



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**IDENTIFICACIÓN Y PREVALENCIA DE HELMINTOS Y
PROTOZOARIOS DE CARNÍVOROS EN LA RESERVA DE LA
BIÓSFERA DE JANOS, CHIHUAHUA**

TESIS

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

PRESENTA

MANUEL OMAR MOGUEL VILLA

ASESORES:

DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI

DRA. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS

M. EN C. ANDRÉS MAURICIO LÓPEZ PÉREZ

MÉXICO, D.F. 2016



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 mis padres Manuel e Imelda por su paciencia y estar siempre al pendiente apoyándome en el más mínimo detalle. A toda mi familia que siempre me estuvo alentando María Antonieta, José Antonio Moguel y Raquel Cos.

A todos los profesores y tutores que fomentaron el interés hacia la investigación, Oscar Rico, Gerardo Suzán, Evangelina Romero. A mi tutor de campo Andrés Mauricio por estar al pendiente. Al grupo de ecología de enfermedades de la FMVZ y a todos los que estuvieron involucrados de alguna manera en este proyecto.

A todos mis amigos que aportaron una gran experiencia en esta carrera, por sus palabras, viajes y compañía: Fanny, Hugo, Lupita, Beto, María José, David, Ivan, Cesar y Eli.

A la vida misma por permitirme hacer lo que más me gusta, a la música que siempre me acompañó en este proceso de formación y sobre todo a los animales

que me dan una razón para vivir y que sin ellos no se podía concretar este proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN	1
1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- HIPÓTESIS.....	4
3.- OBJETIVO	4
4.- MARCO TEÓRICO	5
4.1.-ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES.....	5
4.2.- CARNÍVOROS COMO HOSPEDEROS RESERVORIOS DE PARÁSITOS: ASPECTOS DE CONSERVACIÓN Y SALUD PÚBLICA	8
4.3.- IMPORTANCIA DE LOS CARNÍVOROS EN LA ECOLOGÍA DE ENFERMEDADES.....	14
4.4.- CICLOS BIOLÓGICOS DE HELMINTOS Y PROTOZOARIOS EN LOS CARNÍVOROS.....	18
4.5.- SALUD PÚBLICA	27

5.- MATERIALES Y MÉTODOS	30
5.1.- ÁREA DE ESTUDIO	30
5.2.- DISEÑO DE MUESTREO.....	31
5.3.- CAPTURA DE ANIMALES	32
5.4.- TOMA DE MUESTRAS	33
5.5.- RECOLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EXCRETAS.....	34
5.6.- EXÁMEN COPROLÓGICO MICROSCÓPICO.....	35
5.7.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
5.7.1. ANÁLISIS DE PREVALENCIA.....	36
5.7.2.- ANÁLISIS DE CARGA PARASITARIA POR ESPECIE.....	36
6.- RESULTADOS	36
7.- DISCUSIÓN	44
8.- CONCLUSIONES	52
9. – LITERATURA CITADA	54

RESUMEN

Los carnívoros silvestres están distribuidos en los diferentes tipos de hábitats del planeta incluso en las zonas urbanas, esto los convierte en reservorios de un alto número de parásitos de los cuales algunos helmintos y protozoarios llegan a ser un problema de salud pública afectando al hombre y a otros animales. El objetivo de este estudio fue identificar los huevos de helmintos y protozoarios en los carnívoros de la Reserva de la Biósfera de Janos, Chihuahua. Para este fin se realizaron capturas y colecta de heces, posteriormente las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Diagnóstico Parasitológico, utilizando las técnicas de flotación, sedimentación y McMaster, para de esta forma poder identificar y cuantificar los huevos de los parásitos. Se analizaron un total de 49 muestras resultando positivas 17, identificando 10 géneros de entre los cuales el nematodo *Pterygodermatites spp.* el cual se reporta por primera vez en *Canis latrans* en México. Los géneros más prevalentes en los carnívoros fueron *Coccidia* y *Toxascaris leonina*. *Lynx rufus* fue la especie con mayor prevalencia a parásitos y *Mephitis mephitis* fue el carnívoro donde se encontró la mayor carga parasitaria.

1.- INTRODUCCIÓN

Existen más de 230 especies del orden *Carnívora* que viven a través de los continentes y en todos los hábitats, desde desiertos a selvas tropicales, de zonas tropicales al ártico, incluyendo zonas urbanas densamente pobladas ¹.

México es considerado uno de los países con mayor diversidad contando con 525 especies de mamíferos, que equivale a 9.69% de las 5416 especies que existen en el mundo, de las cuales 33 (6.2%) son del orden carnívora ^{2,3}. Sin embargo, muchas de estas especies están amenazadas en el mundo debido a varios factores como la pérdida de hábitat y fragmentación del ecosistema, ocasionados principalmente por el aumento de las actividades humanas. Estos factores conllevan a cambios en los ciclos biológicos que llegan a implicar riesgos a la salud humana, ya que pueden alterar la dinámica de los agentes infecciosos y favorecer la aparición de enfermedades por medio del aumento de las tasas de contacto entre individuos susceptibles^{4,5}.

En los últimos años varias epidemias han causado reducciones dramáticas de poblaciones de especies silvestres en varias regiones del planeta como, por ejemplo, distemper en focas, parvovirus en leones, micosis en anfibios y repentinas muertes en mamíferos, aves y tortugas ⁶. El constante crecimiento de la población humana y el uso del suelo han favorecido que cada vez exista un mayor contacto con animales domésticos y silvestres incrementándose el surgimiento de nuevas enfermedades (ébola, ántrax, influenza aviar y SARS) y el riesgo de transmisión de otras ya conocidas ^{6,7}.

Como podemos observar, la pérdida de biodiversidad actual ha llegado al punto en que muchas especies se vean amenazadas o lleguen a extinguirse sin que se pueda detectar su presencia y mucho menos estudiar su biología. Siendo los parásitos agentes claves de esta pérdida⁵. Sin embargo al estudiar a los parásitos podemos obtener información acerca de los hospederos, ya que cada especie de vida libre alberga al menos una especie de parásito⁸. Gracias a este conocimiento es posible suponer que los cambios ambientales, así como los cambios en los ciclos biológicos de los parásitos han conducido al surgimiento de nuevas especies de hospederos, que se han visto seguidas por la divergencia de sus parásitos, dando como resultado la formación de faunas parasitarias específicas. Es por ello que con la evidencia aportada por la presencia de los parásitos, es posible explicar muchos fenómenos biológicos de sus hospederos, tales como su historia evolutiva, biogeografía, migración, entre otras⁹. Aunque todavía nos queda mucho por comprender sobre la evolución de la interacción parásito-hospedador, existen estudios que otorgan bases de ecología evolutiva con claras implicaciones para el bienestar humano¹⁰.

Es por ello que se realizó este estudio en la Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua, ya que es una zona en donde habitan diferentes especies de carnívoros que interactúan con otras especies silvestres, animales domésticos y humanos. Lo que convierte a esta reserva como una zona importante para el estudio de los helmintos y protozoarios de los carnívoros.

2.- HIPÓTESIS

Existen carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua que son reservorios de diferentes helmintos y protozoarios, dado que su hábitat ha sufrido un proceso de fragmentación por el cual aumenta el contacto con diferentes animales silvestres y domésticos.

3.- OBJETIVO

Identificar los huevos y ooquistes de helmintos y protozoarios en los carnívoros de la Reserva de la Biósfera de Janos, Chihuahua.

4.- MARCO TEÓRICO

4.1.-ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES.

Las enfermedades infecciosas emergentes son todas aquellas enfermedades causadas por nuevos patógenos o patógenos que recientemente han aumentado su incidencia, ampliando su distribución geográfica e incorporando huéspedes nuevos o recientemente descubiertos ^{11,12}. Esto incluye una gran variedad de enfermedades humanas, que pueden llegar a convertirse en pandemias como el sida o la tuberculosis, malaria y *Staphylococcus aureus* que han desarrollado resistencia a medicamentos, o las enfermedades que han intervenido en pandemias locales como el Ébola y el Síndrome Pulmonar por Hantavirus o aquellas que simplemente su tratamiento es escaso o se dificulta su prevención como el virus Hendra y Nipah ¹³.

En general las enfermedades emergentes y reemergentes son debidas a factores antropológicos (crecimiento poblacional, factores socioeconómicos, migración y comercio), resistencia a medicamentos y cambios en el hábitat (fragmentación). Sin embargo, existen otras causas que favorecen la aparición de estas enfermedades como la contaminación, la introducción y comercio ilegal de especies silvestres y el cambio climático ¹¹. Desgraciadamente parece evidente que la lista de enfermedades conocidas tiende a incrementar lo que implica una importante carga para la sociedad, la economía global y salud pública ⁵.

En un estudio mencionan que la cifra de patógenos que afectan a la especie humana es de 1415, cifra que puede ser creciente y por lo tanto incompleta. En

este grupo de enfermedades, aproximadamente las proporciones de patógenos en las enfermedades infecciosas emergentes que afectan al humano son debidas a virus en un 44%, bacterias 30%, protozoarios 11%, hongos 9%, y a helmintos con 6%. Estos porcentajes indican que los helmintos parecen ser los patógenos menos emergentes en el ser humano, probablemente esto se deba a su complejo ciclo de vida, que les impide adaptarse a nuevos hospederos¹⁴.

Para abordar más sobre este tema, se tiene que entender el vínculo que existe entre las enfermedades de los animales domésticos y/o silvestres con las enfermedades transmisibles que afectan a la población humana. Al respecto se sabe que el 60.3% de las enfermedades infecciosas emergentes son de origen zoonótico, de este porcentaje el 71.8% se originan en la fauna silvestre, esto apoya la sugerencia de que las enfermedades zoonóticas representan una amenaza creciente y significativa para la salud global^{15,16}.

Gracias a diversos estudios podemos constatar que el número de zoonosis causadas por animales silvestres es apabullante y está en un continuo crecimiento¹⁷. Existen varios ejemplos donde podemos observar la magnitud de varias zoonosis, por ejemplo, de manera general se sabe que el origen del VIH causante de una pandemia y que todavía tiene efectos significativos a nivel mundial, tuvo sus orígenes en los SIVs (Virus de Inmunodeficiencia de los Simios) circulantes en las poblaciones de primates no humanos de África¹⁸, así mismo, el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) apareció en el sur de China a fines del 2002 y amenazó con propagarse a nivel global, estudios demostraron que el reservorio natural del virus eran los murciélagos del género *Rhinolophus*¹⁹. A finales del siglo pasado la enfermedad de Lyme causó un gran impacto en la salud

pública en E.U.A.²⁰ Esta enfermedad que es causada por el agente etiológico *Borrelia burgdorferi* circula entre sus hospederos naturales; el roedor *Peromyscus leucopus* y los ciervos *Odocoileus virginianus*, y que finalmente puede ser transmitida a los humanos accidentalmente cuando son picados por garrapatas infectadas por esta bacteria. Actualmente, existen numerosas zoonosis silvestres como el síndrome pulmonar por Hantavirus, fiebre hemorrágica y leptospirosis, las primeras dos transmitidas por roedores silvestres y en el caso de leptospira por diferentes mamíferos. El agente etiológico *Trypanosoma cruzi*, relacionado con el mal de chagas, sobrevive y se propaga en la naturaleza en un ciclo silvestre que involucra pequeños mamíferos. Así mismo, muchas otras enfermedades zoonóticas de gran importancia involucran especies silvestres en sus ciclos, (como la hidiatosis, trichinelosis, rabia etc.) pero la investigación científica sobre su ecología y epidemiología en la fauna es escasa^{21,22}.

Como se puede observar los patógenos de la fauna silvestre contribuyen al aumento de las enfermedades emergentes y reemergentes como un problema de salud pública. El principal problema, se presenta cuando estos patógenos de hospederos silvestres se transmiten y mutan a la especie humana, sin embargo otra problemática importante es que los patógenos pueden seguir transmitiéndose entre diferentes especies animales y continuar siendo reservorios, convirtiéndose así en enfermedades epizoóticas²¹.

4.2.- CARNÍVOROS COMO HOSPEDEROS RESERVORIOS DE PARÁSITOS: ASPECTOS DE CONSERVACIÓN Y SALUD PÚBLICA

Se sabe que los carnívoros pueden ser reservorios de muchos parásitos; se han reportado 955 parásitos, de los cuales 421 son helmintos, 158 bacterias, 147 artrópodos, 117 protozoarios, 97 virus y 15 hongos. Hasta el momento los cánidos son los que presentan la mayor riqueza de parásitos, siendo la zorra roja (*Vulpes vulpes*) la especie con mas parásitos reportados²³.

De los parásitos reportados en los carnívoros, muchos pueden representar un riesgo de salud para los individuos y las poblaciones de algunas las especies de este orden. Al respecto, Murray et al. ²⁴ encontraron 52 enfermedades infecciosas consideradas como amenazas para diferentes especies de grandes carnívoros terrestres. Del total de enfermedades estudiadas, los autores reportan que el 44% fueron virales, 31% bacterianas, 21% protozoarios y 4% causadas por hongos, algunas de estas enfermedades han tenido como consecuencia la disminución de las poblaciones de grandes carnívoros. Al respecto, se sabe que generalmente la disminución de poblaciones de carnívoros es debida por la pérdida de hábitat o sobrexplotación de los mismos, sin embargo se tiene que prestar atención a las enfermedades infecciosas ya que pueden reducir aun más las poblaciones.

Existen algunas enfermedades que afectan a los carnívoros que son de gran consideración ya que estas pueden llegar a causar la muerte de individuos y a su vez la disminución de su población; en el caso de la familia *Canidae* las enfermedades en las que se observan casos de mortalidad son rabia, moquillo, parvovirus, *Mycobacter* y Blastomycosis. En la familia *Felidae* el Anthrax,

Toxoplasma y Hepatozoon son los agentes que han presentado mayor mortalidad en algunas de estas especies. Sin embargo se reportan aun más agentes para ambas familias de carnívoros aunque éstos no presenten mortalidad ²⁴.

Por otro lado, existen casos reportados en donde los agentes parasitarios han traído como consecuencia la disminución de poblaciones en diferentes partes del mundo. Por ejemplo, el virus de moquillo y parvovirus causó la disminución en un 6% de la población de coyote en Georgia, otro caso es el de león en Tanzania, su población disminuyó en un 33% debido al virus de moquillo, respecto a esto se cree que la transmisión de la enfermedad fue causada por los perros domésticos. Los lobos (*Canis lupus*) también sufrieron disminución de sus poblaciones entre 9% y 60% en diferentes zonas de América del Norte debido a los virus de la rabia, moquillo y parvovirus. En otro caso los perros salvajes de África (*Lycaon pictus*) sufrieron de epizootias como la rabia y moquillo, disminuyendo sus poblaciones de hasta 100% en Kenia. Se cree que en Tanzania y Zambia la bacteria de Anthrax disminuyó las poblaciones hasta un 10% debido al consumo de hipopótamos e impalas infectados con la bacteria ²⁴.

Un aspecto en el cual se debe prestar atención para la conservación de los carnívoros es la introducción de especies aloctonas, es decir especies introducidas por el hombre y de origen distinto a la región en donde se introdujeron. Este elemento es asociado al surgimiento de enfermedades infecciosas en especies silvestres. Por ejemplo la rabia, enfermedad cada vez más distribuida en el mundo, fue introducida en las poblaciones silvestres de mapaches (*Procyon lotor*) en los estados al sur de Nueva York mediante la liberación en la región de mapaches infectados traídos desde otras regiones ²⁵. Otro caso, es el de los

centros de rescate y reproducción en cautiverio de especies silvestres. En estos casos, especies silvestres son concentradas en espacios reducidos, lo cual favorece la transmisión de enfermedades con el riesgo de infectar las poblaciones residentes y receptoras de animales liberados. Esta situación es más común en especies de carnívoros. Por ejemplo, en el programa de reintroducción del hurón de patas negras (*Mustela nigripes*) en Wyoming, E.U.A., seis hurones capturados para el programa de cría en cautiverio poseían parvovirus, la población manejada desapareció totalmente producto de la enfermedad y el programa se vió retrasado varios años²⁶.

El caso de introducción o cercanía con especies domésticas puede traer consecuencias favoreciendo la aparición de enfermedades en especies silvestres²⁷. Por ejemplo, en África la población de perros domésticos que deambulan libremente se caracteriza por una alta tasa de crecimiento alterando la ecología de varias enfermedades infecciosas como la rabia y distemper canino, lo cual ha afectado a varias especies de felinos y caninos silvestres en varias regiones de África²⁸. Otro caso fue el ocurrido en California E.U.A., en un estudio realizado para conocer la ecología de parvovirus canino y calicivirus felino en zorro gris (*Urocyon cinereargenteus*) y en lince rojo (*Lynx rufus*), este estudio demostró que los zorros cercanos a perros domésticos fueron significativamente más seropositivos a parvovirus canino que aquellos zorros mas alejados. Igualmente el mayor número de lince positivo a calicivirus felino fue correlacionado con la presencia de gatos domésticos^{29,30}. En otro estudio se evaluó la presencia de helmintos dañinos en crías de lince ibérico (*Lynx pardinus*). Se analizaron lince, gatos domésticos feral, mangostas (*Herpestes ichneumon*) y cuatro jinetas

(*Genetta genetta*). El parásito *Ancylostoma tubaeforme* fue encontrado en el 80% de los gatos domésticos al igual que *Toxocara cati* (31%), *Joyeuxiella pasquali* (21%), *Mesocestoides sp.* (5%). Estos parásitos fueron encontrados en un sólo lince de los analizados (20%). De las otras especies de carnívoros solamente en una *Helogale párvula* (mangosta) se presentó parasitismo con helmintos no encontrados en lince. Así, el gato doméstico puede ser un importante reservorio de parásitos dañinos para la sobrevivencia del lince ³¹.

Aunque se sabe que la principal causa de la disminución de las poblaciones de carnívoros es debida a factores humanos, las enfermedades infecciosas pueden reducirlas aun más, sobre todo a aquellas poblaciones pequeñas y aisladas. Incluso muchos de los parásitos reportados en los carnívoros son transmitidos al hombre provocando un problema de salud pública ^{32,33}.

Es importante saber que existen virus, bacterias, hongos, protozoarios y helmintos que son transmitidos de carnívoros al hombre, por mencionar algunos ejemplos:

La rabia es probablemente la enfermedad viral más documentada e importante que los carnívoros transmiten al humano. Mientras que agentes bacterianos como *Pasteurella multocida*, *Streptococcus hemolítico*, *Fusobacterium*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium tetani*, *Bartonella spp.*, *Leptospira interrogans* y *Yersenia pestis* han representado muchos casos de hospitalización ²⁴.

Por otro lado, están las enfermedades provocadas por helmintos y protozoarios que representan un alto grupo de zoonosis transmitida por los carnívoros especialmente en las regiones subtropicales y tropicales. Muchos de estos parásitos no son transmitidos directamente, a menudo estos requieren un huésped

intermediario o la maduración en el medio ambiente para completar su ciclo de vida ³⁴.

Especies de felinos del género *Felis* y *Lynx* son los huéspedes definitivos del protozoario *Toxoplasma gondii* causante de la toxoplasmosis, éste parásito se ha extendido a nivel mundial y es de gran importancia para la salud pública. Generalmente la enfermedad es asintomática, sin embargo las mujeres que adquieren el agente en el embarazo puede presentar la muerte del feto. La transmisión de este protozoario es por la salida de ooquistes en las heces de los felinos pero los ooquistes tienen que esporular en el ambiente para que de esta manera puedan transmitirse al humano ³⁵.

Otros protozoarios comunes son *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp., que comúnmente contaminan el agua, transmitiéndose por la ruta fecal-oral y que se pueden encontrar en muchas especies de mamíferos, incluyendo carnívoros domésticos y silvestres³⁶. *Larva migrans* es un parásito de importancia zoonótica del orden Nematoda, principalmente *Toxocara* spp. transmitido por cánidos y félidos. *Baylisascaris* spp. es un nemátodo con impacto en la salud pública, transmitido por los mapaches (*Procyon lotor*), conocido como una causa rara de enfermedad grave en humanos en varias áreas de los Estados Unidos. También se le ha asociado con enfermedad neurológica en aves domésticas y silvestres pudiendo ser un factor en la salud y supervivencia de los animales que comparten hábitat con los mapaches ³⁵. Otra de las enfermedades importantes que los carnívoros transmiten a los humanos, es causada por un grupo de tenias del orden Cestoda, *Echinococcus granulosa* y *E. Multilocularis*. La tenia adulta vive en el intestino de los carnívoros y los huevos se eliminan mediante las heces. *E.*

granulosa involucra como huésped definitivo al perro doméstico y como huésped intermediario a ovejas u otros rumiantes. *E. multilocularis* se mantiene en la naturaleza principalmente por los zorros del ártico, pero también los perros, gatos, lobos y coyotes pueden ser hospederos del parásito^{35,36}.

4.3.- IMPORTANCIA DE LOS CARNÍVOROS EN LA ECOLOGÍA DE ENFERMEDADES

Es bien sabido que los carnívoros son un componente integral en los ecosistemas³⁶. Existen muchas características biológicas y ecológicas que señalan a los carnívoros como un grupo de mamíferos con gran importancia en el estudio de la dinámica de enfermedades. Entre las características que pueden presentar algunas de las especies de este orden son las abundancias, la amplia movilidad y distribución, y la capacidad de adaptación³⁷. Especies como el mapache y el coyote suelen ser especies abundantes y además pueden adaptarse con facilidad a zonas perturbadas y zonas urbanas. Aunado a estas especies y otras, como la zorra gris, el gato montés y el coyote, presentan una amplia distribución que abarca casi todo el hemisferio norte de América³⁸⁻⁴⁰. Todas estas características permiten que los carnívoros silvestres acojan numerosos agentes patógenos contribuyendo a su mantenimiento y transmisión^{32,33}.

Además de lo antes mencionado, los carnívoros como depredadores, presentan un papel ecológico clave en los ecosistemas, y por lo tanto, en la dinámica de las enfermedades. De esta manera llegan a tener un efecto indirecto al regular las poblaciones de hospederos (por ejemplo ratones y liebres) de esta forma evitan que haya una sobrepoblación al eliminar a los individuos débiles y viejos^{41,42}. Sin embargo, la eliminación de un carnívoro superior en un ecosistema puede tener un impacto en la abundancia de las presas y de otros carnívoros afectando las interacciones entre especies así como la estructura de las comunidades ecológicas⁴³.

Como efecto directo esta la transmisión de enfermedades, de este modo, la amplia gama de alimentos presas (invertebrados y grandes herbívoros) que los carnívoros consumen pueden actuar como huéspedes intermediarios de algunos parásitos ⁴⁴. Tal es el caso del jabalí (*Sus scrofa*) que desempeña un papel importante en la transmisión de la triquinelosis donde los carnívoros participan de forma importante en la epidemiología de este parásito dado su hábito caníbal y/o carroñero, al respecto se han identificado larvas de *Trichinella spp.* en más de 80 especies de carnívoros en todo el mundo entre los cuales destacan los zorros ⁴⁵. Las cestodosis particularmente de los géneros *Taenia* y *Echinococcus* son de distribución mundial. Se sabe que los hospederos definitivos de estos helmintos son los cánidos y félidos, mientras que los hospederos intermediarios suelen ser los mamíferos herbívoros en cuyas vísceras se desarrolla el metacéstodo, que según la especie puede ser un cisticerco o quiste hidatídico. Por lo tanto, las teniosis o equinococosis están ligadas al consumo de carne o vísceras de animales herbívoros, por lo que están relacionadas con el contacto con el ganado o hábitos depredadores ⁴⁶.

Por otra parte, conociendo la fauna parasitaria que albergan las presas podemos inferir que parásitos albergan los carnívoros ⁴⁷. Incluso, conociendo los hábitos alimenticios de los carnívoros podemos conocer la prevalencia de los parásitos, ya que estos pueden acumularse a través de diferentes hospederos que ocupan en su ciclo de vida ⁴⁸. Tal es el caso de los parásitos de ciclo heteroxeno como los tremátodos de la subclase Digenea, la tasa de transmisión del huevo al caracol es reducida, por lo que la prevalencia del parásito en el primer hospedero intermediario es baja. En el segundo hospedero intermediario (peces y crustáceos)

se produce una acumulación del parásito, y en el hospedero definitivo puede aparecer una prevalencia de hasta el 100% ⁴². Hablando más específicamente de los carnívoros, la prevalencia del céstodo *Echinococcus multilocularis* en topillos (*Microtus spp.*) suele ser inferior al 1% aunque en las poblaciones de zorros (*Vulpes vulpes*) de la misma región se observa una prevalencia de más del 50%. Ya que un zorro puede comerse hasta 50 topillos en una noche, esto resulta en una elevada tasa de transmisión hacia el hospedero definitivo ⁴².

Es bien sabido que los cánidos silvestres como los coyotes y zorros se adaptan fácilmente a los ecosistemas y condiciones humanas, por lo tanto son especies que acogen innumerables patógenos, bacterias, virus y helmintos de carácter zoonótico o de importancia para los animales domésticos y que a su vez pueden contribuir a su mortalidad ^{49,50}. Estas especies incluso pueden servir como centinelas de la salud ecológica, ya que con ellas se pueden identificar potenciales patógenos emergentes, por ejemplo, pueden detectar la presencia o ausencia de un parásito en particular ⁵¹. De esta manera las especies centinelas pueden ser utilizadas durante las evaluaciones de riesgo para proporcionarnos información sobre las condiciones ambientales de un área durante un brote de una enfermedad ⁵². En un estudio el coyote sirvió como un modelo de centinela para reconstruir la propagación de *Dilofilaria immitis* en el centro de California, este parásito se extendió rápidamente y se observó que se estableció inicialmente en los coyotes que viven en los alrededores de California y posteriormente amplió su gama de focos enzoóticos al centro de California, además se pudo observar que el parásito no reduce la fecundidad del coyote ⁵³. O como el caso de *Echinococcus multilocularis*, donde existe una clara relación entre la prevalencia del parásito en

zorros y las infestaciones en las personas (hospedero intermediario o accidental). Se ha observado que los casos de equinococosis en personas son mas frecuentes en aquellas regiones donde la tasa de infestación en los zorros es mas elevada. Al respecto estudios realizados en Japón han demostrado que la infestación del zorro por *E. multilocularis* depende asimismo de la densidad de población del roedor que actúa como hospedero intermediario ⁴².

4.4.- CICLOS BIOLÓGICOS DE HELMINTOS Y PROTOZOARIOS EN LOS CARNÍVOROS

Se sabe que desde hace millones de años se han establecido interacciones entre carnívoros y parásitos. “Los parásitos han invadido prácticamente todos los organismos de los cuales adquieren alimento y protección” ⁵⁴. Todas las evidencias indican que los parásitos fueron originalmente organismos de vida libre que lograron contacto sistemático con el posible hospedero carnívoro, de lo que devino una asociación exitosa ⁵⁵. Este tipo de relación se llevó a cabo a lo largo del tiempo como un proceso evolutivo, en el cual, el parásito y el carnívoro establecen una selección recíproca donde se adaptan entre sí (coevolución), si no existiera esta adaptación mutua el resultado sería la destrucción de uno o ambos seres ⁵⁵. También se conoce que en condiciones naturales el parasitismo es probablemente una de las formas más importantes de regulación de poblaciones, influyendo en los procesos ecosistémicos mediante la regulación de especies y que a largo plazo puede tener un efecto significativo al producir mortalidades masivas o la disminución en la fertilidad de las especies ⁵⁶.

Los parásitos se pueden diferenciar en dos grandes grupos: microparásitos y macroparásitos. La primer característica que permite distinguir un grupo del otro es el tamaño pero también los diferentes modos de replicación y transmisión ⁵⁷. Los microparásitos que incluyen a los virus, bacterias, rickettsias y protozoarios se replican dentro del hospedero y su modo de transmisión es principalmente por contacto directo con otros hospederos o por la vía de un vector como el mosquito^{45,57}. En contraste los macroparásitos como los nemátodos, tremátodos, céstodos y artrópodos crecen y se reproducen en el hospedero, cumpliendo

distintas fases de crecimiento y desarrollo, generalmente en distintos individuos, a menudo a través de la liberación de huevos y la posterior ingestión de estos (en vida libre) o larvas de parásitos en un nuevo hospedador ^{58,59}.

Por ejemplo, el macroparásito artrópodo *Ixodes ricinus* es el vector transmisor de los microparásitos *Borrelia burgdorferi* y *Babesia divergens* entre otros patógenos ⁴². Esto nos habla de la capacidad adaptativa que el parásito adquiere para seguir transmitiéndose a nuevos hospederos con el fin de seguir reproduciéndose ⁶⁰.

¿Cómo se establece el parásito en su hospedero?, ¿cómo entra el parásito en el hospedero y cuál es el camino que lo lleva a su hábitat final para completar su desarrollo? Los helmintos y protozoarios cumplen su desarrollo por medio de diferentes tipos de ciclos biológicos, estos se pueden definir dependiendo de la especie de parásito, ya que algunos solamente se incorporan a un hospedero para su desarrollo, y muchos otros cumplen con ciclos biológicos más complejos que involucran a más de un hospedero, es decir que los primeros inician y culminan su desarrollo en un solo hospedero, mientras que los segundos inician parte del ciclo biológico en un hospedero, posteriormente migran a otro donde continúan su desarrollo y/o lo finalizan, este proceso puede involucrar a más de dos hospederos ⁵⁷. El contacto con el hospedero y su subsiguiente penetración puede tener lugar a través de una gran variedad de situaciones, entre las cuales la penetración por vía oral tiene lugar cuando de manera fortuita o accidental cuando el hospedero ingiere agua, alimentos vegetales o animales en donde se encuentran las formas infestantes del parásito (quistes y ooquistes de protozoarios, huevos embrionados o larvas de helmintos), cuyo hábitat definitivo se localiza en diferentes regiones del sistema digestivo o respiratorio del hospedero ⁴⁷. El contacto por vía cutánea lo

establecen un gran número de ectoparásitos hematófagos que permanecen en la superficie del hospedero temporalmente, para alimentarse de su sangre. O bien existe una penetración cutánea en donde la forma infestante del parásito penetra por sus propios medios a través del revestimiento cutáneo del hospedero, como las larvas infestantes de *Ancylostoma*⁶¹. Al respecto, la respuesta activa de *Ancylostoma caninum* para penetrar la piel se estimula mediante concentraciones de 3.3 a 4% de CO₂⁶². En otras ocasiones el parásito no puede establecerse por sí mismo en el hospedero, en este caso lo normal es que utilice otro organismo (artrópodo hematófago), y sea introducido por éste mismo cuando se esté alimentando, como por ejemplo la introducción por parte mosquitos anofeles de los esporozoitos causantes del paludismo⁴².

Los parásitos monoxenos o de ciclo directo requieren un solo tipo de hospedero (definitivo), para que su ciclo biológico llegue a completarse, sea cual sea el estadio evolutivo del parásito⁶¹. En algunos casos estos parásitos adquieren formas de resistencia (ooquistes y cubiertas de huevo) que los ayuda frente factores ambientales y propios del hospedero (ph gástrico) y de esta manera puedan completar su desarrollo en el intestino. Tal es el caso de algunos protozoarios, como las Coccidias, que inician su ciclo en el momento que el hospedero ingiere los ooquistes esporulados, estos se reproducen rápidamente en el yeyuno e íleon, posteriormente los ooquistes esporulados se terminan de desarrollar convirtiéndose en coccidias e invaden el intestino grueso, finalmente un gran número de éstas es expulsado en las heces del hospedero permitiendo que sean ingeridas por otros animales, y así se da comienzo a un nuevo ciclo⁵⁴.

Los parásitos heteroxenos o de ciclo indirecto a diferencia de los de ciclo directo requieren una alternancia de hospederos (definitivos e intermediarios), esto quiere decir que este tipo de ciclos están necesariamente relacionados con las cadenas alimentarias ⁶¹. Estos parásitos para lograr un paso a un nuevo hospedero para completar su ciclo biológico y con ello la supervivencia de su especie, desarrollan una forma o estadio que sea capaz de abandonar el organismo de su hospedero y asegurar la propagación a nuevos hospederos. Por ejemplo, los parásitos que se encuentran en vías respiratorias, los huevos y quistes pueden salir directamente mediante la tos o indirectamente a través de la vía digestiva después de que las mucosidades bronquiales que contengan formas de salida hayan sido deglutidas por el hospedero y eliminadas por las heces. Otro ejemplo es el de los parásitos de las vías digestivas, que deben pasar un cierto tiempo en el medio gástrico antes de adquirir la forma metacíclica con capacidad invasora para un nuevo hospedero como los ooquistes de *Toxoplasma gondii* y huevos de algunos helmintos ⁶¹. Algunos parásitos provocan cambios en los hospederos intermediarios, ya sea en su conducta o apariencia de manera que aumente la probabilidad de que éste sea depredado por el hospedador definitivo ^{42,63,64}. Por ejemplo, algunas parasitosis provocan parestesia en los animales infectados, tal es el caso de *Taenia pisciformis*. Esta situación favorece que perros u otros carnívoros hagan presa de él, ingiriendo así la fase del metacéstodo ⁶⁵.

Por otra parte, algunos parásitos de ciclo indirecto penetran por vía cutánea y una vez que acceden en su hospedero, las formas infestantes tienen que conseguir su arribada al sistema orgánico que será su hábitat definitivo en el cual completará su desarrollo. Esto lo consigue gracias a las migraciones en la cual el parásito no solo

se desplaza a través de las cavidades o tejidos del hospedero, si no que además suelen ir acompañadas de un desarrollo progresivo de las formas migratorias siendo el sistema circulatorio hemolinfático el más frecuentemente usado para realizar sus migraciones, ya que éste permitirá alcanzar cualquiera de los sistemas orgánicos que puedan servirles como hábitat definitivo. Al respecto, *Toxocara canis* es considerada por algunos parasitólogos como un recuerdo de las migraciones que pudieron seguir los ancestros de estos ascáridos, cuya forma o vía de penetración pudiera haber sido cutánea ⁶¹. También las larvas de algunos helmintos que emergieron de huevos embrionados pueden iniciar una sencilla migración intraluminal en la cual completaran su desarrollo larvario hasta que adquieran un estadio adulto en la zona del tramo entérico que será su hábitat definitivo ⁵⁴.

Por lo general los parásitos están asociados a una red trófica, estas nos pueden servir para predecir la fauna endoparasitaria de algún hospedero, por ejemplo, en los hospederos de régimen herbívoro podemos encontrar frecuentemente parásitos cuyos ciclos son directos, esto favorece una mayor densidad de este tipo de parásitos. Mientras que los hospederos de régimen carnívoro y omnívoro presentan parásitos de ciclos biológicos indirectos y presentan una densidad baja en el hospedero ⁴⁷.

Los carnívoros participan en muchos ciclos biológicos de helmintos y protozoarios. Por mencionar algunos ejemplos, los felinos son hospederos del protozoario *Toxoplasma gondii*. Varias especies de carnívoros son hospederos de céstodos de los géneros *Taenia*, *Diphylidium*, *Mesocestoides* y *Echinococcus*, estos son parásitos que adquieren los carnívoros a través de la depredación de hospederos

intermediarios como los ovinos, caprinos, bovinos, cerdos, equinos, aves, reptiles, peces, venados, ratas, pulgas y piojos ⁵⁴. Los céstodos son parásitos que en sus formas adultas generalmente se encuentran en el tubo digestivo de los vertebrados y requieren al menos de dos hospederos . Este ciclo comienza cuando del huevo emerge una forma larvaria que es ingerida, y por lo tanto se encuentra en el hospedero intermediario (generalmente un vertebrado), esta larva atraviesa el sistema digestivo donde se enquistas (frecuentemente en vísceras o músculo) ³⁴. Las formas larvarias del hospedero intermediario se pueden reproducir de forma asexual, pero no generan quistes sino que sólo se incrementa el número de tenias, por otro lado cuando los quistes se desarrollan dependiendo de la especie de tenia como el cisticerco (*Taenia solium*) o el quiste hidatídico (*Equinococcus granulosus*) que generalmente se presentan en vertebrados. Posteriormente cuando el hospedero intermediario es ingerido por un depredador el quiste se digiere y de éste se libera el escólex, el cual se fija a la pared intestinal desarrollando al parásito adulto que liberará los huevos en las heces o bien dentro de los proglótidos ³⁴.

También los carnívoros son hospederos de algunos nemátodos como *Toxocara canis*, *Toxocara cati* y *T. leonina*, *Ancylostoma caninum*, *Trichinella spp.*, *Linguatula serrata* entre otros. Por lo general, los nemátodos son parásitos que pueden infestar a casi todos los grupos de animales y plantas. Todos los nemátodos presentan el mismo modelo de ciclo biológico: si partimos de un huevo, este tiene que pasar por cuatro fases o estadios larvarios (con sus correspondientes mudas) antes de llegar al estado adulto. La forma infestiva puede ser una larva o el huevo de a una larva en desarrollo (frecuentemente en el

tercer estadio larvario). De esta manera, los ciclos biológicos de los nemátodos pueden ser directos o indirectos ⁵⁸.

Cuando los ciclos son directos, los huevos eclosionan fuera del hospedero y las larvas desarrollan parte de su vida en el medio e ingresan al hospedero por vía orofaríngea junto con los alimentos, o bien los huevos se desarrollan fuera del hospedero pero no eclosionan, manteniéndose estas larvas en un estado latente en el interior del huevo, siendo el ingreso en el hospedero por vía oral ⁵⁷. Por ejemplo, el ciclo biológico de *Ancylostoma caninum*, donde las hembras ponen los huevos y estos salen con las heces del hospedero al exterior, luego eclosionan liberando una larva. Después de pasar tres estadios larvarios dentro de las heces, la larva sale de las heces y se sitúa sobre los vegetales. Estas larvas pueden penetrar al hospedero, por vía percutánea o por ingestión. Si las larvas se ingieren, la mayoría invaden las glándulas gástricas, permaneciendo en ellas varios días y posteriormente regresan a la luz intestinal mudando al cuarto estadio larvario y finalmente al estado adulto. Si las larvas penetran por la piel, van avanzando por los tejidos hasta alcanzar un vaso sanguíneo o conducto linfático que los pueda conducir al corazón y desde allí a los pulmones. En los pulmones pasan a los alveolos y ascienden a los bronquios hasta la faringe, luego pasan al esófago y desde ahí al intestino, donde mudan al cuarto estadio larvario y posteriormente al estado adulto ^{34,54}. Si los ciclos de los nemátodos son indirectos, de los huevos eclosionan larvas que pasan un periodo corto en el medio, posteriormente penetran en el hospedero intermediario y permanecen en él hasta que es ingerido por el hospedero definitivo. También puede pasar, que los huevos no eclosionen y sean ingeridos por el hospedero intermediario, que a su vez es ingerido por el

hospedero definitivo. O bien, las larvas pueden penetrar en el sistema circulatorio del hospedero, y desde este sistema pasan a un artrópodo vector (hospedero intermediario hematófago), en el que se desarrollan larvas. Cuando el hospedero intermediario se alimenta de sangre de otro hospedero definitivo las larvas infestantes pasan a este ⁵⁷. Por ejemplo, *Dipetalonema reconditum*, que es un parásito que suele localizarse en el tejido conjuntivo subcutáneo y tejido perirenal de los perros donde el hospedero intermediario es una pulga. Las microfilarias generalmente se encuentran en la sangre y estas pasan a las pulgas cuando se alimentan, luego penetran en la cavidad celómica y se dirigen al cuerpo graso, donde se desarrollan hasta el estadio infestivo (larva en estadio tres). Finalmente las larvas en este estadio penetran en el perro cuando este es picado por una pulga³⁴.

Aunque los carnívoros adquieran un gran número de especies de helmintos y protozoarios, estos pueden ejercer acciones negativas en el hospedero. Los daños que pueden causar en los carnívoros van desde alteraciones en el metabolismo, efectos mecánicos y efectos sobre la nutrición. Quizás la malnutrición es el efecto más importante, ya que el parásito priva a su hospedero de elementos nutritivos, fluidos corporales y particularmente de sangre. Por ejemplo, entre los endoparásitos se puede distinguir aquellas especies que se alojan en la luz intestinal y privan al hospedero de alimentos (como la tenias), y los parásitos sanguíneos que se alimentan de componentes nutritivos presentes en la sangre. Es indudable que estos parásitos tienen un efecto considerable sobre la eficacia biológica del organismo; la pérdida de peso es bastante común en los hospederos

parasitados, aunque esto también se puede deber en parte al consumo energético excesivo derivado de la respuesta del sistema inmune ⁶⁶.

Todas las interacciones entre el parásito con los carnívoros desencadenan una respuesta inmune por parte del hospedero, esta reacción inmune puede ser de naturaleza fisiológica o pato funcional ^{42,55}. Aunque se sabe que la respuesta inmune esta destinada a proteger al hospedero, también puede tener efectos negativos ya que una gran parte de los parásitos posee propiedades inmunopatógenas, muchos artrópodos y helmintos pueden inducir a la producción de IgE por parte del hospedero y provocar reacciones alérgicas ⁶⁷.

Se puede decir que la capacidad de los parásitos para establecerse y perdurar en el hospedero radica en su habilidad para evitar la inducción de respuestas inmunitarias capaces de rechazarlos, así el parásito puede ocasionar acciones patógenas modificando la respuesta adaptativa del sistema inmune que resulta un daño para el hospedero ^{44, 54, 60}. Así mismo, toda la energía que el hospedero destina para contrarrestar al parasitismo por medio de la respuesta inmune le resta energía al organismo para cumplir con otras funciones, reflejándose en la disminución de la población, alteración de las cadenas alimenticias y la alteración de grupos sociales y jerárquicos ^{50, 67, 68}.

4.5.- SALUD PÚBLICA

Actualmente, el número de enfermedades zoonóticas que tienen como reservorio a los animales silvestres es de llamar la atención ⁷⁰. En los espacios naturales existen una serie de factores como el aislamiento geográfico, la ausencia o escasez de depredadores, la reducción de recursos vegetales, la translocación de animales, deforestación, introducción de fauna exótica y el aumento de densidad de algunas especies que determinan cambios drásticos en las relaciones animal, agente y patógeno, produciendo aumentos importantes en la frecuencia de la presentación de casos humanos asociados a helmintos y por ello se hace necesario, desde el punto de vista sanitario, la intervención humana ^{12,61,71}.

Es un hecho que la constante fricción entre el hombre, especies domésticas y fauna silvestre conlleve a situaciones que atentan contra la salud y el bienestar de las poblaciones silvestres o de los seres humanos, también se sabe de los alcances de los efectos que atentan contra la salud de las especies domésticas, con el potencial de causar pérdidas económicas en el sector agropecuario ²². Por un lado los animales silvestres, son atraídos a las zonas de producción, ya que en esos lugares encuentran disponible alimento y agua. El problema en esta situación es que los animales silvestres al llegar a estos sitios orinan y defecan, por lo cual podrían estar transmitiendo una alta gamma de virus, hongos, bacterias, protozoarios y helmintos que podría transmitirse a los animales domésticos. A pesar de que algunos animales domésticos generalmente estén confinados y sean tratados con medicamentos antiparasitarios el potencial pasaje de patógenos también se da a la inversa, pudiendo convertirse los animales silvestres en nuevos

hospederos. En estos casos los animales domésticos pueden acompañar a sus dueños al campo donde pueden transmitir sus parásitos a mamíferos nativos. Los perros y gatos también pueden vivir al aire libre en zonas rurales, lo que aumenta el riesgo de transmisión de parásitos a la fauna nativa y al hombre, por mencionar algunos ejemplos la transmisión de *Echinococcus granulosus* y de *Taenia hydatigena*^{72,73}. O como el caso sucedido en el Reino Unido, donde el bacilo causal de la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) se propagó desde el ganado bovino a la fauna británica y encontró en los tejones (*Meles meles*) un hospedero adecuado para su mantenimiento en la naturaleza. Se intentó controlar y erradicar la tuberculosis en bovinos y tejones teniendo poco éxito, causando una pérdida de millones de dólares⁷⁴.

Si bien los aspectos biológicos y el conocimiento preciso de los parásitos como agente etiológico son esenciales para el diagnóstico y tratamiento para cada una de las parasitosis, se debe entender que los aspectos sociales son determinantes en el proceso salud - enfermedad. Son numerosos los estudios que demuestran la asociación que existe entre la pobreza y las condiciones higiénicas limitantes que se relacionan en una alta frecuencia de estas infecciones⁷¹.

En estos casos, hay que tener presente, el papel de la fauna silvestre como reservorio de infecciones para los animales domésticos, pero también, hay que tener en cuenta el riesgo de la transmisión de parásitos de los animales domésticos a los silvestres, así como el aspecto zoonótico de muchos de ellos⁷⁵.

Como se mencionó en los capítulos anteriores, existen estudios que confirman la hipótesis de que los parásitos pueden regular las poblaciones de hospederos. Los animales muy parasitados tienen menos capacidad para competir por territorios, lo

que podría ocasionar que sea eliminado de su hábitat primario y tenga que alimentarse en zonas con escaso alimento o de peor calidad. Como consecuencia, los efectos de la infección se exacerban y el animal es más vulnerable a los depredadores ⁷⁶. Por otra parte, la alteración de los hábitos del hospedero o su desaparición, obligaría al parásito a utilizar hospederos nuevos, a los que no están adaptados, provocando una situación patógena ⁵⁸.

5.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.- ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera de Janos (RBJ), ubicada en el Municipio de Janos en el noroeste de Chihuahua, limitada al norte por los Estados Unidos de Norteamérica y al este con Sonora. Está localizada entre los meridianos 108° 56' 49'' y 108° 56' 22'' O y los paralelos 31° 11' 7'' y 30° 11' 27'' N, cuenta con una superficie de 5264 km² que incluyen en el norte parte de la Sierra Madre Occidental y en el oeste parte del Desierto Chihuahuense, lo que resulta en un rango de altitud de los 1200 a los 2700 msnm. Presenta dos tipos de clima, uno árido templado, con una temperatura media anual de 15.7°C y una precipitación anual de 381 mm (77% de las lluvias entre abril y agosto) y en la región serrana, un clima templado húmedo, con una temperatura media anual de 11.8°C y una precipitación anual de 552 mm. Los tipos de vegetación predominantes dentro de la RBJ son pastizales, matorrales y bosques ⁷⁷.

La fauna de carnívoros de la RBJ está constituida por 17 especies, lo que representa el 51.51% del orden carnívora registrada en México. Esta región es considerada por la CONABIO como una región terrestre prioritaria (No.45 Sierra de San Juan-Janos), albergando especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ^{3,78,79}.

5.2.- DISEÑO DE MUESTREO

Se establecieron un total de cinco transectos que se diferencian por el tipo de vegetación, distribuidos en cuatro hábitats distintos así como se muestra en el Cuadro 1 y Figura 1.

Cuadro 1.- Sitios de muestreo y tipo de hábitat.

Hábitat	Sitios de muestreo
Pastizal	El Cuervo, Ejido San Pedro
Matorral Mesquite	Rancho Ojitos
Bosque Encino-Pino y Zona Riparia	Rancho San Pedro (Ojo frio)
Matorral y Mesquite	Monte Verde

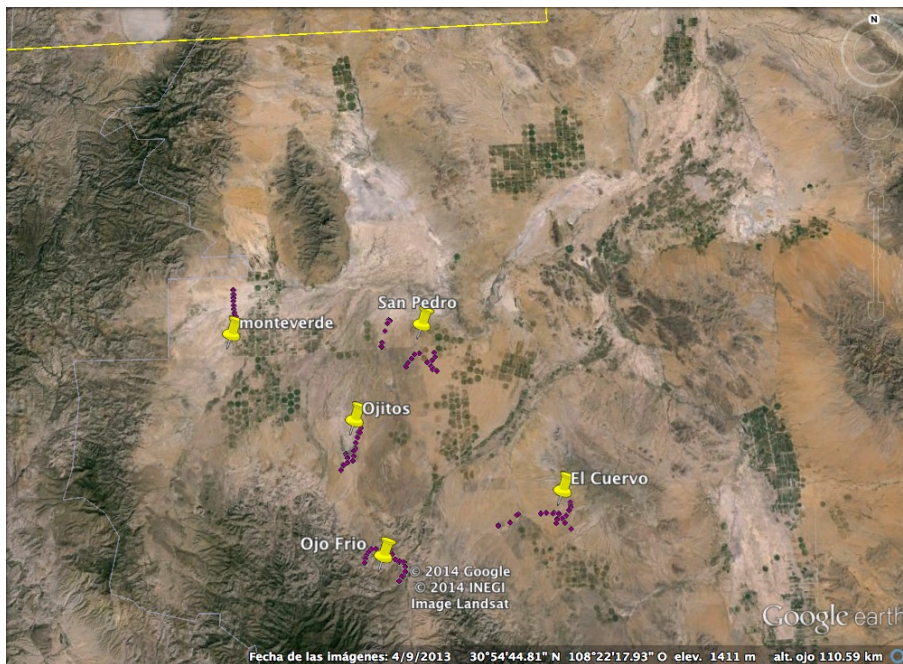


Fig. 1.- Localización de las trampas para carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua.

En cada sitio de muestreo se buscaron senderos que los animales podrían ocupar de paso. Las trampas se colocaban según la cantidad de huellas que había en el lugar, la presencia de cuerpos de agua y de la cercanía a oquedades o madrigueras⁸⁰.

En cada transecto se colocaron 24 trampas Tomahawk (12 de 30" x 30" x 70" y 12 de 60" x 20" x 28") espaciadas a intervalos aproximados de 100 metros entre cada una, ubicadas en diferentes tipos de vegetación como son: encino, riparia, matorral y pastizal. Cada transecto se dejó activo por 10 días consecutivos. Las trampas fueron cebadas con sardina, pollo, atún, hígado y atrayentes comerciales, las trampas se mantuvieron abiertas durante todo el día haciendo revisiones en la mañana y por la tarde.

5.3.- CAPTURA DE ANIMALES

Se realizó la captura y uso de anestésicos en los animales, ya que este estudio forma parte de un proyecto y se justifica, por que se obtuvieron diferentes muestras (ectoparásitos, sangre y heces) para la realización de otros análisis. Cada animal capturado fue sujetado con laza perros y una vara en "Y" antes de ser inmovilizado químicamente con una mezcla de hidrocloreto de ketamina (Anesket®) e hidrocloreto de xilacina (Rompun®) ó dexmedetomidina (Dexdomitor®), según las dosis reportadas para mamíferos medianos⁸¹. Los ejemplares capturados se identificaron por especie, registrando los datos de sexo, peso, tamaño, estado reproductivo y edad. Finalmente por ser un estudio longitudinal fueron aretados, posteriormente se aplicó un antagonista tolazolina (Procin®) para ser liberados en el mismo sitio en el que se capturaron.

5.4.- TOMA DE MUESTRAS

A cada individuo se le recolectaron muestras fecales directamente del recto con un guante o bolsa de plástico, la cantidad fue de 10 - 20 g para realizar uno o varias pruebas de diagnóstico. Posteriormente se les añadió formol al 4% para su conservación y fueron transportadas y protegidas de la luz. Se utilizaron envases con tapa de rosca o de cierre hermético. Las muestras se identificaron con tinta indeleble ⁸². Finalmente las muestras obtenidas se procesaron en el laboratorio de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

5.5.- RECOLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EXCRETAS

Aunque el propósito de este trabajo no fue la búsqueda y recolección de excretas, en algunos sitios donde se realizaron las capturas se presentó la oportunidad de recolectar algunas heces de lince y coyote, el criterio que se utilizó para la selección de las excretas fue en base al método propuesto por Barja (Cuadro 2)⁸³ escogiendo de esta manera la excretas mas frescas. Posteriormente las heces fueron identificadas con la ayuda de la guía de campo para mamíferos de Aranda (2012) (Figura 2)⁸⁰. Al igual que en las muestras tomadas directamente de los animales capturados, las heces fueron depositadas en frascos con formol al 4% y posteriormente se les identificó.

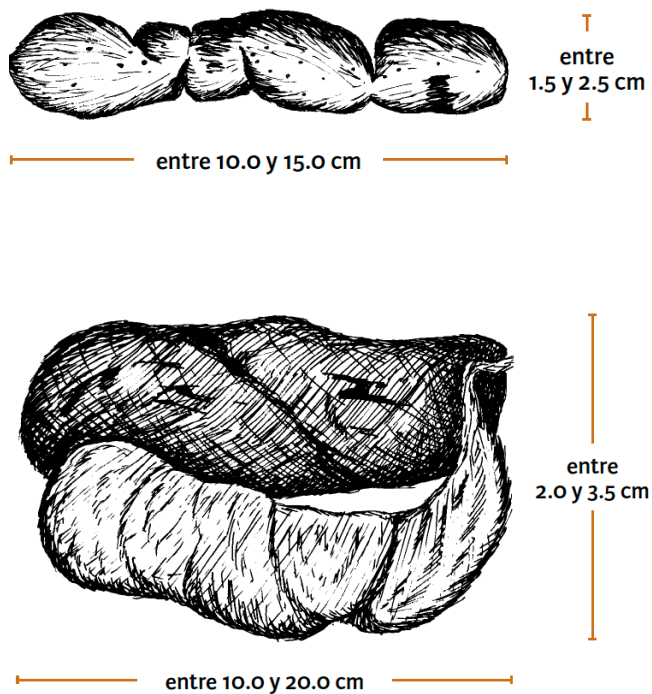


Fig. 2.- Excretas de lince y coyote respectivamente⁸⁰.

Cuadro 3.- Criterio para identificar la frescura de las excretas (Barja 2006 ⁸³)

Tipos	Características	Tiempo transcurrido
Excretas frescas	Olor fuerte, presencia de una capa mucosa que las recubre	Igual o menor a 12 horas
Medianamente frescas	Pérdida de la esencia y la capa mucosa, pero mantiene su forma	Igual o mayor a 13 horas
Excretas viejas	No presentan olor y se pierde su forma y característica	Igual o mayor a 48 horas

5.6.- EXÁMEN COPROLÓGICO MICROSCÓPICO

Se analizaron de 2 a 5 g de muestra fecal para detectar presencias de huevos, larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios, para ello se realizaron técnicas cualitativas: examen directo simple, flotación ⁸⁴.

5.7.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.7.1. ANALISIS 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 obtenerlo se calculó como frecuencia del número de muestras positivas sobre el número de muestras examinadas.

5.7.2.- ELIMINACIÓN DE HUEVOS Y OOQUISTES

La carga parasitaria se realizó mediante la técnica de McMaster en la cual se utiliza la siguiente fórmula:

Carga parasitaria= (número de huevos X 100) / 2

Este es el 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 2⁸⁵).

6.- RESULTADOS

De octubre a diciembre del 2013 se capturaron 35 individuos en los cinco sitios establecidos (Cuadro 4), entre las especies capturadas se encuentran;

Canis latrans, *Mephitis mephitis*, *Vulpex macrotis*, *Lynx rufus*, *Mephitis macroura*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Taxidea taxus* y *Procyon lotor* (Fig. 3).

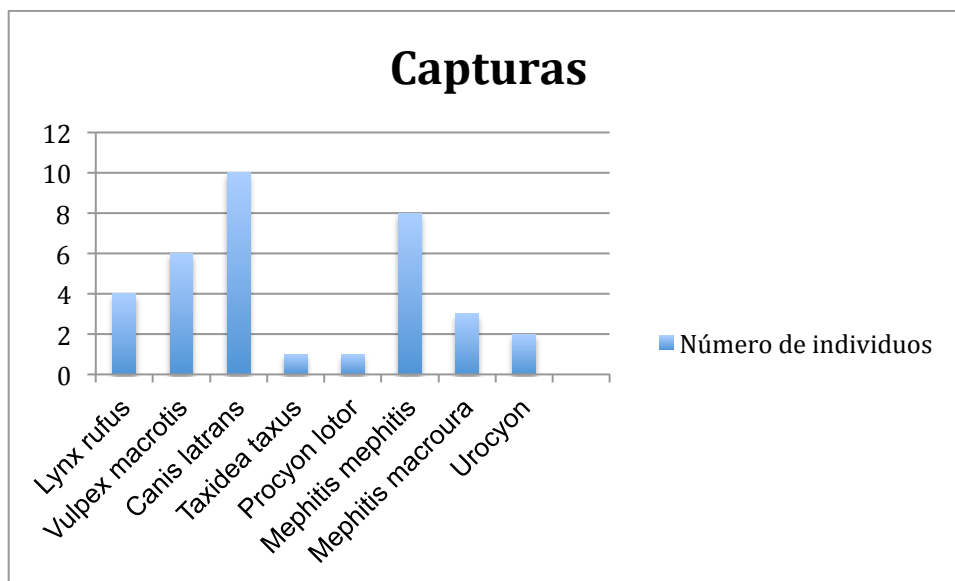


Fig. 3.- Número de individuos capturados por especie.

Cuadro 4.- Individuos capturados por sitio

	El Cuervo	San Pedro	Ojitos	Ojo Frio	Monte Verde
<i>Canis latrans</i>	2	3	1	4	
<i>Lynx rufus</i>	1		2	1	
<i>Vulpex macrotis</i>	2	3			1
<i>Mephitis mephitis</i>		1	1	6	
<i>Mephitis macroura</i>			3		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>				2	
<i>Procyon lotor</i>			1		
<i>Taxidea taxus</i>			1		
Total	5	7	9	13	1

Se tomaron muestras a 9 perros y se colectaron 5 excretas de las cuales 3 fueron pertenecientes a *Lynx rufus* y 2 fueron correspondientes a *Canis latrans*, obteniendo de esta manera un total de 49 muestras (Fig. 4). De las 49 muestras analizadas 17 resultaron positivas a algún parásito lo que equivale al 34.69%. El sitio con mayor prevaencia de muestras positivas fue Monte Verde con 100%, seguido por Ojitos con un 45.45% (Cuadro 5).

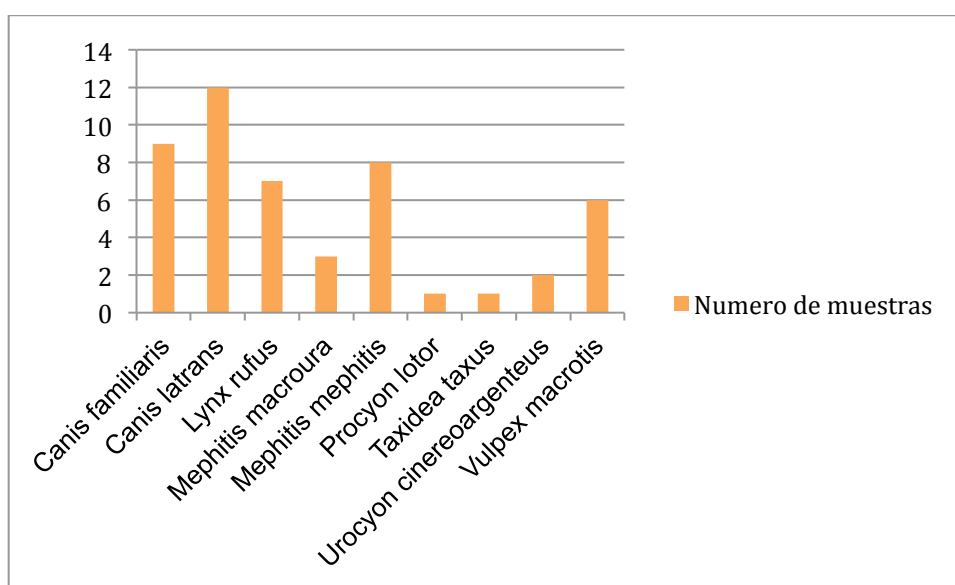


Fig. 4. -Número de muestras por especie (total 49)

Cuadro 5.- Número de muestras positivas por sitio

	El Cuervo n=9	San Pedro n=10	Ojitos n=11	Ojo Frio n=17	Monte Verde n=2
<i>Canis latrans</i>	3(1)	3	1(1)	5(2)	
<i>Lynx rufus</i>	3(2)		2(1)	2(1)	
<i>Vulpes macrotis</i>	2	3(1)			1(1)
<i>Mephitis mephitis</i>		1	1(1)	6(2)	
<i>Mephitis macroura</i>			3(1)		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>				2	
<i>Procyon lotor</i>			1		
<i>Taxidea taxus</i>			1		
<i>Canis familiaris</i>	1	3	2(1)	2(1)	1(1)
Prevalencia	3/9(33.3%)	1/10(10%)	5/11(45.45%)	6/17(35.29%)	2/2(100%)

* Entre paréntesis se representa el número de individuos positivos

Los géneros de parásitos identificados fueron *Uncinaria stenocephala*, *Pterygodermatites spp.*, *Ancylostoma caninum*, *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*, *Mesocestoides spp.*, *Toxocara canis*, *Taenia spp.*, *Cystoisospora spp.* y por cuestiones de que no se pudo llegar a identificar la especie se decidió dejarlo en Coccidias.

Canis latrans el 16.66% de las muestras de coyote fueron positivas a *Ancylostoma caninum*, con una eliminación de huevos de 200 en promedio. *Toxascaris leonina* estuvo presente en 8.33% con una eliminación de huevos de 100, también se encontró la presencia del nematodo adulto de *Pterygodermatites spp* (Cuadro 7).

Lynx rufus fue el carnívoro con mayor prevalencia de parásitos con 57.14%, entre los parásito encontrados el 57.14% de las muestras fueron positivas a *Toxascaris leonina*, con una eliminación de huevos de 550. *Cystoisospora spp.* representa el 28.57%, con una eliminación de huevos de 250. *Uncinaria stenocephala* y

Coccidias ambos presentaron una prevalencia de 14.28%, en cambio la eliminación de huevos fue superior en las Coccidias con 1700 en promedio y *Uncinaria stenocephala* con solo 250 (Cuadro 8). Por otra parte, un individuo de esta especie presentó coinfección de *Uncinaria stenocephala*, *Toxascris leonina*, Coccidia y *Cytoisospora* (Cuadro 6).

En el caso de *Vulpes macrotis*, *Ancylostoma caninum*, Coccidias, *Trichuris vulpis* y *Mesocestoides spp.* presentaron la misma prevalencia con 16.66%, sin embargo la eliminación de huevos de *Ancylostoma caninum* fue de 550, mientras que *Trichuris vulpis* y Coccidias solo fue de 50. En el caso de *Mesocestiodes spp.* se encontró la presencia del cestodo adulto (Cuadro 9). También se pudo observar en un individuo la coinfección de *Trichuris vulpis* y *Mesocestoide spp.* (Cuadro 6).

Solo se pudo identificar *Ancylostoma caninum* en *Mephitis macroura* con una prevalencia de 33.33%, con una eliminación de huevos de 50 (Cuadro 10). En el caso de *Mephitis mephitis* las Coccidias representan el 37.5% de las muestras positivas, con una eliminación de huevos de 3150, *Cystoisospora spp.* represento el 12.5%, con una eliminación de huevos de 100 (Cuadro 11).

Canis familiaris fueron identificados Coccidias, *Toxocara canis* y *Taenia spp.* los tres con una prevalencia de 11.11%. en el caso de *Toxocara canis* y *Taenia spp.* se encontraron a los parásitos adultos, mientras que las Coccidias tuvieron una eliminación de huevos de 150 en promedio (Cuadro 12).

Cuadro 6.- Coinfecciones en los individuos que resultaron positivos

Individuos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>C. latrans</i> 2		+								
<i>C. latrans</i> 7			+							
<i>C. latrans</i> 8			+							
<i>C. latrans</i> 10				+						
<i>L. rufus</i> 2				+						
<i>L. rufus</i> 3				+						
<i>L. rufus</i> 5				+		+				
<i>L. rufus</i> 7	+			+	+	+				
<i>V. macrotis</i> 5							+	+		
<i>V. macrotis</i> 6			+		+					
<i>M. macroura</i> 2			+							
<i>M. mephitis</i> 2					+					
<i>M. mephitis</i> 4					+					
<i>M. mephitis</i> 8					+	+				
<i>C. familiaris</i> 3									+	
<i>C. familiaris</i> 5					+					
<i>C. familiaris</i> 7										+

1: *Uncinaria stenocephala*, 2: *Pterygodermatites* spp., 3: *Ancylostoma caninum*, 4: *Toxascaris leonina*, 5: *Coccidia*, 6: *Cytoisospora*, 7: *Trichuris vulpis*, 8: *Mesocestoides* spp. 9: *Toxocara canis*, 10: *Taenia* spp.

Cuadro 7.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Canis latrans* (N=12)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
<i>Pterygodermatites</i> spp.	1/12 8.33%	-
<i>Ancylostoma caninum</i>	2/12 16.66%	200
<i>Toxascaris leonina</i>	1/12 8.33%	100

Cuadro 8.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Lynx rufus* (N=7)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
<i>Uncinaria stenocephala</i>	1/7 14.28%	250
<i>Toxascaris leonina</i>	4/7 57.14%	550
Coccidias	1/7 14.28%	1700
<i>Cystoisopora spp.</i>	2/7 28.57%	250

Cuadro 9.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Vulpes macrotis* (N=6)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
<i>Ancylostoma caninum</i>	1/6 16.66%	550
Coccidias	1/6 16.66%	50
<i>Trichuris vulpis</i>	1/6 16.66%	50
<i>Mesocestoides spp.</i>	1/6 16.66%	-

Cuadro 10.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Mephitis macroura* (N=3)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
<i>Ancylostoma caninum</i>	1/3 33.33%	50

Cuadro 11.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Mephitis mephitis* (N=8)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
Coccidias	3/8 37.5%	3150
<i>Cystoisospora spp.</i>	1/8 12.5%	100

Cuadro 12.- Prevalencia y huevos eliminados de los parásitos de *Canis familiaris* (N=9)

Parásito	Prevalencia	Número de huevos por gramo de heces
Coccidias	1/9 11.11%	150
<i>Toxocara canis</i>	1/9 11.11%	-
<i>Taenia spp.</i>	1/9 11.11%	-

7.- DISCUSIÓN

Riqueza parasitaria:

Este es el primer trabajo sobre parásitos en diferentes especies de carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua. Existe otro estudio de parásitos en esta zona pero solamente se hizo en coyote.

Acorde con los objetivos planteados en este estudio, se determinó la presencia de endoparásitos en los carnívoros muestreados, siendo el 34.69% del total de las muestras positivas a algún parásito. Los géneros identificados fueron los siguientes: *Uncinaria*, *Toxascaris*, *Pterygodermatites*, *Ancylostoma*, *Toxocara*, *Trichuris*, *Mesocestoides*, *Taenia*, *Coccidia* y *Cystoisospora*.

Las Coccidias fue el género que coincide en más especies de carnívoros; *Lynx rufus*, *Mephitis mephitis*, *Vulpex macrotis* y *Canis familiaris*, esto puede deberse a su facilidad de transmisión, ya que los ooquistes son pasados a través de las heces, si la humedad y temperatura son adecuadas los ooquistes se vuelven infestantes. Además, cuando los ooquistes se vuelven infestantes, estos pueden sobrevivir como tales en el medio durante semanas o meses.

Cystoisospora coincide en *Lynx rufus* y *Mephitis mephitis*, al igual que las coccidias su transmisión puede ser a través de las heces.

El género *Ancylostoma caninum* coincide en *Canis latrans*, *Mephitis macroura* y *Vulpex macrotis*, el ciclo de vida de este parásito es directo y tiene un desarrollo larvario óptimo a temperaturas que van desde los 20 a los 33°C, además de tener un rápido desarrollo de larva infectante (en 2 días de 20-30°C). Por lo anterior,

Ancylostoma caninum es un parásito que se encuentra en zonas tropicales y zonas templadas. Este parásito estuvo presente 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 de estos parásitos en ciertas temporadas del año. Además, de la dependencia de 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.

Toxascaris leonina coincide en *Canis latrans* y *Lynx rufus*, se sabe que éste parásito es común en estos carnívoros y que puede presentar ciclos tanto directos como indirectos. Lo más probable es que la aparición de este parásito sea debido al consumo de roedores, ya que estos son reservorios del parásito, aunque también es posible la ingestión de huevos infectantes en el medio ambiente ^{86,87}.

En cuanto a nemátodo *Pterygodermatites spp.* fue identificado por primera vez en coyote en México. Si bien no se ha podido llegar a determinar la especie de este nemátodo, se puede inferir que la especie obtenida de este coyote es *Pterigodermatites affinis*, ya que este ha sido reportado en estudios previos realizados en Canadá y E.U.A ⁸⁸. Este parásito se puede encontrar en el intestino de las familias *Canidae*, *Felidae* y *Musteliadae*, es transmitido por un insecto del orden *Orthoptera* (grillos), siendo este el hospedero intermediario. Estos insectos están presentes en el área de estudio y pueden ser una parte muy importante en la dieta de *Canis latrans* ⁸⁸⁻⁹⁰.

Uncinaria stenechepala presenta un ciclo similar al de *Ancylostoma caninum* cumpliendo las mismas condiciones ambientales para su desarrollo larvario. Este

parásito fue identificado solamente en *Lynx rufus*, probablemente esto se deba al tipo de vegetación, ya que es muy poco probable identificarlo en desiertos y pastizales ⁹¹.

Por otra parte, *Mesocestoides spp.* fue identificado en *Vulpes macrotis*. Con lo que respecta al céstodo, el ciclo de vida de este parásito es indirecto, ya que el primer huésped es quizás un artrópodo coprófago que ingiere los huevos o proglótidos grávidos eliminados por los hospederos definitivos desarrollando así cisticercoides. Los segundos hospederos intermediarios son principalmente roedores, aves, anfibios, reptiles y algunos pequeños mamíferos. Estos hospederos albergan una forma larval llamada tetratiridio. De esta manera, cuando el hospedero definitivo depreda a un animal infectado por la forma larval, esta se desarrolla en el intestino de aquel durante 2 a 4 semanas y se transforma en céstodo. La infección por *Mesocestoides* en zorros parece ser común, ya que este ha sido reportado en diferentes países ⁹².

Otro parásito identificado en *Vulpes macrotis* fue *Trichuris vulpis*, este necesita de condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación para desarrollar su larva infectante (18 días a 33°C), así mismo, esta larva podría permanecer viable por más de un año si estas condiciones se llevan a cabo ⁹³.

Coccidia, *Toxocara canis* y *Taenia spp.* fueron identificados en *Canis familiaris*, al respecto, *Toxocara canis* es un nemátodo que habita en el intestino delgado de cachorros y perros. Este parásito es común de hallar en los perros y se sabe que la larvas pueden infectar a lombrices, ratones, pollos, palomas, ovejas y cerdos. Es posible que cuando un perro depreda sobre alguno de estos animales infectados la larva puede seguir completando su ciclo en el tracto digestivo del

perro. En el caso de *Taenia spp.* pudo ser transmitido por el consumo de algún animal infectado. Esto es muy común ya que en esta área pueden existir una variedad de huéspedes intermediarios ⁹⁴⁻⁹⁶.

Lynx rufus y *Vulpex macrotis* fueron los carnívoros que presentaron mayor riqueza parasitaria (4 géneros), posiblemente esto pueda explicarse para *Lynx rufus* por su ámbito hogareño y dieta. En cuanto a *Vulpex macrotis* quizás se deba de igual manera a su dieta y factores sociales propios de la zorra, ya que tienden a formar pequeños grupos familiares ^{97,98}.

Por otra parte *Procyon lotor*, *Taxidea taxus* y *Urocyon cinereoargenteus* salieron negativos a la presencia de parásitos esto puede deberse a que las formas parasitarias no se encuentran repartidas uniformemente en las heces, lo que condiciona cierto error en el muestreo ⁹⁹.

Prevalencia parasitaria:

La prevalencia más alta de *Canis latrans* fue la de *Ancylostoma caninum* con una prevalencia de 16.6% similar a los resultados de Mino (2012) ¹⁰⁰ 18% y mayor que la reportada por Lambert (2012) ¹⁰¹ 0.95% y Muñoz (2009) ⁹¹ 1.59%. *Toxascaris leonina* tuvo una prevalencia de 8.33% que es menor en comparación a la reportada por Muñoz (2009) ⁹¹ para desiertos y pastizales con 16.40% y de Mino (2012) ¹⁰⁰ con 9% y fue mayor comparada con el estudio de Lambert (2012) ¹⁰¹ 1.9%. Posiblemente la alta prevalencia para *Ancylostoma* se deba al número de muestras, ya que en los demás estudios se obtuvo un número mayor de ellas. *Pterygodermatites spp.* tuvo una prevalencia de 2.04% la cual es baja para el total

de muestras de este estudio. Sin embargo, una prevalencia similar fue reportada en un estudio realizado en Canadá, donde la prevalencia fue 2.3%. Cabe mencionar que en este estudio se obtuvieron estos parásitos por medio de necropsias ⁸⁸.

Por otra parte la prevalencia total de positivos de *Canis latrans* fue de 33.33% de 12 muestras, cabe mencionar que dos muestras fueron obtenidas del suelo y ninguna de ellas fue positiva, si quitáramos esas dos muestras nuestra prevalencia aumentaría al 40% este porcentaje es ligeramente mayor al obtenido por Mino (2012) ¹⁰⁰ con un 36% de prevalencia de 11 muestras, sin embargo el método de colecta de heces de su estudio fue no invasivo y no podemos asegurar si las muestras son de diferentes individuos como en nuestro estudio ¹⁰⁰. Nuestra prevalencia fue mayor comparada con los estudios realizados por Muñoz (2009) ⁹¹ 14.9% de 490 muestras y Lambert (2012) ¹⁰¹ 11.42% de 105 muestras, esto puede deberse al número de muestras obtenidas, aunque al igual que Mino (2012) ¹⁰⁰ su estudio fue basado en la recolección no invasiva de excretas. Cabe mencionar que Muñoz (2009) ⁹¹ realizó su estudio en diferentes zonas del país y una de las cuales es la Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua, la prevalencia que obtuvo en esta zona fue de 25.40% de 189 muestras analizadas y si lo comparamos con nuestra prevalencia resulta que existe un ligero aumento en nuestro estudio ⁹¹. A pesar de la diferencia de muestreo con los demás estudios comparados, nuestras muestras positivas concordaron con los resultados e identificación de Muñoz (2009) ⁹¹, Mino (2012) ¹⁰⁰ y Lambert (2012) ¹⁰¹ en *Toxascaris leonina* y *Ancylostoma caninum*.

En el caso de *Lynx rufus* la prevalencia total fue de 57.14%, cabe mencionar que en las muestras analizadas de lince 3 heces fueron colectadas del suelo y solo una de ellas dio resultado positivo a *Toxascaris leonina*. Si quitáramos las muestras obtenidas del suelo, nuestra prevalencia aumentaría al 75% lo cual es significativo comparado con el estudio realizado en México, por Mino (2012)¹⁰⁰ donde obtuvo una prevalencia del 28%, esto es debido al método de muestreo y al número de muestras. Sin embargo, el estudio de Rollings (2014)¹⁰² demostró que el 72% de los lince muestreados se encontraban parasitados de 1 a 13 helmintos diferentes. Y el 100% de los individuos resultaron positivos a algún parásito, aunque el método de muestreo fue similar al nuestro probablemente esta diferencia se deba al número de muestras colectadas y a la zona en donde se realizó el estudio¹⁰². El único parásito que coincide con estos estudios fue *Toxascaris leonina*. Al respecto este parásito tuvo una prevalencia en nuestro estudio de 57.1% que es mucho mayor que 7% obtenido por Mino (2012)¹⁰⁰.

En el caso de los zorrillos *Mephitis mephitis* presentó mayor prevalencia de parásitos con 50% que *Mephitis macroura* con 33.33%. *Mephitis mephitis* se considera un generalista del hábitat, a menudo considerado como uno de los carnívoros más comunes en Norte América. Por lo tanto, la alta vagilidad del zorrillo listado podrá depender a más infecciones por helmintos¹⁰³.

Existe un estudio realizado en Dakota, Estados Unidos donde se colectaron 42 zorrillos *Mephitis mephitis* donde se realizaron necropsias para la identificación de parásitos, sus resultados arrojan que se encontraron 10 diferentes especies de helmintos, 2 tremátodos, 2 céstodos y 6 nemátodos, de los cuales ninguno

coincide en este estudio. Esto podría ser porque en su estudio hacían necropsias obteniendo a los parásitos de diferentes órganos ¹⁰⁴.

Vulpex macrotis presentó una prevalencia del 33.33%, en comparación con el estudio realizado por Ubelaker (2014) ¹⁰⁵ en Nuevo México de 92.5% de prevalencia nuestro resultado es bajo, ellos identificaron los géneros *Dypilidium caninum*, *Mesocestoides variabilis*, *Taenia multiceps*, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* *Ancylostoma caninum*, siendo este último el primer reporte en zorros del desierto en Nuevo México. Nuestros resultados coinciden con los géneros *Ancylostoma caninum* y *Mesocestoides spp.* Aparte se identificaron otros dos géneros Coccidias y *Trichuris vulpix* ¹⁰⁵.

Carga parasitaria:

La carga parasitaria presente en un hospedero está relacionada con la dosis que recibe (dosis infectante) y el ritmo con el que llegan los agentes patógenos ⁵⁴. El género que ocasionó mayor incremento en la carga parasitaria fueron las Coccidias en la especie *Mephitis mephitis* con 3150 huevos eliminados en promedio. Sin embargo solamente 3 zorrillos fueron positivos a este género lo que representa el 6.1% del total de muestras analizadas (49 muestras), es decir el 64.06% de los huevos contabilizados pertenecen al género Coccidia en la especie *Mephitis mephitis*. 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. Sin embargo, dosis elevadas o infecciones reiteradas y prolongadas en el tiempo pueden resultar morbígenas ⁵⁴.

La variabilidad en la distribución de las cargas parasitarias de las poblaciones de hospederos se refleja en la predisposición de algunos individuos para infectarse con mayores cargas y con mayor diversidad de especies de parásitos que otros, aun encontrándose en las mismas condiciones de exposición. Las diferencias en la resistencia a las infecciones parasitarias se relacionan a factores genéticos, fisiológicos, sexo, edad y de las condiciones de estrés que presente el individuo. Por otra parte, el contacto directo o indirecto con otros animales silvestres y domésticos podría influir e un aumento del número de hpg de parásitos gastrointestinales ^{54,106,107}.

8.- CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos y de acuerdo con la hipótesis planteada en este estudio, se confirma la presencia de parásitos en los carnívoros de La Reserva de la Biosfera de Janos, Chihuahua, que son de importancia zoonótica y epizoótica.
- Se identificaron un total de 10 géneros de parásitos gastrointestinales en 6 carnívoros diferentes:
- *Canis latrans*: *Ancylostoma caninum*, *Pterygodermatites spp.* y *Toxascaris leonina*.
- *Lynx rufus*: *Uncinaria stenocephala*, *Toxascaris leonina*, *Cystoisospora spp.* y *Coccidias*.
- *Vulpex macrotis*: *Ancylostoma caninum*, *Coccidia*, *Mesocestoides spp.* y *Trichuris vulpis*.
- *Mephitis mephitis*: *Coccidia* y *Cystoisospora spp.*
- *Mephitis macroura*: *Ancylostoma caninum*.
- *Canis familiaris*: *Coccidia*, *Taenia spp.* y *Toxocara canis*.
- Es el primer estudio que reporta en México la presencia del nemátodo *Pterygodermatites spp.* en *Canis latrans*.
- Debido a que los carnívoros de la Reserva de la Biosfera de Janos comparten el mismo territorio puede haber una transmisión de parásitos entre ellos. En éste la presencia de *Coccidias* coincidió en 4 carnívoros, *Ancylostoma caninum* en 3, *Cystoisospora spp.* en 2 y *Toxascaris leonina* en 2.

- El número mayor de muestras positivas fue obtenido de *Lynx rufus* y *Vulpes macrotis*, mientras que la mayor prevalencia parasitaria fue mayor en *Lynx rufus*.
- Se encontró que la mayor carga parasitaria fue mayor en *Mephitis mephitis* que en todos los demás carnívoros muestreados.

9. – LITERATURA CITADA

1. Boitani L. *Carnivore Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University; 2012. <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>. Accessed December 5, 2013.
2. Pacheco N. Estudio piloto de la frecuencia de parásitos en mamíferos ferales y silvestres en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM. 2010.
3. Hernández A. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta Zool Mex*. 1992;54:1-23.
4. Suzán, A., Galindo, M., Ceballos G. La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de fauna silvestre. *Vet Mex*. 2000;31(3):223-230. <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2000/vm003h.pdf>. Accessed January 17, 2014.
5. Daszak P, Cunningham a a, Hyatt a D. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science*. 2000;287(5452):443-449. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10642539>.
6. Daszak, P. C. Emerging Infectious Diseases. A key role for conservation Medicine. In: *Conservation Medicine. Ecological Health in Practice*. New York, USA: Oxford University Press; 2002:20-61.
7. Harvell CD. Emerging marine diseases-climate link and anthropogenic factors. *Science (80-)*. 1999;285:1505-1510.
8. P.W. P. *Evolutionary Biology of Parasites*. Princenton, New Jersey: Princenton University Press; 1980:237.
9. Pérez Ponce G. *Listados Faunísticos de México, VI. Helmintos Parásitos de Peces de Aguas Continentales de México*. Primera ed. México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM; 1996:12.
10. Bull JJ. Virulence. *Evolution (N Y)*. 1994;48:1423-1437.

11. Ecología de enfermedades infecciosas emergentes y conservación de especies silvestres Ecology of emerging infectious diseases and wild species conservation. 2010;24:11-24.
12. Daszak P, Cunningham a a, Hyatt a D. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Trop.* 2001;78(2):103-116. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11230820>.
13. Perkins S, Cattadori I, Hudson P. The role of mammals in emerging zoonoses. *Mammal Study.* 2005;71:67-71. [http://www.bioone.org/doi/abs/10.3106/1348-6160\(2005\)30%5BS67:TROMIE%5D2.0.CO;2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.3106/1348-6160(2005)30%5BS67:TROMIE%5D2.0.CO;2). Accessed August 13, 2014.
14. S C. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philos Trans R Soc L B Biol Sci.* 2001;9(356):991.
15. LH T. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc L B Biol Sci.* 2001;9(356):983.
16. Jones KE, Patel NG, Levy MA, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* 2008;451(7181):990-993. <http://dx.doi.org/10.1038/nature06536>.
17. Allison a. C. *Current Topics in Microbiology and Immunology.*; 1975:1180-1181. doi:10.1007/978-3-642-03858-7.
18. Apetrei C, Gormus B, Pandrea I, et al. Direct inoculation of simian immunodeficiency virus from sooty mangabeys in black mangabeys (*Lophocebus aterrimus*): first evidence of AIDS in a heterologous African species and different pathologic outcomes of experimental infection. *J Virol.* 2004;78(21):11506-11518. doi:10.1128/JVI.78.21.11506-11518.2004.
19. Yuan J, Hon CC, Li Y, et al. Intraspecies diversity of SARS-like coronaviruses in *Rhinolophus sinicus* and its implications for the origin of SARS coronaviruses in humans. *J Gen Virol.* 2010;91:1058-1062. doi:10.1099/vir.0.016378-0.
20. O'Connell S, Granström M, Gray JS, Stanek G. Epidemiology of European Lyme Borreliosis. *Zentralblatt für Bakteriologie.* 1998;287(3):229-240. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0934-8840\(98\)80124-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0934-8840(98)80124-2).
21. B SM, Sc M, V SM, Ph D, T MG. *Zoonosis Transmitidas Por Animales Silvestres Y Su Impacto En Las Enfermedades Emergentes Y Reemergentes.*; 2009:1762-1773.

22. Fischer JR. La fauna silvestre como factor de riesgo para la salud animal y las zoonosis. *16th Conf OIE Reg Comm Am*. 2002:281-289.
23. Lindenfors P, Nunn CL, Jones KE, Cunningham A a., Sechrest W, Gittleman JL. Parasite species richness in carnivores: effects of host body mass, latitude, geographical range and population density. *Glob Ecol Biogeogr*. 2007;16(4):496-509. doi:10.1111/j.1466-8238.2006.00301.x.
24. Murray DL, Kapke C a., Evermann JF, Fuller TK. Infectious disease and the conservation of free-ranging large carnivores. *Anim Conserv*. 1999;2:241-254. doi:Doi 10.1111/J.1469-1795.1999.Tb00070.X.
25. A D. Raccon rabies in space and time. *Proc Natl Acad Sci USA*97. 2000;97:14041-14063.
26. E.T., Thorne W. Diseases and endangered species: The black-footed ferret as a recent example. *Conserv Biol*. 1988;2:66-74.
27. A D. Emerging infectious pathogens of wildlife. *Phil Trans R Soc L B*. 2001;356:1001-1012.
28. S C. The role of pathogens in biological conservation. In: PJ H, ed. *The Ecology of Wildlife Diseases*. New York, USA: Oxford University Press; 2002:139-150.
29. S.P.D. R. Exposure to feline and canine pathogens in bobcats and gray foxes in urban and rural zones of a national park in California. *J Wildl Dis*. 2002;40:11-22.
30. M.E. R-P. Canine distemper virus epidemic in Serengeti lions (*Panthera leo*). *Nature*. 1996;379:441-445.
31. L M. Helminth parasites of the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*) and sympatric carnivores. *J Helminthol*. 2007;81:377-380.
32. C G. Ecología y patología del zorro (*Vulpes vulpes, L.*) en el valle medio del Ebro. 1999.
33. R S. Contribución a la patología de los carnívoros silvestres. 2008.
34. Padilla Álvarez F. *Zoología Aplicada*. Primera ed. España: Ediciones Díaz de Santos; 2003:42.
35. Polley L. Navigating parasite webs and parasite flow: emerging and re-emerging parasitic zoonoses of wildlife origin. *Int J Parasitol*. 2005;35(11-12):1279-1294. doi:10.1016/j.ijpara.2005.07.003.

36. Jay MT. Zoonotic Diseases Of Carnivores And Occupational Safety Issues For Predator Control Employees ZONOTIC DISEASES OF CARNIVORES AND OCCUPATIONAL SAFETY ISSUES FOR. In: *Seventeenth Vertebrate Pest Conference*. University of Nebraska - Lincoln; 1996:31.
37. Raya A La. Prospección del Lince Iberico en los Montes del Centro de España. 2007:45-58.
38. Arispe R, Venegas C, Rumiz DI. Abundancia y patrones de actividad del mapache (*Procyon cancrivorus*) en un Bosque Chiquitano de Bolivia. *Mastozool Neotrop*. 2008;15(2):323-333.
39. Azcárraga AA. Riqueza y la abundancia de mamíferos medianos de la reserva biológica Tirimbina, Costa Rica. *Therya*. 2013;4(3):597-601. doi:10.12933/therya-13-147.
40. Alberto C. DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL COYOTE (*Canis latrans*) Maestro en Ciencias – Recursos Bióticos Adriana Rodríguez Martínez. 2011.
41. Arturo HH. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en áreas protegidas de México. *Acta Zool Mex*. 1992;54:1-23.
42. Hiepe, Theodor., Lucius, Richard., Gottstein B. *Parasitología General Con Principios de Inmunología, Diagnóstico y Lucha Antiparasitaria*. Zaragoza, España: Acribia; 2006.
43. Palomares F. Spatial relationships between iberian lynx and other carnivores in an area of southwestern Spain. *J Appl Ecol*. 1996;33:5-13.
44. Gortazar C. Aspectos sanitarios de los carnívoros terrestres, su impacto en la dinámica poblacional y en la consevación. In: *Carnívoros. Evolución, Ecología Y Conservación*. Madrid; 1996:301-319.
45. Martínez F MC del C. *El Parasitismo y Otras Asociaciones Biológicas. Prasitos Hospedadores*. (Cordero del Campillo M FAR, ed.). Madrid, España: Parasitología Veterinaria. Mc Graw-Hill Interamericana; 1999:22-38.
46. Sobrino R. Contribución a la patología de los carnívoros silvestres. 2008.
47. Denegri GM. *Epistemologic Foundation of Parasitology*. Primera Ed. Mar de Plata, Argentina: EUDEM; 2008:41-73.
48. Dobson DJS and AP. Patterns of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. *Parasitology*. 1995;111:111-133.

49. Marta K. *Endoparásitos hallados en el zorro gris pampeano (Pseudalopex gymnocercus) en la provincia de la Introducción Resumen Resultados Materiales Y Métodos.*; 1992:190-194.
50. Aguirre a A. Wild canids as sentinels of ecological health: a conservation medicine perspective. *Parasit Vectors*. 2009;2 Suppl 1:S7. doi:10.1186/1756-3305-2-S1-S7.
51. Marcogliese DJ. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *Int J Parasitol*. 2005;35(7):705-716. doi:10.1016/j.ijpara.2005.01.015.
52. Tabor, G.M., Aguirre AA. Ecosystem health and sentinels species: adding an ecological element to the proverbial “canary in the mineshaft.” *Ecohealth*. 2004;1:226-228.
53. Sacks BN, Caswell-Chen EP. Reconstructing the spread of *Dirofilaria immitis* in California coyotes. *J Parasitol*. 2003;89(2):319-323. doi:10.1645/0022-3395(2003)089[0319:RTSODI]2.0.CO;2.
54. Quiroz RH. *Parasitología y Enfermedades Parasitarias de Animales Domésticos*. (LIMUSA, ed.). México; 1990:16.
55. I JGRD, I MPR, li JLO, li YMS, Arece J, lii G. La interacción hospedero-parásito. Una visión evolutiva. 2014;36(1):1-6.
56. Loreau, M., Roy, J., y Tilman D. *Linking Ecosystem and Parasite Ecology in: Parasitism and Ecosystems*. (Press OU, ed.). Oxford, United Kingdom; 2005:13-21.
57. Roberts L, Janovy J, Schmidt G. *Foundations of Parasitology*. Eighth edi. New York: McGraw-Hill; 1996:24-639. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Foundations+of+parasitology#0>. Accessed November 21, 2014.
58. Wisnivesky C. *Ecología y Epidemiología de Las Infecciones Parasitarias*. Primera ed. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional; 2003:1-395.
59. Hatcher, Melanie J. Dunn AM. *Parasites in Ecological Communities*. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 2011:12-19.
60. Hatcher, M., Dunn A. *Parasites in Ecological Communities from Interactions to Ecosystems*. United Kingdom: Cambridge University Press; 2011:1-493.

61. Gállego Berenguer J. *Manual de Parasitología, Morfología y Biología de Los Parásitos de Interés Sanitario*. Primera ed. España, Barcelona: Univesitat de Barcelona; 2006:29-98.
62. J S. Response to carbon dioxide by the infective larvae of three species of parasite nematodes. *Parasitol Int*. 2002;51(1):1447-1448.
63. SL K. Parasite manipulation of the proximate mechanism that mediate social behavior in vertebrates. *Physiol Behav*. 2003;79(3):441-449.
64. KN, Mouritsen. R P. Parasite-induced trophic facilitation exploited by a non-host predator: a manipulator's nightmare. *J Parasitol*. 2003;33(10):1043-1050.
65. A B. Effect of *Taenia psiformis* infection on the behavior and health of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). In: *XLI Congress of International Society for Applied Ethology. Mérida Yucatan.*; 2007:187.
66. J.C. M. Cost of both fly infection in white-footed mice: energy and mass flow. *Can J Zool*. 1994;72:166-173.
67. Merino S. Evolución de la interacción parásito-hospedador. *Evol la base la Biol*. 2002. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1005032>. Accessed August 12, 2014.
68. Wobeser G. *Parasitism: Cost and Effects*. (Ankinson C T, Thomas Nj HD, ed.). Iowa,USA: Blackwell Publishing; 2008:3-9.
69. Diego J, Reyes M. La interacción hospedero-parásito. Una visión evolutiva. *Rev Salud* 2014;36(1):1-6. <http://censa.mes.edu.cu/index.php/RSA/article/view/364>. Accessed May 27, 2014.
70. H K. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerg Infect Dis*. 2004;10:2067-2072.
71. Baruch A. *Parasitología Humana*. México: McGraw-Hill; 2013:114-119.
72. Landaeta-Aqueveque C, Henríquez A, Cattán PE. Introduced species: domestic mammals are more significant transmitters of parasites to native mammals than are feral mammals. *Int J Parasitol*. 2014;44(3-4):243-249. doi:10.1016/j.ijpara.2013.12.002.
73. R.G. B. Infectious animal disease: the wildlife/livestock interface. *RevSciTech*. 3002;21:53-65.

74. C.L. C. Tuberculosis: the disease and its epidemiology in the bafger, a review. *Epidemiol Infect.* 1989;103(1):25-113.
75. Diez Baños N. Análisis del estado parasitario de rumiantes silvestres en el Norte de Castilla y León. In: *XIV Congreso Internacional de La Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes*. Lugo Santiago de Compostela; 2006:95-101.
76. Curtis H. *Biología*. Séptima Ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2008:918-926.
77. Lebgue K. T. *Gramíneas de Chihuahua: Manual de Identificación. Textos Universitarios*. Universidad Autónoma de Chihuahua, México; 2002:336.
78. Ceballos GJ y RL. *Inventario de Especies de Vertebrados para Apoyar La Creación del Ordenamiento Ecológico y La Reserva de La Biósfera Janos, Chihuahua.*; 2011.
79. *NOM-059-SEMARNAT-2010*.
80. Aranda JM. *Manual para el Rastreo de Mamíferos Silvestres de México*. Primera ed. México; 2012:83-103.
81. Kreeger T. AJ and RJ. *Handbook of Wild Life Chemical Immobilization*. (internati. Colorado; 2002:409.
82. Cardona EA. La coprología como técnica de diagnostico. 2005:1-13. http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/410/Modulo_2/LA_COPROLOGIA_COMO_T_CNICA_DE_DIAGNOSTICO.pdf.
83. 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 moleculares. *Oppidum*. 2006;2:363-380.
84. Besné A. *Manual de Prácticas de Laboratorio de Parasitología*. 2nd ed. (UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia D de P, ed.). México, D.F.; 2006:211.
85. J H. The epydemiology diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. *Int Lab Res Anim Dis*. 1994;1:171.
86. Fiorello C V, Ph D, D RGRP, S LMM, D SEWP. PARASITES OF FREE-RANGING SMALL CANIDS AND FELIDS IN THE BOLIVIAN CHACO PARASITES OF FREE-RANGING SMALL CANIDS AND FELIDS IN. 2006;37(2):130-134.

87. Stuart P, Golden O, Zintl A, et al. A coprological survey of parasites of wild carnivores in Ireland. *Parasitol Res.* 2013;112(10):3587-3593. doi:10.1007/s00436-013-3544-7.
88. Liccioli S, Catalano S, Kutz SJ, et al. Gastrointestinal parasites of coyotes (*Canis latrans*) in the metropolitan area of Calgary ,. 2012;1030:1023-1030. doi:10.1139/Z2012-070.
89. Bowman DD. *Feline Clinical Parasitology*. Primera ed. United States of America: Iowa State University; 2002:307-308.
90. Gortázar C, Villafuerte R, Lucientes J, Fernández-de-Luco D. Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro valley. *Vet Parasitol.* 1998;80(1):75-81. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9877074>.
91. Muñoz GC. Efecto de la dieta sobre los endoparásitos presentes en heces de coyotes (*Canis latrans*) según el tipo de hábitat en México. 2009. <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/2005/administracion/optativas/1037.pdf>. Accessed December 4, 2013.
92. Acha PN. *Zoonosis Y Enfermedades Transmitibles Comunes Al Hombre Y a Los Animales*. Tercera ed. Washinton, D.C., E.U.A.: Organización Panamericana de la Salud; 2003:218-219.
93. Acha PN. *Zoonosis Y Enfermedades Transmitibles Comunes Al Hombre Y Animales*. Tercera ed. Washinton, D.C., E.U.A.: Organización Panamericana de la Salud; 2003:321-323.
94. Glickmad T. Ascaridos De Perros Y Gatos : Un Problema De Salud Publica Y De Medicina Veterinaria. *Bol Oficina Sanit Panam.* 1983;94(6).
95. Martínez I. Frecuencia de *Toxocara canis* en perros y áreas verde del sur de la ciudad de México, Distrito Federal. *Vet Mex.* 1998;29(3):239-244.
96. Cruz, Irene. Romero E. Estudio comparativo de las parasitosis entéricas en las diferentes razas de perros diagnosticados en el departamento de parasitología. *Vet Mex.* 1993;24(4):335-337.
97. Ceballos G. *Los Mamíferos Silvestres de México*. México: Fondo de Cultura Economica-Conabio; 2005.
98. Ceballos, G. Galindo C. *Mamíferos Silvestres de La Cuenca de México*. Edit.Limusa; 1984.

99. Morales G Pi LA. Efecto de la carga parasitaria y del número de especies de Strongylida sobre el recuento de huevos por gramo en bovinos naturalmente infectados. *Vet Trop.* 2003;28(1):13-14.
100. Mino D. Identificación de parásitos gastrointestinales en carnívoros predominantes en Cerro Colorado Tehuacán, Puebla. 2012.
101. Lambert N. Estudio comparativo de prevalencia de parásitos gastrointestinales entre coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), en una área de matorral xarófilo en la Mixteca Oaxaqueña. 2014.
102. Hiestand SJ, Nielsen CK, Jiménez FA. Epizootic and zoonotic helminths of the bobcat (*Lynx rufus*) in Illinois and a comparison of its helminth component communities across the American Midwest. *Parasite.* 2014;21:4. doi:10.1051/parasite/2014005.
103. Neiswenter S a, Pence DB, Dowler RC. Helminths of sympatric striped, hog-nosed, and spotted skunks in west-central Texas. *J Wildl Dis.* 2006;42(3):511-517. doi:10.7589/0090-3558-42.3.511.
104. Dyer WG. Helminths of the Striped Skunk , *Mephitis mephitis* Schreber , in North Dakota. *Proc Helm Soc Wash.* 2011;37(1):92-93.
105. Ubelaker JE, Griffin BS, Konicke GM, Duszynski W, Harrison RL. Helminth Parasites from the Kit Fox , *Vulpes macrotis* (Carnivora : Canidae), from New Mexico Your use of this PDF , the BioOne Web site , and all posted and associated content Helminth Parasites from the Kit Fox , *Vulpes macrotis* (Carnivora : Canidae). 2014;81(1):100-104.
106. Dominguez G. Aportaciones al conocimiento de los endoparasitos del lobo ibérico (*Canis lupus signatus*, Cabrera 1907) en el Norte de Burgos. *Galemys.* 2002;14:49-58.
107. 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. *Anim Genet Resour Inf.* 1999;24:13-30.