



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**ESTUDIO COMPARATIVO DE PREVALENCIA DE PARÁSITOS
GASTROINTESTINALES ENTRE COYOTE (*Canis latrans cagotis*) Y
ZORRA GRIS (*Urocyon cinereoargenteus*), EN UN ÁREA DE MATORRAL
XERÓFILO EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA.**

T E S I S

**PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

NORA LIS LAMBERT IZQUIERDO

ASESORES:

DRA. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS

M.V.Z. JULIO GARCÍA HERNÁNDEZ

MÉXICO D.F. 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A DIOS: “Amas a todos los seres y nada de lo que hiciste aborreces pues, si algo odiases, no lo hubieras creado. Y ¿cómo podría subsistir cosa que no hubieses querido? ¿Cómo se conservaría si no la hubieses llamado? Mas tú todo lo perdonas porque todo es tuyo, Señor que amas la vida” (Sb 11, 24-26).

A mis padres Isidro y Angelina por su amor y apoyo incondicional, a pesar de tantos sacrificios. A toda mi familia, Erika, Verónica, Naomi, Jared, Dania, Marien, Luis F y Rafael.

A mis amigos por su compañía, por sus palabras de aliento, de ayuda; por aligerarme el peso: Tania, Karina, Mónica, Malinalli, Carolina, Toríz, Padre R. Gallegos, Julio, Roberto, Joaquín, Henry, Gabriel, Vero, Sra. Lupita, a los compañeros del laboratorio Paty, Toledo, Isa, Ale y a todos los que estuvieron conmigo en este proceso.

A todos esos animalitos que me ayudaron a aprender aún a costa de ellos mismos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi amada Universidad Nacional Autónoma de México, por la calidad y nivel que tiene en todos los sentidos. Quien te vive no te olvida.

Gracias a mis asesores Dra. Evangelina Romero y MVZ Julio García por la confianza, paciencia y disposición para guiarme y enseñarme.

Gracias a mis sinodales Dra. Irene Cruz, Dra. Yazmín Alcalá, Dr. Carlos González Rebeles y Dr. Gerardo Suzán. Es un gusto tratar y trabajar con ustedes, de todos he aprendido.

Gracias a Miguel Ángel Toríz por su ayuda con las colectas, por compartir conmigo sus experiencias, su trabajo, su tiempo y su amistad.

Gracias al M. en C. Juan Arturo Rivera, quien con su ejemplo y ayuda me motivó a estudiar esta carrera.

Gracias a Roberto Barrera por apoyarme, por mostrarme que los verdaderos amigos no te abandonan cuando más los necesitas.

Gracias a todos mis profesores y a todos los que de alguna manera colaboraron en mi formación.

¡Dios los bendiga a todos!

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	1
1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- MARCO TEÓRICO	5
3.- HIPÓTESIS	23
4.- OBJETIVOS	23
5.- MATERIAL Y MÉTODOS	24
6.- RESULTADOS	32
7.- DISCUSIÓN	42
8.- CONCLUSIONES	53
9.- REFERENCIAS	54

INDICE DE CUADROS:

	Páginas
Cuadro 1. Protozoarios reportados para coyote en América	18
Cuadro 2. Trematodos reportados para coyote en América	18
Cuadro 3. Cestodos reportados para coyote en América	19
Cuadro 4. Acantocéfalos reportados para coyote	19
Cuadro 5. Nematodos reportados para Coyote en América	20
Cuadro 6. Protozoarios, trematodos, cestodos y nematodos reportados para zorra en América	21
Cuadro 7. Géneros y especies de endoparásitos que comparten el coyote y la zorra según los reportes en América	22
Cuadro 8. Criterio para identificar la frescura de las excretas	28
Cuadro 9. Clasificación taxonómica de parásitos gastrointestinales	33
Cuadro 10. Géneros de parásitos encontrados en coyote y zorra	34
Cuadro 11. Parásitos identificados en coyote y zorra	35
Cuadro 12. Frecuencia y prevalencia de endoparásitos	36
Cuadro 13. Prevalencia parasitaria en temporada de lluvias	38
Cuadro 14. Prevalencia parasitaria en temporada de sequías	38
Cuadro 15. Carga parasitaria en coyote	39
Cuadro 16. Carga parasitaria en zorra	39

INDICE DE FIGURAS:

Fig. 1. Ubicación de la Mixteca Oaxaqueña; de Huajuapán de León y del mpio. de Santiago Chazumba	25
Fig. 2. Localización de Santo Domingo Tianguistengo, mpio. de Santiago Chazumba	26
Fig. 3. Ubicación del mpio. de Santiago Chazumba y su cercanía con la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán	26
Fig. 4. Excretas de coyote y de zorra	27
Fig. 5. Porcentaje de muestras colectadas de coyote y zorra	32
Fig. 6. Porcentaje de muestras positivas	32
Fig. 7. Porcentaje de muestras positivas por especie	33
Fig. 8. Variación anual de la presencia de endoparásitos en las muestras de coyote y zorra.	41

RESUMEN:

LAMBERT IZQUIERDO NORA LIS. **Estudio comparativo de prevalencia de parásitos gastrointestinales entre coyote (*Canis latrans cagotis*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), en un área de matorral xerófilo en la mixteca oaxaqueña.** (Bajo la dirección de: Dra. Evangelina Romero Callejas y MVZ Julio García Hernández).

Se realizó un estudio sobre la prevalencia de parásitos gastrointestinales de coyote (*Canis latrans cagotis*) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) en la comunidad de Santo Domingo Tianguistengo, Oaxaca, que es parte de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), con vegetación de matorral xerófilo. Se trabajó bajo la hipótesis de que no existe una diferencia en la riqueza y carga parasitaria entre ambos cánidos, pero que la estacionalidad podría influir sobre ambas variables. Los objetivos se enfocaron a la identificación de los géneros y/o especies de parásitos gastrointestinales y a evaluar la prevalencia e intensidad parasitaria. Para este fin se colectaron excretas de coyote y zorra de mayo 2012 a abril 2013, abarcando la temporada de lluvias y sequía, cubriendo aproximadamente 3 km. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Diagnóstico Parasitológico de la FMVZ de la UNAM, las técnicas utilizadas fueron flotación y McMaster para identificar y cuantificar los huevos de helmintos y ooquistes de protozoarios.

Se analizaron 187 muestras, 105 pertenecientes a coyote y 82 de zorra, resultando positivas 15 (6 y 9 respectivamente), los géneros identificados fueron *Cystoisospora*, *Taenia*, *Uncinaria*, *Ancylostoma*, *Trichuris* y la especie *Toxascaris leonina*. No se encontró diferencia en la riqueza parasitaria entre ambos cánidos, pero solo la especie *T. leonina* estuvo presente en coyote y zorra. La prevalencia parasitaria fue mayor en la zorra y no se encontraron diferencias estadísticas (χ^2 ($p>0.05$)) en las prevalencias de la temporada de lluvia y sequía. Así mismo la carga parasitaria resultó mayor en zorra (U de Mann-Whitney ($\alpha=0.05$)). Se logró el cumplimiento de los objetivos contribuyendo así al conocimiento de los parásitos gastrointestinales de coyote y zorra en México, en la RBTC y en la zona de estudio.

1.- INTRODUCCIÓN:

El matorral xerófilo es el tipo de vegetación con mayor extensión en nuestro país ocupando aproximadamente 40% de su superficie, sin embargo, las actividades antropogénicas han modificado considerablemente dichos hábitats, adaptándolos principalmente para la agricultura, extracción de agua, extracción de cactáceas y sobrepastoreo.¹ Las especies de vertebrados que son más afectadas con estos cambios son los carnívoros de mayor tamaño como los cánidos y félidos, debido a que su ámbito hogareño es mayor.²

El coyote (*Canis latrans cagotis*) ha tenido un gran éxito para adecuarse a las condiciones cambiantes de su medio por ser una especie generalista y oportunista, ampliamente distribuida en nuestro país;³ además tiene una estrategia que combina la elección de alimentos y el mantenimiento de un ámbito hogareño adecuado, que reditúa en ganancias energéticas para incrementar su éxito reproductivo.⁴ La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), por su parte, se distribuye principalmente en el centro y sur del país,⁵ es básicamente carnívora, sin embargo puede incluir en su dieta pequeños frutos.

Estas especies son consideradas simpátricas debido a que se distribuyen generalmente en una misma área geográfica. En ausencia de grandes depredadores, el coyote y en algunas ocasiones la zorra cumplen el rol de depredadores de punta en las comunidades. La importancia de estos animales en la estructura de los ecosistemas es la de regular las poblaciones de aquellas especies que se encuentran por debajo de las redes tróficas.⁶ Ninguna de las dos especies se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.⁷

Sin embargo, factores extrínsecos como la reducción de hábitats y la cacería han afectado las poblaciones de ambos depredadores, aunado a las enfermedades que dichos organismos pueden presentar en condiciones naturales, que llegan a intensificarse bajo condiciones de estrés, pues la presión puede exceder la capacidad de respuesta provocando una inmunodepresión.⁸

La zona de estudio se ubica en Santo Domingo Tianguistengo, municipio de Santiago Chazumba, Oaxaca, este municipio se considera parte de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán.⁹ Por sus características climatológicas presenta estacionalidades marcadas, divididas en época de lluvias y época de sequías, en las cuales la disponibilidad de los recursos como agua, alimento y sitios de refugio varían considerablemente, generando cierto estrés en los animales. Estos se ven obligados a buscar su alimento en los poblados cercanos, causando un conflicto con pobladores, especialmente el coyote; y una interacción entre cánidos domésticos que facilita la transmisión de patógenos que les son comunes. Muchos de los vertebrados, tanto de vida libre como domésticos, que son parte de la dieta del coyote y de la zorra, cumplen el papel de hospederos intermediarios o paraténicos de parásitos que tienen como hospedero definitivo a cánidos y félidos domésticos y silvestres.^{10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}

Existen varios estudios que sugieren que las especies filogenéticamente cercanas son susceptibles a las mismas especies de parásitos, como es el caso de los cánidos.^{17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27} Además, las similitudes de tamaño corporal, morfología, fisiología y conducta alimentaria son un común denominador biológico que determina el tipo de parásitos que pueden adquirir.²⁸

Los estudios sobre endoparásitos realizados en coyote y zorra son escasos. Para coyote, la mayoría de las investigaciones se han realizado en

Estados Unidos y Canadá. En nuestro país se han reportado 7 géneros de nematodos 1 cestodo y 1 protozoario.^{29, 30} Para el caso de las zorras, el número de estudios es menor y se han llevado a cabo en diferentes especies como *Vulpes velox* y *V. vulpes* en Estados Unidos y Canadá,^{31, 32} *Pseudalopex griseus* en Sudamérica^{33, 34, 35} y *Urocyon cinereoargenteus* en nuestro país, para la que se han reportado 8 géneros de nematodos y 1 protozoario.³⁰

Este estudio se realizó con la finalidad de conocer las especies de parásitos gastroentéricos presentes en los coyotes y zorras de una zona de matorral xerófilo en la mixteca oaxaqueña, ya que en el país y en el estado, existe poca información referente al tema, pese a que Oaxaca ocupa el segundo lugar nacional en riqueza de mamíferos silvestres. Además, particularmente la región de la mixteca es considerada históricamente como una zona de alta degradación. Resulta también interesante pues la zona de colecta está cerca de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, en lo que se considera parte del área de influencia, donde los carnívoros con un amplio ámbito hogareño pueden desplazarse libremente de zonas perturbadas con asentamientos humanos y animales domésticos a zonas más conservadas.

Se evaluó si existía alguna variación en la prevalencia parasitaria entre ambos cánidos y si estaba relacionada a la estacionalidad, esto mediante la recolección y análisis de excretas. Este es un método no invasivo que ha sido utilizado en trabajos sobre distribución, abundancia, cuantificación de hormonas, dieta, entre otros; que han ayudado a determinar el estatus de conservación de algunas especies,³⁶ sin tener que hacer un manejo sobre los organismos, optimizando tiempo, recursos y sin ocasionar estrés por captura o el sacrificio de los individuos.

2.- MARCO TEÓRICO:

2.1.- El coyote (*Canis latrans*, Say, 1823):

El coyote se distribuye desde Alaska hasta Costa Rica. En México, se creía ausente en la Península de Yucatán³, sin embargo, hay registros recientes para esa zona, por lo que se considera presente en todo el territorio mexicano.³⁷ La subespecie *C. l. cagotis* se distribuye principalmente en el centro del país.

Son semejantes a un perro pastor alemán, su cuerpo es esbelto con las patas largas. La cola es peluda; las orejas erectas y puntiagudas, los ojos son relativamente pequeños, la coloración es café amarillenta o gris castaño. Las puntas de los pelos del dorso pueden estar matizadas con un tono negro. La punta de la cola es negra. Puede haber variaciones en el color y textura de la piel según la localización geográfica, hacia el norte el pelo es más grueso y largo, rojizo con negro; mientras que al sur son más rojizos y amarillentos. El vientre y la garganta son más pálidos que el resto del cuerpo. Generalmente mudan de pelo una vez al año. Tienen una glándula en la base de la cola. El cráneo es largo u aguzado. Su longitud total es de 1075 a 1150 mm y pesa de 10 a 16 kg.³⁷

Viven en gran variedad de comunidades vegetales, tanto perturbadas como naturales, como bosques, matorrales y pastizales, desde el nivel del mar hasta los 3,650 msnm. Son diurnos y nocturnos, muestran un máximo en sus actividades en el crepúsculo. Son territoriales; por lo general andan solos o en parejas. Se reproducen una vez al año, entre los meses de enero y marzo, nacen de 3 a 8 crías y el periodo de gestación dura 63 días.³ Después de los nacimientos forman grupos familiares.³ El tamaño de un grupo varía de 2 individuos en verano a 3 en invierno, dependiendo de las presas disponibles.^{38, 39}

Sus madrigueras son subterráneas, de 2.5 a 3 m de largo, con una cavidad terminal de 1 m de diámetro, en ocasiones ocupan madrigueras abandonadas.

También utilizan cavidades naturales y troncos huecos. Pasan la mayor parte de su tiempo movilizándose. El ámbito hogareño puede ser de hasta 80 km².

Es un animal omnívoro y oportunista. Su dieta varía estacionalmente, incluye invertebrados, vertebrados, huevos, frutillos y otros productos vegetales.^{37, 40, 41, 42} Cuando son adultos prácticamente carecen de depredadores naturales. Son animales importantes en el control de poblaciones de otros animales que pueden convertirse en plagas (lagomorfos y roedores).⁴³

No se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la UICN está catalogada dentro en la categoría de “Preocupación menor” (LC).^{7, 44} En los últimos 150 años la relación entre el coyote y el hombre ha cambiado considerablemente, pues se le hace responsable de pérdidas económicas sobre ganado y aves de corral⁴⁵.

2.2.- La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*, Schreber, 1775):

La zorra gris se distribuye desde los Estados Unidos hasta Sudamérica³ y en México en todos los estados de la república principalmente en el centro y sur del país.⁵

Es un carnívoro mediano, las patas y la cola son largas, el cuerpo es esbelto y las orejas largas y puntiagudas. En general son grises y con una mancha negra en el dorso de la cola. El pecho y la garganta son blancos y en cada costado presenta una mancha café. Su longitud total va de 800 a 1125 mm y pesa de 3 a 4 kg.³

Habitan en diferentes tipos de vegetación, prefiriendo los lugares con una cubierta arbustiva densa. Se encuentran en bosques templados y matorrales xerófilos, pero no en pastizales. Son de hábitos nocturnos, aunque se les puede ver en el día. Son los únicos cánidos con la habilidad de trepar árboles. Hacen

sus madrigueras en troncos huecos, en grietas en las rocas u ocupan las madrigueras abandonadas por otros mamíferos. Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm.³⁷

Puede formar pequeños grupos familiares, aunque lo más común es que sean solitarios. Su territorio está bien delimitado. Se aparean a finales de invierno, tienen de 2 a 5 crías por parto, el periodo de gestación dura 45 días.³ La proporción de sexos es de 1:1 y existen entre 1:8 a 2:2 individuos juveniles por cada adulto.³⁷ La hembra se ocupa de la crianza de los cachorros, el macho no participa de manera directa en esta actividad.⁴⁶ Las crías pueden ser depredadas por aves rapaces, coyotes, lince y perros. Abandonan el refugio en otoño cuando tienen entre 10 y 13 semanas de edad y se vuelven completamente independientes a principios de invierno, después de lo cual se dispersan a una distancia de 18 a 83 km.³⁷ Las hembras juveniles tienden a quedarse en su lugar de origen. Son monógamos, pero es difícil que las parejas sobrevivan varias épocas de reproducción debido a las altas tasas de mortalidad, causadas especialmente por la rabia.^{37, 46} Se considera un hospedero importante de diversos tipos de lisavirus relacionados con epizootias de rabia en especies silvestres y domésticas.⁴⁷

En cuanto a su alimentación, son carnívoros oportunistas, incluyendo en su dieta algunas plantas y frutillos. Sus presas son mamíferos pequeños, aves, huevos, lagartijas, insectos y ocasionalmente carroña. Tienen por costumbre ocultar sobrantes de alimentos entre la vegetación, que luego abandona si consigue una nueva presa.³⁷

No se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la UICN está catalogada dentro en la categoría de “Preocupación menor”

(LC).^{7, 48} Las zorras, al igual que los coyotes, ayudan en el control de las poblaciones de lagomorfos (liebres y conejos) y roedores. También es considerada una amenaza latente para la ganadería menor.³⁷

2.3.- Características del hábitat:

El rubro de matorral xerófilo se refiere a zonas áridas y semiáridas, incluye las zonas desérticas, de chaparral, mezquite-pastizal y matorral tropical árido; es considerado el más vasto de todos los tipos de vegetación en México.¹ La flora es rica en endemismos tanto a nivel específico como genérico.¹

La zona de estudio presenta este tipo de vegetación, se encuentra ubicada en la discontinuidad de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, entre el Eje Neovolcánico. Las geofomas características son cerros con alturas de hasta 2000 msnm y pendientes, lomeríos suaves, pequeños valles de piemonte, vegas de río y cañadas profundas. El suelo está formado por sedimentos arenosos, toba, limo arenoso y arena fina, con poca capacidad para almacenar agua. Son áreas pedregosas cubiertas uniformemente con suelo, que generalmente no llega a los 20 cm de profundidad.⁴⁹

En cuanto a la hidrografía, existen diferentes microcuencas de la subcuenca del Río Atoyac. Específicamente Santo Domingo Tianguistengo es regado por el arroyo “estancia”.⁴⁹

El Municipio se encuentra dentro de los climas Semicálidos del grupo de los climas cálidos, específicamente Semicálido, Subhúmedo con lluvias escasas en verano (A)C(wo)(w). La temperatura media anual es de 19.2°C.⁴⁹ La precipitación total anual llega a 710.9 mm.⁴⁹

En cuanto a la flora, existe una gran variedad de vegetación en la que podemos encontrar cazahuate (*Hipomonea* spp.), sabino (*Taxodium* spp.), sauce

(*Salix* spp.), tule (*Schoenoplectus* spp.), pino (*Pinus* spp.), cubata (*Acacia* spp.), huizache (*Acacia farnesiana*), el mezquite (*Prosopis* spp), nopal (*Opuntia* spp.), guajes (*Leucaena leucocephala*), quelite (*Chenopodium* spp.), verdolaga (*Portulaca oleracea*), hierba santa (*Piper auritum*), epazote (*Chenopodium ambrosioides*), entre otras. En zonas de mayor altitud se presentan los bosques de palma, *Agave* spp. y otras. Las gramíneas de los pastizales están compuestas de navajitas y zacates ásperos.⁴⁹

Las especies de fauna silvestre más representativas son:

Aves: calandrias, primavera, papamoscas (*Myiarchus* spp.) ceniztonle (*Mimus* sp.), gorriones (*Aimophila* sp., *Chondestes* sp.), zopilote (*Cathartes aura*), tecolote (Fam. Strigidae), palomas (*Columbina* spp.), cuervo (*Corvus corax*), como ejemplos más representativos.⁴⁹

Reptiles: víboras de cascabel (*Crotalus* sp.), correllona (*Salvadora* sp.), coralillo (*Micrurus* sp.), ratoneras (*Senticolis* sp.), entre otras.⁴⁹

Mamíferos: coyote (*Canis latrans*), zorras (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Linx rufus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), ratón (*Liomys* spp., *Peromyscus* spp.), ratas (*Neotoma* sp.), murciélagos (*Leptonycteris* spp., *Artibeus* spp., *Sturnira* spp., *Desmodus rotundus*), y conejo (*Sylvilagus floridanus*).⁴⁹

En la región se practica el pastoreo, en orden de importancia se explota el ganado caprino, vacuno, ovino y mular, a nivel de solar algunas aves y porcinos. Además se realizan actividades agrícolas enfocadas principalmente al cultivo de maíz a pequeña escala, para autoconsumo, venta local o para el ganado (rastros).⁴⁹

2.4.- Parasitismo y ecosistemas:

El parasitismo es una relación interespecífica donde uno de los participantes (el parásito) vive a expensas de otro (el hospedero). El parásito

puede causar lesiones mecánicas en el hospedero, estimular una respuesta inflamatoria o inmune, afectar la nutrición, o bien una combinación de esas condiciones¹⁵ Estas enfermedades afectan su calidad de vida e incluso provocan la muerte. Los parásitos, por definición, causan un efecto negativo en el hospedero.¹¹

La mayoría de los organismos vivos son parásitos y su rol como consumidores especialistas y su influencia sobre la biodiversidad hace que tengan un papel importante en muchos ecosistemas,⁵⁰ las formas en las que pueden influir son variadas y a veces opuestas: pueden ayudar a generar diversidad pero también causar extinción; pueden afectar órganos reproductivos impidiendo la reproducción, pero también pueden incrementar la tasa de crecimiento; pueden estimular una respuesta inmune pero al mismo tiempo causar una infección crónica secundaria.⁵¹ Es seguro que los parásitos representan una importante fuente de mortalidad y de fecundidad no realizada en muchas poblaciones naturales.⁵²

2.4.1.- Prevalencia parasitaria

Para poder evaluar cuánto se afecta una población cuando se presenta una enfermedad, se calcula la fracción o porcentaje de los hospederos infectados en un tiempo determinado, a este estudio se le llama prevalencia.¹⁵

La prevalencia, como dato estadístico tiene gran importancia para la epidemiología y para otras ramas de la medicina. Al mismo tiempo los datos obtenidos a partir de la prevalencia pueden servir para establecer estadísticas de riesgo poblacional y permite entonces el desarrollo de políticas de prevención y asistencia a los diferentes grupos expuestos a tal enfermedad, en este caso

parasitaria, para controlar o resolver el problema de salud, así como orientar en la búsqueda de factores causales.^{12, 15, 11}

Una de las características principales de la prevalencia es que es un número estático que no puede ser aplicado a varios momentos o espacios ni del cual se pueden obtener proyecciones completamente verificables. Es importante diferenciar la prevalencia de la incidencia ya que la segunda busca establecer el porcentaje de nuevos casos para enfermedades a corto plazo, mientras la prevalencia determina el número total y estático de casos existentes. Se recomienda recurrir a datos de prevalencia para enfermedades a largo plazo o crónicas, y a la incidencia para enfermedades agudas o de corto plazo.^{12, 15, 11}

Los cambios en el tipo de parásitos y prevalencia de los mismos son un aspecto importante a considerar en las estrategias de manejo y planes de conservación para áreas protegidas. Tales políticas pueden resultar infructuosas cuando en esas regiones se carece de información sobre la naturaleza y el papel de las infecciones que causan serios problemas de salud en las poblaciones de animales silvestres.^{2, 11}

2.4.2.- Influencia de la estacionalidad en la riqueza y prevalencia parasitaria:

En la zona de estudio solo se presentan las épocas de lluvia y sequía; durante las lluvias los animales silvestres cuentan con mayor disponibilidad de agua y alimento, ocurriendo lo contrario en la temporada de sequía, en la que buscan estos recursos cerca o en los asentamientos humanos próximos, presentándose una interacción entre animales silvestres, domésticos y personas que puede propiciar la transmisión de parásitos comunes.

Los cambios estacionales determinan si el ambiente es favorable para la transmisión parasitaria, en caso de necesitar desarrollo fuera del huésped; o bien para la presencia de huéspedes intermediarios y, por otra parte, la abundancia o escasez de alimento se reflejará en el microclima del parásito. Es necesario considerar la influencia de la época del año sobre el hábitat del parásito, el cual puede ser favorable o totalmente desfavorable. Existe también una variación en la cantidad de parásitos de un año con otro, debido en gran parte a las condiciones climáticas que pueden cambiar, presentándose años más secos o más lluviosos.⁵³

El análisis de los factores que determinan la distribución y dispersión de los parásitos en el espacio y en el tiempo debe realizarse considerando las interrelaciones parásito/ hospedador/ ambiente. La propagación de los parásitos es la resultante de la acción e interacción del parásito con sus diferentes tipos de hospedadores y de factores ambientales bióticos y abióticos. Tales factores ambientales influyen decisivamente en la viabilidad, transmisión y enfermedad parasitaria. El ambiente tiene una gran multiplicidad de factores, puede actuar de forma interrelacionada e indirecta y además, pueden afectar al parásito, al hospedador y a la relación parásito hospedador.¹²

De manera general, en los parásitos, el número de formas de vida libre varía según la estación del año y las condiciones climáticas de una determinada área geográfica. Esas fluctuaciones están relacionadas con el desarrollo estacional de las formas parasíticas hasta alcanzar la fase infectante, y con la longevidad de las formas infectantes (huevos, larvas, quistes).¹²

La tasa de transmisión de muchos parásitos varía a menudo con la estación, a causa de la tendencia de los huéspedes a agregarse o dispersarse en conformidad con las variaciones del clima, incrementando o reduciendo de este

modo la frecuencia de contactos entre los infectados y los susceptibles. Las variaciones estacionales en la agregación son importantes en la epidemiología de numerosas infecciones.⁵² Asimismo, la competencia por recursos entre dos o más especies cambia con la variación estacional en su disponibilidad, al crear una separación temporal entre especies y con ello evitar la competencia por interferencia.⁵⁴

2.4.3- Similitud parasitaria en especies filogenéticamente

cercanas:

La mayoría de los organismos vivientes son parásitos, un solo hospedero puede estar infectado por numerosas especies de parásitos, sin embargo, algunos presentan especificidad hacia un hospedero en particular y otros parásitos infestan a diferentes especies de hospederos en un mismo hábitat.⁵⁵

En especies filogenéticamente cercanas existe una relación en cuanto al tipo de parásitos que pueden presentar, ya que los hospedadores tienen similitudes en cuanto a los antígenos y otros factores genéticos como el tipo de hemoglobina, lisozima en saliva y el complemento.^{17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27}

El tamaño del cuerpo y la morfología de los hospedadores también influyen sobre la capacidad de los parásitos para invadir y sobrevivir en un hospedador determinado, algunas similitudes que puede haber son el grosor de la epidermis, grosor de los tejidos y órganos blanco, grosor y extensión de las membranas, patrones en el flujo sanguíneo, diámetros de ductos y vasos sanguíneos, extensión del intestino, tiempo de retención de alimento, temperatura corporal, velocidad metabólica y disponibilidad total de nutrientes.⁵⁶ El tamaño corporal es importante para determinar la selección del alimento y lugar de alimentación. Esto limita los tipos de parásitos que adquieren con el alimento.

El tipo de alimento que el animal ingiere tiene efectos directos e indirectos sobre la susceptibilidad para parasitarse; un hábito alimentario en particular requiere de un tipo particular de anatomía y química digestiva. Factores como el tiempo de retención del alimento, pH, secuencias de pH, concentración de CO₂, entre otros, son determinantes para la invasión y sobrevivencia parasitaria.⁵⁷ El balance de aminoácidos en el intestino es de gran importancia en la sobrevivencia de ciertos parásitos.⁵⁸ La flora intestinal también tiene relevancia para el establecimiento de algún parásito en particular.⁵⁹ La composición de la dieta del hospedador afecta a los parásitos y puede determinar también las especies de parásitos que se establecerán en un determinado hospedador o el estadio del parásito. Los lugares y tiempos de alimentación pueden tener los mismos efectos, una especie de hospedero potencial no se infecta con un determinado parásito si los periodos de actividad y microhábitats del hospedador intermediario no coinciden con el del hospedador potencial. Los animales con ancestría similar, tamaño corporal, morfología y hábitos alimentarios son comúnmente susceptibles a los mismos parásitos.²⁸

2.4.4.- Relación parasitaria entre fauna silvestre y animales domésticos:

Generalmente los humanos tienden a introducir especies de plantas y animales utilizadas para el consumo o para producir algún beneficio a los lugares donde se asientan. Estas especies traen consigo diferentes agentes infecciosos. Muchos de estos animales tienen cercanía filogenética con especies silvestres, por lo que puede presentarse una transmisión de agentes infecciosos entre especies domésticas y silvestres; otros escapan para formar grupos ferales, como en el caso de gatos o perros.⁶⁰

La mayoría de estas enfermedades (exóticas) tienen una amplia especificidad de hospedador y presentan menor patogenicidad en sus huéspedes originales y abundantes.^{61, 62, 63} El virus del moquillo canino (procedente de perros domésticos) dio lugar a la muerte del 35% de los leones en el Serengeti⁶⁴ y ha creado problemas para muchas otras especies en riesgo.⁶⁵

Los parásitos pueden afectar de manera diferente incluso a especies que podrían considerarse simpátricas, como en el caso del ante y el venado cola blanca en los Estados Unidos y Canadá, El ante es susceptible a un nematodo neurotrópico cuyo portador asintomático es el venado cola blanca, esto prueba que la simpatria entre ambas especies podría terminar debido a la acción del parásito.⁶⁶ Otro ejemplo es el de las especies de ardilla roja y gris en Gran Bretaña, estas presentan poca simpatria. La ardilla gris porta y transmite un virus que tiene poco efecto en ella, sin embargo, resulta letal para la ardilla roja. La epidemia se presenta en áreas donde la distribución de ambas ardillas puede coincidir.²⁸ La introducción por el hombre de aves a Hawái resultó también en la introducción de los parásitos sanguíneos que hospedaban las aves, como la avifauna endémica no poseía una experiencia evolutiva previa a parásitos de la sangre, muchas de las especies endémicas comenzaron a extinguirse.⁶⁷

Las especies introducidas también pueden impactar indirectamente a las especies nativas ayudando en la transmisión de enfermedades que ya se encontraban establecidas.⁶⁸ Alrededor de cuatro especies de parásitos nativos pueden parasitar a hospederos introducidos⁶⁹ y estos por un aumento en la gama de hospederos, pueden aumentar la prevalencia, la intensidad y la gama geográfica. Esto es particularmente problemático si la enfermedad tiene poco impacto en el invasor y un gran impacto sobre las especies nativas.⁵⁴

2.5.- Parásitos de coyote y zorra:

Los coyotes y las zorras son hospederos de numerosos parásitos. Al tratarse de cánidos, los mismos agentes pueden estar ocasionando las enfermedades tanto en las especies domésticas como en las silvestres ya sea por contacto directo o indirecto. Además, es importante tener en cuenta que animales domésticos y silvestres pueden portar agentes transmisibles al hombre, provocando zoonosis.

Estudios anteriores en coyotes en Estados Unidos y Canadá reportan una riqueza parasitaria (algunos identificados solo hasta género y otros hasta especie) de 25 nematodos, 25 cestodos, 10 trematodos, 3 acantocéfalos y 20 protozoarios. Estos estudios se realizaron con la técnica de flotación, anticuerpos, PCR y examen a la necropsia (Cuadros 1-5). Mientras que para nuestro país, se han reportado 7 géneros de nematodos 1 cestodo y 1 protozoario. Específicamente para zonas con características desérticas se encontraron 6 géneros, 5 de nematodos y 1 protozoario; utilizando la técnica de flotación y Faust.²⁹ Mino (2012),³⁰ reportó 2 nematodos y 1 cestodo en Cerro Colorado, Tehuacán, Puebla, un área muy cercana a la zona de estudio (Cuadros 1-5).

Para el caso de las zorras, los estudios realizados son escasos, en Estados Unidos existen reportes para la especie *Vulpes velox* en los que se han encontrado 2 especies de protozoarios, 2 cestodos y 7 de nematodos.^{31, 32} Mientras que en Canadá se encontraron 4 especies en zorra roja (*V. vulpes*), 1 cestodo, 2 nematodos y 1 trematodo. En Sudamérica se reporta la presencia de 7 especies de protozoarios, 7 especies de nematodos, 6 de cestodos y 5 trematodos en el zorro gris de las pampas (*Pseudalopex griseus*).^{33, 34, 35} En México, Hernández-Camacho⁷⁰ encontró 8 géneros de nematodos en zorra gris

(*Urocyon cinereoargenteus*) y Mino³⁰ realizó la identificación de 6 géneros de endoparásitos en el Cerro Colorado en Tehuacán, Puebla (Cuadro 6).

Las especies de endoparásitos que se reportan comúnmente para coyote en varios estudios realizados en el continente son: para protozoarios, la especie *Isospora canis* (*Cystoisospora canis*) y *Sarcocystis* spp.; para trematodos *Alaria marciana*; para cestodos *Echinococcus granulosus*, *Taenia* spp. y *T. pisiformis*; el acantocéfalo *Oncicola canis* y los nematodos *Ancylostoma caninum*, *Dirofilaria immitis*, *Filaroides osleri*, *Phisaloptera rara* y *Toxascaris leonina* (Cuadros 1-5). Si bien son pocos los estudios sobre endoparásitos realizados en zorra en el continente, las especies con mayor número de reportes son: para protozoarios varias especies del género *Isospora* (*Cystoisospora*); solo un trematodo, *Alaria arisaemoides*; en cuanto a cestodos ninguna especie sobresale de las demás, por último los nematodos *Capillaria* sp. y *Toxocara* sp. (Cuadro 6). Cabe hacer mención que la información está basada en diferentes especies de zorra.

Los endoparásitos que comparten ambas especies según los reportes son: *Isospora canis* (*Cystoisospora canis*), *I. ohioensis* (*C. ohioensis*), *Alaria arisaemoides*, *Dipylidium caninum*, *Taenia crassiceps*, *Capillaria aerophyla*, *Phisaloptera rara*, *Strongyloides stercoralis*, *Toxascaris leonina*, *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis* y *Uncinaria stenocephala* (Cuadro 7).

Cuadro 1. Protozoarios reportados para coyote en América:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Técnica utilizada	F	F	N	N	B	F	A	A	A	F	F	F	PCR
<i>Ciclospora spp.</i>											+		
<i>Cryptosporidium spp.</i>											+		
<i>Cryptosporidium canis</i>													+
<i>Cryptosporidium muris</i>													+
<i>Cystoisospora sp.</i>										+			
<i>Eimeria spp.</i>											+		
<i>Giardia spp.</i>						+							
<i>Giardia duodenalis B</i>													+
<i>Giardia duodenalis C</i>													+
<i>Giardia duodenalis D</i>													+
<i>Hepatozoon spp.</i>				+									
<i>Isospora* spp.</i>												+	
<i>Isospora* canis</i>	+				+	+							
<i>Isospora* Hainmondia</i>						+							
<i>Isospora* ohioensis</i>					+	+							
<i>Isospora* rivolta</i>	+												
<i>Sarcocystis spp.</i>			+			+					+		
<i>Sarcocystis fusiformis</i>	+	+											
<i>Toxoplasma gondii</i>								+	+				
<i>Tripanosoma cruzi</i>							+						

A: anticuerpos, F: flotación, N: necropsia, PCR: Reacción en cadena de la polimerasa y B: compilación bibliográfica. 1: Arther, 1977⁷¹; 2: Conder y Loveless, 1978⁷²; 3: Cummings, 2000⁷³; 4: Davis *et al.*, 1978⁷⁴; 5: Duszynski, 2000⁷⁵; 6: Gomper *et al.*, 2003⁷⁶; 7: Groggi *et al.*, 1984⁷⁷; 8: Holzman, 1992⁷⁸; 9: Marchiondo *et al.*, 1976⁷⁹; 10: Muñoz, 2009²⁹; 11: Niehaus *et al.*, 2011⁸⁰; 12: Niehaus *et al.*, 2012⁸¹ y 13: Trout, 2006⁸². **Cystoisospora*. Sombreado: estudios en México.

Cuadro 2. Trematodos reportados para coyote en América:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Técnica utilizada	N	N	N	N	F	N	N	N	N	N	N	N
<i>Alaria spp.</i>						+	+					
<i>Alaria americana</i>		+									+	
<i>Alaria arisaemoides</i>	+											+
<i>Alaria marcianae</i>	+			+		+	+	+	+	+		
<i>Alaria mustelae</i>			+									
<i>Athesmia heteroleucyhodes</i>								+				
<i>Digenea</i>					+							
<i>Heterobilharzia america</i>	+											
<i>Metorchis conjunctus</i>	+											
<i>Zonorchis allantoshi</i>								+				

F: flotación y N: necropsia. 1: Custer y Pence, 1981²¹; 2: Davidson *et al.*, 1992³⁵; 3: Erickson, 1944⁸⁴; 4: Foster *et al.*, 2003⁸⁵; 5: Gompper *et al.*, 2003⁷⁶; 6: Pence y Meinzer, 1979⁸⁶; 7: Pence y Eason, 1980⁸⁷; 8: Pence y Windberg, 1984⁸⁸; 9: Radomsky y Pence, 1993⁸⁹; 10: Sese *et al.*, 1983⁹⁰; 11: Thornton y Reardon, 1974⁹¹ y 12: Wirsing *et al.*, 2007²⁷.

Cuadro 3. Cestodos reportados para coyote en América:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Técnica	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	F	N	N	N	N	N	F	F	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Dipylidium caninum</i>	+									+																		
<i>Echinococcus granulosus</i>				+						+				+		+									+	+		
<i>E. multilocularis</i>				+		+									+									+				
<i>Hymenolepis sp.</i>																			+									
<i>H. diminuta</i>																			+									
<i>Mesocestoides sp.</i>					+					+																+		
<i>M. corti</i>				+						+										+	+							
<i>M. kirbyi</i>			+																							+		
<i>M. lineatus</i>																					+	+						
<i>Multiceps spp.</i>			+																									
<i>M. packii</i>			+			+																						
<i>Spirometra sp.</i>											+																	
<i>Taenia spp.</i>			+					+			+														+	+		
<i>T. crassiceps</i>					+																				+			+
<i>T. eformis</i>				+																								
<i>T. hydatigena</i>				+		+				+																		
<i>T. krabbei</i>		+		+		+																			+			
<i>T. laruei</i>												+																
<i>T. laticollis</i>										+																+		
<i>T. macrocystis</i>				+																							+	
<i>T. multiceps</i>				+									+													+	+	
<i>T. pisiformis</i>	+			+	+	+	+			+	+		+							+	+	+	+	+		+		+
<i>T. rileyi</i>						+																						
<i>T. serialis</i>				+																+	+							
<i>T. taxidiensis</i>																										+		

F: flotación y N: necropsia. 1: Ameal, 1955⁹²; 2: Butler y Grundmann, 1954⁹³; 3: Conder y Loveless, 1978⁷²; 4: Custer y Pence, 1981²¹; 5: Davidson *et al.*, 1992⁸³; 6: Erickson, 1944⁸⁴; 7: Foster *et al.*, 2003⁸⁵; 8: Franson *et al.*, 1978⁹⁴; 9: Freeman *et al.*, 1961⁹⁵; 10: Gier y Ameal, 1959⁹⁶; 11: Gompper *et al.*, 2003⁷⁶; 12: Hamilton, 1940⁹⁷; 13: Henke *et al.*, 2002⁹⁸; 14: Leiby *et al.*, 1970⁹⁹; 15: Liu *et al.*, 1970¹⁰⁰; 16: Miller, 1953¹⁰¹; 17: Mino, 2012³⁰; 18: Niehaus *et al.*, 2012⁸¹; 19: Pence y Meinzer, 1979⁸⁶; 20: Pence y Eason, 1980⁸⁷; 21: Pence y Windberg, 1984⁸⁸; 22: Radomski y Pence, 1993⁸⁹; 23: Romano *et al.*, 1974¹⁰²; 24: Sese, *et al.*, 1983⁹⁰; 25: Sweatman, 1952¹⁰³; 26: Thornton y Reardon, 1974⁹¹; 27: Van Den Busshe *et al.*, 1987¹⁰⁴ y 28: Wirsing *et al.*, 2007²⁷. Sombreado: estudios en México.

Cuadro 4. Acantocéfalos reportados para coyote:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7
Técnica utilizada	N	N	N	N	N	N	N
<i>Macracanthorhynchus ingens</i>		+					
<i>Oncicola canis</i>	+		+	+	+	+	+
<i>Pachisentis canicola</i>	+		+	+			

N: necropsia. 1: Custer y Pence, 1981²¹; 2: Foster *et al.*, 2003⁸⁵; 3: Pence y Meinzer, 1979⁸⁶; 4: Pence y Eason, 1980⁸⁷; 5: Pence y Windberg, 1984⁸⁸; 6: Radomski y Pence, 1993⁸⁹ y 7: Wirsing *et al.*, 2007²⁷.

Cuadro 5. Nematodos reportados para Coyote en América:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Técnica	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	F	N	N	N	F	N	F	F	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Ancylostoma</i> spp.															+		+											
<i>A. caninum</i>	+	+	+			+		+	+	+		+						+		+	+	+		+	+	+	+	
<i>Capilaria</i> spp.				+																					+			
<i>C. aerophila</i>			+								+						+											
<i>C. hepatica</i>			+																									
<i>C. plica</i>				+							+																	
<i>C. putorii</i>											+																	
<i>Crenosoma</i> sp											+																	
<i>Diriofilaria immitis</i>	+	+	+		+			+		+			+						+	+	+	+					+	+
<i>Filaroides osleri</i>		+	+			+	+							+		+				+	+	+	+		+	+		
<i>Molineus barbatus</i>								+																				
<i>Physaloptera</i> spp.		+		+		+			+		+																+	
<i>P. preputialis</i>										+																		
<i>P. rara</i>	+		+			+		+	+	+		+								+	+	+		+	+		+	+
<i>Pterygondermatitiei</i> spp.			+																		+							
<i>Spirocerca</i> spp.		+																										
<i>S. lupi</i>			+	+				+			+					+				+	+	+				+		
<i>Spirurida</i> spp.											+																	
<i>Strongyloides</i> spp																												
<i>S. stercoralis</i>																			+									
<i>Toxascaris</i> spp.																												
<i>T. leonina</i>	+	+	+						+	+	+				+			+		+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Toxocara</i> spp.																												
<i>T. canis</i>	+	+	+								+								+									
<i>Trichinella spiralis</i>				+																						+		
<i>Trichuris</i> spp.				+															+		+	+	+					
<i>T. vulpis</i>	+			+					+	+									+		+						+	
<i>Uncinaria</i> spp.				+																								
<i>U. stenocephala</i>			+								+															+		+

F: flotación y N: necropsia.

1: Ameel, 1955⁹²; 2: Conder y Loveless, 1978⁷²; 3: Custer y Pence, 1981²¹; 4: Davidson *et al.*, 1992⁸³; 5: Davis *et al.*, 1978⁷⁴; 6: Erickson, 1944⁸⁴; 7: Foreyt y Forey, 1981¹⁰⁵; 8: Foster *et al.*, 2003⁸⁵; 9: Franson *et al.*, 1978⁹⁴; 10: Gier y Ameel, 1959⁹⁶; 11: Gompper *et al.*, 2003⁷⁶; 12: Henke *et al.*, 2002⁹⁸; 13: Hernández-Camacho *et al.*, 2012¹⁰⁶; 14: Lidwid, 1983¹⁰⁷; 15: Mino, 2012³⁰; 16: Morrison y Gier, 1979¹⁰⁸; 17: Muñoz, 2009²⁹; 18: Niehaus *et al.*, 2012⁸¹; 19: Pappas y Lunzman, 1985¹⁰⁹; 20: Pence y Meinzer, 1979⁸⁶; 21: Pence y Eason, 1980⁸⁷; 22: Pence y Windberg, 1984⁸⁸; 23: Price, 1928¹¹⁰; 24: Radomski y Pence, 1993⁸⁹; 25: Sese, *et al.*, 1983⁹⁰; 26: Thornton y Reardon, 1974⁹¹; 27: Van Den Busshe *et al.*, 1987¹⁰⁴ y 28: Wirsing *et al.*, 2007²⁷. Sombreado: estudios en México.

Cuadro 6. Protozoarios, trematodos, cestodos y nematodos reportados para zorra en América:

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8
Técnica utilizada	SF	SF	B	EFH	F	NF	F	N
Protozoarios								
<i>Coccidia</i>						+		
<i>Cystoisospora</i> sp.							+	
<i>Isospora</i> * spp.		+	+					
<i>Isospora</i> * <i>bigemina</i>	+							
<i>Isospora</i> * <i>buriatica</i>			+					
<i>Isospora</i> * <i>burrowsi</i>	+							
<i>Isospora</i> * <i>canis</i>	+		+					
<i>Isospora</i> * <i>canivelocis</i>			+					
<i>Isospora</i> * <i>ohioensis</i>	+		+					
<i>Isospora</i> * <i>pavlodarica</i>			+					
<i>Isospora</i> * <i>vulpina</i>			+					
<i>Isospora</i> * <i>vulpis</i>			+					
<i>Sarcocystis</i> spp.	+							
<i>Toxoplasma gondii</i>				+				
Trematodos								
<i>Alaria arisaemoides</i>		+						+
Cestodos								
<i>Dipylidium caninum</i>		+						
<i>Mesocestoides</i> sp.						+		
<i>Spirometra</i> sp.				+				
<i>Taenia</i> sp.		+						
<i>Taenia crassiceps</i>								+
Nematodos								
<i>Ancylostoma</i> spp.				+	+	+		
<i>Angyostrongylus</i> sp.				+				
<i>Capillaria</i> spp.		+			+	+	+	
<i>Capillaria aerophila</i>				+				
<i>Diectophyme renale</i>					+			
<i>Physaloptera</i> spp.		+				+		
<i>Physaloptera rara</i>								+
<i>Spirurida</i> sp.				+				
<i>Strongyloides stercoralis</i>					+		+	
<i>Toxocara</i> spp.		+			+	+	+	
<i>Toxascaris</i> sp.		+				+		
<i>Toxascaris leonina</i>					+		+	+
<i>Trichuris vulpis</i>		+			+	+		
<i>Uncinaria</i> sp.						+	+	
<i>Uncinaria stenocephala</i>	+				+	+		

B: Compilación bibliográfica; E: ELISA (Inmunoensayo); F: flotación, H: Hemoaglutinación, N: necropsia, S: Sedimentación. 1: Castillo, 2005³³; 2: Criffield *et al.*, 2009³¹; 3: Duszynski *et al.*, 2000⁷⁵; 4: Fiorello *et al.*, 2006³⁴; 5: Hernández-Camacho *et al.*, 2010⁷⁰; 6: Miller *et al.*, 1998³²; 7: Mino, 2012³⁰ y 8: Wirsing *et al.*, 2007²⁷. **Cystoisospora*. Sombreado: estudios en México.

Cuadro 7. Géneros y especies de endoparásitos que comparten el coyote y la zorra según los reportes en América:

Grupo	Géneros	Especies
Protozoarios	<i>Cystoisospora</i>	<i>Cystoisospora ohioensis</i>
	<i>Sarcocystis</i>	<i>Cystoisospora canis</i> <i>Sarcocystis</i> sp.
Trematodos	<i>Alaria</i>	<i>Alaria arisaemoides</i>
Cestodos	<i>Dipylidium</i>	<i>Dipylidium caninum</i>
	<i>Mesocestoides</i>	<i>Mesocestoides</i> sp.
	<i>Spirometra</i>	<i>Spirometra</i> sp.
	<i>Taenia</i>	<i>Taenia crassiceps</i>
Nematodos	<i>Ancylostoma</i>	<i>Ancylostoma</i> sp.
	<i>Capillaria</i>	<i>Capillaria aerophila</i>
	<i>Physaloptera</i>	<i>Physaloptera rara</i>
	<i>Spirurida</i>	<i>Spirurida</i> sp.
	<i>Strongyloides</i>	<i>Strongyloides stercoralis</i>
	<i>Toxascaris</i>	<i>Toxascaris leonina</i>
	<i>Toxocara</i>	<i>Toxocara canis</i>
	<i>Trichuris</i>	<i>Trichuris vulpis</i>
	<i>Uncinaria</i>	<i>Uncinaria stenocephala</i>

Sombreado: estudios en México

3.- HIPÓTESIS:

No existe una diferencia en la riqueza y carga de parásitos gastrointestinales entre el coyote y la zorra gris, debido a que las especies filogenéticamente cercanas presentan especies similares de parásitos. La estacionalidad influye en la diversidad y prevalencia de parásitos gastrointestinales ya que los cambios estacionales determinan si el ambiente es favorable para la transmisión o sobrevivencia de los parásitos.

4.- OBJETIVOS:

4.1.- General:

- Conocer los géneros y en su caso las especies de parásitos gastrointestinales presentes en el coyote y la zorra de la zona de estudio, mediante métodos no invasivos, además de evaluar su prevalencia e intensidad.

4.2.- Específicos:

- Identificar los géneros y de ser posible las especies de parásitos gastrointestinales en coyote y zorra utilizando la técnica de flotación.
- Determinar si existe una variación en la prevalencia de parásitos (porcentaje de hospederos infectados) con respecto a la época de lluvia y sequía.
- Comparar la riqueza e intensidad (número de parásitos por hospedero) de parásitos gastrointestinales en ambas especies simpátricas mediante la técnica de McMaster.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS:

5.1.- Zona de estudio:

Localización: La zona de estudio se localiza en el poblado de Santo Domingo Tianguistengo, municipio de Santiago Chazumba, distrito de Huajuapán de León, Oaxaca, México, con las siguientes coordenadas: 18° 16' 35.47" Lat. N; 97° 47' 57.73" Long. O, y una elevación promedio de 1580 msnm. Se encuentra al noroeste del estado de Oaxaca, en la región denominada Mixteca Baja. (Fig. 1 y 2), y forma parte de los municipios que conforman la Reserva de la Biósfera Tehucán-Cuicatlán^{9, 49} (Fig. 3).

El municipio de Santiago Chazumba limita al norte con Estado de Puebla; al sur con Cozoltepec, San Pedro y San Pablo Tequixtepec; al oriente con Estado de Puebla; y al poniente con el Estado de Puebla. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 251 kilómetros. La superficie total del municipio es de 280.68 km² y la superficie del municipio en relación al estado es del 0.29%. Cuenta con 11 agencias.⁴⁹

Para llegar a la cabecera municipal, partiendo de la ciudad de Oaxaca, se puede hacer a través de la supercarretera Oaxaca Cuacnopalan, en el kilómetro 68 esta la desviación a la carretera federal núm. 190 tramo Nochixtlán Huajuapán, al llegar a la ciudad de Huajuapán de León se conecta a la carretera federal núm. 125 tramo Huajuapán-Tehuacán y en el kilómetro 60.⁴⁹

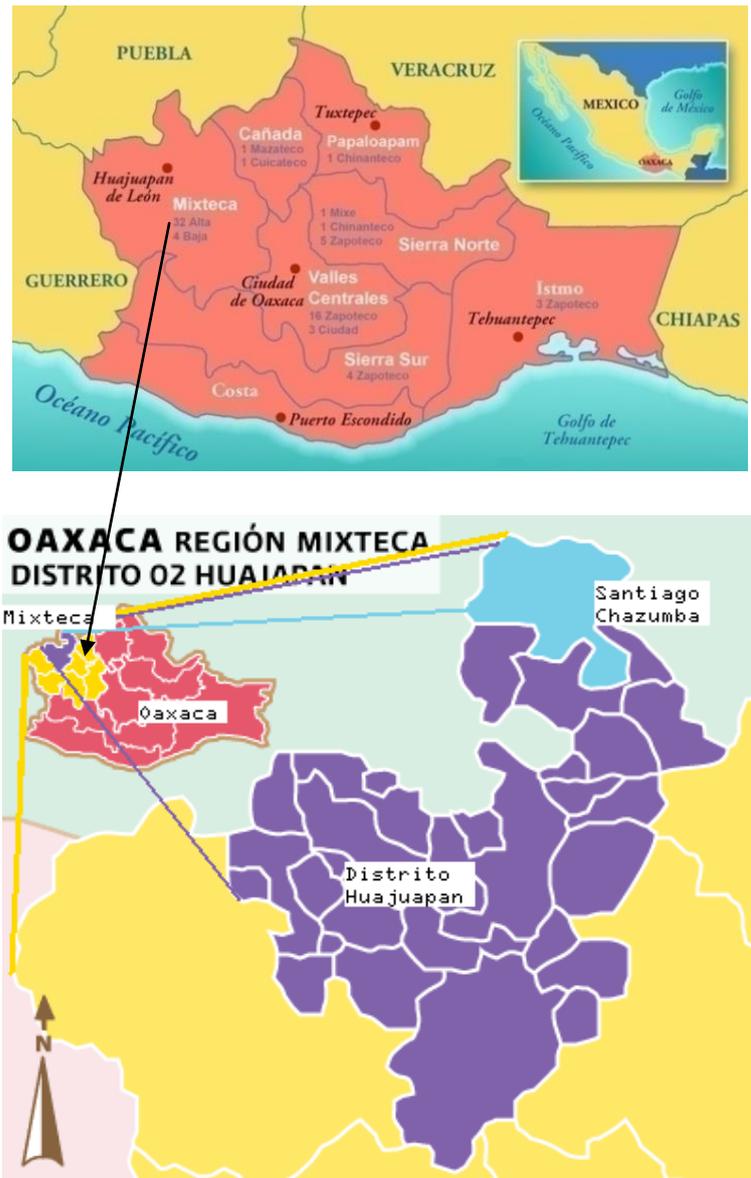


Fig. 1. Ubicación de la mixteca oaxaqueña, del distrito de Huajuapam de León y del municipio de Santiago Chazumba¹¹¹



Fig. 2. La flecha roja marca la localización de Santo Domingo Tianguistengo, municipio de Santiago Chazumba⁴⁹

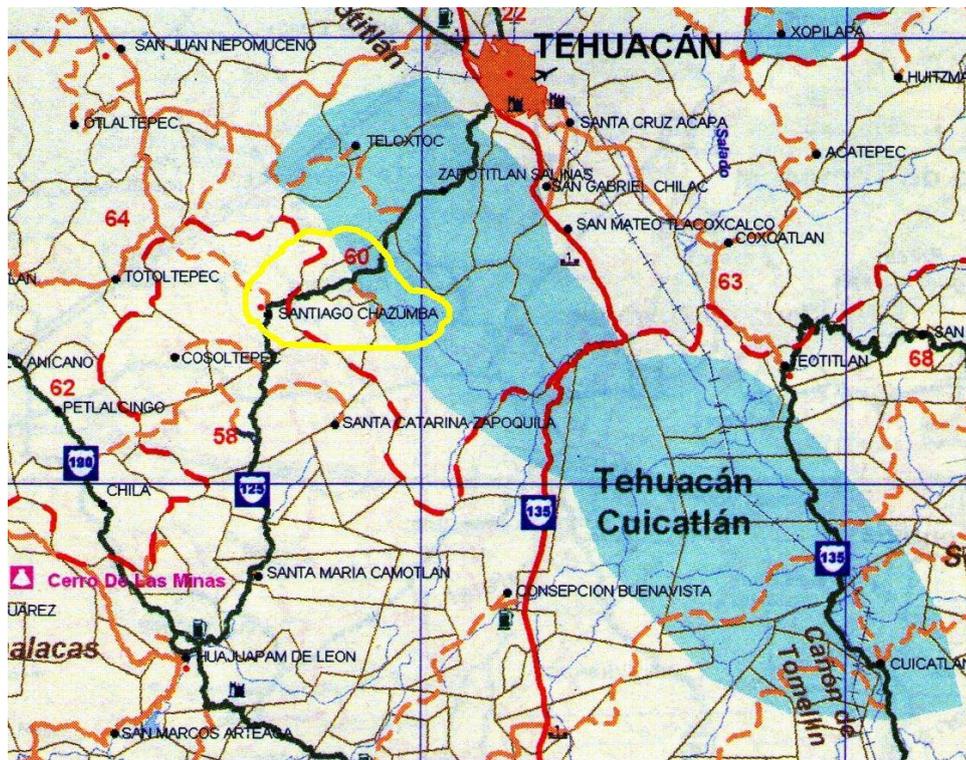


Fig. 3. Ubicación del municipio de Santiago Chazumba (rodeado en amarillo) y su cercanía con la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán¹¹²

5.2.- Muestreos:

Las colectas de excretas se realizaron desde mayo del 2012, con una periodicidad de 1 salida por mes y una duración de 3 días cada una. El trabajo de campo concluyó en abril del 2013, con la finalidad de tener representadas las estaciones de lluvia y sequía. Para este fin se establecieron tres transectos de aproximadamente 780, 950 y 1200 m cada uno, con 2 m de margen a cada lado, que comprendían veredas que facilitaban la observación de letrinas utilizadas por el coyote y la zorra.

5.2.1.- Recolección de excretas:

La búsqueda y recolección de excretas tenía una duración de aproximadamente 8 horas, comenzando a las 7 am y concluyendo a las 3 pm. Se realizó con ese horario tomando en cuenta los hábitos crepusculares y nocturnos de ambas especies.

5.2.2.- Identificación y conservación de excretas:

Las excretas se identificaron con ayuda de las guías de campo para mamíferos de Aranda,¹¹³ Murie¹¹⁴ y Bang y Dahlstrom.¹¹⁵ Figura 4.

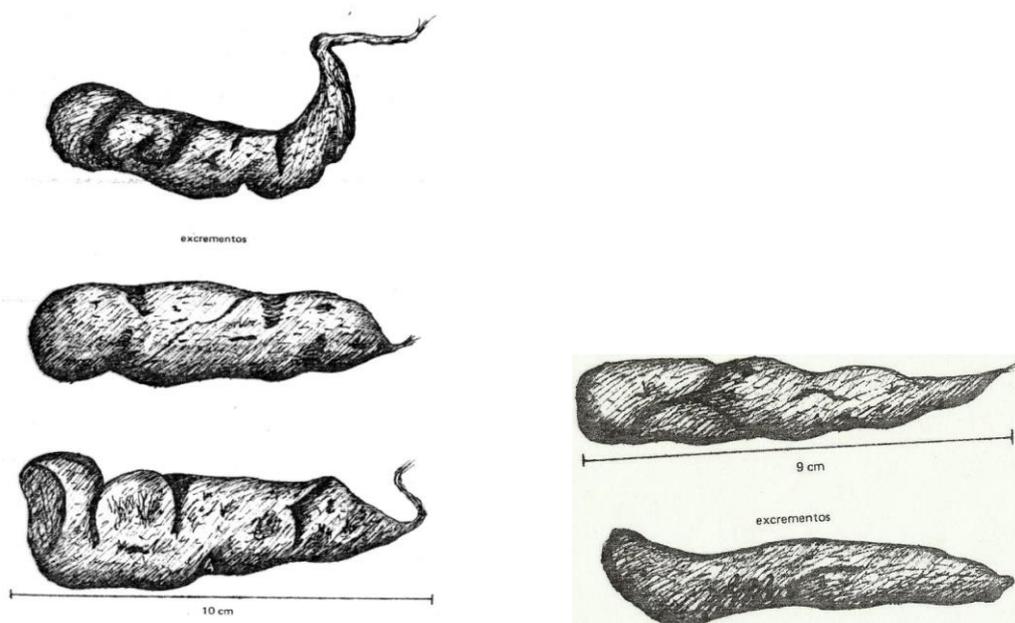


Fig. 4. Excretas de coyote y de zorra respectivamente ¹¹²

Cada muestra se colocó en frascos independientes, detallando en los mismos una clave en letra y el número consecutivo correspondiente, además de la especie, haciendo las anotaciones pertinentes en la libreta de campo (fecha de recolección, transecto, descripción general del sitio, características del sustrato, características de la excreta (color, tamaño, contenido general, frescura de la excreta) siguiendo el método propuesto por Barja¹¹⁶ (Cuadro 8), medio de conservación y otras notas adicionales. Con los datos obtenidos se realizó una base de datos en una tabla de Excel.

Cuadro 8. Criterio para identificar la frescura de las excretas según Barja (2008)

Tipos:	Características	Tiempo transcurrido
Excretas frescas	Olor fuerte, presencia de una capa mucosa que las recubre sin síntomas de deshidratación	≤ 12 horas
Medianamente frescas	Pérdida de la esencia y la capa mucosa, pero mantiene su forma.	≥ 13 horas
Excretas viejas	No presentan olor y se pierde su forma característica	≥ 48 horas

5.2.3.- Traslado de las muestras:

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de diagnóstico parasitológico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, en medio líquido (alcohol al 70% o formol al 4%) y en refrigeración.

5.3.- Procesamiento de las muestras:

Una vez en el laboratorio, se realizó el procesamiento de las muestras mediante la técnica de flotación, que consiste en utilizar soluciones con pesos específicos mayores que el agua, como la solución saturada de cloruro de sodio (S.S.NaCl), en donde los huevos de menor peso flotan. Con esta técnica se pueden observar ooquistes de protozoarios, huevos de helmintos y de algunos artrópodos en el microscopio óptico. El material utilizado para realizar esta técnica

consta de: guantes de látex, vasos plásticos, cucharas metálicas, coladores plásticos, asas de alambre, porta y cubreobjetos, microscopio óptico con disco graduado, solución saturada de cloruro de sodio, reloj, manual de identificación, libreta y pluma para hacer anotaciones.

También se utilizó la prueba de McMaster para cuantificar los huevos de helmintos y ooquistes de protozoarios y obtener la carga parasitaria. La cámara de McMaster está constituida por un portaobjetos y un cubreobjetos unidos, formando dos cámaras, cada cámara tiene un cuadrado de 1 cm² con 6 divisiones; la cámara tiene una profundidad de 1.5 mm y una capacidad de 0.15 ml, sumando ambas cámaras se obtiene un volumen de 0.30 ml, lo que corresponde a una centésima parte de la dilución original cuando se trabaja con 2 gramos de heces y 28 ml de S.S.NaCl. El material utilizado para esta prueba consta de S.S.NaCl, cámara de McMaster, cuchara de aluminio, gasa y microscopio compuesto.

La identificación se llevó a cabo tomando en cuenta las características morfológicas y merísticas de los huevos, con ayuda de textos y manuales de parasitología y técnicas de diagnóstico de Acevedo *et al.*,¹¹⁷ Bowman y Forgy,¹¹⁸ Bowman,¹¹ Taylor *et al.*,¹¹⁹ Foreyt,¹²⁰ Zajac y Conboy¹²¹ entre otros.

5.4.- Análisis de resultados:

5.4.1.- Análisis general:

Para el análisis general se utilizó estadística descriptiva.

5.4.2.- Análisis de la riqueza parasitaria por especie:

Al tratarse de datos cualitativos, donde es posible clasificar las respuestas dependiendo del número de observaciones que caen en alguna categoría (tipos de parásitos encontrados en zorra o coyote), se utilizó el estadístico de Chi-cuadrada de Pearson (χ^2), el cual es un método de análisis para datos categóricos. El programa estadístico utilizado fue NCSS© 2001.⁽¹²²⁾ Para realizar un análisis de similitud entre el número de muestras positivas por especie comparando ambas poblaciones de cánidos se utilizó también la prueba U de Mann-Whitney.

5.4.3.- Análisis de prevalencia:

La prevalencia describe la magnitud de una enfermedad o el número de casos existentes de la enfermedad en una población dada, en un momento determinado. Para obtenerla se calculó como la frecuencia del número de muestras positivas sobre el número de muestras examinadas:

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{No. de casos existentes de una enfermedad en un momento y población determinada}}{\text{Total de la población en el mismo momento}}$$

5.4.4.- Análisis de carga parasitaria por especie:

La carga parasitaria se determinó mediante la fórmula:

$$\text{Carga parasitaria} = (\text{Número de huevos} \times 100) / 2$$

Este es un método matemático utilizado para calcular el número de huevos de parásitos gastrointestinales cuando se utiliza la cámara de McMaster (el número de huevos se multiplica por 100 ya que ambas cámaras poseen una centésima parte de la dilución original y se divide entre 2).¹²³ Para el análisis estadístico de la información se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney en vista de que los datos del recuento de hpg no presentan una distribución normal.

6.- RESULTADOS:

6.1.- Análisis general:

Durante un año de colectas, se obtuvieron un total de 187 muestras de coyote y zorra de los tres transectos establecidos; de las cuales 105 pertenecen a coyotes y 82 a zorras, es decir, del total de las muestras colectadas el 56% pertenecen a coyotes y el 44% a zorras (Figura 5).



Fig. 5. Porcentaje de muestras colectadas de coyote y zorra

De las 187 muestras que se analizaron, 15 resultaron positivas a algún tipo de parásito, lo que equivale al 8% del total (Figura 6).



Fig. 6. Porcentaje de muestras positivas

Del total de muestras de coyote (105), 6 fueron positivas y del total de muestras de zorra (82), 9 resultaron positivas; lo que equivale al 3.2% y 4.8% respectivamente (Figura 7).



Fig. 7. Porcentaje de muestras positivas por especie

6.2.- Resultados de riqueza parasitaria en coyote y zorra:

Las muestras positivas pertenecen a 6 géneros de parásitos, 1 de las muestras solo fue identificada hasta subclase (Coccidia) y otra solo como huevo de ascárido. La clasificación taxonómica de los parásitos gastrointestinales hallados es la siguiente:

Cuadro 9. Clasificación taxonómica de parásitos gastrointestinales¹⁵

Phylum	Protozoa	Platyhelminthes	Nematoda			
Subphylum	Apicomplexa					
Clase	Sporozoea	Cestoidea	Chromadorea		Enoplea	
Subclase	Coccidia	Eucestoda	Chromadoria		Dorylaimia	
Orden	Eucoccidiida	Ciclophyllidea	Rhabditida		Trichinellida	
Suborden			Spirurina	Rhabditina		
Superfamilia			Ascaridoidea	Strongyloidea		Trichuridea
Familia	Sarcocystidae	Taeniidae	Ascaridiidae	Ancylostomidae	Uncinariidae	Trichuridae
Género	<i>Cystoisospora</i>	<i>Taenia</i>	<i>Toxascaris</i>	<i>Ancylostoma</i>	<i>Uncinaria</i>	<i>Trichuris</i>
Especie			<i>Toxascaris leonina</i>			

De estos solo se identificó hasta especie *Toxascaris leonina*. En coyote se encontraron 3 de los géneros y un huevo de ascárido que no se incluyó en este análisis pues para este fin no es representativo; en zorra se encontraron 4 géneros además de la subclase Coccidia, la cual se tomó en consideración por presentarse con mayor frecuencia en las muestras positivas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Géneros de parásitos encontrados en Coyote y Zorra

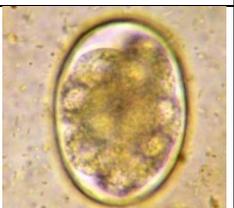
	Coyote	Zorra
<i>Coccidia</i>		+ (4)
<i>Cystoisospora</i>		+ (1)
<i>Taenia</i>	+ (2)	
<i>Ancylostoma</i>	+ (1)	
<i>Uncinaria</i>		+ (1)
<i>Trichuris</i>		+ (1)
<i>Toxascaris</i>	+ (2)	+ (2)
Total	3 (5)	5 (9)

Entre paréntesis se muestra el número de muestras positivas

Se realizó una prueba de homogeneidad de χ^2 con tabla de contingencia para clasificación de dos factores, para determinar si las poblaciones (coyote y zorra) presentaban similitud en cuanto a la riqueza parasitaria, sin embargo no existen suficientes elementos para decir que hay una diferencia entre las poblaciones ($p > 0.05$). Se realizó también un análisis de similitud entre el número de muestras positivas por especie comparando ambas poblaciones de cánidos, utilizando la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, en la que a la probabilidad del valor U calculado corresponde 0.028, que es más pequeño que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); es decir, el número de muestras positivas es mayor en zorras que en coyotes, con una probabilidad de error de 0.028.

Los parásitos se identificaron de acuerdo a su morfología y medidas con ayuda de los siguientes textos y claves de identificación (Cuadro 11):

Cuadro 11. Parásitos identificados en coyote y zorra

Parásito	Imagen	Medidas (µm)	Morfología	Clave
<i>Coccidia</i>		20 x 17.5	Huevo ovalado, pared compuesta por dos capas, transparente y puede estar esporulado.	Acevedo <i>et al.</i> , 1990 Foreyt, 2001 Zajac y Conboy, 2006
<i>Cystoisospora sp.</i>		25 x 20	Huevo ovalado, pared compuesta por dos capas, transparente y puede estar esporulado.	Acevedo <i>et al.</i> , 1990 Bowman, 2009 Foreyt, 2001 Zajac y Conboy, 2006
<i>Taenia sp.</i>		37.5 x 30	Huevo redondo o esférico, color amarillento-pardo capa media radiada y embrión hexacanto	Acevedo <i>et al.</i> , 1990 Foreyt, 2001 Taylor <i>et al.</i> , 2007 Zajac y Conboy, 2006
<i>Ancylostoma sp.</i>		62.5 x 37.5	Huevos ovalados, membrana fina y transparente cubriendo de 2 a 8 blastómeros.	Bowman y Forgaty, 2003 Foreyt, 2001 Taylor <i>et al.</i> , 2007 Zajac y Conboy, 2006
<i>Toxascaris leonina</i>		87.5 x 75 80 x 70	Huevo subesférico o elipsoidal, casi transparente, cubierta gruesa y lisa.	Foreyt, 2001 Taylor <i>et al.</i> , 2007 Zajac y Conboy, 2006
<i>Trichuris sp.</i>		107.5 x 60	Huevos con forma de barril, color café amarillento, membrana gruesa y dos opérculos.	Foreyt, 2001 Taylor <i>et al.</i> , 2007 Zajac y Conboy, 2006
<i>Uncinaria sp.</i>		95 x 72	Huevo ovalado, cubierta lisa, blastómeros amarillentos, el resto casi transparente.	Foreyt, 2001 Taylor <i>et al.</i> , 2007 Zajac y Conboy, 2006

6.3.- Resultados de prevalencia parasitaria:

En el cuadro 12 se muestra la frecuencia con la que se encontraron los huevos de parásitos gastrointestinales en coyote y zorra. Como el objetivo fue estudiar la prevalencia, en este caso si se tomó en cuenta el hallazgo de la muestra positiva identificada como huevo de ascárido encontrada en coyote.

Se puede apreciar que en zorra se encontró mayor número de grupos de parásitos gastrointestinales (5), aun cuando el tamaño de muestra (n) es menor comparado con el de coyote. En las muestras de zorra se obtuvo el mayor porcentaje de excretas positivas (10.98%), el grupo con mayor prevalencia fue el de las coccidias en zorra (4.87%). La especie *Toxascaris leonina* estuvo presente en las muestras de ambos cánidos con 2 muestras positivas cada uno, pero con una variación en la prevalencia debida a la (n) que difiere entre ambas poblaciones.

En el siguiente cuadro, el primer valor es la frecuencia de muestras positivas para cada especie, el dato entre paréntesis se refiere a la prevalencia expresada en porcentaje:

Cuadro 12. Frecuencia y prevalencia de endoparásitos de coyote y zorra

	Coyote (n= 105)	Zorra (n= 82)
Coccidia		4 (4.87%)
Cystoisospora		1 (1.22%)
Taenia	2 (1.9%)	
Ancylostoma	1 (0.95%)	
Uncinaria		1 (1.22%)
Trichuris		1 (1.22%)
Ascárido	1 (0.95%)	
Toxascaris leonina	2 (1.9%)	2 (2.44%)
Total	6 (5.71%)	9 (10.98%)

6.4.- Prevalencia por estación:

La prevalencia parasitaria fue menor en coyote durante la temporada de lluvias y sequía con 6.66% y 5.55% respectivamente y mayor en zorra con 8.33% y 11.42% (Cuadro 13 y 14), por lo que en ambas temporadas se puede apreciar que la prevalencia fue mayor en la zorra.

Hubo también una diferencia entre los géneros de parásitos gastrointestinales que se presentaron en la época de lluvias y sequía, no coincidiendo en ningún género; además la prevalencia es mayor en coyotes durante las lluvias con 6.66% contra 5.55% en sequía, mientras que para las zorras fue mayor en sequía con 11.42% contra 8.33% en lluvias. Sin embargo, al sumar las prevalencias de ambos cánidos por temporada se obtuvo una prevalencia de 14.99% para la temporada de lluvias y 16.97% para la de sequía.

Al aplicar la prueba de χ^2 para determinar si existía diferencia estadística en la prevalencia parasitaria entre coyote y zorra con respecto a la estacionalidad, se encontró que no hay diferencias entre la época de lluvia y la de sequía ($p>0.05$).

Cuadro 13. Prevalencia parasitaria en temporada de lluvias

Lluvias	Coyote	Prevalencia n (15)	Zorra	Prevalencia n (12)
<i>Cystoisospora</i>			+	1 (8.33%)
<i>Ancylostoma</i>	+	1 (6.66%)		
Total	1	1 (6.66%)	1	1 (8.33%)

Cuadro 14. Prevalencia parasitaria en temporada de sequía

Sequías	Coyote	Prevalencia n (90)	Zorra	Prevalencia n (70)
<i>Coccidia</i>			+	4 (5.71%)
<i>Taenia</i>	+	2 (2.22%)		
<i>Uncinaria</i>			+	1 (1.42%)
<i>Trichuris</i>			+	1 (1.42%)
Ascárido	+	1 (1.11%)		
<i>Toxascaris leonina</i>	+	2 (2.22%)	+	2 (2.85%)
Total	3	5 (5.55%)	4	8 (11.42 %)

6.5.- Análisis de carga parasitaria por especie:

La carga parasitaria se refiere al número de huevos encontrados por gramo de muestra (hpg). En el coyote la carga parasitaria total fue de 5850 hpg considerando todas las muestras positivas. El género que presentó el mayor número de huevos fue *Taenia* con 74 huevos, que representa una carga parasitaria de 3700. La carga más baja la presentó el género *Ancylostoma* con 50 hpg y 1 huevo encontrado (Cuadro 15). La carga parasitaria total fue mayor en las muestras de zorra (21,100), donde el género *Cystoisospora* presentó los valores más altos con 5850 hpg y 117 huevos. Mientras que la carga menor se presentó en una muestra del grupo de las coccidias con 50, sin embargo en las tres muestras restantes positivas para el mismo grupo, la carga fue de 1550, 11 y 1100 hpg (Cuadro 16).

Cuadro 15. Carga parasitaria en coyote:

Número de huevos	Carga parasitaria
<i>Ancylostoma</i>	
1	50
<i>Taenia</i>	
74	3700
5	250
Ascárido	
5	250
<i>Toxascaris leonina</i>	
6	300
26	1300
Total	117
	5850

Cuadro 16. Carga parasitaria en zorra:

Número de huevos	Carga parasitaria
Coccidias	
1	50
31	1550
33	1650
22	1100
<i>Cystoisospora</i>	
117	5850
<i>Toxascaris leonina</i>	
4	200
2	100
<i>Trichuris</i>	
5	250
<i>Uncinaria</i>	
95	4750
Total	422
	21100

Se aplicó la prueba estadística U de Mann-Whitney, encontrándose diferencias estadísticas entre las cargas parasitarias de coyote y zorra, donde la probabilidad de $U = 0.000 < \alpha = 0.05$; la carga parasitaria es mayor en la zorra.

6.6.- Variación anual de la presencia de endoparásitos en las muestras de coyote y zorra:

El grupo de parásitos que apareció con mayor frecuencia fue el de las coccidias, cuyas muestras positivas fueron recolectadas en los meses de diciembre (1 muestra) y enero (3 muestras), así como la especie *Toxascaris leonina* hallada mayormente en las muestras del mes de noviembre (3 muestras) y el mes de marzo (1 muestra); seguido por el género *Taenia*, el cual se encontró en dos muestras, en el mes de noviembre y en el mes de enero respectivamente. Los géneros que solo se presentaron una vez durante el año fueron *Ancylostoma* en junio, *Cystoisospora* en agosto y *Trichuris* y *Uncinaria* en noviembre.

La mayor cantidad de muestras positivas se presentaron en el mes de noviembre (6 muestras positivas) lo que representa el 40%, seguido por el mes de enero (5 muestras positivas), una de las cuales solo pudo identificarse como huevo de ascárido por estar larvado, es decir, en este mes se encontró el 33.3% de muestras positivas. El resto de las muestras positivas se encontraron en los meses de junio, agosto, diciembre y marzo, con un porcentaje de 6,6% cada una, lo cual representa el 26% restante. En 6 meses de colecta (mayo, julio, septiembre, octubre, febrero y abril) no hubo muestras positivas (Figura 10).

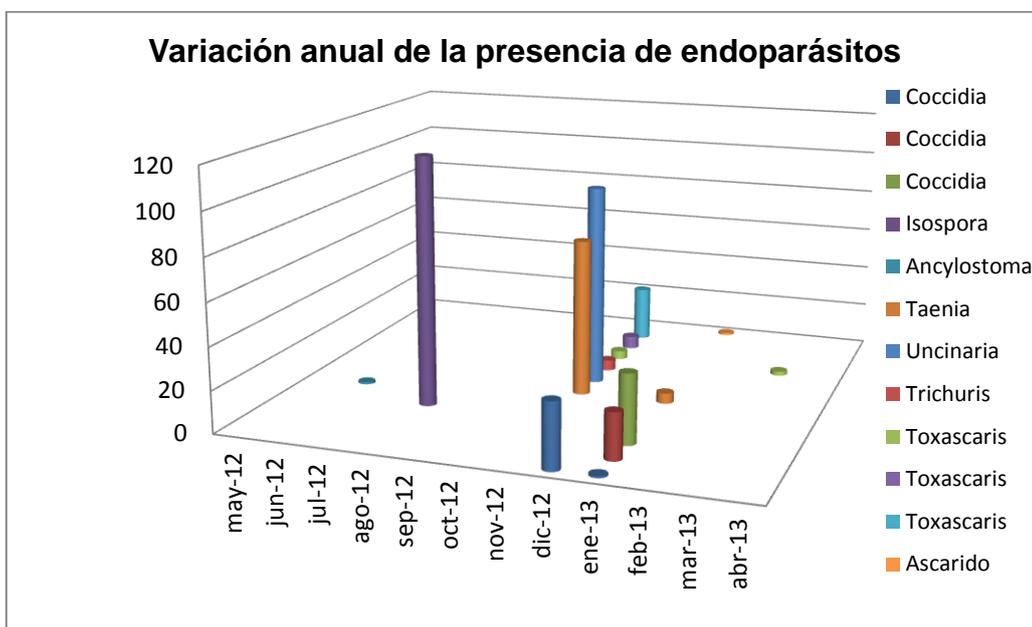


Fig. 10. Variación anual de la presencia de endoparásitos en las muestras Cuando el género se encontró en distintas muestras pero en una misma fecha, los colores para ese género cambian para diferenciarlos. Cuando el parásito se reportó en una fecha anterior, la barra repite el color o uno de los colores usados para ese género.

7.- DISCUSIÓN:

Riqueza parasitaria:

En la actualidad existen pocos estudios en México sobre parásitos gastrointestinales en coyote y zorra, por lo que se toman como referencia los trabajos realizados por Muñoz (2009)²⁹ para coyote, Hernández-Camacho (2010)⁷⁰ para zorra y Mino (2012)³⁰ para coyote y zorra.

En un año de colecta se obtuvieron 187 muestras, resultando positivas 15, es decir el 8%, lo cual es un porcentaje bajo comparado con los estudios de Muñoz²⁹ para desiertos y pastizales de México donde obtuvo 48 muestras positivas de un total de 189, que equivale al 25% y el estudio de Mino³⁰ para la región de Cerro Colorado en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), localizada hacia el noroeste de la misma, donde encontró el 43.2% de muestras positivas (19/42). Estas diferencias pueden estar dadas por varios factores, las colectas de Muñoz se llevaron a cabo en diferentes estados de la república (RB El Vizcaíno en Baja California, Janos Chihuahua y el jardín Botánico de la RBTC) con tipo de vegetación similar al del presente estudio, aunque con variaciones en el tipo de parásitos presentes de una región a otra. En el caso de Mino, no se analizaron todas las excretas colectadas (en total 176) debido a que las muestras poco frescas fueron descartadas, esto se realizó siguiendo el criterio de Gompper (2003),⁷⁶ de haberse tomado en cuenta la totalidad de la muestra, el porcentaje sería muy similar al de este estudio (10.9% contra 8%).

El número y tipo de endoparásitos en los estudios realizados en México para coyote coinciden con lo reportado por Mino³⁰, Muñoz²⁹ y el presente trabajo en los géneros *Taenia*, *Ancylostoma* y *Toxascaris*.

El número de géneros encontrados en zorra es mayor con respecto a los encontrados en coyote. Coinciden los géneros *Cystoisospora*, *Toxascaris* y *Uncinaria* con los reportes de Hernández-Camacho⁷⁰ y Mino.³⁰ No se encontraron reportes nuevos de endoparásitos en el presente estudio. Lo anterior puede deberse a la similitud en el tipo de vegetación y clima donde se han realizado los trabajos anteriores, que influye en la viabilidad de las formas parasitarias.

Los géneros de parásitos gastrointestinales encontrados en este estudio se han reportado tanto en cánidos domésticos como silvestres y se presentan con frecuencia en estos animales parasitados. El grupo que presentó el mayor número de géneros fue el de los nematodos (4 géneros: *Ancylostoma*, *Uncinaria*, *Trichuris* y *Toxascaris*), los tres primeros con ciclo de vida directo y un desarrollo larvario óptimo a temperaturas que van desde los 20 a los 33°C, además de tener un rápido desarrollo de la larva infectante (*Ancylostoma* y *Uncinaria* en dos días a 20-30°C y *Trichuris* hasta en 18 días a 33°C). En el caso de *Trichuris* la larva infectante permanece viable por más de un año en condiciones de humedad y oxígeno adecuados⁵³. Por lo anterior, estos géneros estuvieron presentes solo cuando las condiciones ambientales no eran tan extremas en la zona de estudio. Estas características de resistencia pueden ser determinantes para que exista una mayor ocurrencia de infestaciones por estos parásitos en ciertas temporadas del año. Además de la dependencia a los factores ambientales, los parásitos de transmisión directa pueden estar vinculados a densidades poblacionales de los hospederos y la presencia de otros cánidos silvestres y domésticos taxonómicamente relacionados como es el caso del coyote, la zorra y el perro.¹²⁴

Por otra parte, *Toxascaris leonina* es un parásito común que habita en carnívoros de fauna silvestre³⁰ puede presentar ciclos de vida tanto directos como

indirectos. Los huevos infestantes son ingeridos por ratones que son reservorios de estos parásitos, dentro de ellos eclosiona la segunda larva, el desarrollo de la larva 3 está determinado por el consumo o depredación de cánidos como el coyote y la zorra o bien felinos⁵³ que se alimentan de roedores.

En referencia a los cestodos, solo se encontró el género *Taenia*, las especies del mismo presentan un ciclo de vida indirecto, la transmisión se lleva a cabo por huéspedes intermediarios como ovinos, bovinos, caprinos, cerdos, equinos, roedores, aves, reptiles, ranas,⁵³ entre otros animales que tanto el coyote como la zorra pueden consumir, aunque las probabilidades de depredación de animales domésticos grandes y medianos que pudieran estar infestados es mayor en coyotes.⁵³ En este estudio, el género *Taenia* fue hallado en dos ocasiones en coyote y no se presentó en zorra.

En cuanto a las diferencias de riqueza parasitaria entre coyotes y zorras, al aplicar la prueba no paramétrica de χ^2 no se encontraron elementos suficientes para establecer diferencias estadísticas en la riqueza de ambas poblaciones. Sin embargo, aparentemente dicha riqueza es mayor en la zorra (4 géneros y 1 subclase) que en el coyote (3 géneros). Esto coincide con los resultados hallados por Mino, 2012³⁰ para coyote y zorra y los estudios para coyote de Muñoz, 2009²⁹ y para zorra de Hernández-Camacho, 2010⁷⁰ en regiones con características similares y en la RBTC; donde el número de géneros de endoparásitos es mayor en las zorras que en los coyotes. Sin embargo no se reporta una explicación de dicha tendencia. Quizá la dieta pueda estar influyendo ya que se considera que zorra tiende a ser más carnívora mientras que el coyote es considerado omnívoro.^{3, 37, 40, 41, 42} O a factores sociales como la tendencia de la zorra a formar pequeños grupos familiares mientras que el coyote por lo general es solitario,^{3, 37}

debido a que la transmisión de ciertos patógenos está influida por el contacto o cercanía entre individuos.

Así mismo, se contabilizó un mayor número de muestras positivas en zorras que en coyotes, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para determinar si había diferencias estadísticas, los resultados estadísticos coincidieron favoreciendo a las zorras.

Pese a lo esperado según lo que reporta la literatura, las poblaciones de coyote y zorra solo tuvieron en común la presencia de *Toxascaris leonina*. Esto, como se mencionó anteriormente, puede deberse al consumo de ratones (que forman parte de la dieta de ambos cánidos) que son reservorios de este parásito y a la alta prevalencia que presentó en este estudio. En estudios realizados en México con condiciones ambientales similares al presente, coinciden para ambas especies de cánidos los géneros *Ancylostoma*, *Strongyloides*, *Toxocara*, *Toxascaris* y *Cystoisospora*.^{29, 30, 70}

La riqueza parasitaria estudiada en excretas de animales de vida silvestre utilizando métodos no invasivos puede presentar ciertas desventajas en cuanto a la frescura de las mismas, además algunos estudios mencionan que algunas especies presentan una fluctuación diaria bastante regular en la expulsión de huevos y larvas por parte de las hembras de los nematodos. Otros factores que debemos tomar en cuenta son que las formas parasitarias no se encuentran repartidas uniformemente en las heces, lo que condiciona cierto error en el muestreo y por último, la cantidad de heces eliminadas puede afectar al número de formas parasitarias por unidad de peso.¹²⁵

Prevalencia parasitaria:

Tanto la prevalencia como la abundancia fue mayor en zorra (10.98%) que en el coyote (5.71%). La prevalencia más alta fue la de las coccidias en zorra (4.87%) y la de la especie *Toxascaris leonina* en coyote y zorra que suman 4.39%, coincidiendo con lo reportado por Muñoz²⁹ donde la prevalencia de la misma especie en coyote fue la mayor para el tipo de vegetación de desiertos y pastizales con 16.4% y también con el trabajo de Mino,³⁰ que al igual que en este estudio *T. leonina* estuvo presente tanto en coyote como en zorra con una prevalencia de 9% y 17% respectivamente. Esto puede deberse a la alta resistencia de sus huevos hacia las condiciones ambientales debido a las tres capas que conforman el huevo, a que puede presentar ciclos tanto directos como indirectos y a que tiene como hospedero intermediario a los ratones de los cuales se alimentan ambos cánidos. Las coccidias son consideradas comunes en los canidos y han sido reportadas en repetidas ocasiones y lugares.²⁹

Otros estudios reportan alta viabilidad en huevos de *Taenia*, *Toxascaris*, *Trichuris* y estrombilidos.^{126, 127, 128}

Por otro lado, la prevalencia menor para coyote se encontró en el género *Ancylostoma* (0.95%) que difiere a lo reportado por Mino³⁰ (18%) que significa una prevalencia intermedia para su estudio. Este parásito se ha considerado un regulador natural de las poblaciones silvestres de coyote¹²⁹ y funciona como un importante factor de mortalidad neonatal.⁹⁸

Los valores más bajos para zorra los obtuvieron *Cystoisospora*, *Uncinaria* y *Trichuris* (1.22% cada uno). La prevalencia observada en el género *Uncinaria* contrasta con lo reportado por Hernández-Camacho⁷⁰ donde se encontró una prevalencia alta (15.26%) y sin embargo coincide con la baja prevalencia para el

caso de *Trichuris* (0.4%) y con otros estudios que reportan datos menores al 1% como los de Pence y Meinzer (1979)⁸⁶ y Marquard-Petersen (1997).¹³⁰ Debemos tomar en cuenta la influencia de factores que variaban entre transectos y letrinas como los microclimas presentes que propiciaban diferencias en sombra, humedad y radiación solar que afectaban la frescura e integridad de la excreta. Cabe mencionar que tanto cánidos domésticos como silvestres son hospederos de *Trichuris sp.* y constituyen sus reservorios.^{11,51}

Por su parte *Taenia* presentó una prevalencia intermedia con 1.9% y solo se encontró en coyote, este género había sido reportado por Mino³⁰ con una prevalencia baja para su estudio de 9%. Muchos vertebrados que son parte de la dieta del coyote funcionan como hospederos intermediarios de estos cestodos, todos ellos pueden ser fuentes de infestación. Es probable que los coyotes estén parasitándose a través del consumo de vísceras infestadas.

Al realizar una comparación entre las prevalencias parasitarias obtenidas en la época de lluvias y en la época de sequía no se encontraron diferencias estadísticas, la prevalencia general en lluvias fue de 14.99% y en sequía de 16.97%. Particularmente en temporada de lluvias, para el coyote solo se encontró el género *Ancylostoma* con una prevalencia de 6.66% y para la zorra el género *Cystoisospora* cuya prevalencia fue mayor a la del coyote con 8.33%. Mientras que en época de sequía, en coyote se encontró un huevo de ascárido, el género *Taenia* y la especie *Toxascaris leonina*, cuya prevalencia fue de 1.11%, 2.22% y 2.22% para cada uno, sumando 5.55%. Para la zorra se identificó la especie *T. leonina*, el género *Trichuris*, *Uncinaria* y la subclase Coccidia, con una prevalencia de 2.85%, 1.42%, 1.42% y 5.71% respectivamente, sumando 11.42% lo que significa que en ambas temporadas la prevalencia en zorras fue mayor.

En el estudio de Hernández-Camacho⁷⁰ sobre parásitos gastrointestinales en zorra gris, también se comparó la prevalencia entre la estación seca y húmeda, no encontrando diferencias entre ambas, argumentando que probablemente el proceso de transmisión parasitaria se deba a una combinación de factores y sugiere que la composición parasitaria permanece relativamente constante a través del año.

La mayor cantidad de muestras se encontraron y colectaron durante la época de sequías, esto pudo deberse a que durante la temporada de lluvias la precipitación lava las excretas dificultando su identificación y colecta, en ocasiones quedaba muy poca muestra y en condiciones que no era posible su colecta. Esto es atribuible a la exposición ambiental directa, lo que favorece su rápida degradación.¹³¹

Carga parasitaria:

La carga parasitaria presente en un hospedero está relacionada con la dosis que recibe (dosis infectante) y el ritmo con que le llegan los agentes patógenos.⁵³ Los géneros que ocasionaron mayores incrementos en el recuento de hpg fueron *Cystoisospora* con 5850 hpg y 117 huevos, *Uncinaria* con 4750 hpg y 95 huevos, ambos en zorra, y el género *Taenia* con 3700 hpg y 74 huevos en coyote, a pesar de que *Cystoisospora* y *Uncinaria* solo se presentaron en una ocasión y *Taenia* en dos e individualmente apenas representan el 6.6%, 6.6% y 13.3% respectivamente del total de las muestras positivas. En conjunto, los géneros anteriores suman 26.6% lo que equivale a una cuarta parte de las 15 muestras positivas, pero representan el 66.9% de todos los hpg encontrados, es decir, más de la mitad de los huevos contabilizados pertenecen solo a estos tres géneros. Pequeñas cargas parasitarias (infecciones de baja intensidad) pueden

ser soportadas sin manifestaciones clínicas, porque los mecanismos compensadores y reguladores del organismo pueden reparar la alteración. En cambio dosis únicas elevadas o infecciones reiteradas y prolongadas en el tiempo, pueden resultar netamente morbígenas.⁵³

En un estudio realizado con parásitos gastrointestinales en rumiantes, se encontró que los estróngilos presentaban mayor número de hpg y lo asociaron al ciclo biológico directo y a la resistencia a las condiciones adversas del medio externo de los huevos embrionados y de las larvas infestantes.¹²⁴ Sin embargo, aunque *Uncinaria* presentó alto recuento de hpg el otro estróngilo encontrado en este estudio (*Ancylostoma*) resultó con la menor carga parasitaria (50). Esto puede estar relacionado a la diferencia en las temporadas de colectas, en este estudio la muestra conteniente al género *Ancylostoma* se colectó en época de lluvias y, como se mencionó anteriormente, las lluvias lavan y dificultan las colectas, mientras que la deyección donde se encontró a *Uncinaria* se colectó en temporada de sequía. En las regiones áridas, el ciclo de vida de los estróngilos digestivos puede desarrollarse completamente, cuyas formas de diseminación parecen resistir bien la desecación.¹³²

A pesar de que los grupos con mayor prevalencia fueron las coccidias y *T. leonina* que se presentaron en 4 excretas diferentes y en época de sequía, su carga parasitaria fue baja.

La variabilidad en la distribución de las cargas parasitarias de las poblaciones de hospederos refleja la heterogeneidad en la predisposición de algunos individuos para infestarse con mayores cargas y con mayor diversidad de especies de parásitos que otros, aún estando bajo las mismas condiciones de exposición. Estas diferencias en la resistencia a las infecciones parasitarias están

relacionadas a factores genéticos,¹³³ fisiológicos, edad, sexo, condiciones de estrés,¹²⁴ contacto directo o indirecto con otros animales silvestres y domésticos,⁵³ etc. Un elevado número de hpg de parásitos gastrointestinales, sugiere la presencia en dicho animal de una elevada carga parasitaria.

Variación anual:

El mayor número de muestras positivas se colectaron durante la temporada de sequía (13/15), entre los meses de noviembre a enero. Específicamente en el mes de noviembre se obtuvo el 40% de resultados positivos y 33.3% en el mes de enero, lo cual indica que durante estos meses se obtuvo casi tres cuartas partes del total de positivos (73.3%). Cabe mencionar que la época de lluvias finaliza en octubre, por lo tanto en noviembre aún existe suficiente humedad en el ambiente pues el cambio de una temporada a otra no es drástico, por lo que se puede decir que existe un periodo de transición entre la época de lluvias y la de sequía que al parecer favorece la presencia de endoparásitos.

Los meses de mayor prevalencia parasitaria coinciden con la temporada de formación de parejas y apareamiento en ambos cánidos,^{3,37} lo que puede favorecer el contacto entre congéneres ocasionando una mayor probabilidad de contagio. Se ha registrado que varias conductas sociales y de apareamiento en animales silvestres tienen como consecuencia la transmisión de patógenos, sobre todo en las especies sociales.¹³⁴

El grupo de las coccidias, que ataca a ambos cánidos principalmente en los primeros meses del desarrollo, fueron encontradas en las muestras de diciembre y enero. El género *Cystoisospora* solo se presentó en lluvias (agosto), cuando existe mayor humedad en el ambiente que es favorable para a este tipo de endoparásitos.

En cuanto a los nematodos, *Ancylostoma* se presentó en época de lluvias (junio) y *Uncinaria* al inicio de sequías (noviembre) cuando las precipitaciones pluviales disminuyeron pero aún hay humedad en el ambiente, esto puede deberse a que se trata de helmintos que utilizan el estadio evolutivo de larva como método de transmisión y esta forma larvaria es vulnerable a las condiciones ambientales lo que hace probable que en los meses más secos se reduzca su transmisión.

Los helmintos transmitidos a través de huevos (*T. leonina*, *Trichuris* y *Taenia*) pueden estar presentes en ambas temporadas, debido a que los huevos presentan mayor resistencia al ambiente.^{79, 135}

Es probable que la disponibilidad de alimento que varía con la estacionalidad también sea un factor que influya en la prevalencia de parásitos gastrointestinales, debido a que el tipo de alimento se relaciona con la presencia de formas infectantes de algunos parásitos como *T. leonina* en ratones y *Taenia* en una gran variedad de vertebrados. Así mismo, al reducirse la disponibilidad de agua, los animales silvestres recurren a las escasas fuentes de agua artificiales que usan también los animales domésticos, favoreciendo la transmisión parasitaria. Las deficiencias alimentarias en calidad y cantidad, situación de estrés, etc. que tienden a presentarse en la temporada de sequías provocan que los animales sean más vulnerables en la regulación de las dosis infectantes y por lo tanto a las enfermedades parasitarias¹² y estas pueden ser algunas de las causas para que se encontraran más muestras positivas durante esta temporada.

Es posible que exista una fuente de infestación entre coyotes, zorras y perros en el área de estudio, ya que las especies taxonómicamente relacionadas comparten los mismos tipos de parásitos y el contacto con patógenos puede

presentarse cuando comparten un área en común, ya sea por el alimento al consumir el mismo tipo de presas que pueden ser reservorios de parásitos, consumo de vísceras infestadas de animales domésticos, consumo de agua contaminada, a través de excrementos, fluidos corporales como saliva, aerosoles, suelo pues las larvas infectantes de algunos parásitos como *Ancylostoma* sp. y *Uncinaria* sp. pueden atravesar piel intacta respondiendo a estímulos térmicos y químicos;¹² por citar algunos ejemplos.

Los parásitos de los géneros *Ancylostoma*, *Uncinaria*, *Trichuris*, *Toxascaris* y *Taenia* son considerados zoonóticos y pueden parasitar tanto a cánidos domésticos como silvestres. La infección en humanos por *Ancylostoma* y *Uncinaria* es accidental, las larvas atraviesan la piel pudiendo realizar migración somática.²⁹ La ingestión de los huevos de *Trichuris*, *Toxascaris* y *Taenia* puede provocar una parasitosis que representa un serio problema de salud pública.^{12, 15}

8.- CONCLUSIONES:

- Los parásitos gastrointestinales encontrados en este trabajo habían sido reportados en otros estudios, fueron el orden Coccidia, la subclase Ascarida, los géneros *Cystoisospora*, *Taenia*, *Ancylostoma*, *Uncinaria*, *Trichuris* y la especie *Toxocara leonina*, contribuyendo así al conocimiento de endoparásitos de coyote y zorra en México, en la RBTC y la zona de estudio.
- No se encontró diferencia en la riqueza parasitaria entre ambos cánidos.
- Debido a que coyotes y zorras comparten el mismo territorio puede haber una transmisión de parásitos entre ellos. Sin embargo, en este trabajo solo *T. leonina* estuvo presente en ambas especies.
- El número de muestras positivas y la prevalencia parasitaria fue mayor en zorra que en coyote, pero no se encontraron diferencias estadísticas en las prevalencias entre las temporadas de lluvia y de sequía.
- Se encontró que la carga parasitaria (intensidad) fue mayor en zorra que en coyote.
- La mayor cantidad de muestras positivas se encontraron en los meses de noviembre y enero coincidiendo con la temporada de formación de parejas en ambos cánidos y los parásitos que se presentaron en por lo menos dos meses diferentes fueron *Toxascaris leonina*, *Taenia* y las coccidias.
- La presencia de animales domésticos en zonas cercanas a la RBTC favorece la transmisión de parásitos entre ellos y la fauna silvestre.
- Las excretas de animales parasitados (domésticos y silvestres) son una fuente potencial de infección para las personas que viven en las cercanías (parásitos zoonóticos como *Ancylostoma sp.*, *Uncinaria sp.*, *Toxascaris leonina*, *Trichuris* y *Taenia spp.*).

9.- REFERENCIAS:

- 1 Rzedowski J. La vegetación de México. Limusa, México. D.F., 1981.
- 2 Hernández-Huerta. Los Carnívoros y sus Perspectivas de Conservación en las Áreas Protegidas de México. Acta Zoológica Mexicana. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, Méx. 1992; 54: 23.
- 3 Ceballos G y Galindo C. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Edit. Limusa. México, 1984.
- 4 Servín J, Chacón E y Huxley C. ¿La disponibilidad del alimento influye en el tamaño del ámbito hogareño de coyote (*Canis latrans*)? Simposio Fauna Silvestre 2000; 18:125-129.
- 5 Ceballos G, Blanco S, González C y Martínez E. “*Urocyon cinereoargenteus* (zorras grises), distribución potencial”. Extraído del proyecto DS006 “Modelación de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP” Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México; 2006.
- 6 Gehrt S y Prange S. Interference competition between coyotes and raccoons: a test of the mesopredator release hypothesis. Behavioral Ecology 2006; 18: 204-214.
- 7 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002 (2da sección). México.
- 8 Miller B, Dugelby B, Foreman D, Martinez del Río C, Noss R., Phillips M, et al. Endangered Species 2001; 18(5): 202-210.
- 9 Diario Oficial de la Federación (D.O.F.); 1998.
- 10 Ballweber LR. Veterinary Parasitology. The practical veterinary. Butterworth-Heinemann, 2001.
- 11 Bowman DD. Georgis' Parasitology for veterinarians. Saunders-Elsevier, 9th edition, 2009.

- 12 Cordero CM, Rojo VF, Martínez FA, Sánchez AM, Hernández RS, Navarrete LC, Díez BP, Quiroz RH y Carbalho VM. *Parasitología Veterinaria*. Mc Graw Hill, 2001.
- 13 Jenkins EJ, Schurer JM y Gesy KM. Old problems on a new playing field: helminth zoonoses transmitted among dogs, wildlife and people in a changing northern climate. *Veterinary Parasitology* 2001; 182: 54-69.
- 14 Muller R y Wakelin D. *Worms and human disease*. CABI Publishing 2nd edition, 2002.
- 15 Roberts SL y Janovi J. *Foundations of Parasitology* in: Schmidt and Roberts' Editors. Mac Graw Hill, 8th edition, 2009.
- 16 Samuel WM, Pibus MJ y Kocan AA. *Parasities Diseases of Wild Mammals*. Iowa State University Press. 2nd edition, 2001.
- 17 Awachie JBE. On *Porocephalus subulifer* (Leuckart) and *Raillietiella boulengeri* Valey et Sambon (Pentastomida) from ophidian hosts in Nigeria. *Acta Parasitol* 1972; 20: 189-196.
- 18 Baer JG. Host reactions in young birds to naturally occurring super infections with *Por rocaecumn ensicaudatuin*. *J. Helminthol. R. T. Leiper Suppl.* 1961; 1-4.
- 19 Blackmore DK and Owen DG. Ectoparasites: their significance in British wild rodents. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 1968; 24: 199-220.
- 20 Cameron TWM. Host specificity and the evolution of helminthic parasites. *Adv. Parasitol.* 1964; 2:1-34.
- 21 Custer JW and Pence DB. Ecological analyses of helminth populations of wild canids from the Gulf coastal praries of Texas and Lousiana. *The Journal of Parasitology* 1981; 67(3): 289-307.
- 22 Jenkin CR. Heterophile antigens and their significance in the host-parasite relationship. *Adv. Immunol.* 1963; 3: 351-376.
- 23 Sandground JH. A consideration of the relation of host-specificity of helminths and other metazoan parasites to the phenomena of age-resistance and acquired immunity. *Parasitology* 1929; 21: 227-255.
- 24 Segun A0. Acephaline gregarines of British earthworms-their possible host specificity. *Parasitology* 1971; 62: 389-396.
- 25 Stunkard HW. Host-specificity and parallel evolution of parasitic flatworms. *Z. Tropenmed. Parasitology* 1957; 8: 254-263.

- 26 Vinson SB y GF Iwantsch. Host suitability for insect parasitoids. *Annu. Rev. Entomol.* 1980; 24: 397-419.
- 27 Wrising JA, Acevedo CC, Lariviere S y Murray LD. Patterns of gastrointestinal parasitism among five sympatric prairie carnivores: Are males reservoirs?. *Journal of Parasitology* 2007; 93(3): 504-510.
- 28 Freeland WJ. Parasites and the Coexistence of Animal Host Species *The American Naturalist* 1983; 121(2).
- 29 Muñoz C. Efecto de la dieta sobre los endoparásitos presentes en heces de coyote (*Canis latrans*) según el tipo de hábitat en México. (Tesis de Maestría). México D.F.: UNAM, 2009.
- 30 Mino BD. Identificación de parásitos gastrointestinales en carnívoros predominantes en Cerro Colorado Tehuacán, Puebla. (Tesis de Licenciatura). Puebla (Puebla): UMP, 2011.
- 31 Criffield MA, Reichard MV, Hellgren EC, Leslie DM y Freel K. Parasites of Swift Fox (*Vulpes velox*) in Oklahoma Panhandle. *The Southeastern Naturalist* 2009; 54(4): 492-498.
- 32 Miller DS, Campbell BG, McLean RG, Campos E, y Covell DF. Parasites of Swift Fox (*Vulpes velox*) From Southeastern Colorado. *The Southeastern Naturalist* 1998; 43(4): 476-479.
- 33 Castillo PC. Estudio taxonómico de ooquistes de protozoos en zorro gris (*Pseudalopex griseus*), en la XII región de Magallanes. (Tesis de licenciatura). Chile. 2005.
- 34 Fiorello CV, Robbins RG, Maffei L y Wade SE. [Parasites of free-ranging small canids and felids in the Bolivian Chaco.](#) *Journal of Zoo Wildlife Medicine* 2006; 37(2): 130-134.
- 35 Fuchs L, Baldone V, Rojas M, Fort M, Giménez H y Kin M. Endoparásitos hallados en el zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en la provincia de La Pampa, Argentina. <http://www.produccionovina.com>
- 36 Gese EM. Survey and Census Techniques for Canids. USDA. National Wildlife Research Center-Staff Publications 2004.
- 37 Ceballos G y Oliva G. Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-Conabio. México, 2005.
- 38 Andelt WF. Behavioral ecology of coyotes in South Texas. *Wildlife Monographs*, 1985; 94:1-45.

- 39 Bekoff M y Wells MC. The social ecology of coyotes. *Scientific American*, 1980; 242: 130-148.
- 40 Delibes M, Hernández L y Hiraldo. Comparative food habits of three carnivores in Western Sierra Madre, Mexico. *Eitschrift fur Sa ugetierkunder* 1989; 54:107-110.
- 41 Servin J y Huxley C. La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* 1991; 44:1-26
- 42 Aranda M, López N y López L. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 1995. 65:89-99.
- 43 Gómez VE. Importancia del coyote para la ganadería en el Valle de Perote. (Tesis de Maestría – Instituto de Ecología A.C.) 2005. [En línea]. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/3692/1/23915.pdf>
- 44 Gese EM, Bekoff M, Andelt W, Carbyn L y Knowlton F. *Canis latrans*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. [En línea]. Disponible en: <www.iucnredlist.org>.
- 45 Ozoga JJ y Harger ME. Winter activities and feeding habits of Northern Michigan coyotes. *J. Wildl. Manage* 1966; 30:809-818.
- 46 Nicholson WS, Hill PE y Briggs D. Denning, pug rearing and dispersal in the gray fox in east-central Alabama. *Journal of Wildlife Management* 1985; 49:33-37.
- 47 Carey AB. The ecology if red foxes, gray foxes and rabies in the eastern United States. *Wildlife Society Bulletin* 1982; 10:18-26.
- 48 Cypher BL y Fuller TK. *Urocyon cinereoargenteus*. 2008. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. [En línea]. Disponible en: <www.iucnredlist.org>.
- 49 Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010, Santiago Chazumba, Oaxaca, México.
- 50 Hudson P. *Parasitism and Ecosystems*. OXFORD University Press. NY. 2006.
- 51 Schmitd-Hempel P. *Evolutionary parasitology: the Integrated study of infections, immunology, ecology and genetics*. Oxford University Press, 2011.

- 52 Begon M, Harper JL y Townsend CR. Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades. Edit. Omega, 3ra edición. Barcelona. 2000.
- 53 Quiroz RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animals domésticos, edit. Limusa, 6ta reimpresión, México, 2000.
- 54 Thomas F, Renaud F y Guégan J-F. Parasitism and Ecosystems. OXFORD University Press NY. 2006.
- 55 Hickman CP, Roberts LS, Larson A, Anson H y Eisenhour D. Principios Integrales de Zoología. 13va edición, McGraw-Hill. España, 2006.
- 56 Vinson SB. Host selection by insect parasitoids. *Annu. Rev. Entomol.* 1976; 21:109-133.
- 57 Michajlow W. Problems of evolution of parasitism in Euglenoidina (Flagellata)-parasites of Copepoda. *Acta Parasitol. Pol.* 1972; .20:1-34.
- 58 Read CP. The vertebrate small intestine as an environment for parasitic helminths. *Rice Inst. Pam.* 1970; 34:A2.
- 59 Stefanski W. Effect of alimentary tract microorganisms on development of *Trichinella spiralis* in mice. *Exp. Parasitol.* 1966; 18:92-98.
- 60 Lafferty KD and Holt RD. How should environmental stress affect the population dynamics of disease? *Ecology Letters* 2003; 6: 797–802.
- 61 McCallum HI y Dobson AP. Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 1995; 10: 190–194.
- 62 Woodroffe R. Managing threats to wild mammals. *Animal Conservation* 1999; 2: 185–193.
- 63 Gog J, Woodroffe R, y Swinton J. Disease in endangered metapopulations: the importance of alternative hosts. *Proceedings of the Royal Society of London Series B—Biological Sciences* 2002; 269: 671–676.
- 64 Roelke-Parker ME, Munson L, Packer C, Kock R, Cleaveland S, Carpenter M, *et al.* Acanine distemper virus epidemic in Serengeti lions (*Panthera leo*). *Nature* 1996; 379: 441–445.
- 65 Lafferty KD y Gerber L. Good medicine for conservation biology: the intersection of epidemiology and conservation theory. *Conservation Biology* 2002; 16: 593–604.
- 66 Anderson RC. The ecological relationships of meningeal worm and native cervids in North America. *Journal of Wildlife Diseases* 1972; 8: 304–310.

- 67 Warner RE. The role of introduced diseases in the extinction of the endemic Hawaiian avifauna. *Condor* 1968; 70: 101–120.
- 68 Daszak P, Cunningham AA y Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. *Science* 2000; 287: 443–449.
- 69 Torchin ME, Lafferty KD, Dobson AP, McKenzie VJ y Kuris AM. Introduced species and their missing parasites. *Nature* 2003; 421: 628–630.
- 70 Hernández-Camacho N, Pineda-López R, López-González CA y Jones RW. Nematodes parasites of the gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*, Schreber, 1975) in the seasonally dry tropical highlands of central México. *Parasitology Research* 2010; 10: 1-7.
- 71 Arther RG y Post G. Coccidia of coyotes in eastern Colorado. *Journal of Wildlife Diseases* 1977; 13:97-100.
- 72 Conder GA y Loveless MR. Parasites of the coyote (*Canis latrans*) in central UTAH. *Journal of Wildlife Diseases* 1978; 14: 247-249.
- 73 Cummings CA, Kocan AA, Barker RW y Duvey JP. Muscular Sarcocystosis in Coyote from Oklahoma. *Journal of Wildlife Diseases* 2000; 36 (4): 761-763.
- 74 Davis DS, Robinson RM y Craig TM. Naturally occurring hepatozoonosis in a coyote. *Journal of Wildlife Diseases* 1978; 14: 244-246.
- 75 Duszynski W, Lee CD y Upton JS. Coccidia (Eimeriidae) of Canidae and Felidae .2000. [En línea]. Disponible en: <http://biology.unm.edu/biology/coccidia/carniv1.html>.
- 76 Gompper ME, Goodman RM, Kays RW, Ray JC y Fiorello CV. A survey of the parasites of coyotes (*Canis latrans*) in New York base don fecal analysis. *Journal of Wildlife Diseases* 2003; 39(3): 712-717.
- 77 Groggi M, Kuhn RE, Davis DS y Green EG. Antibodies to *Trypanosoma cruzi* in coyotes in Texas. *Journal of Parasitology* 1984; 70: 189-191.
- 78 Holzman S, Conroy MJ y Davidson R D. Diseases parasites and survival of coyotes in south-central Georgia. *Journal of Wildlife Diseases* 1992; 28 (4): 572-580.
- 79 Marchiondo AA, Duszynski W y Maupin OG. Prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in wild and domestic animals of New Mexico, Arizona and Colorado. *Journal of Wildlife Diseases*; 1976; 12: 226-232.

- 80 Niehaus C, Valerio I, Blanco K y Chinchilla M. Presencia de protozoarios y microorganismos relacionados con procesos de inmunosupresión humana en coyotes (*Canis latrans*: Canidae) del Parque Nacional Volcán Irazú y campo agrícola limítrofe en Costa Rica Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol. 2011; 70(2): 197-205
- 81 Niehaus C, Valerio I, Blanco K y Chinchilla M. Infecciones parasitarias del coyote, *Canis latrans* (Carnivora: Canidae) en un Parque Nacional y una zona Agrícola en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 2012; 60(2): 799-808.
- 82 Trout D. Protozoa Diseases in coyote. Journal of Wildlife Diseases 2006; 20: 124-146
- 83 Davidson WR, Appel M.J, Doster GL, Baker OE. y Brown JF. Diseases and parasites of red foxes, gray foxes, and coyotes from comercial sources selling to fox-cashing enclosures. Journal of Wildlife Diseases 1992; 14: 244-246.
- 84 Erickson AB. Helminths of Minnesota Canidae in Relation to food Habits and a host list and key to the species reported from North America. American Midland Naturalist 1944; 32: 358-372.
- 85 Foster GW, Main MB, Kinsella JM, Terrel SP y Forrester JD. Parasitic Helminths and Arthropods of coyotes (*Canis latrans*) for Florida, U.S.A. Comparative Parasitology 2003; 70(2): 162-166.
- 86 Pence DB y Meinzer PW. Helminth parasitism in the coyote *Canis latrans* from the rolling plains of Texas. International Journal of Parasitology 1979; 9: 339- 344.
- 87 Pence DB y Eason S. Comparison of the helminth faunas of two sympatric top carnivores from the rolling plains of Texas. International Journal of Parasitology 1980; 66(1): 115-120.
- 88 Pence DB y Windberg AL. Populations dynamics across selected habitat variables of the helminth community in coyotes, *Canis latrans*, from south of Texas Journal of Parasitology 1984; 70(5): 735-746.
- 89 Radomski AA y Pence DB. Persistence of a recurrent group of intestinal helminth species in a coyote population from southern Texas. Journal Parasitology 1993; 79(3): 371-378.
- 90 Sese FM, Sterner MC y Worley DE. Helminths of the coyote (*Canis latrans* Say) in Montana. Journal of Wildlife Diseases 1983; 19(1) 54-55.

- 91 Thornton JE, Bell RR, y Reardon JM. Internal parasites of coyotes in southern Texas. *Journal of Wildlife Diseases* 1974; 10:232-236.
- 92 Ameel JD. Parasites of the Coyote in Kansas. *Kansas Academy of Science* 1955; 58(2): 208-210
- 93 Butler JM, y Grundmann AW. The intestinal helminths of the coyote (*Canis latrans* Say) in Montana. *Journal of Parasitology* 1954; 40: 440-443.
- 94 Franson JC, Jorgenson DR, Boggess KE y Greve HJ. Gastrointestinal parasitism of Iowa coyotes in relation to age. *J. Parasitol.* 1978; 64: 303-305.
- 95 Freeman RS, Adorjan A y Pimlott HD. Cestodes of wolves, coyotes and cotote-dog hybrids in Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 1961; 39: 527-532.
- 96 Gier HT Y Ameel JD. Parasites and diseases of Kansas coyotes. *Kansas State University Agr. Exptl. Sta. Tech. Bull.* 1959; 91:1-34
- 97 Hamilton PC. A new species of *Taenia* from coyote. *Transactions of the American Microscopical Society* 1940; 59(1): 64-69.
- 98 Henke SE, Pence BD y Bryant CF. Effect of short-term coyote removal on populations of coyote helminths. *Journal of Wildlife Diseases* 2002; 38(1): 54-67.
- 99 Lieby D, Carney PW y Woods EC. Studies on sylvatic *Echinococcosis* III. Host occurrence and geographic distribution of *Echinococcus multilocularis* in the north central United States. *The Journal of Parasitology* 1970; 56(6): 1141-1150.
- 100 Liu KM, Schwabe CW, Schantz PM y Allison NM. the ocurrence of *Echinococcus granulosus* in coyotes (*Canis latrans*) in the valley of California. *The Journal of Parasitology* 1970; 56(6): 1135-1137.
- 101 Miller MJ. Hydatid infection in Canada. *Can. Med. Assoc. J.*, 1953; 68: 423-434.
- 102 Romano MN, Brunetti OA, Schuwabe CW y Rosen M R. Probable transmission of *Echinococcus granulosus* between deer and coyotes in California. *Journal of Wildlife Diseases* 1974; 10: 225-227.
- 103 Swetaman GT. Distribution and insidence of *Echinococcus granulosus* in man and other animals with special reference to Canada. *Canadian Journal of Public Health* 1952; 43: 480- 486.

- 104 Van Den Bussche RA, Kennedy LM y Walter E. Helminth Parasites of the Coyote (*Canis latrans*) in Tennessee Wilhelm. *The Journal of Parasitology* 1987; 73(2): 327-332.
- 105 Foreyt WJ y KM Foreyt. Attempted transmission of *Oslerus osleri* (*Filaroides osleri*) from coyotes to domestic dogs and coyotes. *The Journal of Parasitology* 1981; 67(2): 284-286.
- 106 Hernández-Camacho N y Pineda-López RF. Primer registro de *Dirofilaria immitis* (Spirurida: Onchocercidae) en coyotes en México. *Acta Zoológica Mexicana* 2012; 28 (3): 659-662.
- 107 Ludwid RG. *Filaroides osleri* in Texas canids. *Southwestern Veterinarian* 1983; 35: 11-195.
- 108 Morrison EE, y Gier HT. Parasitic infection of *Filaroides osleri*, *Capilaria aerophila* and *Spirocerca lupi* in Coyotes from the southwestern U.S. *Journal of Wildlife Diseases* 1979; 15: 557-560.
- 109 Pappas LG y Lunzman TA. Canine Heartworm in the Domestic and Wild Canids of Southeastern Nebraska. *Journal of Parasitology* 1985; 71(6): 828-830.
- 110 Price EW. A list of helminth parasites occurring in Texas. *Journal of Parasitology* 1928; 14: 2001-2011.
- 111 Mapa distrito 02 Huajuapán de León. Disponible en: www.distrito2huajuapan.gob
- 112 Atlas de Carreteras. México desconocido 2008.
- 113 Aranda S M. Rastros de los mamíferos grandes y medianos silvestres de México. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México, 2000.
- 114 Murie J. A field guide to animal tracks. Houghton Mifflin Co. Second Edition, Boston. Peterson Field Guide Series ,1974.
- 115 Bang P y Dahlsrom P. Animal tracks and signs. Collins, London, 1974.
- 116 Barja I. La cuantificación de hormonas esteroides sexuales en heces de lobo ibérico (*Canis lupus signatus*): Un método no invasivo de sexado como alternativa a los análisis. *Oppidum* 2006; 2: 363-380.
- 117 Acevedo HA, Romero E y Quintero T. Manual de prácticas de laboratorio de parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1990.

- 118 Bowman D y Forgy E. Parasitología: diagnósticos en perros y gatos. Clinical Handbook Series. USA, 2003.
- 119 Taylor MA, Coop RL and Wall RL. Veterinary parasitology. Third edit., Oxford: Blackwell, 2007.
- 120 Foreyt, JW. Veterinary Parasitology. Reference Manual. 5th ed. Oxford: Blackwell, 2001.
- 121 Zajac AM y Conboy GA. Veterinary Clinical Parasitology. 8th edit., USA: WILEY-BLACKWELL, 2012.
- 122 Hintze J. NCSS and PASS Trial (Statistic program) Copyright © 2001.
- 123 Hanzen J. y Perry B. The epidemiology diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases; Nairobi, Kenya 1994; 1-171.
- 124 Dominguez G y De la Torre AJ. Aportaciones al conocimiento de los endoparasitos del lobo ibérico (*Canis lupus signatus*, Cabrera 1907) en el Norte de Burgos. Galemys 2002; 14: 49-58.
- 125 Morales G, Pino LA, González de Moreno L y Balestrini C. Efecto de la carga parasitaria y del número de especies de Strongylida sobre el recuento de huevos por gramo en bovinos naturalmente infectados. Veterinaria Trop. 2003; 28(1): 13-24.
- 126 Plachy P, Juris, P y Tomascovicova O. Destruction of *Toxocara canis* and *Asvaris suum* eggs in waste sludge by aerobic stabilization under laboratory conditions, Journal of Helminthology 1993; 30: 139-142.
- 127 Romero NC, Mendoza-Martínez GD, Bustamante LP, María Magdalena Crosby GMM, Ramírez-Durán N. Presencia y viabilidad de *Toxocara* spp en suelos de parques públicos, jardines de casas y heces de perros en Nezahualcóyotl, México Revista Científica Universidad del Zulia Venezuela 2011; XXI(3): 195-201.
- 128 Armstrong AW, Oberg C y Orellana JJ. Presencia de huevos de parásitos con potencial zoonótico en parques y plazas públicas de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía, Chile. Arch. Med. Vet. 2011; 43: 127-134.
- 129 Pence DB, Knowlton FF y Windberg AL. Transmission of *Ancylostoma caninum* and *Alaria marcianae* in coyotes (*Canis latrans*). J. Wildl. Dis. 1988; 24: 560-563.

- 130 Marquard-Petersen, U. Endoparasites of arctic wolves in Greenland. *Arctic* 1997; 50: 349-354.
- 131 Acha PN y Szyfres B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales, Parasitosis. Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C., EEUU. 2003; III: V-XVIII.
- 132 Autmont G, Gauthier D, Coulaud G y Gruner L. Gastro-intestinal parasitism of cattle in native pasture grazing system in Guadeloupe (French West Indies). *Veterinary Parasitology* 1991; 40:29-46.
- 133 Baker R. Genetic resistance to endoparasites in sheep and goats in the tropic and evidence for resistance in some sheep and goats breeds in sub-humid Coastal Kenya. *Animal Genetic Resources Information* 1999; 24:13-30.
- 134 Loehle C.. Social Barriers to Pathogen Transmission in Wild Animal Populations *Ecology* 1995; 76(2): 326-335.
- 135 Zunino MG, De Francesco V M, Kuruc AJ, Schweigmann N, Wisnivesky CC y Jensen O. Contaminación por helmintos en espacios públicos de la provincia de Chubut, Argentina. *Bol. Chil. Parasitol.* 2000; 55: 78-83.