompson, D.P. Whiteside, S.R. Black and S.J. Kutz (2008). Dogs as sources and sentinels of parasites in humans and wildlife, northern Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 14: 60-63.
12. Durlach, R. y P. Martino. *Toxoplasma gondii*, infección en perros y gatos; Temas de Zoonosis IV. Edit. Asociación Argentina de Zoonosis, 42.
13. Attias, M., D.E. Teixeira, M. Benchimol, R.C. Vommaro, P.H. Crepaldi and W. De Souza (2020). The life-cycle of *Toxoplasma gondii* reviewed using animations. *Parasites and Vectors*, 13: 588 – 599.
14. Dubey, J.P., F.H.A. Murata, C.K. Cerqueira-Cézar, O.C.H. Kwok, Y. Yang, Segundo and C. Su (2020). *Toxoplasma gondii* infections in dogs: 2009-2020. *Veterinary Parasitology*, 287: 109223.
15. Arantes, T.P., W.D.Z. Lopes, R.M. Ferreira, J.S.P. Pieroni, V.M.R. Pinto, C. A. Sakamoto and A.J. da Costa (2009). *Toxoplasma gondii*: evidence for the transmission by semen in dogs. *Experimental Parasitology*, 123: 190–194.
16. Cedillo-Peláez C, I.D. Díaz-Figueroa, M.I. Jiménez-Seres, G. Sánchez-Hernández and D. Correa (2012). Frequency of antibodies to *Toxoplasma*

- gondii* in stray dogs of Oaxaca, México. *Journal of Parasitology*, 98: 871-872.
17. Calero-Bernal, R. and S.M. Gennari (2019). Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: an update. *Frontiers in Veterinary Science*, 6: 54.
 18. Taques, I.I.G.G., T.R. Barbosa, A.C. Martini, L.C. Pitchenin, I.A. Braga, A.L.T. de Melo, et al. (2016). Molecular assessment of the transplacental transmission of *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*, *Brucella canis* and *Ehrlichia canis* in dogs. *Comparative Immunology and Microbiology Infectious Diseases*, 49: 47–50.
 19. Bresciani, K.D., A.J. Costa, G.H. Toniollo, M.C. Luvizzoto, C.T. Kanamura, F.R. Moraes, et al. (2009). Transplacental transmission of *Toxoplasma gondii* in reinfected pregnant female canines. *Parasitology Research*, 104: 1213–1217.
 20. Baneth, G., V. Shkap, I. Savitsky, and E. Pipano (1996). The prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in dogs in Israel. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 51: 31–33.
 21. Dubey, J.P., D. Stone, O.C.H. Kwok, and R.N. Sharma (2008). *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* antibodies in dogs from Grenada, West Indies. *Journal of Parasitology*, 94: 750–751.
 22. Petersen, E., and J.P. Dubey (2001). Biology of toxoplasmosis. In D.H.M. Joynton, and T.G. Wreghitt (eds). *Toxoplasmosis. A comprehensive clinical guide*. United Kingdom: Cambridge University Press. p 1-42
 23. Piergili-Fioretti, D. (2004). Problemas y limitaciones de los métodos convencionales e innovadores para el diagnóstico de toxoplasmosis en

- humanos y animales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 46: 177-181.
24. Cruz, Q.M., C.A, Hernández and C.A.J. Dorta (2019). Relationship between biology, immune response and clinical characteristics in *Toxoplasma gondii* infection. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 38: 10-11.
 25. Grandía, R., A. Entrena, y J. Cruz (2013). Toxoplasmosis en *Felis catus*: etiología, epidemiología y enfermedad. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú*, 24: 135-138.
 26. Romanelli, P.R., R.L. Freire, O. Vidotto, E.R.M. Marana, L. Ogawa, V.S.O. De Paula, J.L. Garcia, and I.T. Navarro (2007). Prevalence of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in sheep and dogs from Guarapuava farms, Paraná State, Brazil. *Research in Veterinary Science*, 82: 202-207.
 27. Dubey, J.P. (1996). Strategies to reduce transmission of *Toxoplasma gondii* to animals and humans. *Veterinary Parasitology*, 64: 65-70.
 28. Frenkel, J.K., J.P. Dubey and C.P. Beattie (2006). Toxoplasmosis of animals and man. *Journal of Parasitology*, 75: 816.
 29. Cerro, T.L., A. Chávez, E. Casas, F. Suárez and A. Rubio (2009). Frequency of *Toxoplasma gondii* in cats in Metropolitan Lima and concordance between indirect immunofluorescence and indirect haemagglutination techniques. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú*, 20: 286-288
 30. Arruda, I.F., P.R. Millar, A.S. Barbosa and L.C.S. Abboud (2021). *Toxoplasma gondii* in domiciled dogs and cats in urban areas of Brazil: risk factors and spatial distribution. *Parasite*, 28: 56

31. Meireles, L.R., A.J. Galisteo Jr., E. Pompey and H.F. Andrade Jr. (2004). *Toxoplasma gondii* spreading in an urban area evaluated by seroprevalence in free-living cats and dogs. *Semtsi*, 9: 877-879.
32. Huertas-López, A., S. Woraporn, G. Álvarez-García, S. Martínez-Subiela, D. Cano-Terriza, S. Almería, J.P. Dubey, I. García-Bocanegra, J.J. Cerón and C. Martínez-Carrasco (2021). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in outdoor dogs and cats in Bangkok, Thailand. *Parasitology*, 1–7.
33. Baneth, G., V. Shkap, I. Savitsky, and E. Pipano (1996). The prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in dogs in Israel. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 51: 31–33.
34. Chooi, K.F., G.K. Dhaliwal, and R. Sani (1988). Serological prevalence of toxoplasmosis in stray dogs. *Tropical Biomedicine*, 5: 179–181.
35. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ags/territorio/clima> (consulta Mayo 2022)
36. Rivera Garcés, F., E. Calderón Jaimes, J. Olvera Salinas, C. Conde-González y G. Echániz-Avilés (1988). Comparación de tres pruebas serológicas para el diagnóstico de la toxoplasmosis. *Infectología*, 8: 127-136.
37. Dubey, J.P. (2022). *Toxoplasmosis of animals and humans*. 3rd ed: CRC Press. 527p.
38. Gilot-Fromont, E., M. Lélou, M. Dardé, C. Richomme, D. Aubert, E. Afonso, A. Mercier, et al. (2012). The Life Cycle of *Toxoplasma gondii* in the Natural Environment. In: Djurković-Djaković, O. (Ed). *Toxoplasmosis - Recent Advances*. IntechOpen. London, UK. pp. 3-36.

39. Sev, A.P., D.P. Chiebao, A.P.D. Brando, S.N. Godoy, T. Jimenez-Villegas and H.F.J. Pena (2020). Seroprevalence and incidence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* infection in naturally exposed domestic dogs from a rural area of São Paulo state, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 29: e008820.
40. Dantas, S.B.A., A.R. Fernandes, O.L. Neto, R.A. Mota, C.J. Alves and S.S. de Azevedo (2014). Fatores de risco para a ocorrência de anticorpos contra *Toxoplasma gondii* e *Neospora caninum* em cães domiciliados no Nordeste do Brasil. *Semina: Ciencias Agrarias*, 35: 875–881.
41. Cano-Terriza, D., M. Puig-Rivas, S. Jiménez-Ruiz, O. Cabezn, S. Almería, A. Galán-Relano, J.P. Dubey and García-Bocanegra (2016). Risk factors of *Toxoplasma gondii* infection in hunting, pet and watchdogs from southern Spain and northern Africa. *Parasitology International*, 65: 363-366.
42. Zarra-Nezhad, F., M.P. Borujeni, B. Mosallanejad and H. Hamidinejat. (2017). A seroepidemiological survey of *Toxoplasma gondii* infection in referred dogs to Veterinary Hospital of Ahvaz, Iran. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 5: 148-151.
43. Constantino, C., M. Pellizzaro, E.F.E. Paula, T.S.W.J. Vieira, A.P.D. Brando and F. Ferreira (2016). Serosurvey for *Leishmania* spp., *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi* and *Neospora caninum* in neighborhood dogs in Curitiba - Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 25: 504-510.
44. Sheng, Z., Y. Jin, Y. Yao, S. El-Ashram, I. Shen, X. Wang and Y. Ji (2020). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* Infection in Pet Dogs in Anhui Province, China. *Iranian Journal of Parasitology*, 15: 446-451.

45. Aguilar-Marín, J., C. Cruz-Vázquez, I. Vitela-Mendoza, L. Medina-Esparza, I. de Velasco-Reyes, and M. Ramos-Parra (2022). Seroepidemiology of *Toxoplasma gondii* infection and parasite DNA in free-range chickens in Aguascalientes, Mexico. *Acta Veterinaria Hungarica*, in press.
46. Rodrigues, J.Y., A.B.P.F. de Almeida, E.C. Boa Sorte, N.D. Gasparetto, F.A.C.S. da Cruz and V.R.F. Sousa (2016). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in dogs of riverside communities of Mato Grosso Pantanal. Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 25: 531–535.
47. Ruffolo, B.B., R.S. Toledo, F.D.C. Martins, F.M. Bugni L., E.R.M. da Costa, Marana, I.T. Navarro, J.L. Garcia, C. Su and R.L. Freire (2016). Isolation and genotyping of *Toxoplasma gondii* in seronegative urban rats and presence of antibodies in communicating dogs in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical, São Paulo*, 58: 28.
48. Asgari, Q., B. Sarkari, M. Amerinia, S. Panahi, I. Mohammadpour and A.S. Sarvestani (2013). *Toxoplasma* infection in farm animals: a seroepidemiological survey in Fars Province, south of Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 6: 269–272.
49. Binda, J.A., G.B. Trova, M.J. Alonso, W.R. Pereyra y O. Sánchez-Negrette (2016). Presencia de infección por *Trypanosoma cruzi* y *Toxoplasma gondii* en perros domésticos de localidades rurales en el noroeste Argentino. *Revista de Patología Tropical*, 45: 66-76.
50. da Silva, J.R., B.M., Maciel, S. de Santana, L.K.N. Santos, F.S. Carvalho, D. de Santana Rocha, C.W.G. Lopes and G.R. Albuquerque (2017). Isolation and genotyping of *Toxoplasma gondii* in Brazilian dogs. *Korean Journal of Parasitology*, 55: 239–246.

51. Valadas, S., A.H.H. Minervino, V.M.F. Lima, R.M. Soares, E.L. Ortolani and S.M. Gennari (2010). Occurrence of antibodies anti-*Neospora caninum*, anti-*Toxoplasma gondii*, and anti-*Leishmania chagasi* in serum of dogs from Paraná State, Amazon. Brazil. *Parasitology Research*, 107: 453–457.
52. Yan, C., L.L. Fu, C.L. Yue, R.X. Tang, Y.S. Liu, L. Lv, N. Shi, P. Zeng, P. Zhang, D.H. Wang, D.H. Zhou, X.Q. Zhu and K.Y. Zheng (2012). Stray dogs as indicators of *Toxoplasma gondii* distributed in the environment: the first report across an urban-rural gradient in China. *Parasites and Vectors*, 5: 5.
53. Liu, Q.X., S. Wang, L.Q. Wang, J. Xing, W.J. Gao, G.F. Liu, B. Zhao, H.B. Zhang and L.H. Gao (2014). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in dogs and cats in Zhenjiang City, Eastern China. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4: 725–728.
54. Navarrete, M.G., M.D. Cordeiro, Y. Batista, J.C. Alonso, M. Márquez, E. Roque and A. Fonseca (2017). Serological detection of *Toxoplasma gondii* in domestic dogs in the western region of Cuba. *Veterinary Parasitology Regional Studies and Reports*, 9: 9-12.
55. Yagci, S., M. Yaman, C. Kurt and C. Babur (2009). Seroprevalance of *Toxoplasma gondii* antibodies in stray dogs. *Indian Veterinary Journal*, 86: 553–554
56. Macri, G., M. Sala, A.M. Linder, N. Pettirossi and M. Scarpulla (2009). Comparison of indirect fluorescent antibody test and modified agglutination test for detecting *Toxoplasma gondii* immunoglobulin G antibodies in dog and cat. *Parasitology Research*, 105: 35–40.

ANEXO 1

PREPARACION DE SOLUCIONES

Solución buffer de fosfatos (P.B.S)

- Solución madre

Cloruro de sodio (NaCl)	40g
Cloruro de potasio (KCl)	1g
Fosfato de sodio (Na ₂ HPO ₄)	5.75g
Fosfato de potasio (KH ₂ PO ₄)	1g

- Solución de trabajo: Se utiliza solución madre diluida 1:10 en agua destilada PH de 7.2

Solución buffer carbonatos (Rinse buffer)

- Solución madre

Carbonato de sodio (NaCO ₃)	2.85 g
Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃)	8.40 g
Cloruro de sodio (NaCl)	2.13 g
Agua destilada c.s.p	1L

- Solución de trabajo: se utiliza la solución madre diluida en agua destilada en porción 1:4 con PH final de 9.

- Utilización de líquido de montaje, preparación para 10ml:

PBS – 9 ml

Glicerina – 1ml

ANEXO 2

PROTOCOLO PARA LA TÉCNICA DE INMUNOFLUORESCENCIA INDIRECTA (VMRD®).

- 1.- los sueros caninos se diluyeron a partir de 1:16 hasta 1:128 en PBS placas con fondo U de 96 pocillos.
- 2.- Colocar a temperatura ambiente la laminilla previa al extraerla de su empaque
- 3.- Depositar el suero diluido en el pozo con *T. gondii*, con capacidad de 15ml
- 4.- Incubar la lamilla en cámara húmeda a temperatura de 37°C por un tiempo de 30 min
- 5.- Enjuagar suavemente la laminilla con el búfer de lavado FA, PH9 (catal. No.FARB-4X), posteriormente cubrir por 10 min con el búfer de lavado FA, PH 9 y mantenga en agitación.
- 6.- Secado de laminilla, absorbiendo el residuo de la solución de lavado en general como en la periferia de los pozos cuidadosamente con papel absorbente. Colocar el conjugado anti-IgG canina específica FICT (sigma) marcado en cada uno de los pozos.
- 7.- Repetir los pasos 4 y 5
- 8.- Secar la laminilla por la parte trasera, así como en las esquinas con papel (sanita absorbente), cuidadosamente sin dejar que se manche la laminilla. No enjuagar con agua
- 9.- Colocar en la laminilla la solución de montaje pasando así a la lectura
- 10.- Observar con el microscopio de fluorescencia a 20X y 40X, considerando un resultado positivo al ver fluorescencia verde – amarillenta en toda la

periferia del taquizoito, en caso de contar solo con fluorescencia en la parte apical del taquizoito se considera negativa.

Anexo 3

Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria
Toxoplasma gondii en perros



Rural

Nombre	No. Identificación
Propietario	Lugar

Sexo

Hembra Macho

Edad

Tamaño ()

Raza

Tamaño

Función zootécnica <input type="checkbox"/> Guardia / protección <input type="checkbox"/> Compañía <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Solo llego y ahí está
Medicina preventiva <input type="checkbox"/> Vacunas <input type="checkbox"/> Desparasitaciones

Examen clínico

- Presencia de ectoparásitos (especifique) _____
 Enfermedad crónica
 Clínicamente sano
 Otro

Domiciliación

- Vive en el rancho (no sale)
 Libre acceso (entra y sale de rancho)
 Solo asiste al lugar por comida

Hábitos

- Caza ratas/ratones
 Convive con gatos
 Acceso a comederos y bebederos de corrales o lugares externos
 Convive con otros animales, dentro del rancho (gatos)

Alimentación

- Alimento comercial
 Residuos de comida casera
 Ingesta de carnes crudas (proporcionadas por el dueño)
 Residuos de tejidos de placenta / abortos
 Leche
 Cacería (conejos, pájaros)
 Otro

Anexo 4

Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria
Toxoplasma gondii en perros



Urbana

Nombre	No. Identificación
Propietario	Lugar

Sexo

() Hembra () Macho

Tamaño ()

Edad	Raza
------	------

Domiciliación

- () sale de paseo
() Es casero (no sale)
() Libre acceso

Medicina preventiva

- () Vacunas
() Desparasitaciones

Examen clínico

- () Enfermedad crónica
() Clínicamente sano
() Otro

Hábitos

- () Caza ratas/ratones
() Convive con gatos u otros animales _____

Alimentación

- () Alimento comercial
() Residuos de comida casera
() Ingesta de carnes crudas (proporcionadas por el dueño)
() Cacería (ratones, pájaros)
() Otro

Anexo 5

Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria
Toxoplasma gondii en perros



CCABA

No. Identificación

Sexo

() Hembra () Macho

Tamaño ()

Edad	Raza
------	------

Capturado ()
Llevado por el dueño ()

Observaciones

Examen clínico

- () Presencia de ectoparásitos
- () Enfermedad crónica
- () Clínicamente sano
- () Otro