



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**IDENTIFICACIÓN DE ENDOPARÁSITOS DEL
BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis weemsi*) Y
DE LA CABRA DOMÉSTICA (*Capra hircus*) EN
ZONAS BORREGUERAS DE BAJA CALIFORNIA
SUR, MEDIANTE COPROMICROSCOPIA.**

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación Ecología de Zonas Áridas)

Presenta

Juan Martín León Frías

La Paz, Baja California Sur, Julio de 2014.

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11:00 horas del día 01 del Mes de Julio del 2014, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"IDENTIFICACIÓN DE ENDOPARÁSITOS DEL BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis weemsi*) Y DE LA CABRA DOMÉSTICA (*Capra hircus*) EN ZONAS BORREGUERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEDIANTE COPROMICROSCOPIA"

Presentada por el alumno:

Juan Martín León Frías

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN Ecología de Zonas Áridas

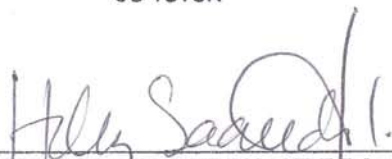
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA


SERGIO ÁLVAREZ CÁRDENAS
DIRECTOR DE TESIS


FROYLÁN IBARRA VELARDE
CO-TUTOR


RAFAEL RAMIREZ ORDUÑA
CO-TUTOR


DRA. NORMA YOLANDA HERNANDEZ SAAVEDRA
ENCARGADA DEL DESPACHO DE LA DIRECCION
DE ESTUDIOS DE POSGRADO Y FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

COMITÉ TUTORIAL DE TESIS

Director de Tesis

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Co- Tutor

Dr. Froylán Ibarra Velarde

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Co-Tutor

Dr. Rafael Ramírez Orduña

Departamento Académico de Zootecnia, UABCS.

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Dr. Froylán Ibarra Velarde

Dr. Rafael Ramírez Orduña

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Dr. Froylán Ibarra Velarde

Dr. Rafael Ramírez Orduña

Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco (Suplente)

RESUMEN

El borrego cimarrón es una especie de suma importancia ecológica y un recurso cinegético de gran valor que deja una derrama económica importante para algunos pobladores de las localidades aledañas a su área de distribución. Por su parte, la cabra doméstica es un recurso ganadero importante en la región, no obstante, se le ha señalado como especie devastadora de los ecosistemas y como transmisora de enfermedades a otros ungulados silvestres. El objetivo general de este trabajo de investigación fue evaluar la semejanza endoparasitaria entre el borrego cimarrón del desierto (*Ovis canadensis weemsi*) y la cabra doméstica (*Capra hircus*) en zonas borregueras de B.C.S, con la finalidad de conocer si la cabra tiene alguna influencia sobre la salud del borrego cimarrón. Diversas técnicas de copromicroscopía fueron realizadas, tales como Flotación por concentración fecal, Sedimentación fecal, la técnica de Baermann, y Esporulación de coccidias en dicromato de potasio. La semejanza endoparasitaria entre ambos hospederos se determinó mediante un análisis de clúster utilizando el Índice de Jaccard. Se analizaron 38 muestras de heces de borrego cimarrón y 52 muestras de heces de cabra. En el borrego cimarrón se identificaron cinco especies de endoparásitos, dos cestodos (*Thysanosoma actinioides* y *Wyominia tetoni*), dos coccidias (*Eimeria ahsata* y *E. intricata*), y un nematodo (*Skrjabinema ovis*). En la cabra doméstica se identificaron nueve especies de coccidias (*Eimeria alijevi*, *E. airtongi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. jolchijevi*, *E. ninakohlyakimovae*) y una especie de nematodo (*Skrjabinema sp.*). La prevalencia parasitaria fue muy baja para el borrego cimarrón, detectando una relación de muestras negativas muy alta, sólo tres de las 38 muestras resultaron positivas. Lo anterior contrastó con la prevalencia parasitaria de la cabra doméstica en la cual el 100% de las muestras resultaron positivas. Se obtuvo un valor de 0.07 en el cálculo del Índice de Jaccard, lo cual indica disimilitud entra las muestras de los dos ungulados. Sin embargo la ausencia de otros parásitos, particularmente de nematodos gastrointestinales, hace a ambos hospederos semejantes desde la perspectiva endoparasitaria. Las especies de coccidias se consideran hospedero específicas y el nematodo *Skrjabinema sp.* encontrado en ambos hospederos se considera no patogénico. Por lo cual se puede concluir, al menos durante el desarrollo de este trabajo que la cabra domestica no tuvo un impacto significativo sobre la composición parasitaria del borrego cimarrón.

Palabras clave: *Ovis canadensis weemsi*, *Capra hircus*, endoparásitos, copromicroscopía, semejanza endoparasitaria.

Vo. Bo.



Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Director de tesis

ABSTRACT

Bighorn sheep is a species of great ecological importance and a valued hunting resource of economic priority that benefits some residents of nearby towns to its home range. On the other hand, the domestic goat is an important livestock resource in the region although it has been pointed out as a species impacting ecosystems and transmitting disease to other wild ungulates. Thus the overall objective of this research was to evaluate endoparasitic similarity between desert bighorn sheep (*Ovis canadensis weemsi*) and domestic goat (*Capra hircus*) in BCS bighorn sheep habitat to know if it has some influence on bighorn sheep's health. Various copromicroscopy techniques were performed as fecal flotation, fecal sedimentation, Baermann technique, and coccidia sporulation in potassium dichromate. Endoparasitic similarity between both hosts was determined by a cluster analysis using the Jaccard index. A total of 38 stool samples from bighorn sheep and 52 fecal samples from goats were analyzed. Five species of bighorn sheep endoparasites were identified: two cestodes (*Thysanosoma actinioides* and *Wyominia tetoni*), two coccidia (*Eimeria ahsata* and *E. intricata*), and one nematode (*Skrjabinema ovis*). Nine species of coccidia (*Eimeria alijeви*, *E. aironi*, *E. apsheronica*, *E. caprovina*, *E. christensenii*, *E. hirci*, *E. jolchijevi*, *E. ninakohlyakimovae*) and the nematode (*Skrjabinema sp.*) were identified in domestic goats. Parasite prevalence was very low for bighorn sheep detecting a very high relationship of negative samples; only three of the 38 samples were positive contrasting with the parasitic prevalence of domestic goat of which 100% of the samples was positive. A value of 0.07 was obtained in calculating the Jaccard index that indicated dissimilarity between samples of both ungulates. However, the absence of other parasites, particularly gastrointestinal nematodes, makes both hosts similar from an endoparasitic perspective. Coccidia species are considered host specific, and the nematode *Skrjabinema sp.* found in both hosts is considered non-pathogenic. We conclude that at least during the course of this work, the domestic goat had no significant impact on parasite composition of bighorn sheep.

Key words: *Ovis canadensis weemsi*, *Capra hircus*, endoparasites, copromicroscopy, endoparasitic similarity.

DEDICATORIA

Esto no lo hubiera concluido sin el apoyo de mi familia. A todos ustedes gracias por el amor, la confianza y la paciencia.

A Adriana y Adrián

A Luz Ma., Juan Martín, Pablo y Carlos.

A Francis, Juan y Oti.

A toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado a través de la beca 260474.

A mi director de tesis, el Dr. Sergio Álvarez Cárdenas. Por todo el apoyo y la confianza que me ha brindado. Gracias por sus consejos y críticas constructivas. A mis cotutores Dr. Osvaldo Froylán Ibarra Velarde y Dr. Rafael Ramírez Orduña. Por sus acertadas observaciones y comprensión. Sin duda me llevo una gran enseñanza de mi comité tutorial.

A la Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra, a la Dra. Elisa Serviere Zaragoza, a la Lic. Osvelia Ibarra Morales, a Tania Verónica Núñez Valdez, a Claudia Elizabeth Olachea León, a Horacio Sandoval Gómez, a José Melero Astorga y a todo el personal del Departamento de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por la amabilidad y las facilidades brindadas en sus respectivas áreas durante el desarrollo de mi maestría. A la M.C. Diana Leticia Dorantes Salas por su gran apoyo y paciencia mostrados en las clases de inglés, y por la edición del resumen en inglés de esta tesis. Muchas gracias.

A todo el personal de la Biblioteca "Daniel Lluich Belda", a Ana María Talamantes Cota, Susana Luna Gracia, Elizabeth Guadalupe Sánchez Vázquez y a María Esther Ojeda Castro, por su amable y cariñoso trato. Por su eficiencia tuve "Felices búsquedas". A David Enrique Barrios Romero responsable de préstamo de la biblioteca central de la UABCS "Dr. Rubén Cardoza Macías", por su gran apoyo, su amable trato y brindarme su amistad.

A todos mis profesores, particularmente a la Dra. María del Carmen Blázquez Moreno, Dra. Yolanda Maya Delgado, Dr. Pedro Peña Garcillán, y Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco por las enseñanzas y los consejos. Al Dr. Enrique Morales Bojórquez por orientarme en el uso adecuado de la técnicas estadísticas. Gracias infinitas.

A la Dra. Evangelina Romero Callejas, Dra. Irene Cruz Mendoza, Dr. Juan Antonio Figueroa Castillo, MVZ. Mar de los Ángeles Corona Dorantes, MVZ. Julio García Hernández. Por su amable trato y enseñanzas durante mi estancia en el departamento de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM.

Al Dr. Amaury Cordero Tapia por su apoyo en el acopio de muestras y sus apreciables recomendaciones. A la M.C. Roxana Bertha Inohuye Rivera, por las facilidades brindadas en el Laboratorio de Diagnóstico Parasitológico y por su valioso apoyo en la identificación de parásitos. A la M.C. Alejandra Mazariegos Villareal por sus consejos, las facilidades brindadas para el uso de equipo en el Laboratorio de Macroalgas y por su valioso apoyo en el trabajo de laboratorio.

A la M.C. Laura Alejandra Nájera Cortázar por la revisión del manuscrito y sus excelentes recomendaciones, pero sobre todo por su amistad.

Al M.C. Israel Guerrero Cárdenas, Responsable del Laboratorio de Ecología Animal por su amistad, agradable compañía y valioso apoyo en el trabajo de campo. A los Técnicos del Laboratorio de Ecología Animal por su amistad, y hacer amena las horas de trabajo.

Al Tec. Franco Cota por valioso apoyo en la colecta de muestras de cabras domésticas, y al Tec. Abelino Cota, por el apoyo en el trabajo de laboratorio.

A todo el personal de los diferentes ejidos de las zonas borregueras de B.C.S que nos apoyaron en la colecta de muestras. Muchas gracias.

A mi esposa Adriana Verenice Avilés Núñez y a nuestro hijo Adrián Martín León Avilés por todo el amor, y la paciencia. Gracias por ser como son, son mis personas favoritas.

A mis padres Luz María Frías González y Juan Martín León Lucero, por impulsarme a cumplir mis sueños. Gracias por la comprensión y todo el apoyo.

A Pablo Ignacio León Frías y Carlos Andrés León Frías. Por ser los mejores hermanos del mundo y estar ahí siempre que los he necesitado.

A Francis Núñez Abitia, Juan Avilés y Roció Avilés Núñez. Por todo lo que han hecho por nosotros y hacerme sentir parte de su familia.

A mi Maestra María Eugenia Loeza Corichi. Por ser una excelente profesora. Por su amistad y apoyo incondicional.

A todos mis compañeros de generación. Gracias por su amistad y aguantar vara.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	ix
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES.....	5
2.1 Borregos de montaña.....	5
2.1.1 Borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>).....	7
2.1.2 Importancia del borrego cimarrón.....	8
2.1.3 Estado de Conservación del borrego cimarrón	9
2.1.4 Reducción de las poblaciones	10
2.2 Problemática en Baja California Sur.....	10
2.2.1 Cabras domésticas.....	11
2.3 Conceptos de parasitología	12
2.3.1 Clasificación de los parásitos, hospederos y ciclos de vida	12
2.3.2 Tipos de endoparásitos.....	12
2.4 Endoparásitos del borrego cimarrón	16
2.4.1 Enfermedades endoparasitarias del borrego cimarrón	24
2.5 Endoparásitos de la cabra doméstica.....	25
2.5.1 Coccidias de las cabras.....	25
2.5.2 Platelmintos.....	26
2.5.3 Nematodos gastrointestinales.....	27
2.5.4 Nematodos pulmonares.....	28
3 JUSTIFICACIÓN	30
4 HIPÓTESIS.....	31
5 OBJETIVOS	32
5.1 General.....	32
5.2 Particulares.....	32

6 MATERIALES Y MÉTODOS	33
6.1 Área de estudio.....	33
6.2 Identificación de endoparásitos.....	34
6.2.1 Toma de muestras	34
6.2.2 Técnicas coprológicas para la identificación de endoparásitos.....	38
6.2.3 Técnica de tamizado e identificación de endoparásitos del contenido intestinal	43
6.3 Determinación de la prevalencia de los endoparásitos.....	44
6.4 Estimación de la densidad de los huevos y ooquistes de endoparásitos	44
6.4.1 Técnica de McMaster para el conteo de huevos y ooquistes	45
6.5 Distribución y abundancia de las cabras en zonas borregueras de B.C.S.	46
6.6 Determinación de la semejanza endoparasitaria	46
7 RESULTADOS.....	49
7.1 Endoparásitos identificados	49
7.1.1 Endoparásitos identificados mediante copromicroscopía en el borrego cimarrón.....	49
7.1.2 Endoparásitos identificados mediante la técnica de tamizado de contenido intestinal de borrego cimarrón.....	56
7.1.3 Endoparásitos identificados mediante copromicroscopía en la cabra doméstica	62
7.2 Prevalencia de endoparásitos	68
7.3 Estimación de la densidad de huevos de endoparásitos	69
7.4 Distribución y abundancia de las cabras en zonas borregueras de B.C.S.	70
7.5 Determinación de semejanza en la composición endoparasitaria	72
8 DISCUSIÓN	75
9 CONCLUSIONES	86
10 PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN.....	88
11 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO.	88
12 LITERATURA CITADA.....	89

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Distribución histórica y actual (1981) de los borregos de montaña en Norteamérica.....	5
Figura 2. <i>Ovis dalli</i>	6
Figura 3. <i>Ovis canadensis</i>	7
Figura 4. Representación de un ooquiste esporulado de <i>Eimeria sp.</i>	14
Figura 5. Áreas de estudio. Zonas borregueras de Baja California sur.....	34
Figura 6. Bolsa ovigera de <i>Thysanosoma actinioides</i>	51
Figura 7. Bolsa ovigera de <i>Wyominia tetoni</i>	52
Figura 8. Ooquiste no esporulado de <i>Eimeria intricata</i>	53
Figura 9. Huevo de <i>Skrjabinema sp.</i> Encontrado en el borrego cimarrón.....	54
Figura 10. Ooquiste no esporulado de <i>Eimeria ahsata</i>	55
Figura 11. Ejemplar adulto de <i>Skrjabinema sp.</i> , mostrando la típica forma de “J”.....	57
Figura 12. Porción anterior de <i>Skrjabinema sp.</i>	58
Figura 13. Porción posterior de <i>Skrjabinema sp.</i>	59
Figura 14. Representación de una composición de la superficie y estructuras intra-orales de la cavidad oral, vista de frente. 1. <i>Skrjabinema ovis</i> . 2. <i>Skrjabinema caprae</i>	60
Figura 15. Corte transversal de la cavidad oral de <i>Skrjabinema ovis</i>	61
Figura 16. Ooquistes de <i>Eimeria sp.</i> esporulados, sin tapón del micrópilo identificados en la cabra doméstica con distribución en las zonas borregueras de B.C.S.....	64
Figura 17. Ooquistes de <i>Eimeria sp.</i> esporulados, con tapón del micrópilo identificados en la cabra doméstica con distribución en las zonas borregueras de B.C.S.....	65
Figura 18. Ooquiste no esporulado de <i>Eimeria apsheronica</i>	66
Figura 19. Huevo de <i>Skarjabinema sp.</i> encontrado en la cabra doméstica	66
Figura 20. Registros de la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S.....	71
Figura 21. Dendograma de la semejanza en la composición endoparasitaria entre las localidades muestreadas por especie hospedera.	73

LISTA DE CUADROS

	Pagina
Cuadro I. Protozoarios del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) de Norteamérica.....	17
Cuadro II. Cestodos del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) de Norteamérica.....	18
Cuadro III. Nematodos gastrointestinales del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) de Norteamérica.....	18
Cuadro IV. Nematodos pulmonares del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) de Norteamérica....	20
Cuadro V. Endoparásitos reportados en el borrego cimarrón del desierto.....	21
Cuadro VI. Especies de <i>Eimeria</i> de cabras domesticas en Norte América.....	26
Cuadro VII. Número de muestras de heces de borrego cimarrón obtenidas en cada región y tipo de colecta.....	37
Cuadro VIII. Número de cabras muestreadas por rancho, región y año de colecta.....	38
Cuadro IX. Localidades donde se obtuvieron muestras de borrego cimarrón y cabra doméstica....	48
Cuadro X. Grupos de endoparásitos y número de especies identificados en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S. mediante copromicroscopía.....	49
Cuadro XI. Frecuencia de muestras de borrego cimarrón en zonas borregueras de B.C.S., con relación al número de endoparásitos que presentaron en el examen de flotación fecal.....	49
Cuadro XII. Frecuencia de muestras de cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S., en relación al número de endoparásitos que presentaron en el examen de flotación fecal.....	62
Cuadro XIII. Endoparásitos de cabras, identificados en ranchos ubicados en zonas borregueras de B.C.S.	63
Cuadro XIV. Número de especies de endoparásitos identificados por regiones del área de estudio en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en B.C.S.....	67
Cuadro XV. Especies de endoparásitos identificados en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S.....	68
Cuadro XVI. Prevalencia de los endoparásitos identificados en las muestras de <i>Capra hircus</i> con distribución en zonas borregueras de B.C.S.....	69
Cuadro XVII. Densidad de ooquistes por gramo de heces en muestras en cabras domésticas de rancherías con distribución en zonas borregueras de B.C.S.....	70
Cuadro XVIII. Número de cabras observadas por sierra y región durante los vuelos en helicóptero realizados por la SEMARNAT y la Unión de UMA's.....	72

1 INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, los organismos no viven aislados ni son ajenos al ambiente donde habitan, dependiendo en gran medida de las relaciones que tienen con otras especies. Estas relaciones, denominadas interacciones ecológicas ocurren entre los individuos de una misma especie o entre especies diferentes, y se caracterizan porque en ellas, una de las especies de la relación ejerce un efecto que puede ser positivo, negativo o nulo sobre la otra especie interactuante. Las que se presentan entre individuos de una misma especie se denominan interacciones intraespecíficas, y de ellas la más conocida es la competencia que puede ocurrir por recursos, alimento, territorio, etc. Por otra parte, las que ocurren entre individuos de especies diferentes se les denominan interacciones interespecíficas, de las cuales, el comensalismo, el mutualismo, la depredación, la competencia y el parasitismo se consideran las principales.

El parasitismo, es una de las interacciones interespecíficas en la cual uno de los organismos interactuantes obtiene beneficio a costa de otro, y sobre el cual ejerce un efecto negativo. En esta relación ecológica, el organismo que obtiene el beneficio, se denomina “Parásito” y vive y se alimenta sobre o dentro de la especie afectada a la que se le llama “hospedero”. Como otras relaciones ecológicas, el parasitismo cumple con ciertas características que lo distinguen de las demás interacciones interespecíficas (Crofton, 1971; Hendrix, 1999; Quiroz Romero, 2008).

Primero, el parásito depende fisiológicamente del hospedero, es decir, que se nutre a expensas de este. Esta dependencia fisiológica no es una característica que se restrinja al parasitismo, ya que se puede observar en otras relaciones ecológicas en mayor o menor medida, como por ejemplo, en el sistema depredador-presa. Sin embargo, es fundamental en su definición.

Segundo, el parásito puede producir una lesión obvia e incluso causar la muerte del hospedero cuando las infecciones son intensas. Esta habilidad que tiene el parásito sobre el

hospedero lo diferencia del comensalismo (donde una de las especies interactuantes obtiene un beneficio, mientras que la otra no obtiene ni daño ni beneficio) y es una característica diagnóstica del parasitismo

Tercero, la infección produce o tiende a producir una distribución agregada de los parásitos dentro de la población hospedera. Es decir, la mayor parte de la población hospedera alberga pequeñas cantidades de parásitos y unos pocos individuos hospederos albergan un gran número de la población de parásitos.

Cuarto, los parásitos tienen un potencial reproductivo superior al de los hospederos. Este rasgo distingue al parasitismo del sistema depredador-presa, en el cual, el potencial reproductivo del depredador generalmente es menor que el de la presa.

El efecto que tienen los parásitos sobre los hospederos a escala individual es la tendencia a generar morbilidad más que mortalidad, ya que reducen la condición del hospedero y su habilidad para buscar recursos, defender un buen territorio o proveer alimento a su descendencia. De tal forma los individuos densamente infectados tenderán a tener bajo éxito reproductivo e incrementar su vulnerabilidad a causas secundarias de mortalidad como la depredación o las infecciones secundarias (Moller, 2005). Por lo tanto, es bien aceptado que los parásitos causan disminución de la fertilidad o disminución de la supervivencia de sus hospederos a escala poblacional, provocando así la regulación tanto de sus poblaciones como de las poblaciones hospederas. Este mecanismo regulatorio es un factor fundamental en el mantenimiento del equilibrio dinámico necesario para la supervivencia de la interacción, y su intensidad estará determinada en todo momento por el tamaño de la población de parásitos, su potencial reproductivo y el grado de agregación en la población hospedera (Crofton, 1971; Moller, 2005; Quiroz Romero, 2008). Sin embargo, desde la perspectiva económica y de manejo, el fenómeno de la regulación de las poblaciones que proveen los parásitos se considera indeseable cuando las especies hospederas se encuentran sujetas a planes de manejo con lo que se busca la conservación de la especie para realizar un aprovechamiento cinegético, como sucede con el borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en B.C.S. Además, el parasitismo y sus efectos,

podrían verse amplificados con los efectos de la competencia interespecífica, que al menos en parte, puede ser considerada como un factor predisponente del estado nutricional del hospedero y resultar en parasitismo clínico cuando su hábitat es usado por rumiantes domésticos parasitados que compiten por requerimientos nutricionales y de espacio (Bunch *et al.*, 1999). Tal es el caso del borrego doméstico (*Ovis aries*) y la cabra doméstica (*Capra hircus*) que tienen hábitos de alimentación, preferencias de forraje, y afinidad por la topografía escarpada similares a las del borrego cimarrón y han sido consideradas históricamente como sus competidores ecológicos más serios (Krausman *et al.*, 1999).

En las zonas borregueras de Baja California Sur las cabras y los burros (*Equus asinus*) son las especies domésticas más abundantes y las que se han observado con mayor frecuencia en el hábitat del borrego cimarrón (Álvarez Cárdenas, 2000; Ibarra, 2012). Sin embargo, en esta tesis se eligió a la cabra doméstica como especie de estudio por considerar que presenta mayores similitudes ecológicas con el borrego cimarrón y por lo tanto la especie que se percibe como un potencial competidor y transmisor de parásitos.

Tradicionalmente, los caprinocultores de Baja California Sur hacen uso de la vegetación nativa para alimentar a sus animales. (Ramírez-Orduña *et al.*, 2008). Aunado a esto, la mayoría de los productores de cabras no implementan programas de desparasitación. De acuerdo con datos del censo agropecuario nacional del año 2007, del total de unidades de producción dedicadas a la explotación de caprinos, solo el 18% realizó prácticas de desparasitación (INEGI, 2009). Se considera que lo anterior incrementa el riesgo potencial de transmisión de parásitos para el borrego cimarrón.

Es bien aceptada la idea de que la fauna silvestre regularmente esta parasitada, y son varios autores los que coinciden con esto. Por ejemplo, Quiroz Romero (2008), menciona que la mayoría de los animales alberga una o varias especies de parásitos. Begon *et al.* (2006), expresa que un organismo que no portara muchas especies de parásitos sería una rareza, y Bunch *et al.* (1999), comentan para el caso particular del borrego cimarrón, que sería inusual encontrar un borrego silvestre que no estuviera parasitado. Esto nos sirve de base para considerar a los endoparásitos, particularmente los nematodos gastrointestinales

monoxenos (i.e. con ciclos de vida directos) como organismos confiables para determinar la semejanza de especies de endoparásitos entre el borrego cimarrón y la cabra doméstica, e indirectamente evaluar si la cabra doméstica pudiera estar transmitiendo endoparásitos al borrego cimarrón.

Son pocos los trabajos que se han realizado en relación a los parásitos del borrego cimarrón en México y en las zonas borregueras de Baja California Sur aún se desconoce cuáles son las especies de endoparásitos de esta especie. Además existe la preocupación de si la cabra doméstica podría ser una fuente de transmisión de parásitos para el borrego cimarrón en esas sierras. Por lo tanto esta tesis es un acercamiento a la resolución parcial de esta incógnita, la cual mediante el uso de copromicroscopía busca responder cuales son las especies de endoparásitos tanto del borrego cimarrón como de la cabra doméstica y a su vez determinar la semejanza endoparasitaria entre ambas especies en estas zonas. La respuesta a estas preguntas, brindará información de referencia para los manejadores del borrego cimarrón, los tomadores de decisiones y las autoridades competentes encargadas de la vigilancia epizootiológica y de la conservación de la especie más representativa de las sierras desérticas de la Península de Baja California.

2 ANTECEDENTES

2.1 Borregos de montaña

Los borregos de montaña, pertenecen al género *Ovis*, uno de los más grandes, llamativos y de amplia distribución de ungulados en el mundo. En Norteamérica, las especies de borregos de montaña se distribuyen desde Alaska, a través del oeste de Canadá y los Estados Unidos de América, hasta el noroeste de México (Fig.1). A lo largo de su distribución, estos borregos habitan algunos de los terrenos más inaccesibles y escabrosos de los macizos montañosos, desde las altas y frías montañas rocallosas, hasta las cálidas e inhóspitas sierras desérticas de la Península de Baja California (Valdez y Krausman, 1999).

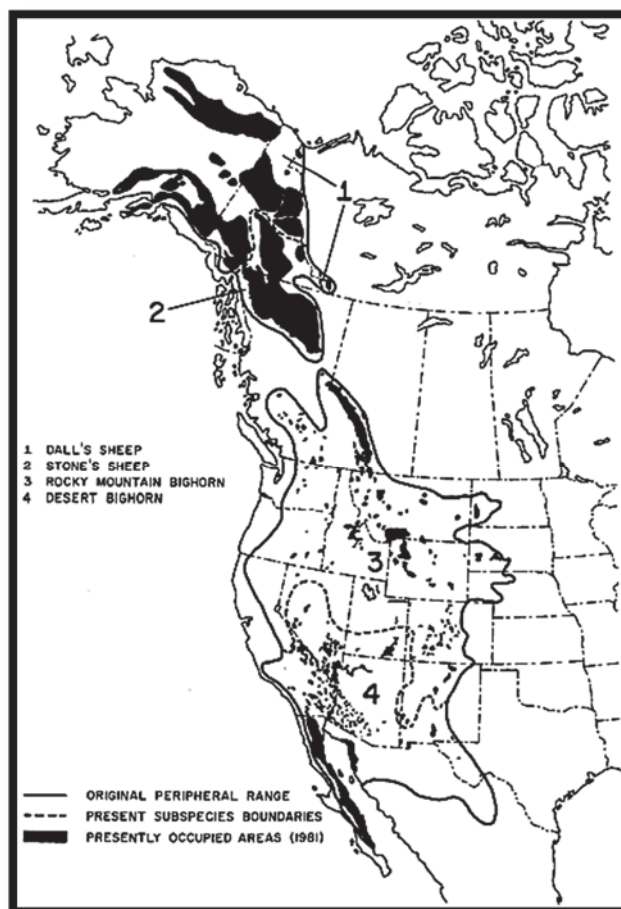


Figura 1. Distribución histórica y actual (1981) de los borregos de montaña en Norteamérica. Las líneas sólidas delimitan el límite periférico original; las líneas discontinuas delimitan los límites actuales de las subespecies, y las áreas oscuras representan las áreas ocupadas actualmente (Valdez y Krausman, 1999).

Los borregos de montaña de Norteamérica, se dividen en base a sus características morfológicas en dos tipos: los “borregos de cuernos delgados” y los “borregos de cuernos gruesos”. El primer tipo, está compuesto por el borrego de Dall (*Ovis dalli*) y el borrego de Stone (*O. dalli stonei*) (Fig. 2); el segundo tipo por el borrego de las montañas rocallosas (*O.canadensis canadensis*), el borrego de California (*O.c. californiana*), y las subespecies del borrego del desierto (*O.c. nelsoni*, *O.c. mexicana*, *O.c. cremnobates* y *O.c. weemsi*) (Fig. 3). Los borregos de cuernos gruesos o borregos cimarrón (*Ovis canadensis*), como el nombre lo indica, se caracterizan por tener cuernos más gruesos y rugosos, en relación a los borregos de Dall (*O. dalli*) y frecuentemente presentan las puntas astilladas o quebradas como resultado de los enfrentamientos intrasexuales entre los machos (Valdez y Krausman, 1999).



Figura 2. *Ovis dalli*– coloración típica, izquierda; *O. dalli stonei*, coloración del territorio Yukon y Columbia británica, derecha (macho, arriba; hembra, abajo). Créditos: pintura de Elizabeth McClelland de Kays and Wilson's Mammals of North America (McClelland, 2002a).



Figura 3. *Ovis canadensis*- macho (superior), hembra (abajo) Créditos: pintura de Elizabeth McClelland de Kays and Wilson's Mammals of North America (McClelland, 2002b).

2.1.1 Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)

De acuerdo con Shackleton (1985) y Long (2003), el borrego cimarrón tiene hábitos principalmente diurnos y es un buen escalador. Es gregario, generalmente forma grupos de 10-15 individuos, ocasionalmente más; los machos mayores de tres años forman grupos en primavera; los machos viejos son solitarios. Realizan movimientos altitudinales estacionales hacia las áreas altas en verano y hacia las áreas bajas en invierno de hasta 64 km. Habitan las regiones montañosas incluyendo las sierras desérticas, los acantilados

rocosos y accidentados, praderas alpinas, y laderas de montañas. Se alimentan de pastos, herbáceas, ciperáceas, musgos, líquenes, hongos, bayas, y ramonean de arbustos y árboles; La reproducción ocurre entre Julio y Octubre, las gestación dura aproximadamente 171-180 días y los partos ocurren entre Enero y Abril; paren de 1-2 crías; las hembras son poliéstricas estacionales; los machos maduran a los tres años pero no se reproducen hasta los 7 años, las hembras se reproducen desde los 2-3 años. El borrego cimarrón llega a vivir entre 14-15 años en el medio silvestre.

2.1.1.1 Borregos del desierto

El borrego del desierto se considera una entidad ecológica, es decir, se le denomina borrego del desierto a las subespecies de borrego cimarrón (*O.c. cremnobates*, *O.c. mexicana*, *O.c. nelsoni*, y *O.c. weemsi*) que viven bajo condiciones relativamente áridas (Manville, 1980), y se distinguen de otros borregos cimarrón en base a su hábitat, más que por las diferencias morfológicas (Monson, 1980). A lo largo de su distribución, los borregos del desierto son encontrados escasamente dispersos en áreas aisladas, caracterizadas por cañones profundos, afloramientos rocosos y numerosos acantilados que le proveen un alto grado de visibilidad (Krausman *et al.*, 1999). En México se distribuyen tres de las cuatro subespecies de borrego del desierto (*O.c. mexicana*, *O.c. cremnobates* y *O.c. weemsi*). El borrego mexicano (*O.c. mexicana*) tuvo una distribución histórica en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Nuevo León, pero en la actualidad solo se le encuentra de forma natural en el estado de Sonora, y en forma introducida en Isla Tiburón. Por su parte, el borrego peninsular (*O.c. cremnobates*) y el borrego de Weems (*O.c. weemsi*) se distribuyen de manera natural en la península de Baja California, el primero en la porción norte y el segundo en la porción sur (Tarango y Krausman, 1997). Además existe una población de borrego de Weems (*O.c. weemsi*) que fue translocada de la Sierra del Mechudo a la isla Carmen, en Baja California Sur, como parte de un plan de conservación de la especie (Jimenez *et al.*, 1997).

2.1.2 Importancia del borrego cimarrón

La importancia del borrego cimarrón puede observarse desde diferentes perspectivas. Desde el punto de vista ecológico, es uno de los herbívoros silvestres de mayor tamaño en México que regula el crecimiento poblacional de algunas plantas silvestres y es presa

potencial de depredadores como el coyote (*Canis latrans*), el puma (*Puma concolor*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*), especialmente durante el primer año de vida. Por lo tanto, se considera un elemento principal en la dinámica y continuidad del ecosistema, y su presencia es un indicador del buen estado de conservación del mismo (Instituto Nacional de Ecología, 2000).

Desde la perspectiva socioeconómica es la especie de mayor valor cinegético, alcanzando valores en el mercado de entre 35,000 a 150,000 dólares. Además el borrego cimarrón tiene una alta importancia cultural, ya que los pueblos antiguos lo han representado en pinturas rupestres, petroglifos, cerámicas y artesanías. Para algunos pueblos, como los Seris y los Pápagos, es un animal sagrado y totémico. En la actualidad algunas instituciones y asociaciones civiles lo utilizan también como emblema y símbolo de independencia y superioridad, muestra del uso tradicional que se le da en el país (Instituto Nacional de Ecología, 2000).

2.1.3 Estado de Conservación del borrego cimarrón

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) cataloga al borrego cimarrón (*O. canadensis*) en su Lista Roja de especies amenazadas, bajo la categoría de “Preocupación menor” (Festa-Bianchet, 2008). Sin embargo, el comercio del borrego cimarrón, o de sus partes o derivados, se encuentra regulado internacionalmente por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que contempla a las poblaciones de borrego cimarrón (*O. canadensis*) de México en el apéndice II, el cual incluye a “las especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia” (CITES, 2013).

Por su parte en México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con la finalidad de asegurar la conservación de la especie y perpetuar la continuidad de sus usos, incluye al borrego cimarrón (*O. canadensis*) en la lista de especies bajo alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría, “sujeta a protección especial (Pr)”. La cual incluye a “aquellas

especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas” (Diario Oficial de la Federación, 2010).

2.1.4 Reducción de las poblaciones

Con excepción de las poblaciones del borrego de Dall (*O. dalli*) y de las poblaciones del borrego de Stone (*O. d. stonei*), todas las poblaciones de borrego cimarrón se han visto afectadas en mayor o menor grado debido al impacto humano, principalmente a causa del sobrepastoreo realizado por el ganado y a las enfermedades transmitidas por los borregos domésticos. Pero también por la pérdida de hábitat, resultado de la construcción de infraestructura y por la explotación forestal (Bunch *et al.*, 1999; Valdez y Krausman, 1999).

Para el caso de México, los factores que han sido señalados como responsables del declive en las poblaciones y de la reducción en la distribución histórica del borrego cimarrón, son la destrucción de su hábitat, la introducción de especies domésticas, la cacería excesiva y la caza furtiva (Tarango y Krausman, 1997).

2.2 Problemática en Baja California Sur

Las especies domésticas que se han registrado en el hábitat del borrego cimarrón en Baja California Sur, son la cabra doméstica (*C. hircus*), el burro (*Equus asinus*), la vaca (*Bos taurus*) y el borrego doméstico (*O. aries*). Sin embargo la proporción de las vacas y los borregos es considerablemente menor en relación a los burros y las cabras (Álvarez Cárdenas, 2000; Ibarra, 2012).

Como ya se mencionó antes, en Baja California Sur los caprinocultores tradicionalmente hacen uso de la vegetación nativa para alimentar a sus animales. De tal forma, las cabras son liberadas al campo, para que se alimenten libremente durante el día, alrededor del área delimitada naturalmente por la disponibilidad de forraje, y son confinadas en corrales durante la noche (Ramírez-Orduña *et al.*, 2008). Esto se considera un problema para las UMA's dedicadas al aprovechamiento de borrego cimarrón, pues las cabras podrían ser incubadoras de parásitos en los corrales de las rancherías donde pasan la noche y dispersoras de los mismos en el hábitat del borrego cimarrón donde algunas de

ellas se alimentan e incluso comparten aguajes. Aunado a esto, la mayoría de los productores de cabras en B.C.S no implementan programas de desparasitación. De acuerdo con el censo agropecuario nacional del año 2007, del total de unidades de producción, solo aproximadamente el 18% desparasitaron a sus animales en el Estado (INEGI, 2009).

2.2.1 Cabras domésticas

Las cabras domésticas (*C. hircus*) tienen hábitos diurnos, con picos de actividad crepuscular, particularmente durante el atardecer. Son gregarias; en el medio silvestre forman pequeñas manadas matriarcales de entre 3-20 individuos; los machos maduros permanecen separados con excepción de la temporada reproductiva y los machos adultos jóvenes forman grupos mixtos de diversas edades que deshacen y forman continuamente; En libertad, presentan densidades de entre 11.8-68/Km². Son sedentarias con movimientos erráticos alrededor de su ámbito hogareño, el cual mide entre 1-5 Km². Habitan áreas rocosas escarpadas, bosques, estepas, tierras de cultivo, matorral y selvas. Explotan áreas (i.e. peñascos y acantilados) que los venados y los borregos domésticos no pueden alcanzar. Se alimentan de pastos, hierbas y helechos, y ramonean hojas, ramas tiernas y rebrotes, flores, bayas, y cortezas de arbustos y árboles. Se reproducen principalmente entre Agosto y Noviembre, pero algunas razas pueden reproducirse todo el año. La gestación dura aproximadamente 150 días, y los partos ocurren de Enero a Marzo; paren de 1-2 crías, a veces tres en el medio silvestre; son poliéstricas estacionales; las hembras pueden reproducirse dos veces al año; durante el periodo de los nacimientos las hembras se mantienen solitarias y las crías son ocultadas los primeros días mientras forrajea; los cabritos alcanzan el tamaño de adulto a los tres años aproximadamente alcanzando la madurez sexual a los seis meses. Llegan a vivir de 12-13 años en el medio silvestre y hasta 16 en cautividad (Long, 2003).

Son animales muy ágiles, y pueden vivir y obtener alimento en zonas generalmente inaccesibles para otros mamíferos domésticos. Las manadas de cabras han sido altamente destructivas para la vegetación natural, contribuyendo a la erosión, la expansión de los desiertos, y a la desaparición de fauna silvestre nativa. De hecho, las cabras domesticas han

sido un factor grave en la disminución de ungulados silvestres por competir con ellos por la disponibilidad de alimento (Nowak, 1999).

En México, esta especie puede estar compitiendo por recursos con especies nativas que se alimenten de hierbas o arbustos y puede estar ejerciendo una severa presión sobre las poblaciones de estas mismas plantas y modificar la dinámica poblacional de ambos grupos (plantas y animales). Las cabras también pueden ser portadoras y transmisoras de enfermedades a fauna nativa (Álvarez Romero y Medellín Legorreta, 2005).

2.3 Conceptos de parasitología

2.3.1 Clasificación de los parásitos, hospederos y ciclos de vida

Los parásitos se pueden clasificar de diferentes maneras. Una, es considerando su ubicación en el hospedero. De esta forma, cuando los parásitos viven externamente sobre este, se les denomina ectoparásitos y cuando residen dentro se les llama endoparásitos. Por otra parte, a los hospederos se les puede clasificar dependiendo del tipo de desarrollo que los parásitos cumplen en ellos. Así, cuando el parásito se desarrolla en el hospedero hasta alcanzar el estadio adulto sexualmente maduro, se le denomina hospedero definitivo, y cuando solo se desarrollan las fases larvarias, juveniles, inmaduras o estados asexuales en él, se le llama hospedero intermediario, los cuales son fisiológicamente indispensables para que el parásito complete su ciclo vital. Cuando los parásitos dependen de un hospedero intermediario, se dice que son especies heteroxenas y tienen un ciclo de vida indirecto. Sin embargo, no todos los parásitos necesitan un hospedero intermediario y en este caso se dice que los parásitos son monoxenos y tienen ciclo de vida directo (Kasai, 1998; Hendrix, 1999; Quiroz Romero, 2008).

2.3.2 Tipos de endoparásitos

Los endoparásitos se definen de manera sencilla como todos los grupos de parásitos que habitan en las diferentes cavidades, sistemas y órganos del interior de un hospedero. Los endoparásitos objeto de estudio de esta tesis son aquellos que habitan el sistema digestivo y el aparato respiratorio, particularmente los que pertenecen al grupo de las coccidias, platelmintos (trematodos digenéticos y eucestodos), estróngilos pulmonares y nematodos

gastrointestinales que parasitan al borrego cimarrón y a la cabra doméstica. A continuación se describen brevemente las características principales de cada grupo.

2.3.2.1 Coccidias

Las coccidias son protistas parásitos excepcionalmente comunes de los vertebrados y, en menor medida de los invertebrados. Tienen un ciclo de vida directo y se reproducen tanto de manera asexual como sexual dentro de las células epiteliales o endoteliales del tracto gastrointestinal o estructuras relacionadas (ductos biliares, epitelio de los túbulos renales, etc.) de sus hospederos; produciendo como producto final un propágulo resistente, el ooquiste, el cual es expulsado del hospedero, usualmente con las heces (Duszynski y Upton, 2001). Las coccidias son agentes causales de una enfermedad de gran importancia económica, la coccidiosis, que afecta particularmente a los animales jóvenes y produce pérdidas debido a la enfermedad clínica propiamente dicha, pero también por la reducción en la ganancia de peso que ocurre en las infecciones subclínicas (Chartier y Paraud, 2012).

Eimeria

Las especies de coccidias que infectan a los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos domésticos) pertenecen al género *Eimeria* (Levine, 1985), y los miembros de este género, con pocas excepciones son considerados monoxenos ya que su ciclo de vida es completado en una única especie hospedera, y estenoxeno porque, usualmente, cada especie tiene una única especie hospedera (Fayer, 1980).

Los ooquistes de las eimerias están cubiertos por una pared compuesta de una o dos capas y pueden estar revestidos por una membrana. Algunos tienen un micrópilo que puede tener o no un tapón (i.e. tapón del micrópilo). En este género hay cuatro esporoquistes, cada uno conteniendo dos esporozoitos. Puede haber un residuo del ooquiste o un residuo del esporoquiste en el ooquiste y el esporoquiste respectivamente; estos están compuestos de material sobrante después de su formación. El esporoquiste puede tener un protuberancia, el cuerpo de Stieda, en un extremo, y puede haber un cuerpo substiedal debajo de él. Los esporozoitos usualmente son alargados, con el extremo anterior redondeado y el posterior ahusado, o pueden tener forma de salchicha. Pueden contener uno o más glóbulos

proteínicos claros (cuerpos refráctiles, glóbulos eosinofílicos) de función desconocida (Levine, 1985). (Fig. 4).

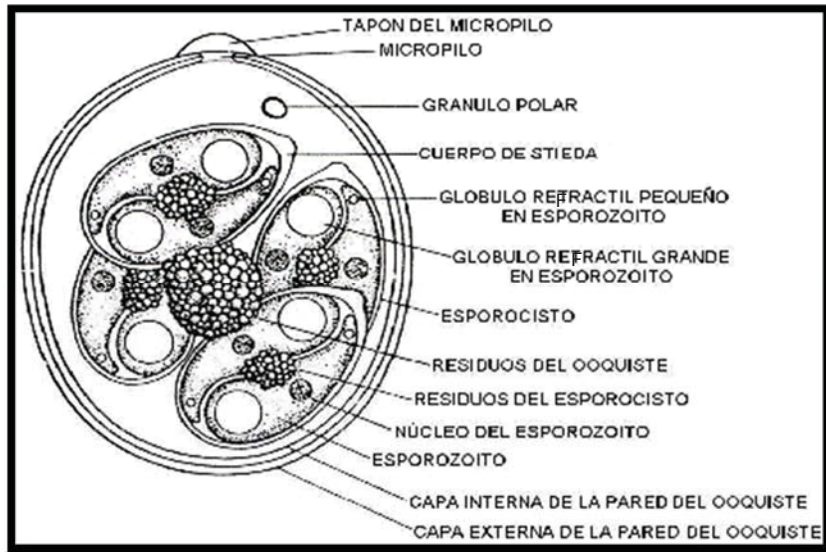


Figura 4. Representación esquemática de un ooquiste esporulado de *Eimeria sp.* (Levine, 1985).

2.3.2.2 Platelminfos

El filo platelmintos, o gusanos planos comprende dos clases parasitas: los trematodos y los cestodos. Los platelmintos se caracterizan por ser aplanados dorsoventralmente, tener simetría bilateral y carecer de cavidad corporal. Es decir, son acelomados y parenquimatosos. Sus sistemas no están muy bien desarrollados y con frecuencia, no presentan tubo digestivo o a veces este es incompleto. Además, no tienen sistema circulatorio ni respiratorio. Por lo general son monoicos y sus ciclos de vida indirectos, es decir, son heteroxenos (Dunn, 1983; Quiroz Romero, 2008).

Trematodos digenéticos

Los trematodos o dístomas de importancia conocida para los rumiantes domésticos pertenecen a la subclase *Digenea*. Los trematodos digenéticos se caracterizan por que sus ciclos de vida implican uno o más hospederos intermediarios invertebrados, de los cuales generalmente el primero es un molusco. Presentan un intestino de una sola vía, es decir, existe un tubo digestivo, pero carecen de ano. Tienen forma foliácea, presentan cutícula

externa, uno o más órganos de fijación, y generalmente dos ventosas prominentes sobre su superficie corporal. La mayoría de las dístomas viven en el canal alimentario y en los sistemas respiratorio y urogenital, aunque algunos habitan en el sistema circulatorio. Con excepción de los dístomas hemáticos (esquistosomas), todas las dístomas que parasitan a los mamíferos son monoicas, es decir, presentan órganos reproductivos masculinos y femeninos completos en cada individuo. Su reproducción es sexual (Mönnig, 1950; Davis y Lieke, 1973; Pybus, 2001). En general los huevos de los trematodos digenéticos tienen forma elipsoide u oval con pared lisa y presentan un opérculo en uno de los polos (Hendrix, 1999; Quiroz Romero, 2008).

Eucestodos

Los cestodos de importancia conocida para los rumiantes domésticos pertenecen a la subclase *Eucestoda*. Tienen forma de cinta y están segmentados en compartimentos idénticos, denominados proglotis. Cada proglotis contiene un grupo completo de órganos reproductores masculinos y femeninos, es decir, son monoicos. Los eucestoda o verdaderos gusanos planos presentan órganos de fijación en el extremo anterior, denominado escólex. El escólex posee cuatro ventosas llamadas acetábulos, que le sirven para sujetarse a la mucosa del intestino delgado, el hábitat de la mayoría de los cestodos. No poseen boca; debido a ello absorben los nutrientes del intestino del hospedero por medio de su tegumento. Además de las ventosas, pueden presentar una organela en forma de gancho denominada róstelo con la cual se anclan al intestino delgado. Si el cestodo posee róstelo, se dice que está armado, si carece de él se dice que está desarmado (Dunn, 1983; Hendrix, 1999).

2.3.2.3 Nematodos gastrointestinales

El filo Nematoda incluye el grupo más numeroso de parásitos de los animales domésticos y del hombre. Su cuerpo es cilindroide, no segmentado con un tracto gastrointestinal y una cavidad general. Son de forma redonda en sección transversa y están cubiertos por una cutícula. La mayoría de los nematodos tienen reproducción sexual y presentan sexos separados. Su ciclo de vida es monoxeno. Los nematodos parásitos tienen gran importancia económica, debido a la frecuencia y elevada morbilidad con que se presentan.

Generalmente tienen carácter crónico y la mayoría interfiere en un buen crecimiento (Quiroz Romero, 2008). Dentro de este filo, los nematodos estróngilos se encuentran entre los parásitos más característicos del sistema gastrointestinal de los rumiantes a través del mundo, y están representados por tres súper familias, Ancylostomatoidea, Strongyloidea, y Trichostrongyloidea (Hoberg *et al.*, 2001).

2.3.2.4 Estróngilos pulmonares

Los verdaderos estróngilos pulmonares pertenecen a la superfamilia Metastrongyloidea. Son el único grupo de nematodos que no pueden llegar a su estado adulto si no pasan antes por un hospedero intermediario, es decir, son heteroxenos. La familia Protostrongylidae es la que se encuentra principalmente en los rumiantes. Los protostrongilidos forman huevos de cubierta delgada que dan lugar a larvas de primer estadio (en el útero o en los tejidos del hospedero) capaces de penetrar en los hospederos intermediarios, generalmente gasterópodos terrestres, y dando lugar así al estadio infectivo. Los hospederos definitivos se infestan cuando ingieren los gasterópodos infectados. Existen dos tipos de larvas de primer estadio en los metastrongiloides, una larva con una espina dorsal en la cola es característica de la mayoría de los géneros de los Protostrongylidae, salvo en *Protostrongylus*. La larva de *Protostrongylus* carece de esta espina, aunque se identifican fácilmente por su cola puntiaguda y curva. Los verdaderos estróngilos pulmonares tienen generalmente bastante especificidad por el hospedero (Anderson, 1973; Dunn, 1983).

2.4 Endoparásitos del borrego cimarrón

Un gran número de géneros y especies de endoparásitos han sido reportados en varias especies y subespecies del borrego cimarrón en Norteamérica, de los cuales se piensa que la gran mayoría tienen su origen en los animales domésticos. Solo la especie del cestodo *Wyominia tetoni* (Bunch *et al.*, 1999) y las especies de estróngilos pulmonares *Protostrongylus rushi* y *P. stilesi* se consideran como especies con origen probable en el borrego cimarrón (*O. canadensis*) en Norte América (Forrester *et al.*, 1971). Aunque, Becklund y Singer (1967) encontraron *Nematodirus archari* y *N. davtiani* en el borrego cimarrón en Montana, y sugirieron que aunque ambos son parásitos del borrego doméstico y de las cabras en la URSS, animales que aparentemente han dado a los nematodos una

distribución cosmopolita, es improbable que la ocurrencia de estos dos nematodos en Norteamérica pueda ser atribuida a la transportación de rumiantes domésticos de Eurasia y que es más probable que estos nematodos pudieran venir con los ancestros del *O. canadensis* de Eurasia durante el periodo del pleistoceno. Por lo tanto, podría considerarse que *Nematodirus archari* y *N. davtiani* tienen un origen probable en el borrego cimarrón de Norteamérica.

En los cuadros I al IV se resume las especies de endoparásitos del borrego cimarrón (*O. canadensis*) de Norteamérica reportados en los trabajos de revisión e investigación de Allen (1961, 1980), Becklund y Singer (1967), López Fonseca(1979) y Bunch *et al.* (1999).

Cuadro I. Coccidias del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Coccidias	Distribución geográfica
<i>Eimeria sp.</i>	Baja California
<i>E. ahsata</i>	Wyoming, Canadá
<i>E. arloingi</i>	Colorado, Wyoming
<i>E. ovina</i>	Canadá
<i>E. crandalis</i>	Wyoming, Canadá
<i>E. faurei</i>	Colorado, Wyoming, Canadá
<i>E. granulosa</i>	Utah, Wyoming, Canadá
<i>E. intricata</i>	Wyoming, Canadá
<i>E. ninaekohlyakimovae</i>	Wyoming, Canadá
<i>E. pallida</i>	Utah
<i>E. parva</i>	Colorado, Wyoming, Canadá

Cuadro II. Cestodos del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Cestodos	Distribución geográfica
<i>Moniezia sp.</i>	Utah
<i>M. benedeni</i>	Alberta, Columbia británica, Colorado, Montana, Wyoming
<i>M. expanza</i>	Wyoming
<i>Thysanosoma actinioides</i>	Arizona, California, Baja California, Columbia británica, Montana, Nevada, Utah.
<i>Wyominia tetoni</i>	Arizona, Baja californiia, Colorado, Idaho, Montana, Nevada, Utah, Wyoming.

Cuadro III. Nematodos gastrointestinales del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Nematodos gastrointestinales	Distribución geográfica
<i>Haemonchus sp.</i>	Colorado
<i>H. contortus</i>	Wyoming, Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>H. placei</i>	Nuevo México
<i>Marshallagia marshalli</i>	Alberta, Columbia británica, Colorado, Idaho, Montana, Wyoming
<i>Ostertagia sp.</i>	Colorado
<i>O. circumcincta</i>	Alberta, Columbia británica, Montana, Wyoming
<i>O. lyrata</i>	Montana
<i>O. occidentalis</i>	Alberta, Columbia británica, Idaho, Montana, Wyoming
<i>O. ostertagi</i>	Columbia británica, Idaho, Montana, Wyoming

Cuadro III. Continuación. Nematodos gastrointestinales del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Nematodos gastrointestinales	Distribución geográfica
<i>O. trifurcata</i>	Montana, Wyoming
<i>Pseudostertagia bullosa</i>	Colorado, Nuevo México
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Montana
<i>T. axei</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>T. colubriformis</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>T. rugatus</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>Cooperia sp.</i>	Utah
<i>C. oncophora</i>	Montana, Wyoming
<i>C. surnabada</i>	Montana
<i>Nematodirus sp.</i>	Montana
<i>N. abnormalis</i>	Wyoming
<i>N. archari</i>	Montana
<i>N. dartiani</i>	Montana
<i>N. dogieli</i>	
<i>N. filicolis</i>	Alberta
<i>N. helvetianus</i>	Montana
<i>N. lanceolatus</i>	Colorado, Montana
<i>N. maculosus</i>	
<i>N. odocilei</i>	
<i>N. oiratianus</i>	
<i>N. spathiger</i>	Colorado, Montana, Nuevo México, Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C., Wyoming

Cuadro III. Continuación. Nematodos gastrointestinales del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Nematodos Gastrointestinales	Distribución geográfica
<i>Oesophagostomum sp.</i>	Nuevo México
<i>O. venulosum</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>Skrjabinema sp.</i>	Arizona, California, Columbia británica, Nuevo México, Utah
<i>S. ovis</i>	Colorado, Idaho, Montana, Nevada, Nuevo México, Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.
<i>Trichuris sp.</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C., Idaho, Montana, Nevada, Nuevo México, Wyoming
<i>T. discolor</i>	Columbia británica, Nevada, Nuevo México
<i>T. Ovis</i>	Parque Zoológico Nacional de Washington, D.C.

Cuadro IV. Estróngilos pulmonares del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Norteamérica.

Nematodos pulmonares	Distribución geográfica
<i>Dictiocaulus viviparus</i>	Alberta
<i>Protostrongylus frosti</i>	Wyoming
<i>P. rushi</i>	Colorado, Montana, Wyoming
<i>P. stilesi</i>	Alberta, California, Columbia británica, Colorado, Idaho, Montana, Nevada, Wyoming
<i>Muellerius capillaris</i>	California

Es necesario precisar que aunque un gran número de géneros y especies de endoparásitos han sido reportados en el borrego cimarrón, no todos los endoparásitos del cuadro anterior han sido reportados en todas las subespecies de borrego cimarrón de Norteamérica. Además, la metodología utilizada por los diversos autores consistió principalmente en la identificación de los parásitos adultos recuperados en necropsias y solo en algunos casos en la identificación de huevos u ooquistes mediante copromicroscopía, y obtención de larvas pulmonares con la técnica de Baermann. Así también, es importante recalcar que muchos de los autores concuerdan en que la mayoría de los endoparásitos encontrados en el borrego cimarrón tienen su origen en los animales domésticos.

En el cuadro V se presentan las especies de endoparásitos reportadas en las subespecies del borrego cimarrón del desierto (i.e. *O. c. cremnobates*, *O. c. mexicana*, *O. c. nelsoni*, y *O. c. weemsi*), se especifica la especie y la distribución geográfica donde se realizó el estudio.

Cuadro V. Endoparásitos reportados en el borrego cimarrón del desierto.

Especie de endoparásito	Especie de borrego y distribución geográfica
Coccidias	
<i>Eimeria sp.</i>	<i>O. c. cremnobates</i> , Baja California (López Fonseca, 1979).
<i>E. granulosa</i> y <i>E. pallida</i>	<i>O. c. nelsoni</i> , Utah (Wilson, 1966)
Cestodos	
<i>Moniezia sp.</i>	<i>O. c. nelsoni</i> , Utah (Wilson, 1966)
<i>Thysanosoma actinioides</i>	<i>O. canadensis</i> , Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964). <i>O. c. cremnobates</i> , California (Russi y Monroe, 1976). Baja California (López Fonseca, 1979). <i>O. c. nelsoni</i> , Nevada (Allen, 1962, 1964) <i>O. canadensis</i> , Utah (Wilson, 1968)

Cuadro V. Continuación. Endoparásitos reportados en el borrego cimarrón del desierto.

Especie de Endoparásito	Especie de borrego y distribución geográfica
Cestodos	
<i>Wyominia tetoni</i>	<i>O. canadensis</i> , Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964). <i>O. c. cremnobates</i> , Baja California (López Fonseca, 1979). <i>O. c. nelsoni</i> , Utah (Wilson, 1966) Nevada (Allen, 1962, 1964)
Nematodos gastrointestinales	
<i>Haemonchus placei</i> , <i>Pseudostertagia bullosa</i> y <i>Oesophagostomum sp.</i>	<i>O. c. mexicana</i> , Nuevo México (Allen, 1955)
<i>Cooperia sp.</i>	<i>O. canadensis</i> , Utah (Wilson, 1968).
<i>Nematodirus spathiger</i>	<i>O. c. mexicana</i> , Nuevo México (Allen y Kennedy, 1952)
<i>Skrjabinema sp.</i>	<i>Ovis canadensis</i> , Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964). <i>O. c. cremnobates</i> , California (Russi y Monroe, 1976). <i>O. c. mexicana</i> , Nuevo México (Allen y Kennedy, 1952). <i>O. c. nelsoni</i> , Utah (Wilson, 1966)
<i>Skrjabinema ovis</i> , <i>Trichuris sp.</i> , y <i>T. discolor</i>	<i>Ovis canadensis nelsoni</i> , Nevada (Allen, 1962, 1964) <i>Ovis canadensis mexicana</i> , Nuevo México (Allen y Kennedy, 1952).
Estróngilos pulmonares	
<i>Protostrongylus stilesi</i>	<i>O. canadensis</i> , California (Buechner, 1960; Welles y Welles, 1961) <i>O. c. nelsoni</i> , Nevada (Johnson, 1957; Buechner, 1960; Allen, 1962, 1964)
<i>Muellerius capillaris</i>	<i>O. c. cremnobates</i> , California (Russi y Monroe, 1976).

Es notorio que la mayoría de los estudios parasitológicos sobre el borrego cimarrón se generaron principalmente en los años previos a la década de 1980, y esto pone de manifiesto el retraso que existe en el conocimiento o inventario de la fauna parasita del borrego cimarrón en México, donde solo existe un reporte sobre los endoparásitos de esta especie.

Dicho estudio fue realizado en el norte del estado de Baja California, y consistió en el análisis de un total de 12 borregos cimarrón machos cazados en dos temporadas cinegéticas. De los cuales, cinco fueron cazados en Arroyo grande y Matomi entre Octubre y Noviembre de 1976, y siete en Pico del diablo entre Noviembre y Diciembre de 1978. Los análisis parasitológicos consistieron en la identificación de los parásitos adultos recuperados durante la necropsia de todos los individuos y en el análisis de las heces mediante copromicroscopía únicamente de los individuos de la primera temporada. Los resultados demostraron que de los ejemplares analizados en la primera temporada, el 60% se encontraron parasitados con el cestodo *Wyominia tetoni*, el 20% con el cestodo *Thysanosoma actinioides*, y el 40% con *Eimeria* sp. A su vez, de los individuos analizados en la segunda temporada, el 85% albergaba únicamente al cestodo *W. tetoni* (López Fonseca, 1979).

Si bien solo existe el reporte de especies de endoparásitos de López Fonseca (1979), otros estudios con objetivos diferentes han abordado el análisis de endoparásitos en México. Uno de ellos es un estudio realizado en Baja California Sur, como parte de un proyecto de conservación del borrego de Weems (*O. c. weemsi*), en el cual capturaron y trasplantaron 30 individuos adultos procedentes de la sierra del mechudo a la isla del Carmen. Durante la contención, obtuvieron una muestra de heces directamente del recto de cada animal, y la analizaron para endoparásitos (no se especifica la técnica). Los autores reportaron haber observado huevos de nematodos en tres de las 30 muestras (DeForge *et al.*, 1997a). Sin embargo, no identificaron la especie del parásito, ni realizaron discusión alguna al respecto. Otro estudio similar, es un trabajo de tesis realizado en Baja California, en el cual, como parte de una evaluación del estado de salud del borrego cimarrón en Sierra de San Pedro Mártir, capturaron 10 individuos de borrego cimarrón, y colectaron y

analizaron, entre otras, 10 muestras de heces directamente tomadas del recto de siete hembras y tres machos con edades comprendidas entre los tres y ocho años. Las muestras fueron analizadas mediante frotis fecales directos teñidos con Lugol al 1% y flotación con solución saturada de cloruro de sodio (sin centrifuga) obteniendo resultados negativos en todas las muestras (Colodner Chamudis, 2001).

En base a la revisión de la literatura y en los antecedentes anteriores, podemos decir que no encontramos ningún estudio que reporte especies de endoparásitos en la subespecie del borrego cimarrón del desierto *O. c. weemsi* en Baja California Sur.

2.4.1 Enfermedades endoparasitarias del borrego cimarrón

Históricamente la enfermedad que ha sido considerada la más importante en la dinámica de las poblaciones de borrego cimarrón y que a su vez ha tenido el mayor impacto sobre las mismas, es la neumonía epizootica, observada principalmente en las poblaciones de borrego cimarrón (*O. canadensis*) de las montañas rocallosas (Buechner, 1960; Bunch *et al.*, 1999; Cassirer y Sinclair, 2007). En un principio, se propuso la hipótesis de que los nematodos pulmonares (*Protostrongylus stilesi* y *P. rushi*), en conjunto con las bacterias de los géneros *Pasteurella sp* y *Corynebacterium sp.*, y myxovirus eran los principales agentes etiológicos de la enfermedad a la que denominaron el complejo estrongilosis pulmonar-neumonía del borrego cimarrón (Buechner, 1960; Forrester *et al.*, 1971). Sin embargo, evidencias posteriores descartaron a los estróngilos pulmonares como agentes causales, y asociaron mayormente a las bacterias (*Pasteurella multocida*, *Corynebacterium pyogenes*, *Mannheimia haemolytica*, *Bibersteinia trehalosi*, y *Mycoplasma ovipneumoniae*) como agentes etiológicos después de que ocurría el contacto con poblaciones de borrego doméstico (*O. aries*) (Foreyt, 1982; George *et al.*, 2008; Wehausen *et al.*, 2011; Besser *et al.*, 2012b). Aun en la actualidad no se sabe con certeza la etiología de la neumonía epizootica del borrego cimarrón. Aunque alguna evidencia sugiere fuertemente a la bacteria *Mycoplasma ovipneumoniae* (Besser *et al.*, 2008, 2012a, 2012b, 2013). Si bien, los estróngilos pulmonares ya no son considerados los agentes causales de la enfermedad, es posible que si predisponen al desarrollo de bacterias y virus cuando los animales sufren cualquier tipo de estrés (Besser *et al.*, 2013).

Los parásitos gastrointestinales (i.e coccidias y nematodos) no han sido reportados como causantes de enfermedad en el borrego cimarrón. Sin embargo esto no implica que el parasitismo clínico no pueda ocurrir cuando las condiciones idóneas para el parásito se presenten (Bunch *et al.*, 1999; Duszynski y Upton, 2001; Hoberg *et al.*, 2001).

2.5 Endoparásitos de la cabra doméstica

Las técnicas coprológicas utilizadas en este estudio y descritas anteriormente se limitan al estudio de coccidias, platelmintos (trematodos y cestodos), nematodos gastrointestinales y estróngilos pulmonares. Por lo tanto a continuación se mencionan únicamente las especies de endoparásitos de la cabra doméstica que corresponden a estos grupos y que se distribuyen en Norte América.

2.5.1 Coccidias de las cabras

Por mucho tiempo se consideró que las especies de *Eimeria* en los borregos y las cabras eran idénticas en base a su morfología. Sin embargo, ahora se sostiene que las especies de *Eimeria* que hospedan las cabras y los borregos son propias de cada especie y no ocurre la infección cruzada (Chartier y Paraud, 2012; Andrews, 2013). *Eimeria* sp., ha sido aislada de cabras en todos los continentes tanto de animales enfermos como de sanos. Las infecciones concurrentes con múltiples especies es la regla (Levine, 1985).

En el cuadro VI se muestran las especies de coccidias con distribución en Norte América que parasitan a las cabras domésticas, así como la ocurrencia y patogenicidad de cada especie. Se compara también con las especies de *Eimeria* análogas en los borregos.

Cuadro VI. Especies de *Eimeria* de cabras domésticas en Norte América. Modificado de Smith y Sherman (2009).

Especies	Especie comparable en el borrego	Patogenicidad	Ocurrencia
<i>E. alijeivi</i>	<i>E. parva</i>	Media	Muy común
<i>E. apsheronica</i>	<i>E. faurei</i>	Media	Muy común
<i>E. arloingi</i>	<i>E. bakuensis (E. ovina)</i>	Moderada a severa	La más común
<i>E. caprina</i>	Ninguna	Moderada a severa	Común
<i>E. caprovina</i>	<i>E. caprovina</i>	Moderada	Poco común
<i>E. christenseni</i>	<i>E. ashata</i>	Moderada a severa	Muy común
<i>E. hirci</i>	<i>E. crandallis</i>	No patogénica	Común
<i>E. jolchijevi</i>	<i>E. granulosa</i>	Se desconoce	Poco común
<i>E. ninakohlyakimovae</i>	<i>E. ovinoidallis</i>	La más severa	Muy común
<i>E. pallida</i>	Podría presentarse en los borregos	No patogénica	Poco común

2.5.2 Platelminetos

2.5.2.1 Trematodos digenéticos

Los trematodos digenéticos que infectan a las cabras domésticas, y tienen distribución en Norte América pertenecen a las familias Dicrocolidae (*Dicrocoelium dendriticum*), Fasciolidae (*Fasciola hepatica*, y *Fascioloides magna*) y Paramphistomatidae (*Paramphistomum cervi*, *P. explanatum*, *Fischoederius elongatus*, *Gastrothylax crumenifer* y *Cotylophoron cotylophorum*). Si bien, *F. hepatica* es la duela del hígado más común en las cabras de todo el mundo, *F. magna* es una causa de morbilidad en cabras más importante en ciertas partes de Norte América. No obstante, los huevos de *F. magna* raramente son arrojados con las heces de las cabras infectadas y por lo tanto los análisis de copromicroscopía no son de ayuda en el diagnóstico. *D. dendriticum* generalmente produce enfermedad hepática crónica en cabras menos severa que *F. hepatica*. Los paramfistomidos o duelas del rumen pueden estar presentes en grandes cantidades en el rumen de las cabras,

pero son esencialmente no patogénicos. La enfermedad que producen está asociada principalmente con la alimentación voraz de las formas inmaduras en el intestino delgado antes de migrar al rumen y madurar (Quiroz Romero, 2008; Smith y Sherman, 2009).

2.5.2.2 Eucestodos

El principal cestodo intestinal de las cabras en todo el mundo es *Moniezia expansa*, aunque otras especies de *Moniezia* podrían infectar también a las cabras. *Thysaniezia giardi* infecta a las cabras en Europa, la antigua URSS, África, India, y Norte América. *Thysanosoma actinioides*, el cestodo festoneado puede ser encontrado en el intestino delgado, pero está más comúnmente localizarlo en los conductos biliares y pancreáticos principalmente de borregos y venados. Su prevalencia en cabras esta pobremente documentada (Kasai, 1998; Smith y Sherman, 2009)

2.5.3 Nematodos gastrointestinales

La infección por nematodos del tracto gastrointestinal es una de las causas más significativas de desperdicio de recursos y disminución de la productividad en las cabras domésticas de todo el mundo, especialmente bajo condiciones de pastoreo. Las infecciones parasíticas mixtas son comunes y frecuentemente no es posible atribuir los signos clínicos del parasitismo a una sola especie de parásito. Los nematodos gastrointestinales con distribución en Norte América pertenecen a las familias consideradas a continuación (Anderson, 2000; Quiroz Romero, 2008; Smith y Sherman, 2009).

TRICHOSTRONGYLIDAE. *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *T. (Ostertagia) trifurcata*, *T. davtiani*, *Marshallagia marshalli* y *Trichostrongylus axei*, en abomaso. *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *Cooperia curticei*, *Nematodirus filicollis* y *N. spathiger*, se presentan en el intestino delgado. Los tricostrongilidos son responsables de la mayoría de las enfermedades y pérdidas económicas asociadas con los nematodos en las cabras. *H. contortus* es generalmente considerado el más serio en las cabras, y se distingue de otros en que, tanto las larvas de cuarto estadio como los adultos son hematófagos voraces. *T. davtiani* ocurre principalmente en cabras en regiones con climas templados, y *M. marshalli* ocurre en regiones tropicales y subtropicales.

TRICHURIDAE. *Trichuris ovis* ocurre mundialmente en el colon de las cabras, pero no es considerado una causa primaria de enfermedad o disminución en la producción.

OXYURIDAE. *Skrjabinema ovis* y *S. caprae*. La primera, parasita el colon de las cabras de todo el mundo, pero es generalmente considerado no patogénico. La segunda, se presenta en Estados Unidos.

STRONGYLIDAE. *Oesophagostomum columbianum* y *Chabertia ovina*. Los adultos de la primera residen en el colon, pero las lesiones nodulares producidas por sus larvas infectivas se encuentran en todo el intestino. La segunda, puede contribuir al parasitismo clínico en todo el mundo, pero la morbilidad causada únicamente por esta especie es rara.

ANCYCLOSTOMIDAE. *Bunostomum trigoncephalum* es un parásito hematófago activo del intestino delgado que puede contribuir significativamente al desarrollo de anemia.

STRONGYLOIDIDAE. *Strongyloides papillosus* parasita el intestino delgado, es el único patógeno caprino de esta familia. Su ciclo de vida partenogénico (i.e su desarrollo puede ser tanto de vida libre como parásita) es único entre los nematodos gastrointestinales. Su patogenicidad va de moderada a muy marcada en las cabras.

GONGYLONEMATIDAE. Los gongylonematidos (Superfamilia Spiruroidea) tienen ciclo de vida indirecto. Las larvas infectivas se desarrollan dentro de escarabajos coprófagos, y las cabras se infectan al consumir los escarabajos infectados. Las especies *Gongylonema pulchrum*, *G. verrucosum*, *G. monnigi* viven embebidos en la mucosa del esófago y el rumen de las cabras, pero son esencialmente no patogénicos y son de poca significancia clínica.

2.5.4 Nematodos pulmonares

Los nematodos pulmonares que infectan a las cabras domésticas en Norte América pertenecen a las familias DICTYOCAULIDAE (*Dictyocaulus filaria*) y PROTOSTRONGILIDAE (*Protostrongylus rufescens*, *Muellerius capillaris*). Las infecciones por *M. capillaris* son ubicuas. *D. filaria* y *P. rufescens* son encontrados esporádicamente. Si bien *D. filaria* es cosmopolita, no es muy común en muchas partes del mundo. A diferencia de los

estróngilos pulmonares verdaderos (Metastongyloidea), el ciclo de vida de *D. filaria* es directo (Anderson, 1973, 2000; Radostits *et al.*, 2007; Smith y Sherman, 2009).

3 JUSTIFICACIÓN

El borrego cimarrón es una especie emblemática y de mucha relevancia ecológica, está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus de protección especial (Diario Oficial de la Federación, 2010). Es el mayor herbívoro silvestre en el ecosistema que habita, y una especie de alto impacto económico, mediante la actividad cinegética autorizada, pero también de manera indirecta mediante la industria turística entre otras (Instituto Nacional de Ecología, 2000; SEMARNAT, 2010). El aprovechamiento de las especies depende de la conservación de las mismas, y sin duda el conocimiento detallado sobre su biología y ecología permiten una toma de decisiones correctas para el manejo adecuado.

Las cabras domésticas han sido un factor grave en la disminución de ungulados silvestres por competir con ellos por la disponibilidad de alimento (Nowak, 1999), además pueden ser portadoras y transmisoras de enfermedades a fauna nativa (Álvarez Romero y Medellín Legorreta, 2005). En Baja California Sur, la cabra doméstica es una especie productiva importante para las comunidades rurales, sin embargo, en las áreas donde su distribución se sobrepone con la del borrego cimarrón, el potencial efecto negativo que podría estar ocasionando para este y su hábitat se desconoce. Este trabajo pretende contribuir para responder esta pregunta por medio del análisis de las especies de parásitos que comparten.

Hasta ahora, no se han reportado especies de parásitos en la subespecie del borrego cimarrón del desierto *Ovis canadensis weemsi* en Baja California Sur. Por lo tanto esta sería la primera contribución al inventario parasitológico de la especie en el Estado, y la segunda en México. Se espera que el conocimiento generado pueda servir de línea base para ser utilizada en el manejo del borrego cimarrón y sea de utilidad para las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Así como para las autoridades competentes en el manejo y la conservación de la subespecie.

4 HIPÓTESIS

La distribución y la abundancia de las cabras domésticas en las zonas borregueras de Baja California Sur influye en la semejanza endoparasitaria entre el borrego cimarrón y la cabra doméstica, por lo tanto, en las zonas borregueras con mayor abundancia de cabras la semejanza endoparasitaria entre las especies será mayor.

5 OBJETIVOS

5.1 General

Evaluar la semejanza endoparasitaria entre el borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) y la cabra doméstica (*Capra hircus*) en zonas borregueras de Baja California Sur.

5.2 Particulares

- Identificar las especies de endoparásitos presentes en el borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) y en la cabra doméstica (*Capra hircus*) en distintas zonas borregueras de Baja California Sur mediante copromicroscopía.
- Determinar la prevalencia de endoparásitos del borrego cimarrón y la cabra doméstica.
- Estimar la densidad de huevos de los endoparásitos del borrego cimarrón y de la cabra doméstica como indicador de la intensidad de la infección.
- Registrar la distribución y abundancia de las cabras en zonas borregueras de B.C.S.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El Área de estudio se describe en base a los resultados obtenidos del monitoreo del hábitat y de la presencia y distribución de borrego cimarrón y especies domésticas en las sierras borregueras de Baja California Sur, durante los vuelos en helicóptero realizados en el año 2011 por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en conjunto con la Unión de UMA's para la conservación de la fauna y flora silvestre en el estado de Baja California Sur.

El trabajo se realizó en la cadena montañosa de la vertiente del Golfo de California en áreas que comprenden “zonas borregueras” del Estado Baja California Sur, desde el Volcán las tres Vírgenes en la Reserva de la Biosfera Desierto del Vizcaíno en la parte más norteña, hasta la localidad de El Cajete, San Juan de La Costa, en el extremo sur de la Sierra El Mechudo, cercana a la Ciudad de La Paz, Baja California Sur (Fig. 5).

En el estado, la subespecie de borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) se distribuye de norte a sur en tres regiones principales, las cuales agrupan varios sistemas montañosos que bordean al Golfo de California (Fig. 5):

Región I. Volcán las Tres Vírgenes. Se ubica en el extremo norte del Estado, dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, esta Región comprende la Sierra Tinajas de Murillo, Sierra San Alberto, Aguajito, Sierra La Reforma y Volcán Las Tres Vírgenes.

Región II. Sierra La Giganta. Se ubica al centro del estado incluyendo áreas de Sierra La Purísima, Sierra Mulegé y Sierra Loreto, San Javier y Santo Domingo.

Región III. Sierra del mechudo. Al norte, comprende las áreas serranas Agua Verde-San José de la Noria; y al sur, bordeando la bahía de la paz, las áreas serranas de San Evaristo- El Mechudo- San Juan de la Costa.

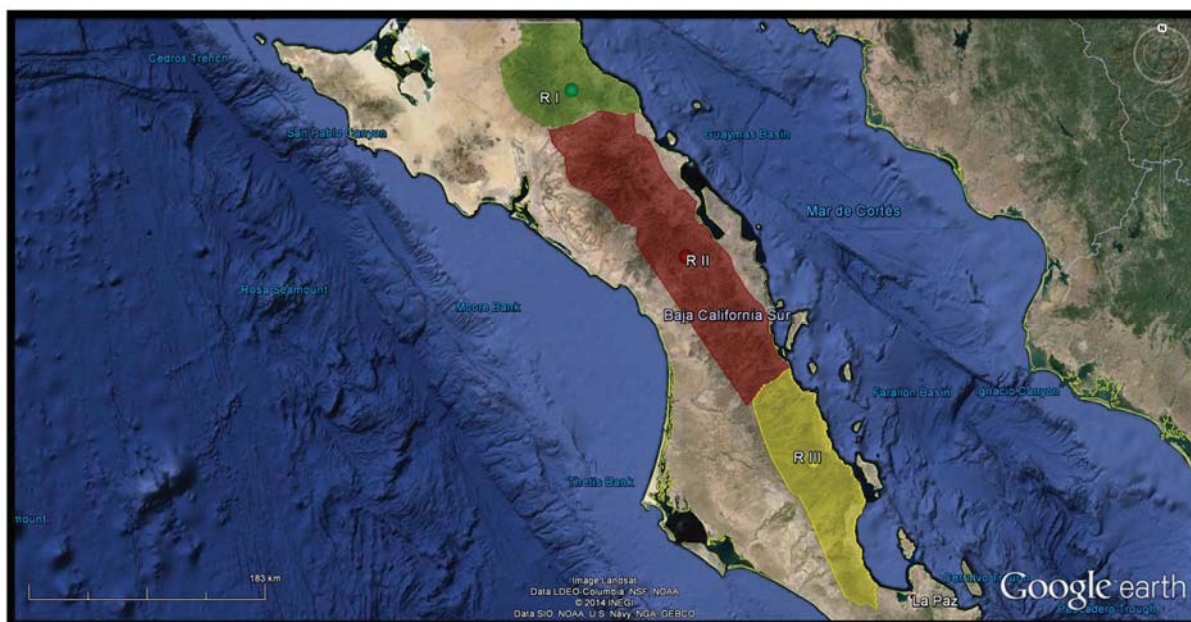


Figura 5. Área de estudio. Zonas borregueras de Baja California sur. R I. Volcán de Las Tres Vírgenes. R II. Sierra de la Giganta. R III. Sierra del Mechudo.

De acuerdo con Arriaga *et al.* (2000), las tres regiones se caracterizan por geformas de sierras, y en el caso particular de Las Vírgenes por conos volcánicos. El clima es muy árido, de semicálido a cálido, con áreas con temperaturas medias entre 18°C y 22°C y áreas con temperaturas medias anuales mayores a 22°C. Presentan zonas con lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual, zonas con lluvias en invierno mayores al 36% anual y zonas con lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. La vegetación consiste básicamente en matorral sarcocaula, es decir, vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza papirácea (Arriaga *et al.*, 2000).

6.2 Identificación de endoparásitos

6.2.1 Toma de muestras

El muestreo consistió en la obtención de heces de borrego cimarrón directamente de ejemplares cazados en diversos sitios de las UMA's del estado durante dos temporadas cinegéticas (2011-2012 y 2012-2013); así como en la colecta en campo de heces recientes de borrego cimarrón en la región borreguera III. La colecta de heces de cabras se realizó en ranchos "chiveros" ubicados en áreas donde se registró su presencia durante los vuelos en

helicóptero realizados en el 2011 por la SEMARNAT, extrayéndolas manualmente de animales vivos.

En total se colectaron y analizaron cuarenta y ocho muestras de heces de ungulados con distribución en la zona estudio. Treinta y ocho muestras individuales de heces de borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) y diez muestras tipo pool (compuestas) de heces de cabras domésticas (*C. hircus*) provenientes de nueve ranchos chiveros ubicados en cuatro localidades.

6.2.1.1 Borrego cimarrón

Las muestras de heces de borrego cimarrón se obtuvieron mediante dos vías:

1. A partir de animales machos adultos, cazados en actividad cinegética en diversas zonas borregueras, durante dos temporadas de caza.

De esta forma se obtuvieron veinticuatro muestras en total. Catorce en la temporada 2011-2012, que se conservaron en formol al 10 % hasta su análisis, y diez de la temporada 2012-2013 las cuales se analizaron a la brevedad después de su llegada al laboratorio de Ecología Animal del CIBNOR. Estas muestras fueron tomadas directamente del animal, colocadas en frascos y mantenidas en hieleras con refrigerantes hasta su entrega al laboratorio por personal de las respectivas UMA's del estado, quienes fueron previamente instruidos en la colecta y manejo de muestras biológicas.

2. Mediante colecta en campo

En la región III del área de muestreo, que corresponde a la distribución más sureña del borrego cimarrón. Se realizaron recorridos de campo para colectar heces de borrego cimarrón. Se visitaron dos cuerpos de agua superficiales (“aguajes”), que para fines prácticos fueron denominados por nosotros como “primer agua” y “tercer agua” ubicados en el área del Junco (24°24'44.17''N y 110°45'9.10''O).

Para reducir el tiempo entre la defecación y colecta de heces alrededor de los cuerpos de agua superficiales, o agujajes, y garantizar la frescura de las muestras, se realizó lo siguiente:

1. Limpieza de agujajes:

Por la tarde, se recogieron manualmente todas las heces presentes en las áreas secas y sobre las rocas alrededor de los agujajes en los sitios que se identificaron como “accesos al agujaje”.

2. Revisión de agujajes:

Se realizaron tres revisiones de las áreas previamente limpiadas de los agujajes,

- Por la mañana (10:00- 11:00), se colectaron las heces del día anterior.
- A mediodía (13:00- 14:00), se colectaron heces frescas o recientes.
- Por la tarde (16:00- 17:00), se colectaron heces recientes y se volvieron a limpiar los agujajes.

Con esta metodología se lograron colectar catorce muestras de heces. Nueve de borregos adultos y cinco de corderos, que se clasificaron de acuerdo a su frescura considerando la relación entre el tiempo de defecación y de colecta como sigue:

- *Heces frescas: colectadas inmediatamente después de defecadas*, cuando observamos a los borregos bajar al agujaje. Tres muestras de adultos.
- *Heces recientes: de máximo 2 horas de defecadas*, colectadas durante las revisiones de medio día o por la tarde. Cuatro muestras, dos de adultos y dos de corderos.
- *Heces viejas: de máximo 20 horas de defecadas*, colectadas por las mañanas durante la primera revisión. Siete muestras, cuatro de adultos y tres de corderos.

Todas las muestras se colocaron en frascos de plástico que se rotularon con el nombre del agujaje, la fecha y la hora de colecta y se refrigeraron hasta su análisis.

En el cuadro VII se presenta el número de muestras de heces de borrego cimarrón colectadas por región y método de colecta.

Cuadro VII. Numero de muestras de heces de borrego cimarrón obtenidas en cada región y tipo de colecta.

Región	Numero de muestras	Método de colecta
R I	8	Cacería
R II	6	Cacería
R III	10	Cacería
R III	14	Colecta en Aguajes

6.2.1.2 Cabras domésticas

Las muestras de cabras se obtuvieron en nueve “ranchos chiveros” (Cuadro VIII) ubicados dentro del área de distribución del borrego cimarrón, donde sus prácticas de manejo incluyen la liberación de las cabras al campo para que se alimenten de la vegetación nativa a manera de “agostadero”, y que no cuenten con programas de desparasitación establecidos. Las colectas se realizaron a finales de Febrero del 2012 y a principios de Marzo del 2013. Durante la primera colecta se muestrearon ranchos ubicados en las localidades de Tepentú (Tpnt-Ch) y San José de la Noria (SnJN-Ch) en la porción norte de la región III, y en la segunda se muestrearon ranchos ubicados en las localidades de San Joaquín (SnJqn-Ch) y San Javier (SnJv-Ch) de la región II y en San José de la Noria (SnJN-Ch) de la región III.

La colecta de heces se realizó mediante muestreos tipo pool (Thienpont *et al.*, 1979), es decir, se muestrearon varios animales por rancho y la muestra fue homogenizada y analizada como muestra única. Las muestras fueron tomadas directamente del recto de los animales. El número de muestras por rancho dependió de la disponibilidad de animales, que debido al tipo de manejo muchas veces se encontraban en el campo (agostando). Se pretendió obtener 10 muestras de heces por rancho (Nicholls y Obendorf, 1994). Sin embargo, esto pocas veces fue posible. Las muestras de la colecta 2012 fueron colocadas en frascos de plástico con formol al 10% para su conservación, y se rotularon con la fecha,

nombre del rancho y localidad, preservándose hasta su análisis en el laboratorio. Las muestras del año 2013 fueron colocadas en frascos de plástico que se rotularon con la fecha, el nombre del rancho y la localidad y se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis en el laboratorio.

Cuadro VIII. Número de cabras muestreadas por rancho, región y año de colecta.

Localidad	región	Animales por rancho	n	Año de Colecta
El Tullillo (Ch1)	III	50	1	2012
Agua Verde(Ch2)	III	20	4	2012
La Pila (Ch3)	III	150	2	2012
Kakiwi (Ch4)	III	240	6	2012
Los Burros (Ch5)	III	60	2	2012
El Sauce (Ch6)	II	180	3	2013
El Corralón (Ch7)	II	100	10	2013
San Felipe (Ch8)	II	80	8	2013
El Saucito (Ch9)	II	100	10	2013
El Tullillo (Ch1)	III	50	6	2013

6.2.2 Técnicas coprológicas para la identificación de endoparásitos

Los análisis de las heces consistieron en la implementación de las técnicas de *concentración por flotación fecal* para la detección de ooquistes de *Eimeria sp.*, y huevos de nematodos gastrointestinales, *sedimentación fecal* para la identificación de trematodos digenéticos, *migración larvaria (Baermann)* para la obtención e identificación de larvas de estróngilos pulmonares, y *esporulación de ooquistes de coccidias en dicromato de potasio al 2%* para la identificación de las especies de *Eimeria*.

A continuación se describe el fundamento y los pasos realizados para cada técnica.

6.2.2.1 Concentración por flotación fecal

La flotación fecal se fundamenta en las diferencias entre la densidad de los huevos, quistes de protozoarios y larvas de los parásitos, en relación con los residuos fecales. La mayoría de huevos parásitos presentan una densidad específica comprendida entre 1.1 y 1.2 (g/ml), a diferencia del agua que presenta una densidad de 1(g/ml). Esto quiere decir que los huevos parásitos son demasiado pesados para flotar en el agua (Hendrix, 1999; Zajac y Conboy, 2012). Para lograr que los huevos flotaran, se utilizó una solución con densidad superior a la densidad de los huevos, consistente en una solución compuesta por agua, azúcar y fenol como conservador conocida como “solución de Sheather” ajustando su densidad con un hidrómetro a 1.27 (g/ml), densidad a la cual la mayoría del material fecal no flota pues tienen densidades iguales o mayores a 1.3 (g/ml) (Foreyt, 2001).

Procedimiento

1. Se pesaron 5 gramos de heces y se mezclaron con 50 ml de agua en un vaso hasta obtener una suspensión.
2. Se filtró la mezcla a través de un tamiz, presionándola con una cuchara y se colectó el filtrado en otro vaso. El material sobrante se desechó.
3. Se vertió el filtrado en un tubo para centrifuga graduado de 50 ml, se niveló y se centrifugó por 10 minutos a 1500 rpm.
4. Se decantó el sobrenadante y se relleno el tubo con de solución de Sheather hasta la graduación de 50 ml y mediante agitación se resuspendió y homogeneizó el sedimento.
5. Se centrifugaron los tubos nuevamente a 1500 rpm durante 10 minutos.
6. Se obtuvo una alícuota de la parte superficial de la suspensión, se colocó sobre un portaobjetos y se cubrió con un cubreobjetos.

Las preparaciones se examinaron con un microscopio compuesto.

6.2.2.2 Sedimentación fecal

De la misma manera, la sedimentación fecal se basa en la diferencia de densidades entre los huevos de trematodos y el agua, los cuales debido a su densidad sedimentan en el agua y no flotan en la solución de Sheather u otras soluciones de flotación de rutina. En esta técnica utilizamos azul de metileno para colorear los restos de heces aprovechando que los huevos de trematodos no se tiñen, manteniendo su coloración natural por lo cual se pueden reconocer relativamente más fácil (Thienpont *et al.*, 1979; Foreyt, 2001).

Procedimiento

1. Se pesaron 5 gramos de heces y se mezclaron con 200 ml de agua en un vaso.
2. Se filtró la mezcla a través de un tamiz, presionándola contra este con una cuchara y se colectó el filtrado en un vaso de precipitado. El material sobrante se desechó.
3. Se dejó sedimentar el filtrado por 10 minutos y después se decantó el 70% del sobrenadante.
4. Se repitió el paso anterior hasta que el sobrenadante fue claro.
5. Se desechó el 90 % del sobrenadante, se agregaron 3 gotas de azul de metileno al sedimento y se agitó para que se tiñera homogéneamente.
6. Se obtuvo una alícuota con la muestra en movimiento y se colocó en un portaobjetos que se cubrió con un cubreobjetos.
7. Se observó con un microscopio compuesto.
8. Se colocó el sedimento en una caja de Petri y se observó con un microscopio estereoscópico.

6.2.2.3 Técnica de migración larvaria (Baermann) para la obtención de vermes pulmonares

La técnica de migración larvaria se basa en el uso del aparato de Baermann, un instrumento que consiste en un embudo conectado con una manguera de látex en su parte inferior y ocluida a su vez por unas pinzas en su porción terminal, que se llena con agua y esta sostenido por un soporte universal. La técnica de Baermann nos permite obtener larvas de vermes pulmonares y su fundamenta en el hecho de que los nematodos pulmonares producen huevos que se desarrollan y eclosionan en los pulmones, pero que las larvas pasan mediante la deglución al tracto digestivo y salen con las heces. Este aparato se utiliza también para obtener larvas de tercer estadio de heces previamente incubadas (MAFF, 1977; Thienpont *et al.*, 1979).

Procedimiento

1. En un soporte universal se colocó un embudo conectado a una manguera de látex ocluida con una pinza.
2. Se colocó un colador sobre el embudo y se agregó agua destilada.
3. Se pesaron 10 gramos de heces, se envolvieron en una gasa y se colocaron dentro del colador en el agua.
4. Después de dejar reposar la muestra entre 8 y 24 horas se obtuvieron 15 ml de la solución en un tubo para centrifuga.
5. Se centrifugo el tubo durante 5 minutos a 1500 rpm.
6. Con una pipeta se obtuvo una alícuota del fondo del tubo y se colocó en una caja de Petri para su observación con un microscopio estereoscópico.
7. Después se revisó los 15 ml de la solución en su totalidad con un microscopio estereoscópico.

6.2.2.4 Esporulaci3n de ooquistes de coccidias en dicromato de potasio al 2%

La esporulaci3n es el desarrollo que sufren los ooquistes de las coccidias desde que salen en las heces hasta que alcanzan su estado infeccioso. Algunas especies de coccidias pueden ser identificadas a partir de sus ooquistes sin estar esporuladas, sin embargo la esporulaci3n es con frecuencia deseable. La soluci3n de dicromato de potasio al 2% permite la esporulaci3n de los ooquistes ya que previene el crecimiento de las bacterias que podrían matarlos (Levine, 1985).

Procedimiento

1. Se pesaron de 20 gramos de heces y se mezclaron en 60 ml de dicromato de potasio al 2%.
2. Se filtr3 la mezcla a trav3s de un tamiz, presion3ndola contra este con una cuchara y se colecto el filtrado en una caja de Petri. El material sobrante se desech3.
3. Se incubo la muestra por 5 d3as a 27 grados cent3grados, agit3ndola diariamente con una cuchara limpia para oxigenarla.
4. Despu3s de la incubaci3n se coloc3 la muestra en un frasco de boca ancha y se agreg3 100 ml de dicromato de potasio al 2% y se homogenizo.
5. Se colocaron 20 ml de la soluci3n en un tubo de centrifuga y se centrifugaron por 10 minutos a 1500 rpm.
6. Se decant3 el sobrenadante y se rellen3 el tubo con 20 ml de soluci3n de Sheather se resuspendi3 y homogeneizo el sedimento.
7. Se centrifugaron los tubos nuevamente a 1500 rpm durante 10 minutos.
8. Se obtuvo una al3cuota de la parte superficial de la suspensi3n, se coloc3 sobre un portaobjetos y se cubri3 con un cubreobjetos.

Se examinaron con un microscopio compuesto.

Los huevos u ooquistes encontrados mediante copromicroscopía fueron identificados en base a sus características morfométricas.

6.2.3 Técnica de tamizado e identificación de endoparásitos del contenido intestinal

Además de las muestras analizadas mediante copromicroscopía, se acopiaron y analizaron cinco muestras de contenido de intestino delgado y tres muestras de contenido de intestino grueso de borrego cimarrón. Estas muestras fueron tomadas directamente de individuos cazados durante la temporada cinegética 2012-2013. La procedencia de dos de las cinco muestras de contenido de intestino delgado corresponde a la localidad de Las tres Vírgenes de la región I y el resto a muestras pareadas con muestras de intestino grueso procedentes de las localidades de Santo domingo y la Purísima de la región II del área de estudio. Todas las muestras fueron colocadas en frascos y mantenidas en hieleras con refrigerantes hasta su llegada al laboratorio por personal de las respectivas UMA's.

Los contenidos intestinales fueron tamizados de acuerdo al procedimiento que se describe a continuación.

1. Se utilizaron tamices de malla de alambre, los cuales fueron colocados uno sobre otro en orden decreciente de apertura de malla, es decir el tamiz con apertura de malla mayor sobre los tamices con apertura de malla menor.
2. Se colocó el contenido intestinal en el tamiz superior y se lavó directamente con el chorro de agua del grifo y se agito con una cuchara para permitir que las partículas grandes de materia vegetal quedaran en el tamiz superior y los parásitos fueran recuperados en los tamices inferiores.
3. Se revisaron los tamices superiores para verificar la presencia de cestodos o sus porciones.
4. El contenido del tamiz con apertura de malla más fino se pasó a una caja de Petri y se buscaron nematodos con un estereoscopio.
5. Los parásitos encontrados se colectaron con una aguja, se colocaron en un frasco para ser fijados y preservados con alcohol al 70%.

6.2.3.2 Identificación de endoparásitos del contenido intestinal

Los parásitos recuperados mediante la técnica de tamizado se aclararon con una solución de lactofenol (MAFF, 1977; Zajac y Conboy, 2012) y se observaron con un microscopio compuesto. Las especies fueron identificadas de acuerdo a sus características morfométricas mediante claves dicotómicas.

6.3 Determinación de la prevalencia de los endoparásitos

Para la determinación de la prevalencia de los endoparásitos se consideró la siguiente definición de prevalencia.

Prevalencia: es el número de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie de parásito en particular (o un grupo taxonómico) dividido por el número de hospederos examinados para esa especie de parásito (Bush *et al.*, 1997).

La cual se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

Fórmula para la determinación de la prevalencia.

$$P = \frac{H_i}{n} \quad (1)$$

Dónde:

H_i = Numero de hospederos infectados con el parásito de interés

n = Numero de hospederos examinados para esa especie de parásito.

6.4 Estimación de la densidad de los huevos y ooquistes de endoparásitos

Para la estimación de la densidad de los endoparásitos como indicador de la intensidad de la infección se consideraron las siguientes definiciones de densidad e intensidad respectivamente.

Densidad: es el número de individuos de una especie de parásito en particular en una unidad de muestreo (área, volumen o peso) tomada de un hospedero o del hábitat (Bush *et al.*, 1997).

Intensidad: es el número de individuos de una especie de parásito en particular en un único hospedero infectado (Bush *et al.*, 1997).

6.4.1 Técnica de McMaster para el conteo de huevos y ooquistes

La estimación propiamente dicha de la densidad se realizó mediante la técnica de McMaster, la cual emplea una cámara de conteo que consiste en un portaobjetos y un cubreobjetos ensamblados con una separación de 1.5 mm entre ambos. El cubreobjetos de la cámara de McMaster tiene grabados dos recuadros de 1 cm² cada uno, que a su vez están divididos en 6 partes iguales, de tal forma que el espacio debajo de cada recuadro es de 0.15 ml, lo cual nos permite el análisis microscópico de una cantidad conocida de heces (en este caso 2 gramos) disueltas en un volumen conocido de solución de flotación (en este caso 28 ml de solución de Sheather), y estimar el número de huevos u ooquistes por gramo de heces (h.p.g. u o.p.g.) (MAFF, 1977; Thienpont *et al.*, 1979).

A continuación se describe paso a paso la técnica de McMaster realizada.

1. Se homogenizo la muestra.
2. En un tubo comercial de dilución de tres líneas se agregó solución de Sheather hasta la primera línea, 14ml.
3. Se pesaron y agregaron 2 gramos de heces hasta la segunda línea.
4. Se tapó el tubo de dilución y se agito para que las heces se dispersaran.
5. Se rellenó el tubo hasta la tercera línea con más solución de Sheather, 14 ml.
6. Se colocó una gasa en la boca del tubo y de manera rápida se extrajo una alícuota de la solución con un gotero.
7. Se llenaron ambos lados de la cámara de McMaster.
8. Se dejó reposar la cámara 5 minutos.
9. Se colocó en un microscopio compuesto y se procedió al conteo de los huevos de nematodos y ooquistes de coccidias.

10. El resultado de la suma de los huevos u ooquistes contados bajo los 2 recuadros de la cámara de McMaster se multiplicó por 100 (el volumen observado fue la centésima parte del total de la mezcla) y se dividió entre 2 (dos gramos de heces) para obtener el número de huevos u ooquistes por gramo de heces.

6.5 Distribución y abundancia de las cabras en zonas borregueras de B.C.S.

La distribución y abundancia de las cabras se consideró a partir de los registros obtenidos por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Unión de UMA's para la conservación de la fauna y flora silvestre en el estado de Baja California Sur (Unión de UMA'S), durante los vuelos en helicóptero realizados en el año 2011. El número de cabras por registro se usó para comparar la abundancia relativa entre sierras o regiones. Además, se realizaron entrevistas informales a los propietarios u encargados de los ranchos chiveros y de las UMA's del área de estudio para corroborar la presencia o ausencia de cabras en las zonas (Krebs, 2008).

6.6 Determinación de la semejanza endoparasitaria

Para la determinación de la semejanza endoparasitaria entre las muestras de borrego cimarrón y la cabra doméstica en las zonas borregueras de B.C.S. se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard, el cual es un índice de similitud/disimilitud o distancia, que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. El intervalo de valores para este índice va de cero cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

La determinación del índice se realizó en base a la siguiente fórmula.

Fórmula para determinar la semejanza endoparasitaria

$$I_J = \frac{c}{a + b - c} \quad (2)$$

Dónde:

a= número de especies presentes en el borrego cimarrón.

b= número de especies presentes en la cabra doméstica.

c= número de especies presentes en ambas especies.

A su vez, la semejanza endoparasitaria se determinó entre localidades mediante un análisis de clúster realizado con un software estadístico de libre acceso denominado PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Los análisis de clúster son una familia de técnicas de estadística multivariada que permiten la organización de las entidades muestreadas en grupos discretos, maximizando la similitud dentro de los grupos y minimizando la similitud entre los grupos. Los análisis de Clúster producen un gráfico en forma de árbol llamado dendograma. El dendograma representa la secuencia de aglomeración en la cual las entidades muestreadas son identificadas a lo largo de un eje y el nivel de similitud en el cual ocurre la fusión de cada clúster en otro eje, de tal forma que la longitud de las ramas fusionadas juntas indican el grado de disimilitud entre los miembros (McGarigal *et al.*, 2000).

Para el análisis de cluster se formaron grupos a priori por localidades con los ranchos chiveros o sitios de cacería de borrego cimarrón. En el cuadro IX se muestra la conformación de los grupos.

Cuadro IX. Localidades donde se obtuvieron muestras de borrego cimarrón y cabra doméstica.

Ocw (<i>Ovis canadensis weemsi</i>)	Ch (<i>Capra hircus</i>)
SnJv: San Javier	SnJv: San Javier
Tpnt: Tepentu	Tpnt: Tepentu
LsAni: Las Animas	SnJqn: San Joaquín
SnJc: San Juan de la Costa	SnJN: San José de la Noria
TrsVr: Las Tres Vírgenes.	
SntDom: Santo Domingo	
LaPur: La Purísima.	
SnJN: San José de la Noria	

7 RESULTADOS

7.1 Endoparásitos identificados

Se identificaron catorce especies de endoparásitos en las cuarenta y ocho muestras de heces analizadas. Cuatro especies se encontraron solo en el borrego cimarrón. Nueve solo en la cabra doméstica, y solo una especie se encontró en ambos hospederos.

El cuadro siguiente muestra los grupos de endoparásitos identificados, y el número de especies encontradas por especie hospedera.

Cuadro X. Grupos de endoparásitos y número de especies identificados en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S, mediante copromicroscopía.

Grupo parasitario	<i>Ovis canadensis weemsi</i>	<i>Capra hircus</i>
Coccidias	2	9
Cestodos	2	0
Nematodos gastrointestinales	1	1
Total	5	10

7.1.1 Endoparásitos identificados mediante copromicroscopía en el borrego cimarrón

Del total de muestras de borrego cimarrón analizadas mediante copromicroscopía, un alto porcentaje resulto negativas, alrededor del 92%, y solo el 8% resultaron positivas. Es decir, solo 3 de las 38 muestras analizadas se detectaron positivas mediante copromicroscopía.

El cuadro XI muestra la frecuencia y frecuencia relativa de las muestras de borrego cimarrón con respecto al número de especies que presentaron. Puede notarse la gran diferencia entre el número de muestras positivas y negativas.

Cuadro XI. Frecuencia de muestras de borrego cimarrón en zonas borregueras de B.C.S. con relación al número de endoparásitos que presentaron en el examen de flotación fecal.

N0. Especies	Frecuencia	Frecuencia relativa
0	35	0.921
1	1	0.026
2	2	0.052

De las tres muestras de borrego cimarrón positivas en la copromicroscopía, una se obtuvo en la “Sierra del Aguajito” aledaña al Volcán de Las Tres vírgenes, en la región I; otra se obtuvo en la sierra próxima a las localidades de La Purísima y San Javier de la región II, y la última se obtuvo en los alrededores de la localidad de San José de La Noria al norte de la Región III del Área de estudio.

La muestra proveniente de la zona borreguera del Volcán de Las Tres Vírgenes, fue tomada de un ejemplar macho clase IV (i.e un adulto con cornamenta de trofeo) cazado en la “sierra del Aguajito”, en el ejido Alfredo V. Bonfil en febrero del 2012. De acuerdo a lo manifestado por el colector en su reporte de colecta, el borrego pesó aproximadamente 80 kg, y caminaba solo en las partes bajas de la sierra antes de ser cazado. Esta muestra presento dos tipos distintos de capsulas en los exámenes de flotación fecal. Las primeras, de formas alargadas a ovoides, de cubierta gruesa con tonalidades metálicas doradas, con dimensiones promedio aproximadas de 107μ de largo por 65μ de ancho, conteniendo aproximadamente entre 5 y 6 oncosferas de aproximadamente 15μ de diámetro, que carecían de aparato piriforme. Congruentes con las bolsas ovigeras del cestodo *Thysanosoma actinioides* (Allen, 1973; Soulsby, 1987; Zajac y Conboy, 2012) (Fig. 6). Las segundas de formas subesféricas a ovoides, de cubierta gruesa color café, con dimensiones aproximadas de 140μ de largo por 125μ de ancho, conteniendo al menos 7 oncosferas de aproximadamente 35μ de diámetro, congruentes con *Wyominia tetoni* (Baer, 1954; Foreyt, 2001) (Fig. 7).



Figura 6. Bolsa ovigera de *Thysanosoma actinioides*. Vista; objetivo de 40X. Pueden observarse las oncosferas en su interior (flecha negra).



Figura 7. Bolsa ovigera de *Wyominia tetoni*. Vista; objetivo de 40X. Pueden observarse las oncosferas en su interior (flecha negra).

La muestra proveniente de la localidad de San José de la Noria, municipio de comondú, fue tomada de un macho adulto, clase IV cazado en la “cumbre de Santo Tomasito” en Febrero del 2013. De acuerdo a lo manifestado por el colector en su reporte de colecta el borrego se encontraba en un grupo, junto con una hembra adulta, otro macho clase IV y un macho clase II (i.e. juvenil). El análisis de flotación fecal reveló un ooquiste grande, de forma elipsoidal con cubierta gruesa estriada transversalmente, de color café-dorado, con tapón del micrópilo, de dimensiones aproximadas de 45μ de largo por 35μ de ancho.

Si bien, se revisó la muestra un par de veces y se realizó la técnica para la esporulación de coccidias con dicromato de potasio al 2%, no se encontraron más ooquistes. No obstante, el ooquiste encontrado (Fig. 8) es consistente con la especie de coccidia que produce los ooquistes más grandes conocidos en los borregos, *Eimeria intricata* (MAFF, 1977; Levine, 1985; Foreyt, 2001; Zajac y Conboy, 2012). Así también se encontraron huevos de nematodo asimétricos, con forma de “D”, (convexos de un lado y aplanados del otro), con cubierta gruesa de color amarillo-dorado, de dimensiones aproximadas de 55 μ de largo por 35 μ de ancho (Fig. 9), congruentes con los del genero *Skrjabinema sp.* el único oxiuro que parasita a los borregos (Schad, 1959; Anderson, 2000; Quiroz Romero, 2008; Zajac y Conboy, 2012).



Figura 8. Ooquiste no esporulado de *Eimeria intricata*. Vista; objetivo de 40X. Puede apreciarse la cubierta estriada (flecha negra).



Figura 9. Huevo de *Skrjabinema sp.*, encontrado en el borrego cimarrón. Vista; objetivo de 40X. Puede apreciarse la característica forma de “D”.

La muestra proveniente del ejido La Purísima, municipio de Comondú, se obtuvo de un borrego cimarrón cazado en Abril del 2013. No se llenó la hoja de reporte de colecta, por lo cual no se cuentan con más datos de las características del animal o del área de cacería. El remitente manifestó que la muestra estuvo congelada aproximadamente 15 días. Sin embargo, cuando se recibió se encontraba descongelada pero en hielo. El examen de flotación fecal evidenció ooquistes no esporulados grandes, de aproximadamente 38μ de largo por 28.5μ de ancho, con forma ovoide, de cubierta amarilla-dorada, con tapón del micrópilo (Fig. 10), congruente con los ooquistes de la especie *Eimeria ahsata* (MAFF, 1977; Levine, 1985). Lamentablemente la muestra de heces fue insuficiente y fue imposible esporular las coccidias en dicromato de potasio al 2%.



Figura 10. Ooquiste no esporulado de *Eimeria ahsata*. Vista; objetivo de 40X. Puede observarse el tapón del micrópilo (flecha negra).

7.1.2 Endoparásitos identificados mediante la técnica de tamizado de contenido intestinal de borrego cimarrón

Las tres muestras de contenido de intestino grueso analizadas mediante la técnica de tamizado resultaron positivas a nematodos adultos. Aunque ninguna de ellas mostro huevos mediante las técnicas de copromicroscopía, la muestra proveniente de la zona borreguera del ejido de la Purísima, (la cual fue descrita anteriormente), resulto positiva también a *Eimeria ahsata* en el examen de concentración por flotación fecal.

Todas las muestras de contenido de intestino grueso presentaron nematodos machos y hembras de entre 3 y 8 mm, con esófagos en forma de bulbo, característicos de la familia Oxyuridae. Algunas de las hembras presentaron huevos en su útero, los cuales tenían forma de “D”, y fueron siempre más largas que los machos, que presentaban forma de “j” con la cola curva, carecían de bolsa copulatriz y tenían una sola espícula, (Fig. 11 a 13). Estas muestras fueron congruentes con el género *Skrjabinema*, el único género conocido de la familia Oxyuridae que parasita a los borregos.



Figura 11. Ejemplar adulto de *Skrjabinema* sp., mostrando la típica forma de “J”. Vista; objetivo de 4X.

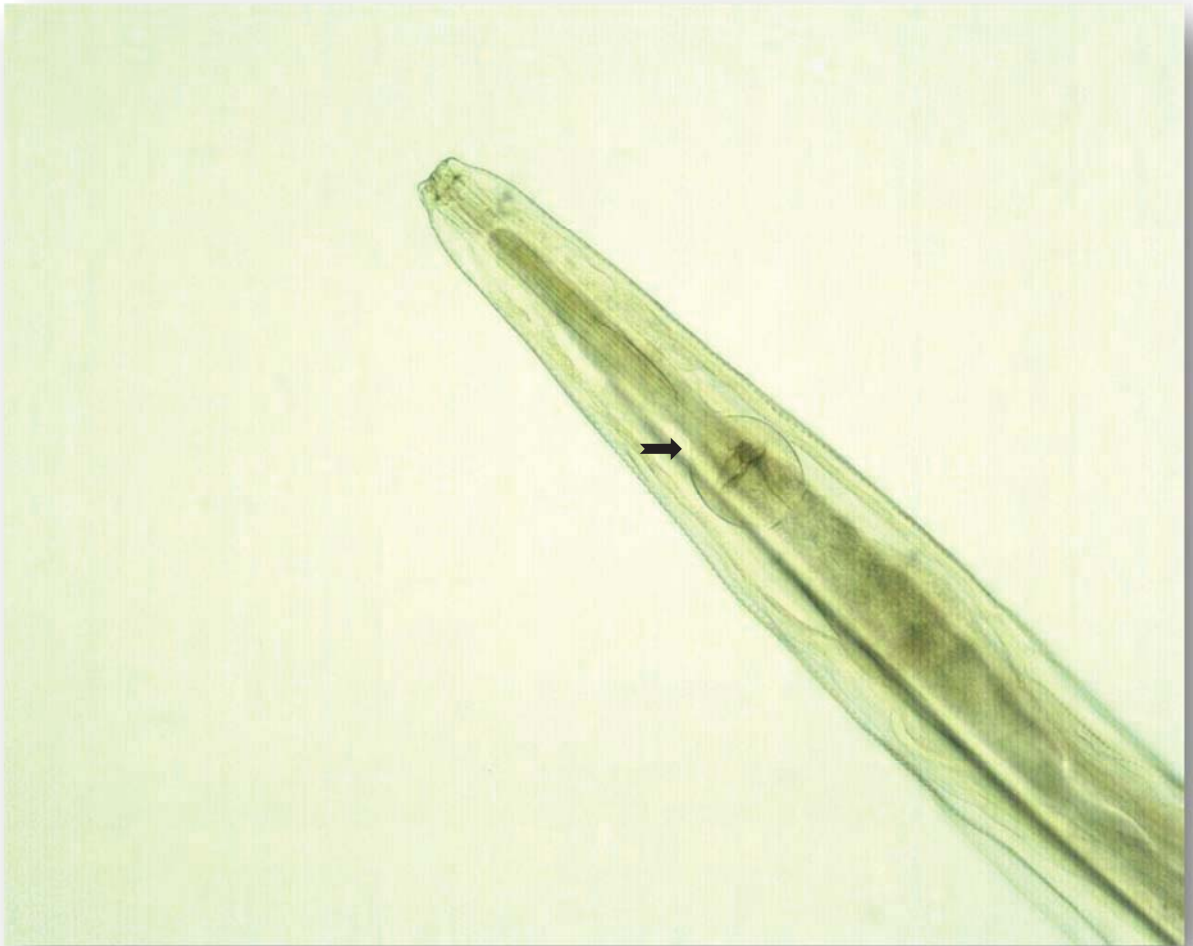


Figura 12. Porción anterior de *Skrjabinema* sp. Vista; objetivo de 10X. Puede observarse el esófago tipo bulbo, común en la familia Oxyuridae (flecha negra).



Figura 13. Porción posterior de *Skrjabinema* sp. Vista; objetivo de 20X. Puede observarse la presencia de una sola espícula (flecha negra).

La especie se identificó como *Skrjabinema ovis* en base a la carencia de proyecciones subinterlabiales en la cavidad oral de los machos (Schad, 1959) (Fig. 14) mediante cortes transversales de la cavidad oral de algunos machos (Fig. 15).

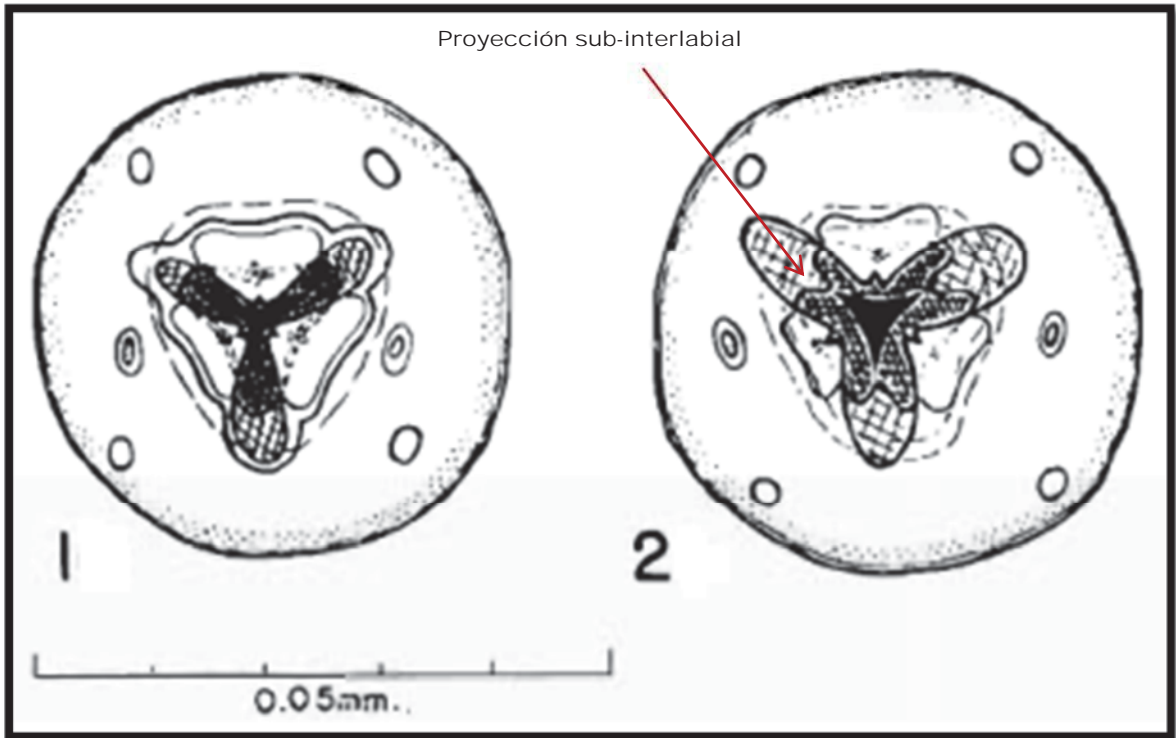


Figura 14. Representación esquemática de una composición de la superficie y estructuras intra-orales de la cavidad oral, vista de frente. 1. *Skrjabinema ovis*. 2. *Skrjabinema caprae*.



Figura 15. Corte transversal de la cavidad oral de *Skrjabinema ovis*., mostrando una composición de la superficie y estructuras intra-orales donde puede observarse la ausencia de proyecciones subinterlabiales.

No se detectaron vermes en ninguno de los tamizados realizados a las cinco muestras de contenido de intestino delgado.

7.1.3 Endoparásitos identificados mediante copromicroscopía en la cabra doméstica

En contraste con la baja frecuencia de muestras positivas en el borrego cimarrón, el 100% de las muestras de cabras, resultaron positivas. En el cuadro IX se presentan la frecuencia y frecuencia relativa de las muestras con respecto al número de especies de endoparásitos presentes.

Cuadro XII. Frecuencia de muestras de cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S. en relación al número de endoparásitos que presentaron en el examen de flotación fecal.

Nº. Especies	Frecuencia	Frecuencia relativa
4	1	0.1
5	2	0.2
6	2	0.2
7	3	0.3
8	2	0.2

Todas las muestras de cabras, evidenciaron de 4 a 8 formas diferentes de ooquistes de coccidias en los análisis de flotación fecal, y el 50 % presento huevos de *Skrjabinema sp.* Las coccidias, se identificaron considerando la forma, longitud y anchura del ooquiste, la presencia o ausencia del micrópilo y tapón del micrópilo, y en el caso de las muestras de la segunda colecta considerando también la longitud y anchura del esporoquiste descritas en Levine (1985).

Las especies de endoparásitos identificados en las muestras de cabras domesticas con distribución en zonas borregueras de B.C.S.se presentan en el cuadro XIII.

Cuadro XIII. Endoparásitos de cabras, identificados en ranchos ubicados en zonas borregueras de B.C.S.

Endoparásito	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7	Ch8	Ch9	Ch1
	2012									2013
<i>E. alijeivi</i>	•	•		•	•	•	•	•	•	•
<i>E. aironigi</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>E. apsheronica</i>	•									•
<i>E. caprina</i>		•	•	•			•			•
<i>E. caprovina</i>	•	•		•		•		•	•	•
<i>E. christenseni</i>					•	•	•			
<i>E. hirci</i>		•		•	•	•	•	•	•	•
<i>E. jolchijevi</i>		•		•		•	•	•	•	•
<i>E. ninakohlyakimovae</i>			•	•				•	•	•
<i>Skrjabinema sp.</i>			•		•		•	•	•	

Ch1 2012, El Tulillo; Ch2, Agua Verde; Ch3, La Pila; Ch4, Kakiwi; Ch5, Los Burros; Ch6, El Sauce; Ch7, El Corralón; Ch8, San Felipe; Ch9, El Saucito; Ch1 2013, El Tulillo.

En las figuras 16 a 19 se muestran imágenes de las especies de endoparásitos identificados en la cabra doméstica. Todas las microfotografías fueron tomadas con el objetivo de 40X y amplificadas con 2X.

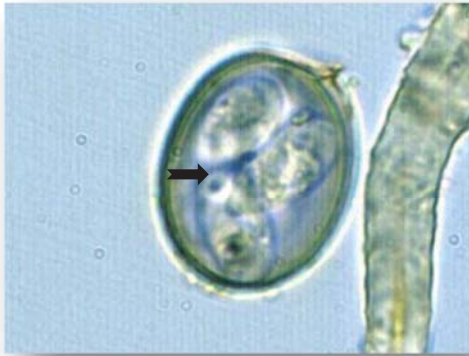
a)



b)



c)



d)

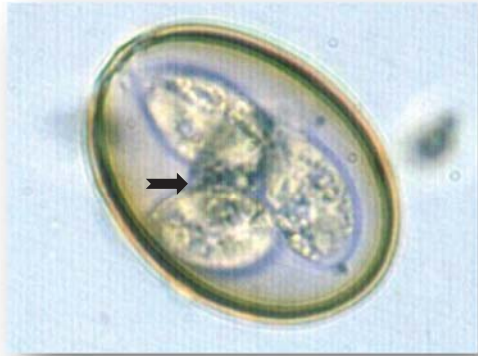


Figura 16. Ooquistes de *Eimeria sp.* esporulados, sin tapón del micrópilo identificados en la cabra doméstica con distribución en las zonas borregueras de B.C.S. a) *Eimeria alijevi.*, b) *Eimeria ninakohlyakimovae.*, c) *Eimeria caprovina.*, d) *Eimeria caprina.* Pueden apreciarse los esporoquistes en su interior (flechas negras).

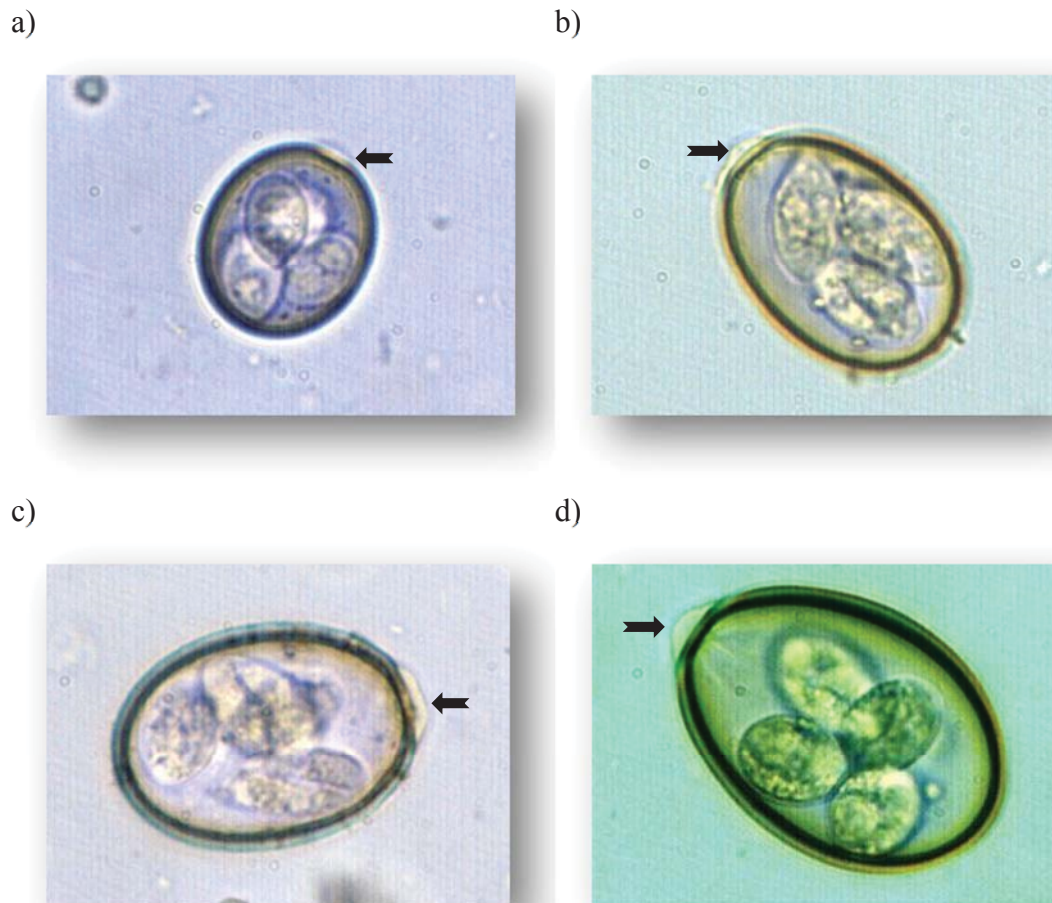


Figura 17. Ooquistes de *Eimeria sp.* esporulados, con tapón del micrópilo identificados en la cabra doméstica con distribución en las zonas borregueras de B.C.S. a) *Eimeria hirci*., b) *Eimeria airloingi*., c) *Eimeria jolchijevi*., d) *Eimeria christenseni*. Pueden apreciarse el tapon del micrópilo en su interior (flechas negras).



Figura 18. Ooquiste no esporulado de *Eimeria apsheronica*. Puede observarse su forma ovoide y la ausencia de tapón del micrópilo.



Figura 19. Huevo de *Skarjabinema sp.*, encontrado en la cabra doméstica. Puede observarse su forma característica de "D".

Cabe destacar, que los resultados positivos solo se obtuvieron mediante la técnica de Concentración por Flotación Fecal. No se detectaron larvas de vermes pulmonares con la técnica de Migración Larvaria (Baermann), ni huevos de trematodos mediante la técnica de Sedimentación Fecal en ninguna de las muestras analizadas.

No se encontraron endoparásitos en ninguna de las muestras provenientes de borrego cimarrón cazados en las sierras del sur de la región III, ni en las colectadas alrededor de los agujajes de la misma zona.

En el cuadro XIV se muestra la cantidad de especies de endoparásitos encontrados por región y especie hospedera.

Cuadro XIV. Número de especies de endoparásitos identificados por regiones del área de estudio en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en B.C.S

Hospedero	Región I	Región II	Región III Norte	Región III Sur
<i>Ovis canadensis weemsi</i>	2	2	2	0
<i>Capra hircus</i>	-	9	10	-
Número de especies compartidas	-	1	1	-

En el cuadro XV se presentan las especies de endoparásitos identificadas en el borrego cimarrón y en la cabra doméstica de zonas borregueras de B.C.S.

Cuadro XV. Especies de endoparásitos identificados en el borrego cimarrón y la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S.

Borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis weemsi</i>)	Cabra doméstica (<i>Capra hircus</i>)
<i>Eimeria intricata</i>	<i>Eimeria alijevi</i>
<i>Eimeria ahsata</i>	<i>Eimeria airlongi</i>
<i>Skarjabinema ovis</i>	<i>Eimeria apsheronica</i>
<i>Thysanosoma actinioides</i>	<i>Eimeria caprina</i>
<i>Wyominia tetoni</i>	<i>Eimeria caprovina</i>
	<i>Eimeria christenseni</i>
	<i>Eimeria hirci</i>
	<i>Eimeria jolchijevi</i>
	<i>Eimeria ninakohlyakimovae</i>
	<i>Skarjabinema sp.</i>

7.2 Prevalencia de endoparásitos

La prevalencia encontrada fue del 2.6% para cada especie identificada mediante copromicroscopía (i.e., *Skarjabinema spp.*, *Thysanosoma actinioides*, *Wyominia tetoni*, *Eimeria ahsata*, *Eimeria intricata*) esto en razón de que los endoparásitos identificados mediante exámenes de flotación fecal del borrego cimarrón, se encontraron en solo 3 de las 38 muestras analizadas, cada una correspondiente a un individuo, y ninguna de las especies identificadas se encontró en más de una muestra. Si consideramos que *Eimeria sp.* se presentó en dos de las 38 muestras, entonces su prevalencia es del 5.26%.

El nematodo *Skarjabinema sp.* además de haberlo encontrado en una muestra mediante la técnica de concentración por flotación fecal (prevalencia de 2.6%), se encontró en las tres

muestras de contenido de intestino grueso analizadas mediante la técnica de tamizado, es decir, con una prevalencia del 100%.

En el cuadro XVI se presenta la prevalencia de endoparásitos encontrados en la cabra doméstica mediante la técnica de flotación fecal.

Cuadro XVI. Prevalencia de los endoparásitos identificados en las muestras de *Capra hircus* con distribución en zonas borregueras de B.C.S.

Especie	Prevalencia
<i>E alijevi</i>	90%
<i>E arloingi</i>	100%
<i>E apsheronica</i>	20%
<i>E caprina</i>	50%
<i>E caprovina</i>	70%
<i>E christenseni</i>	30%
<i>E hirci</i>	80%
<i>E ninakohlyakimovae</i>	50%
<i>E jolchijevi</i>	70%
<i>Skrjabinema sp</i>	50%

7.3 Estimación de la densidad de huevos de endoparásitos

El gran número de muestras con resultados negativos mediante la técnica de Concentración por Flotación Fecal imposibilitó el hecho de cuantificar la densidad de huevos por gramo de heces en las muestras de borrego cimarrón. Incluso en las muestras con resultados positivos mediante la técnica de Concentración por Flotación Fecal, se obtuvieron resultados negativos en el conteo con la cámara de McMaster.

Solo las muestras de cabras de la segunda colecta se analizaron con la cámara de McMaster para la determinación de la densidad de huevos u ooquistes de endoparásitos por gramos de heces (Cuadro XVII).

Cuadro XVII. Densidad de ooquistes por gramo de heces en muestras en cabras domesticas de rancherías con distribución en zonas borregueras de B.C.S.

Ranchería	Densidad de huevos u ooquistes por gramo de heces	Localidad	Región
El Sauce	<i>Eimeria sp</i> 600 o.p.g		
El Corralón	<i>Eimeria sp</i> 1650 o.p.g	San Joaquín	
San Felipe	<i>Eimeria sp</i> 300 o.p.g		II
El Saucito	<i>Eimeria sp</i> 1000 o.p.g	San Javier	
El Tullillo	<i>Eimeria sp</i> 2100 o.p.g	San José de la Noria	III

7.4 Distribución y abundancia de las cabras en zonas borregueras de B.C.S.

La distribución de las cabras domesticas se registró en las regiones II y III del área de estudio. No se observaron cabras domesticas en la región I durante los vuelos en helicóptero realizados por la SEMARNAT y la Unión de UMA's en Octubre del 2011, lo cual además fue corroborado en entrevista con personal de la "UMA El cimarrón" del Ejido Alfredo .V. Bonfil. En su lugar, durante el vuelo sobre esta región se observó una ranchería cercana al volcán de "Las Tres Vírgenes" con presencia de borregos domésticos.

Si bien se cuentan con registros de cabras en el lecho del arroyo "El camarón" y áreas aledañas correspondientes la parte sur de la región III a hasta junio del 2011, no se observaron cabras durante los vuelos en helicóptero. Lo cual fue corroborado también mediante recorridos terrestres por el lecho del arroyo en el 2013 y en entrevista con personal de la respectiva UMA de la zona.

Se registraron cabras en 19 puntos a lo largo del área de estudio (Fig. 20), 14 de los cuales se ubicaron en las sierras de las zonas borregueras de la región II del área de estudio y 5 en la región III.

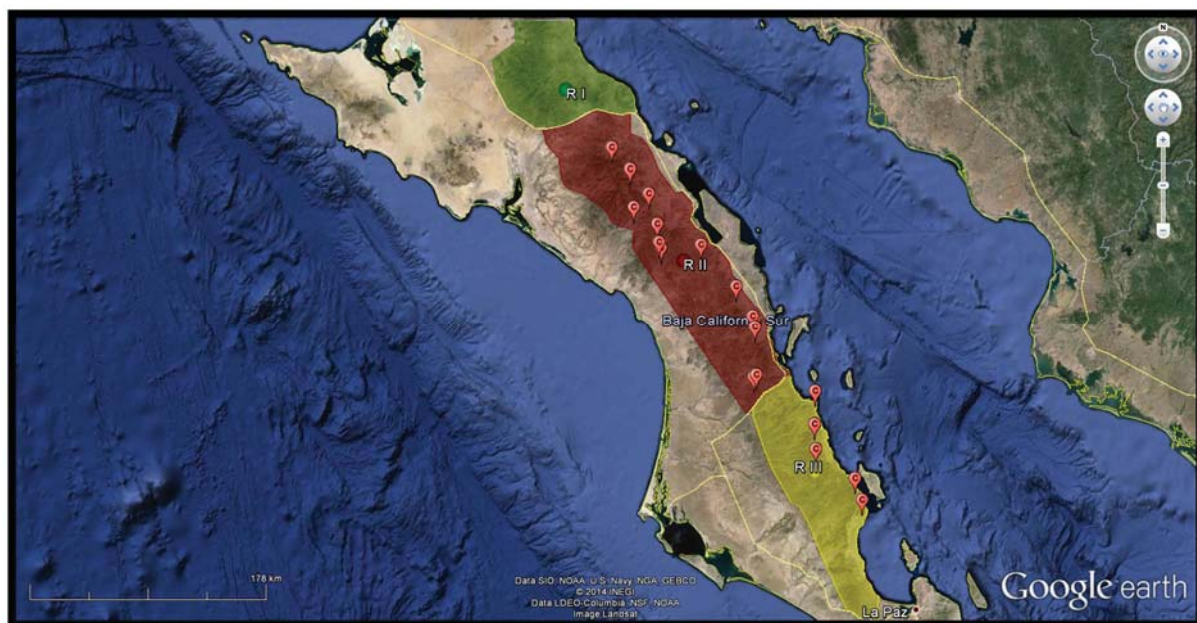


Figura 20. Registros de la cabra doméstica en zonas borregueras de B.C.S. Vuelos aéreos SEMARNAT 2011.

En el cuadro XVIII se presenta el total de cabras observadas en las distintas sierras sobrevoladas por la SEMARNAT y la Unión de UMA's. en el año 2011. La abundancia relativa de las cabras se categorizó como ausente en la región I, abundante en la región II, y poco abundante en la región III.

Cuadro XVIII. Número de cabras observadas por sierra y región durante los vuelos en helicóptero realizados por la SEMARNAT y la Unión de UMA's.

Sierra sobrevolada	Cabras observadas	Región	Total por región
Las tres Vírgenes	0	I	0
San Joaquín (Mulege)	49	II	
La Purísima	70	II	
San Javier y Loreto	37	II	
Santo Domingo	20	II	176
San José de la Noria	10	III	
Agua Verde - Tambobiche	12	III	
El Sauzalito	10	III	
San Evaristo	8	III	
El Mechudo	5	III	45

7.5 Determinación de semejanza en la composición endoparasitaria

El cálculo del índice de Jaccard resulto en un valor de 0.07, al considerar todas las muestras de cada hospedero como una sola población. Un valor muy bajo que indica disimilitud entre las muestras.

A su vez, el análisis de cluster genero un gran grupo conformado por dos subgrupos que convergen en la intersección de semejanza endoparasitaria 0.09 y que están constituidos por localidades con muestras de cabra doméstica (terminación –Ch), y por las localidades con muestras positivas de borrego cimarrón (terminación –Ocw), con excepción de la localidad correspondiente a la zona borreguera de Las Tres Vírgenes que no fue

agregada en ningún grupo. Un grupo fue formado a priori indicándole al software que agrupara a las localidades donde no se obtuvieron muestras positivas de borrego cimarrón.

El dendrograma que muestra los grupos formados por el análisis de cluster se presenta en la Fig. 21.

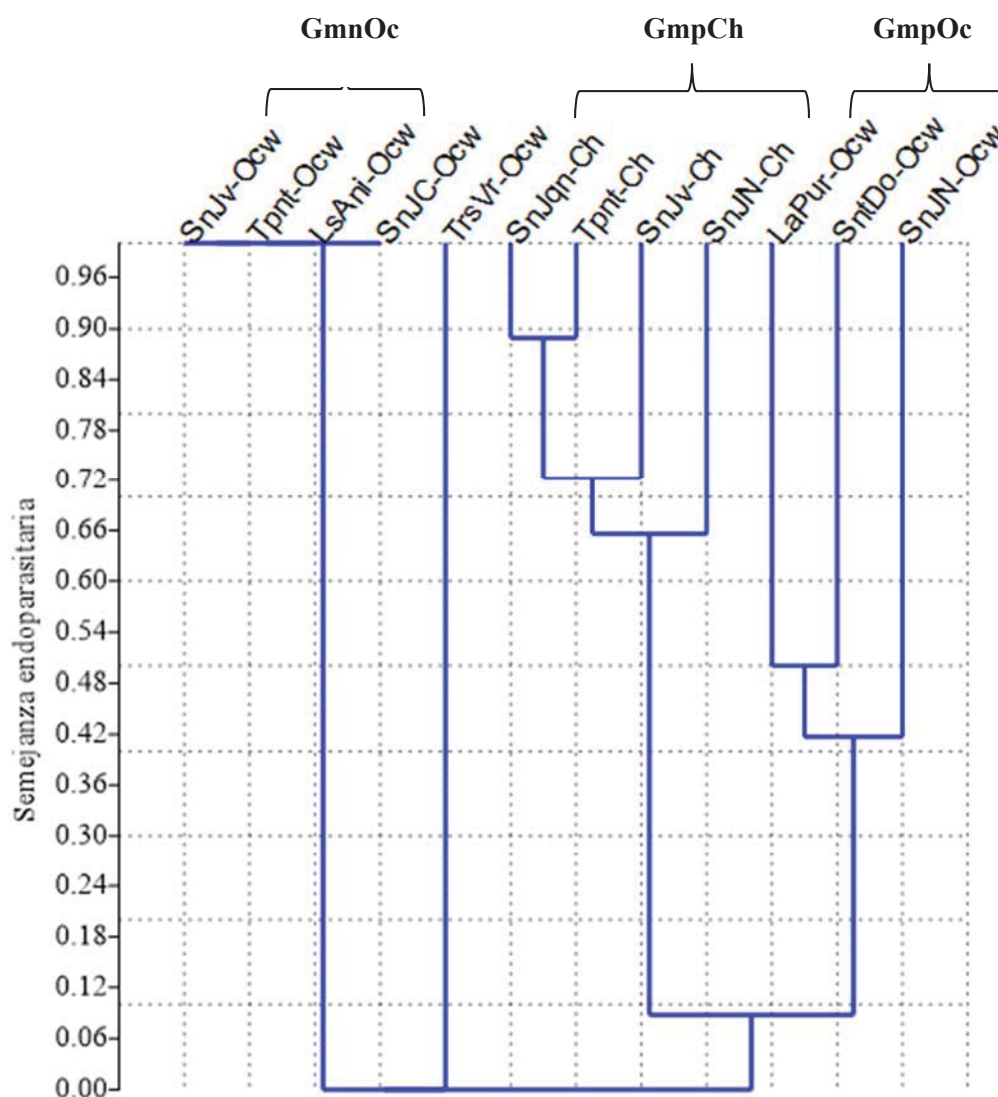


Figura 21. Dendrograma de la semejanza en la composición endoparasitaria entre las localidades muestreadas por especie hospedera. Puede observarse un gran grupo conformado por dos subgrupos (GmpOc y GmpCh) que convergen en la intersección de semejanza endoparasitaria 0.09. Los grupos están constituidos por las muestras positivas de *O.c.weemsi.*, y *C.hircus* respectivamente, y unidos por la presencia de *Skrjabinema sp.* El grupo GmnOc fue formado a priori indicándole al software que agrupara a las localidades donde no se obtuvieron muestras positivas de borrego cimarrón.

El grupo de muestras positivas de borrego cimarrón (GmpOc) está conformado por las localidades de La purísima y Santo Domingo de la región II, y por la localidad de San José de la Noria de la región III; el grupo de muestras negativas de borrego cimarrón (GmnOc) está conformado por las localidades de San Javier de la región II, y Tepentú, Las ánimas y San Juan de la Costa de la región III. El grupo con muestras de cabra doméstica (GmpCh) está conformado por las cuatro localidades donde se obtuvieron muestras de cabras, es decir, San Joaquín, San Javier, San José de la Noria y Tepentú.

8 DISCUSIÓN

El presente trabajo es el primero en reportar especies de parásitos en el borrego cimarrón de Weems (*O. c. weemsi*) en Baja California Sur y el segundo en México después del realizado por López Fonseca (1979) en Baja California. Aunque existen otros estudios que en alguna medida abordaron el estudio de los parásitos del borrego cimarrón peninsular (*O. c. cremnobates*) en Baja California (Colodner Chamudis, 2001), y en el borrego de Weems (*O. c. weemsi*) en B.C.S (DeForge *et al.*, 1997^a) estos no reportaron especies de parásitos. La revisión de la literatura que realizamos no evidencio reportes de parásitos para la subespecie de borrego cimarrón mexicano (*O. c. mexicana*) en el rango de distribución de la especie en México.

Las especies de helmintos (*Skrjabinema sp.*, *Thysanosoma actinioides* y *Wyominia tetoni*), encontradas en este estudio habían sido previamente reportadas en alguna o algunas de las subespecies del borrego cimarrón (*Ovis canadensis spp.*) (ver cuadros I al IV). Sin embargo, las especies de coccidias (*Eimeria intricata* y *E. ahsata*) no habían sido antes reportadas en ninguna de las subespecies de borrego cimarrón del desierto ni en México ni en Estados Unidos (ver cuadro II).

El oxiuro *Skrjabinema sp.* es el nematodo gastrointestinal más numeroso y ampliamente distribuido del borrego cimarrón (Allen, 1980), y ha sido previamente reportado en el borrego cimarrón del desierto en Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964; Allen, 1980), California (Russi y Monroe, 1976), Nuevo México (Allen y Kennedy, 1952), Utah (Wilson, 1966), y específicamente, *Skrjabinema ovis*, en Nevada (Allen, 1962, 1964) y Nuevo México (Allen y Kennedy, 1952). Sin embargo, López Fonseca (1979) no lo encontró en ninguno de los 12 borregos de Baja California que examinó mediante necropsias y copromicroscopía. Por lo tanto, el presente estudio, es el primero en encontrar y reportar *Skrjabinema sp.*, en el borrego cimarrón (*Ovis canadensis spp.*) en México.

Skrjabinema sp. como todos los miembros del orden Oxyurida es una especie estrictamente monóxena, pero presenta una particularidad en su ciclo de vida que comparte

con otros miembros de la superfamilia Oxyuroidea (e.g. *Enterobius vermicularis*, *Oxyuris equi*, *Syphacia sp.*). Las hembras grávidas migran al ano del hospedero y depositan los huevos en la región perianal, donde completan rápidamente su desarrollo hasta la fase infectiva. Los huevos son sencillamente transferidos de la región perianal a la boca del hospedero durante las actividades de acicalamiento. Los huevos dispersados en ambientes con condiciones de humedad y temperatura favorables podrían volverse una fuente continua de infección oral (Anderson, 2000). Aunque, generalmente se acepta que estos oxiuros no son patogénicos (Mönnig, 1950; Dunn, 1983; Quiroz Romero, 2008; Zajac y Conboy, 2012).

En este estudio se encontraron tanto ejemplares adultos de *Skrjabinema sp.*, en todas las muestras (100%) de contenido de intestino grueso de borrego cimarrón tamizadas, como huevos en una de las muestras (2.6%) de borrego cimarrón, y en la mitad (50 %) de las muestras de cabras analizadas mediante flotación fecal. De acuerdo con Zajac y Conboy (2012) el hallazgo de huevos de *Skrjabinema sp.*, en exámenes fecales de rutina es poco usual ya que estos no son depositados en las heces. La evidencia que presentamos en este estudio aparentemente demuestra la posibilidad de que ocurra lo contrario. Sin embargo, en base a los ciclos de vida de otros oxiuros con características similares, consideramos que la presencia de los huevos de *Skrjabinema sp.*, observados mediante la técnica de flotación fecal en este estudio, es más probable que hayan sido literalmente “arrastrados” de la región perianal durante la manipulación de la toma de heces del recto de los animales. Es posible que los huevos se hayan adherido a los guantes durante el manejo y así hayan pasado de la región perianal a las heces durante su colecta. No obstante, aunque la colecta fue hecha directamente del recto en todos los casos, la intensidad en la manipulación de la región perianal pudo variar de unos animales a otros y este arrastre pudo no haber ocurrido con todas las muestras. Por lo tanto la prevalencia calculada para esta especie podría estar subestimada tanto para la cabra como en para el borrego cimarrón si consideramos únicamente los resultados de los exámenes de flotación fecal. Por su parte, el resultado del análisis de tamizaje se obtuvo en base a solo 3 muestras, por lo cual consideramos que más que la prevalencia propiamente dicha, este resultado sea considerado como un indicador.

Los ejemplares adultos recuperados mediante la técnica de tamizaje se identificaron de acuerdo a la “clave para las especies neárticas de *Skrjabinema*” propuesta por Schad (1959) como *Skrjabinema ovis*, que se distingue de otras especies de *Skrjabinema sp.*, principalmente por la ausencia de las proyecciones subinterlabiales. Por su parte, los huevos fueron identificados solo hasta género mediante la técnica de flotación fecal. Además del oxiuro *Skrjabinema ovis* que se considera una especie cosmopolita (Anderson, 2000) que infecta tanto cabras como borregos domésticos y silvestres, otro oxiuro (*Skrjabinema caprae*) infecta específicamente a las cabras (Schad, 1959). Debido a que en las muestras de las cabras solo se encontraron huevos, no fue posible determinar si la especie de *Skrjabinema sp.*, es la misma en la cabra y el borrego cimarrón de las zonas borregueras de B.C.S., pero esta se consideró así, en base al género para el análisis de semejanza endoparasitaria.

El cestodo *Thysanosoma actinioides* ha sido previamente reportado en el borrego cimarrón del desierto en Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964; Allen, 1980), California (Russi y Monroe, 1976), Baja California (López Fonseca, 1979), Nevada (Allen, 1962, 1964) y Utah (Wilson, 1968; Allen, 1980).

Salvo por los reportes de Russo, (1956); Allen y Erling, (1964); Wilson, (1968); citados en Allen, (1980) de los cuales desconocemos el medio de identificación del cestodo, en los demás estudios, la identificación se realizó a partir de ejemplares recuperados en necropsias.

En este estudio, la identificación se realizó partir de capsulas ovigeras encontradas en el examen de flotación fecal en una de las ocho muestras de heces de borrego cimarrón provenientes de la zona borreguera de Las Tres Vírgenes en la región I.

T. actinioides, comúnmente llamado “El cestodo festoneado”, se localiza en el en los conductos biliares y en la porción anterior del duodeno de casi todos los rumiantes con excepción de los bovinos (Allen, 1973). Aunque recientemente se reportó en bovinos (*Bos taurus*) de Toluca, Estado de México (Cruz *et al.*, 2011). Su distribución geográfica aparentemente está limitada al continente americano, principalmente en el oeste (Allen,

1973; Denegri *et al.*, 1998). Sin embargo, se ha reportado en Arabia Saudita parasitando camellos (Omer y Al-Sagair, 2005). El ciclo de vida de *T. actinoides* aún no ha sido completamente elucidado, pero se acepta que es heteroxeno, y se ha demostrado de manera parcial que algunas especies de ácaros oribatidos y piojos Psócidos pueden ser hospederos intermediarios (Allen, 1973; Denegri *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2005).

En común con los géneros *Avitellina*, *Stilesia* y *Thysaniezia*, *T. actinoides* posee estructuras modificadas en forma de saco en la pared del útero denominadas órganos parauterinos, evaginaciones en donde previo paso por el útero, los huevos llegan para su desarrollo. Cuando este se ha completado, y la maduración ha ocurrido, los órganos parauterinos se desprenden de la pared del útero y forman una cubierta gruesa alrededor de una o más oncosferas que posteriormente se transforman en las capsulas ovigeras (Allen, 1973; Spasski, 1961; Denegri *et al.*, 1998). Las capsulas ovigeras tienden a tener forma alargada, pero pueden llegar a ser casi esféricas, y contener entre 1 y 30 oncosferas, con un promedio de 6 por capsula (Krull, 1946). Las oncosferas, se diferencian de las de otros cestodos porque exhiben tres pares de ganchos que carecen de guarda, un par largo y dos pares cortos (Kates y McIntosh, 1950; Allen, 1973) y porque carecen de aparato piriforme (Mönnig, 1950; Zajac y Conboy, 2012). De acuerdo con Spasski (1961) en (Denegri *et al.*, 1998) las capsulas ovigeras tienen la ventaja de proteger a los huevos mediante la cubierta gruesa, facilitar una mejor dispersión debido al empaquetado de varios huevos, y ser más conspicuos para los hospederos intermediarios por su grande tamaño.

El cestodo festoneado adulto (*T. actinoides*) causa un marcado agrandamiento por distensión del conducto biliar, acompañado de fibrosis, engrosamiento, inflamación, e hiperemia de su pared. En ocasiones, además, la bilis se observa clara y con detritos celulares y fibrina. Sin embargo, se considera que no causa enfermedad clínica (Allen, 1973). Aunque, se le ha señalado como factor predisponente de hepatitis infecciosa necrosante (Robles *et al.*, 2000).

En la zona borreguera del volcán de Las Tres Vírgenes, de la región I del área de estudio, lugar de procedencia de la muestra positiva a *T. actinoides*, no se distribuye la

cabra doméstica. Por lo tanto, podemos decir que es poco probable esta especie tenga influencia sobre la presencia de *T. actinoides* en el borrego cimarrón. En cambio, en esta región se observaron borregos domésticos durante los vuelos en helicóptero del 2011. Considerando que fue la única zona borreguera donde se encontró este cestodo, y que el borrego doméstico es uno de sus principales hospederos, es posible que la distribución del borrego doméstico en la región I si haya tenido influencia sobre la presencia de *T. actinoides* en el borrego cimarrón. Sin embargo es un hecho que no se pudo corroborar debido a que los borregos fueron removidos de la zona antes de poder muestrearlos.

El cestodo *Wyominia tetoni* ha sido reportado en el borrego cimarrón del desierto en Arizona (Russo, 1956; Allen y Erling, 1964; Allen, 1980), Baja California (López Fonseca, 1979), Nevada (Allen, 1962, 1964) y Utah (Wilson, 1966). Es exclusivo de los conductos biliares e intestino delgado del borrego cimarrón de Norte América, y sus características anatómicas recuerdan a las de *T. actinoides*, pero se diferencia de este externamente, porque sus proglotis carecen de festones, y en su lugar tienen forma acampanada, su róstelo es del doble del tamaño que el de *T. actinoides*, y las capsulas ovigeras y oncosferas son más grandes.(Allen, 1971, 1973). La búsqueda de literatura no arrojó resultados en relación al ciclo de vida de *W. tetoni*. Sin embargo, pensamos que este podría ser similar al de otros anoplocephalidos.

En este estudio, la identificación de *W. tetoni*, se realizó en base a capsulas ovigeras encontradas en la misma muestra que resulto positiva a *T. actinoides*. Donde se diferenciaron las capsulas ovigeras de una y otra especie en base a sus dimensiones.

Allen (1971) argumenta que las capsulas ovigeras de *T. actinoides* y *W. tetoni* son difíciles de recuperar mediante técnicas de flotación fecal, y que por lo tanto no son confiables como métodos para diagnosticar estos cestodos. En este estudio la técnica utilizada nos permitió recuperar las capsulas ovigeras. Sin embargo, pensamos que la prevalencia determinada para estas especies debe ser considerada con reserva hasta que sea confrontada con otras técnicas de diagnóstico. Además no encontramos ningún estudio que nos sirva para comparar la prevalencia obtenida mediante flotación fecal.

A diferencia de otros estudio que han reportado al estróngilo pulmonar *Protostrongylus stilesi* en el borrego cimarrón del desierto de California (Buechner, 1960; Welles y Welles, 1961) y Nevada (Johnson, 1957; Buechner, 1960; Allen, 1962, 1964); y a *Muellerius capillaris* en California (Russi y Monroe, 1976). En este estudio no se recuperaron larvas mediante el aparato de Baermann en ninguna de las muestras analizadas de borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) ni de cabra doméstica (*C. hircus*).

De igual forma ninguna muestra de heces de borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) ni de cabra doméstica (*C. hircus*) analizadas mediante la técnica de sedimentación fecal presentó huevos de trematodos. No obstante, ningún trematodo ha sido reportado para el borrego cimarrón en Norte América, aunque su susceptibilidad ha sido demostrada experimentalmente para *Fascioloides magna* (Foreyt, 1996) y *Fasciola hepatica* (Foreyt, 2009). Por su parte, *F. hepatica* ha sido reportada en rumiantes domésticos en otras zonas áridas de México (Munguía-Xóchihua *et al.*, 2007), por lo cual sería recomendable dedicar esfuerzos en determinar si existe la presencia de los hospederos intermediarios para estas especies en B.C.S, principalmente en los oasis, y analizar si parasitan a otros ungulados con distribución simpátrica.

Las coccidias del genero *Eimeria sp.* son cosmopolitas, aunque la prevalencia de las especies varía entre regiones (Levine, 1985). Las especies *Eimeria intricata* y *Eimeria ahsata* encontradas en muestras de heces de borrego cimarrón en este estudio, no habían sido reportadas en ninguna otra subespecie de borrego cimarrón del desierto. Aunque, ambas fueron reportadas en el borrego cimarrón en Wyoming por Honess(1942), y por Honess y Winter (1956); (citados en Becklund y Senger, 1967) y en Canadá por Uhazy *et al.* (1971). Si bien, López Fonseca (1979) encontró *Eimeria sp.* en borregos cimarrón (*O. c. cremnobates*) cazados en Baja California, no realizó una identificación específica.

La identificación de *E. ahsata* y *E.intricata* en muestras de borrego cimarrón, se pudo realizar en este estudio a partir de ooquistes no esporulados dado se trata de las dos especies de *Eimeria sp.* que producen los ooquistes con mayores dimensiones conocidos en los borregos (MAFF, 1977; Levine, 1985; Foreyt, 2001; Zajac y Conboy, 2012). No hubo

diferencia en la prevalencia (2.6%) obtenida en este estudio para las especies de coccidias identificadas. Lo cual contrasta con los valores obtenidos en un estudio realizado en el borrego cimarrón de Canadá, en el cual determinaron una prevalencia del 33% para la especie *E. ahsata* y del 5% para la especie *E. intricata* (Uhazy *et al.*, 1971). Esto se puede explicar en razón de que el tamaño de la muestra analizado en el presente trabajo fue de solo el 7.45% del tamaño de la muestra analizada por Uhazy *et al.* (1971). Por su parte, en el estudio realizado en el borrego cimarrón (*O. c. cremnobates*) de Baja California, 2 de las 5 muestras analizadas mediante flotación fecal resultaron positivas a *Eimeria sp.* (López Fonseca, 1979). La misma cantidad de muestras positivas que se encontraron en este estudio, y si bien pareciera que el esfuerzo de muestreo es muy diferente entre el estudio López Fonseca (1979), y el presente, no es así si consideramos el número de muestras analizadas solo en las localidades donde se obtuvieron las muestras positivas, que fueron 4 para de la localidad de la San José de la Noria, donde una de las muestras fue positiva a *E. intricata*, y 2 en la localidad de la Purísima, donde una de las muestras fue positiva a *E. ahsata*.

Los ooquistes de *E. intricata* raramente son encontrados en grandes cantidades (Levine e Ivens, 1970), y se considera que es medianamente patógena (Levine, 1985). Por su parte, *E. ahsata* es reconocida como una de las especies de coccidias más patogénicas en los borregos (Levine y Ivens, 1970; Levine, 1985; Chartier y Paraud, 2012). Ambas especies contribuyen a la presentación de la coccidiosis, una enfermedad de gran importancia clínica y económica en las explotaciones de borregos domésticos. Sin embargo, generalmente no es un problema en el medio silvestre (Levine, 1985; Duszynski y Upton, 2001; Wright y Coop, 2007; Chartier y Paraud, 2012). En este trabajo, solo se observó un ooquiste de *E. intricata* y cinco de *E. ahsata* en muestras de individuos distintos. Cabe destacar, que se reconoce que las infecciones por coccidia generalmente son mixtas, y las infecciones por una sola especie son raras en la naturaleza (Levine, 1985; Chartier y Paraud, 2012; Andrews, 2013). Sin embargo, los intentos por determinar la densidad de ooquistes por gramo de heces, en la muestra positiva a *E. intricata* no se lograron, por lo cual consideramos que su densidad debió haber estado por debajo de 50 ooquistes por gramos

de heces (o.p.h.) que es la sensibilidad que tiene la cámara de McMaster. La cantidad de heces de la muestra positiva a *E. ahsata* era limitada y fue imposible realizar el conteo de ooquistes con la cámara de McMaster. Sin embargo, consideramos en ambas muestras que las heces tenían consistencia y apariencia normal, sin evidencia de enfermedad.

Por su parte, la prevalencia e identidad de *Eimeria sp.*, en cabras domésticas, tampoco había sido reportada en B.C.S. La infección por coccidias *Eimeria sp.*, fue prevalente en el 100% de las cabras analizadas mediante flotación fecal en este trabajo, aunque, las especies variaron ligeramente entre localidades. Las mismas especies identificadas en este estudio (i.e. *E. alijevi*, *E. arloingi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. jolchijevi*, *E. ninakohlyakimovae*) han sido reportadas en cabras domesticas en el sur de Australia (O'Callaghan, 1989), en Arabia Saudita (Alyousif *et al.*, 1992), en Montana, EUA (Penzhorn *et al.*, 1994), en los Países bajos (con excepción de *E. caprovina*) (Borgsteede y Dercksen, 1996), en Malasia (con excepción de *E. apsheronica*) (Jalila *et al.*, 1998) en Tanzania (con excepción de *E. caprina*) (Kusiluka *et al.*, 1998), en la Republica Checa (Koudela y Boková, 1998), en Sudáfrica (Harper y Penzhorn, 1999), en Polonia (Balicka-Ramisz, 1999), en la Isla Gran Canaria, España (Ruiz *et al.*, 2006), en Brasil (Cavalcante *et al.*, 2012) en China (Zhao *et al.*, 2012), en Irán (Kheirandish *et al.*, 2014). En la mayoría de los trabajos citados arriba, casi invariablemente *E. arloingi* ha sido la especie de *Eimeria sp.*, más prevalente alrededor del mundo. Las excepciones con resultados contrastantes han sido los reportados en Sri Lanka por (Faizal y Rajapakse, 2001), quienes reportaron a *E. ninakohlyakimovae* en el 31% de las muestras como la especie más prevalente, seguida por *E. alijevi* (29%) y por *E. arloingi* (21%); en Jordania Abo-Shehada y Abo-Farieha (2003) reportaron prevalencias muy similares entre *E. caprina* (13%), *E. arloingi* (11%), *E. alijevi* (10%) y *E. ninakohlyakimovae* (10%); y Wang *et al.* (2010) reportó a *E. christenseni* como la especie más prevalente (78.3%) en China, seguida por *E. alijevi* con un 73.7%. En el presente estudio, las especies con mayor prevalencia fueron *E. arloingi* (100%), *E. alijevi* (90%) y *E. hirci* (80%), y estos resultados son particularmente comparables a los obtenidos en Australia por O'Callaghan, (1989), quien reportó una prevalencia casi idéntica para *E. arloingi* y *E. hirci*, con valores de 81% y 82%

respectivamente; a los obtenidos en EUA por Penzhorn *et al.* (1994), quienes encontraron a *E. aroloingi*, *E. alijeivi*, *E. hirci*, y *E. ninakolyakimovae*, con una prevalencia igualitaria del 100%; y a los obtenidos en Tanzania por Kusiluka *et al.* (1998), quienes determinaron una prevalencia del 91% para *E. arloingi* y 80% para *E. alijeivi*.

En general las estimaciones de la densidad de los ooquistes por gramo de heces mediante la cámara de McMaster resultaron muy bajos en las muestras de cabras. Todas las muestras presentaron consistencia y apariencia normal, y los animales muestreados no presentaban signos de coccidiosis. La densidad más alta se estimó en 2100 ooquistes por gramo de heces en un rancho de la localidad de San José de la Noria. Pero considerando el rango de 50,000-1000,000 o.p.h que indica coccidiosis clínica (Yvoré *et al.*, 1987; Chartier y Paraud, 2012), incluso este valor es bajo.

Si bien, algunas de las especies de *Eimeria sp.*, reportadas en este estudio son agentes patógenos responsables de la coccidiosis, una enfermedad que causa grandes pérdidas económicas en las explotaciones de cabras alrededor del mundo (Chartier y Paraud, 2012), no representan un riesgo para el borrego cimarrón, toda vez que son especies Hospedero-específicas (Andrews, 2013).

Por otra parte, la diferencia en relación de muestras de borrego cimarrón encontradas positivas y negativas mediante copromicroscopía, es notable en este trabajo. Sin embargo, este resultado, es similar al obtenido en otros estudios que reportaron haber encontrado endoparásitos en una proporción muy pequeña de la muestra analizada (Wilson, 1966; DeForge *et al.*, 1997a) o incluso reportaron no haber encontrado endoparásitos (Allen, 1955; Russi y Monroe, 1976; DeForge *et al.*, 1997b; Colodner Chamudis, 2001; McKinney *et al.*, 2006).

La cantidad de muestras de borrego cimarrón con resultados negativos mediante técnicas de flotación fecal fueron de hasta 71/71 muestras en el estudio de Russi y Monroe (1976). Sin embargo, este resultado no es discutido por ninguno de los autores citados arriba. En este estudio, consideramos que este resultado, puede ser explicado, tomando en cuenta el patrón de distribución espacial de los macroparásitos, que casi sin excepciones, es

agregado. Es decir, los parásitos están “agregados” a través de sus poblaciones hospederas, con la mayoría de los individuos de la población llevando bajos números de parásitos, pero con unos pocos individuos hospedando muchos parásitos. Lo cual está generado a su vez por la variación entre los individuos a la exposición a los estadios infectivos de los parásitos y por las diferencias en su susceptibilidad a los agentes infecciosos (Wilson *et al.*, 2002). Sin duda, otros factores que limitan o regulen la dispersión de los parásitos pueden estar ocurriendo de manera conjunta en la población de borregos de B.C.S., factores tales como las condiciones de baja precipitación, alta evaporación, y altas temperaturas de las zonas áridas (Tinsley, 2005), que influyen directamente sobre los parásitos o sus hospederos intermediarios; la posibilidad de que exista la presencia de nematodos, pero ocurra el fenómeno de la hipobiosis (Gibbs, 1982, 1986); que exista una densidad baja de borregos cimarrón y que por ende las posibilidades de transmisión sean limitadas; o la no introducción de parásitos a las zonas borregueras de B.C.S. podrían explicar la baja prevalencia o ausencia de parásitos que encontramos en este trabajo.

Los resultados del cálculo del índice de Jaccard y del análisis de cluster son congruentes entre sí. Ambos muestran que la semejanza entre los endoparásitos del borrego cimarrón y la cabra doméstica es muy baja en las muestras analizadas en este estudio, solo el oxiuro *Skrjabinema sp.* se encontró en ambos hospederos.

La presencia de *Skrjabinema sp.* en las muestras de borrego cimarrón solo se observó en las localidades donde se distribuye la cabra doméstica, es decir en la región II y en el norte de la región III. Aunque, hubo localidades donde no se encontró el oxiuro en muestras de borrego cimarrón, y si se distribuye la cabra doméstica, consideramos más probable que esto se deba a la necesidad de un mayor muestreo que a la verdadera ausencia del nematodo. Lo anterior es evidencia que respalda la hipótesis propuesta en este trabajo y es soportado por el hecho de que en las localidades de San Juan de la Costa y Las Animas correspondientes a la parte sur de la región III del área de estudio, se analizó en conjunto la mayor cantidad de muestras (18) de borrego cimarrón en comparación con las otras localidades, y no se encontró huevos u ooquistes de endoparásitos. Algo similar ocurrió con las muestras de borrego cimarrón procedentes de la localidad Las Tres Vírgenes (TrsVr-

Ocw) en la Región I. Donde tampoco se distribuye la cabra doméstica y la composición endoparasitaria de la muestra positiva fue distinta a aquella de las regiones III. Razón por la cual se explica el aislamiento de esta localidad en el análisis de clúster.

No obstante, a pesar de la disimilitud obtenida en estos análisis, la ausencia de otros helmintos hace semejantes a las muestras de ambos hospederos, y surge la necesidad de esclarecer si realmente los helmintos no están presentes en las poblaciones hospederas o si están bajo el fenómeno de la hipobiosis en espera de condiciones favorables para su desarrollo en el medio externo.

9 CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados en este estudio, y mientras las condiciones que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo se mantengan, podemos concluir que:

La semejanza endoparasitaria entre las muestras de borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) y de la cabra domestica (*C. hircus*) de las zonas borregueras de Baja California Sur es muy baja. El único endoparásito que comparten es el oxiuro *Skrjabinema sp.*, el cual no se conoce que sea patogénico, y los otros parásitos diagnosticados en la cabra doméstica son hospedero-específicos. Por lo tanto, la cabra doméstica no refleja un problema para el borrego cimarrón. Al menos, desde la perspectiva de salud parasitológica.

La riqueza específica de endoparásitos del borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) en Baja California Sur, es de por lo menos 5 especies, y está constituida por 2 especies de protozoarios: las coccidias *E. ahsata* y *E. intricata*; 1 especie de nematodo: el oxiuro *S. ovis*; y 2 especies de platelmintos: el cestodo festoneado *T. actinioides* y el cestodo del borrego cimarrón *W. tetoni*.

La riqueza específica de la cabra domestica (*C. hircus*) en las zonas borregueras de Baja California Sur, es de por lo menos 10 especies, y está constituida por 9 especies de protozoarios: las coccidias *E. alijevi*, *E. airlongi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. jolchijevi*, y *E. ninakohlyakimovae*; y 1 especie de nematodo: el oxiuro, *Skrjabinema sp.*

La prevalencia de endoparásitos en el borrego cimarrón (*O. c. weemsi*) de Baja California Sur es muy baja, toda vez los endoparásitos identificados, se encontraron solo una vez cada uno; la excepción fue el oxiuro *Skrjabinema sp.*

La prevalencia de coccidias (*Eimeria sp.*) y de oxiuridos (*Skrjaninema sp.*) en caprinos de ranchos con distribución en las zonas borregueras de Baja California Sures muy alta. La especie *E. arloingi*, seguida de *E. alijevi* y *E. hirci*, son las más prevalentes.

La densidad de ooquistes por gramo de heces en las muestras de cabras domésticas (*C. hircus*) en ranchos con distribución en las zonas borregueras de B.C.S es muy baja, y no se relaciona con coccidiosis.

Las cabras domesticas (*C. hircus*) son más abundantes en zonas borregueras de la porción central del estado Baja California Sur, principalmente en la "Sierra La Giganta", que está integrada por las sierras de La Purísima, Múgele, Loreto, San Javier y Santo Domingo, y en menor medida en la sierra de Agua Verde. Las cabras domesticas no se distribuyen en las sierras aledañas al volcán de las tres vírgenes.

10 PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados de este trabajo, nos permitieron identificar y proponer las siguientes perspectivas para la investigación.

- Continuar con el monitoreo parasitológico tanto del borrego cimarrón como de la cabra doméstica y ampliar el estudio a otros agentes causales de enfermedad en las áreas borregueras peninsulares.
- Realizar la identificación específica de los oxiuros de la cabra doméstica.
- Determinar cuál o cuáles hospederos intermediarios forman parte del ciclo de vida de *Thysanosoma actinioides* en B.C.S. y dilucidar su ciclo de vida.
- Colectar ejemplares adultos de *Wyominia tetoni* para realizar una descripción detallada de la especie observada en el borrego cimarrón de B.C.S.
- Determinar si los hospederos intermediarios de las especies de estróngilos pulmonares y trematodos digenéticos se distribuyen en el las zonas borregueras del área de estudio, con especial énfasis en los agujajes. Analizar si parasitan a otros ungulados con distribución simpátrica.
- Esclarecer si realmente los helmintos no están presentes en las poblaciones hospederas, o si están bajo el fenómeno de la hipobiosis (en espera de condiciones favorables para su desarrollo en el medio externo).

11 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO.

Si bien, los resultados de este estudio sugieren que la cabra doméstica no es un riesgo desde el punto de vista parasitológico, se recomiendan como medidas precautorias esenciales las siguientes:

- Restringir el pastoreo de las cabras dentro del hábitat del borrego cimarrón.
- Implementar calendarios de desparasitación en las cabras domésticas, previo análisis mediante copromicroscopía.

12 LITERATURA CITADA.

- Abo-Shehada, M.N. y H.A. Abo-Farieha. 2003. Prevalence of *Eimeria* species among goats in northern Jordan. *Small Ruminant Res.* 49(2):109–113.
- Allen, R.W. 1955. Parasites of Mountain Sheep in New Mexico with new host records. *J. Parasitol.* 41:583–87.
- Allen, R.W. 1961. Methods of examining bighorn sheep for parasites. *Desert Bighorn Counc Trans.* 5:75–79.
- Allen, R.W. 1962. Parasitism in bighorn sheep on the Desert Game Range in Nevada. *Desert Bighorn Counc Trans.* 6:69–71.
- Allen, R.W. 1964. Additional notes on parasites of bighorn sheep on the Desert Game Range, Nevada. *Desert Bighorn Counc Trans.* 8:5–9.
- Allen, R.W. 1971. Present status of lungworm and tapeworm infections in desert bighorn sheep. *Desert Bighorn Counc Trans.* 15:7–11.
- Allen, R.W. 1973. Biology of *Thysanosoma actinioides* (Cestoda: Anoplocephalidae) a parasite of domestic and wild animals. New Mexico State University, Agricultural Experiment Station Bulletin 604, New Mexico, USA. 67p.
- Allen, R.W. 1980. Natural mortality and debility. En: Monson G. y Sumner L. (eds.) *The desert bighorn: its life history, ecology, and management.* The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 172–185p.
- Allen, R.W. y H.G. Erling 1964. Parasites of bighorn sheep and mule deer in Arizona with new host records. *J. Parasitol.* (50):38.
- Allen, R.W. y C.. B. Kennedy. 1952. Parasites in a bighorn sheep in New Mexico. *Proc. Helm. Soc. Wash.* 19(1):39.
- Álvarez Cárdenas, S. 2000. Ecología y manejo de ungulados cinegéticos en el sur de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L318. 44p.
- Álvarez Romero, J. y R.A. Medellín Legorreta. 2005. *Capra hircus* (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. 7p.
- Alyousif, M.S., A.A. Kasim, y Y.R. Al-Shawa. 1992. Coccidia of the domestic goat (*Capra hircus*) in Saudi Arabia. *Int J Parasitol.* 22(6):807–811.

- Anderson, R.C. 1973. Estrongilos Pulmonares. En: Davis J.W. y Anderson R.C. (eds.) Enfermedades parasitarias de los Mamíferos Salvajes. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 93–145p.
- Anderson, R.C. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission. CABI, London, UK. 672p.
- Andrews, A.H. 2013. Some aspects of coccidiosis in sheep and goats. *Small Ruminant Res.* 110(2-3):93–95.
- Arriaga, L., J. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html>
- Baer, J.G. 1954. The Tapeworm Genus *Wyominia* Scott, 1941. *Proc. Helm. Soc. Wash.* 21(1):48–52.
- Baldock, F., M. Lyndal-Murphy, y B. Pearse. 1990. An assessment of a composite sampling method for counting strongyle eggs in sheep faeces. *Aus Vet J.* 67(5):165–167.
- Balicka-Ramisz, A. 1999. Studies on coccidiosis in goats in Poland. *Vet Parasitol.* 81(4):347–349.
- Becklund, W.W. y C.M. Senger. 1967. Parasites of *Ovis canadensis canadensis* in Montana, with a checklist of the internal and external parasites of Rocky Mountain bighorn sheep in North America. *J Parasitol.* 53(1):157–165.
- Begon, M., C.R. Townsend, y J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems.* Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. 738.p.
- Besser, T., E. Cassirer, C. Yamada, y K. Potter. 2012a. Survival of Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*) Commingled with Domestic Sheep (*Ovis aries*) in the Absence of *Mycoplasma ovipneumoniae*. *J Wildlife Dis.* 48(1):168–172.
- Besser, T.E., E.F. Cassirer, K.A. Potter, J. VanderSchalie, A. Fischer, D.P. Knowles, D.R. Herndon, F.R. Rurangirwa, G.C. Weiser, y S. Srikumaran. 2008. Association of *Mycoplasma ovipneumoniae* infection with population-limiting respiratory disease in free-ranging Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*). *J Clin Microbiol.* 46(2):423–30.

- Besser, T.E., E. Frances Cassirer, M.A. Highland, y P. Wolff. 2013. Bighorn sheep pneumonia: Sorting out the cause of a polymicrobial disease. *Prev Vet Med.* 108(2-3):85–93.
- Besser, T.E., M.A. Highland, K. Baker, E.F. Cassirer, N.J. Anderson, J.M. Ramsey, K. Mansfield, D.L. Bruning, P. Wolff, J.B. Smith, y J.A. Jenks. 2012b. Causes of pneumonia epizootics among bighorn sheep, Western United States, 2008-2010. *Emerg Infect Dis.* 18(3):406–14.
- Borgsteede, F.H.M. y D.P. Dercksen. 1996. Coccidial and helminth infections in goats kept indoors in the Netherlands. *Vet Parasitol.* 61(3-4):321–326.
- Buechner, H.K. 1960. The bighorn sheep in the United States: its past, present, and future. *Wildlife Monogr.* (4):3–174.
- Bunch, T.D., W.M. Boyce, C.P. Hibler, W.R. Lance, T.R. Spraker, y E.S. Williams. 1999. Diseases of north american wild sheep. En: Valdez R. y Krausman P.R. (eds.) *Mountain sheep of north america.* The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 209–237p.
- Bush, A.O., K.D. Lafferty, J.M. Lotz, y A.W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol.* 83(4):575–583.
- Cassirer, E.F. y A.R. Sinclair. 2007. Dynamics of pneumonia in a bighorn sheep metapopulation. *J Wildlife Manage.* 71(4):1080–1088.
- Cavalcante, A.C.R., M. Teixeira, J.P. Monteiro, y C.W.G. Lopes. 2012. *Eimeria* species in dairy goats in Brazil. *Vet Parasitol.* 183(3-4):356–8.
- Chartier, C. y C. Paraud. 2012. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Ruminant Res.* 103(1):84–92.
- CITES. 2013. Apéndices I,II y III. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- Colodner Chamudis, A.G. 2001. Evaluacion del estado de salud de la poblacion de Borrego Cimarron (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903) en la Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. Benemerita Universidad Autonoma de Puebla.
- Crofton, H.D. 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology.* 62(02):179–193.
- Cruz, M., C.J. Figueroa, P.M. Mendoza, A. Zapata, y H. García. 2011. Frecuencia de platelmintos en ganado bovino sacrificado en el rastro municipal de Toluca, Edo. de México. Memoria de la XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 31.

- Davis, J.W. y K.G. Lieke. 1973. Trematodos. En: Davis J.W. y Anderson R.C. (eds.) Enfermedades parasitarias de los Mamíferos Salvajes. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 275–302p.
- DeForge, J., J. Jimenez, S. Ostermann, E. Barrett, R. Valdez, y C. Hernandez. 1997a. Translocation and population modeling of Weems desert bighorn sheep in Baja California Sur. *Desert Bighorn Counc Trans.* 41:51–73.
- DeForge, J., S. Ostermann, C. Willmott, K. Brennan, y S. Torres. 1997b. The ecology of Peninsular bighorn sheep in the San Jacinto Mountains, California. *Desert Bighorn Counc Trans.* 41: 9–11.
- Denegri, G., W. Bernadina, J. Perez-Serrano, y F. Rodriguez-Caabeiro. 1998. Anoplocephalid cestodes of veterinary and medical significance: a review. *Folia Parasit.* 45(1):1–8.
- Denegri, G.M., M.C. Elissondo, y M.C. Dopchiz. 2002. Oribatid mites as intermediate hosts of *Thysanosoma actinioides* (Cestoda: Anoplocephalidae): a preliminary study. *Vet Parasitol.* 103(3):267–271.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Dunn, A.M. 1983. *Helminthología veterinaria. El manual moderno*, S.A. de C.V. México, D.F. 390p.
- Duszynski, D.W. y S.J. Upton. 2001. *Cyclospora, Eimeria, Isospora, and Cryptosporidium Spp.* En: Samuel W.M., M Pybus, y A.A. Kocan (eds.). *Parasitic Diseases of Wild Mammals*. Iowa State University Press. Iowa, USA. 416–459p.
- Faizal, A.C.M. y R.P.V.J. Rajapakse. 2001. Prevalence of coccidia and gastrointestinal nematode infections in crossbred goats in the dry area of Sri Lanka. *Small Ruminant Res.* 40(3):233–238.
- Fayer, R. 1980. Epidemiology of protozoan infections: The coccidia. *Vet Parasitol.* 6:75–103.
- Festa-Bianchet, M. 2008. *Ovis canadensis*. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. www.iucnredlist.org.
- Foreyt, W. 2009. Experimental Infection of Bighorn Sheep with Liver Flukes (*Fasciola hepatica*). *J Wildlife Dis.* 45(4):1217–1220.

- Foreyt, W.J. 1982. Fatal pneumonia of bighorn sheep following association with domestic sheep. *J Wildlife Dis.* 18(2):163–168.
- Foreyt, W.J. 1996. Susceptibility of bighorn sheep (*Ovis canadensis*) to experimentally-induced *Fascioloides magna* infections. *J Wildlife Dis.* 32(3):556–9.
- Foreyt, W.J. 2001. *Veterinary parasitology reference manual.* Blackwell publishing professional, Iowa, USA. 235p.
- Forrester, D.J., J.W. Davis, y R.C. Anderson. 1971. Complejo Estrongilosis Pulmonar-Neumonia de la Oveja Bighorn. En: Davis.J.W., R.C. Anderson (eds.). *Enfermedades parasitarias de los Mamiferos Salvajes.* Iowa State University Press. Iowa, USA. 158–173p.
- George, J., D. Martin, P. Lukacs, y M. Miller. 2008. Epidemic pasteurellosis in a bighorn sheep population coinciding with the appearance of a domestic sheep. *J Wildlife Dis.* 44(2):388–403.
- Gibbs, H.C. 1982. Mechanism of survival of Nematode Parasites with emphasis on hypobiosis. *Vet Parasitol.* 11:25–48.
- Gibbs, H.C. 1986. Hypobiosis in parasitic nematodes-an update. *Adv Parasit.* 25:129–74.
- Hammer, Ø., D. A. Harper, y P.Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica.* 4(1):9.
- Harper, C.K. y B.L. Penzhorn. 1999. Occurrence and diversity of coccidia in indigenous, Saanen and crossbred goats in South Africa. *Vet Parasitol.* 82(1):1–9.
- Hendrix, C.M.. 1999. *Diagnostico parasitológico veterinario.* Harcourt Brace de España, S.A., Madrid, España. 325p.
- Hoberg, E.P., A.A. Kocan, y L.G. Rickard. 2001. Gastrointestinal strongyles in wild ruminants. En: Samuel W.M., M Pybus, y A.A. Kocan (eds.). *Parasitic Diseases of Wild Mammals.* Iowa State University Press. Iowa, USA. 193–227p.
- Honess, R.F. 1942. Coccidia infesting the Rocky Mountain bighorn sheep in Wyoming with descriptions of two new species. *Univ Wyoming Arg Exp Sta Bull.* 249:28p.
- Honess, R.F. y K.B. Winter. 1956. Diseases of wildlife in Wyoming. *Wyo Game and Fish Comm.* 9:279p.

- Huby-Chilton, F., A.A. Gajadhar, K. Mansfield, W.J. Foreyt, y N.B. Chilton. 2006. Bighorn sheep, a new host record for *Parelaphostrongylus odocoilei* (Nematoda: Protostrongylidae). *J Wildlife Dis.* 42(4):877–882.
- Ibarra, C. 2012. Población de borrego cimarrón se mantiene desde 2006. Octavo día, <http://octavodia.mx/articulo/36696/poblacion-de-borrego-cimarron-se-mantiene-desde-2006>.
- INEGI. 2009. Censo agropecuario 2007. VIII censo Agrícola, Ganadero y Forestal. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=17177&s=est>.
- Instituto Nacional de Ecología, D.G. de V.S. 2000. Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*) en México. 106p.
- Jalila, A., P. Dorny, R. Sani, N.B. Salim, y J. Vercruyse. 1998. Coccidial infections of goats in Selangor, peninsular Malaysia. *Vet Parasitol.* 74(2):165–172.
- Jimenez, L.S., C.C. Hernandez, J.R. De forge, y R. Valdez. 1997. Update of the conservation plan for Weems Desert Bighorn on Carmen Island, Baja California Sur, Mexico. *Desert Bighorn Counc Trans.* 41:44–50.
- Johnson, E.L. 1957. Disease and mechanical injury in desert bighorn sheep. *Desert Bighorn Counc Trans.* 1:38–42.
- Jones, F.L. 1980. Competition. En: Monson G. y Sumner L. (eds.) *The desert bighorn: its life history, ecology, and management.* The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 197–216p.
- Kasai, T. 1998. *Helmintología Veterinaria.* Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 258p.
- Kates, K.C. y A. McIntosh. 1950. The embryonic hooks of some anoplocephalid cestodes of mammals. *J Parasitol.* 36:45p.
- Kheirandish, R., S.R. Nourollahi-Fard, y Z. Yadegari. 2014. Prevalence and pathology of coccidiosis in goats in southeastern Iran. *J Parasit Dis.* 38(1):27–31.
- Koudela, B. y A. Boková. 1998. Coccidiosis in goats in the Czech Republic. *Vet Parasitol.* 76(4):261–267.
- Krausman, P.R., A. V. Sandoval, y R.C. Etchberger. 1999. Natural history of desert bighorn sheep. En: Valdez R. y Krausman P.R. (eds.) *Mountain sheep of north america.* The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 139–191p.

- Krebs, C.J. 2008. The Ecological World View. CSIRO PUBLISHING, Collingwood, Australia. 574p.
- Krull, W.H. 1946. The identification of *Thysanosoma actinioides* infections in sheep by examination of fecal pellets. T Am Microsc Soc. 65 (4):351–353.
- Kusiluka, L.J., D. Kambarage, L.J. Harrison, C. Daborn, y R. Matthewman. 1998. Prevalence and seasonal patterns of coccidial infections in goats in two ecoclimatic areas in Morogoro, Tanzania. Small Ruminant Res. 30(2):85–91.
- Levine, N.D. 1985. Veterinary protozoology. Iowa state university press, Chicago, USA. 414p.
- Levine, N.D. y V. Ivens. 1970. The coccidian parasites (Protozoa, Sporozoa) of ruminants. University of Illinois Press., Chicago, USA. 278.p.
- Long, J.L. 2003. Introduced Mammals of the World. Their History, Distribution and Influence. CSIRO Publishing/CABI Publishing. Australia. 612p.
- López Fonseca, M.C. 1979. Ecto and Endoparasites of the Desert Bighorn (*Ovis Canadensis cremnobates*) in Northern Baja California, Mexico. Desert Bighorn Council Trans. 23:78.
- Manville, R.H. 1980. The origin and relationships of american wild sheep. En: Monson G. y Sumner L. (eds.) The desert bighorn: its life history, ecology, and management. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 1–6p.
- McClelland, E. 2002a. *Ovis dalli*. En: Kays and Wilson's Mammals of North America. Princeton University Press.
http://www.mnh.si.edu/mna/full_image.cfm?image_id=1646.
- McClelland, E. 2002b. *Ovis canadensis*. En: Kays and Wilson's Mammals of North America. Princeton University Press.
http://www.mnh.si.edu/mna/full_image.cfm?image_id=1645.
- McGarigal, K., S. Cushman, y S. Stafford. 2000. Multivariate statistics for wildlife and ecology research. Springer, New York. 283p.
- McKinney, T., T.W. Smith, y J.C. DeVos. 2006. Evaluation of factors potentially influencing a desert bighorn sheep population. Wildlife Monogr. 164:1–36.
- Miller, D.S., E. Hoberg, G. Weiser, K. Aune, M. Atkinson, y C. Kimberling. 2012. A Review of Hypothesized Determinants Associated with Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*) Die-Offs. Veterinary Medicine International. 2012:1–19.

- MAFF. 1977. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques, Technical Bulletin No. 18. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food., London. 129p.
- Moller, A.P. 2005. Parasitism and the regulation of host populations. En: Thomas F., F. Renaud., y J.F. Cuegan (eds.). Parasitism and Ecosystems. Oxford University Press Inc. New York, USA. 43–53p.
- Mönnig, H. 1950. Veterinary helminthology and entomology; the diseases of domesticated animals caused by helminth and arthropod parasites. Baltimore Williams & Wilkins, Gran Bretaña. 427p.
- Monson, G. 1980. Distribution and abundance. En: Monson G. y Sumner L. (eds.) The desert bighorn: its life history, ecology, and management. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 40–51p.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. GORFI, S.A., Zaragoza, España. 84p.
- Munguía-Xóchihua, J.A., F. Ibarra-Velarde, A. Ducoing-Watty, N. Montenegro-Cristino, y H. Quiroz-Romero. 2007. Prevalence of *Fasciola hepatica* (ELISA and fecal analysis) in ruminants from a semi-desert area in the northwest of Mexico. Parasitol Res. 101(1):127–130.
- Nicholls, J. y D.L. Obendorf. 1994. Application of a composite faecal egg count procedure in diagnostic parasitology. Vet Parasitol. 52(3-4):337–342.
- Nowak, R.M. 1999. Walker's Mammals of the World, Vol. II. Johns Hopkins University Press, Maryland, USA. 2015p.
- O'Callaghan, M.G. 1989. Coccidia of domestic and feral goats in South Australia. Vet Parasitol. 30(4):267–272.
- Omer, O.H. y O. Al-Sagair. 2005. The occurrence of *Thysanosoma actinioides* Diesing, 1834 (Cestoda: Anoplocephalidae) in a Najdi Camel in Saudi Arabia. Vet Parasitol. 131(1-2):165–7.
- Penzhorn, B.L., M.C. Rognlie, L.L. Hall, y S.E. Knapp. 1994. Enteric coccidia of Cashmere goats in southwestern Montana, USA. Vet Parasitol. 55(1-2):137–142.
- Pybus, M.J. 2001. Liver Flukes. En: Samuel W.M., M Pybus, y A.A. Kocan (eds.). Parasitic Diseases of Wild Mammals. Iowa State University Press. Iowa, USA. 121–149p.

- Quiroz Romero, H. 2008. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F. 876p.
- Radostits, o. M., C.C. Gay, K.W. Hinchcliff, y P.D. Constable. 2007. Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats, and Horses. Elsevier Science Health Science Division, New York, USA. 2156p.
- Ramírez-Orduña, R., R.G. Ramírez, E. Romero-Vadillo, J.A. González-Rodríguez, H. Armenta-Quintana, y R. Avalos-Castro. 2008. Diet and nutrition of range goats on a sarcocaulous shrubland from Baja California Sur, Mexico. *Small Ruminant Res.* 76:166–176.
- Robles, C.A., O.K. Kerbage, y A.R. Moreira. 2000. Hepatitis Infecciosa Necrosante en ovinos Merino de la Patagonia argentina, parasitados con *Thysanosoma actinioides*. *Arch Med Vet.* 32(1):93–99.
- Rodríguez, S., L. Cruz, J.L. Olivares, y J.G. Rodríguez Diego. 2005. *Thysanosoma actinioides* (Cestoda: Anoplocephalidae): prevalencia y posible papel de ácaros como hospederos intermediarios en una zona de cría de ovinos en la comunidad de Mesilla Municipio de Tecozautla, Hidalgo, México. *Rev Salud Anim.* 27(3):176–179.
- Ruiz, A., J.F. González, E. Rodríguez, S. Martín, Y.I. Hernández, R. Almeida, y J.M. Molina. 2006. Influence of climatic and management factors on *Eimeria* infections in goats from semi-arid zones. *J Med Vet B.* 53(8):399–402.
- Russi, T.L. y R.E. Monroe. 1976. Parasitism of bighorn sheep in Anza-Borrego Desert State Park, California. *Desert Bighorn Counc Trans.* 20:36–39.
- Russo, J. 1956. The desert bighorn sheep in Arizona. *Ariz. Game and Fish Dept Wildl Bull.* 1:153.
- Schad, G.A. 1959. A revision of the North American Species of the Genus *Skrjabinema* (Nematoda: Oxyuroidea). *Proc. Helm. Soc. Wash.* 26 (2):138–147.
- SEMARNAT. 2010. Fauna Silvestre protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES. <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/html/Especiessilv.html>
- Shackleton, D.M. 1985. *Ovis canadensis*. *Mammalian Species.* 230:1–9.
- Smith, M.C. y D.M. Sherman. 2009. *Goat Medicine*. Wiley-Blackwell, Iowa, USA. 888p.

- Soulsby, E.J.L. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Interamericana/McGraw-Hill, México, D.F. 823p.
- Spasski, A. 1961. Anoplocephalata. Essentials of cestodology. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 783p.
- Tarango, L.A. y P.R. Krausman. 1997. Desert bighorn sheep in México. Desert Bighorn Counc Trans. 41:1-7.
- Thienpont, D., F. Rochette, y O.F.J. Vanparijs. 1979. Diagnostico de las helmintiasis por medio del examen coprológico. Janssen Research Foundation. Beerse, Belgica. 187p.
- Tinsley, R.C. 2005. Parasitism and hostile environments. En: Thomas F.,F. Renaud., y J.F. Cuegan (eds.). Parasitism and Ecosystems. Oxford University Press. New York, USA. 85-112p.
- Uhazy, L., J. Mahrt, y J.. Holmes. 1971. Coccidia of Rocky Mountain bighorn sheep in Western Canada. Can J Zool. 49(11):1461-1464.
- Valdez, R. y P.R. Krausman. 1999. Description, distribution, and abundance of mountain sheep in north america. En: Valdez R. y Krausman P.R. (eds.) Mountain sheep of north america. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 3-22p.
- Wang, C.R., J.Y. Xiao, A.H. Chen, J. Chen, Y. Wang, J.F. Gao, y X.Q. Zhu. 2010. Prevalence of coccidial infection in sheep and goats in northeastern China. Vet Parasitol. 174(3-4):213-217.
- Wehausen, J., S. Kelley, y R. Ramey. 2011. Domestic sheep, bighorn sheep, and respiratory disease: a review of the experimental evidence. Calif Fish Game. 97(1):7-24.
- Welles, R.E. y F.B. Welles. 1961. The bighorn of Death Valley. U.S. National Park Service Fauna Ser. 6:242 pp.
- Wilson, L.O. 1966. Research and future rehabilitation of the bighorn sheep in southeastern Utah. Desert Bighorn Counc Trans. 10:56-58.
- Wilson, L.O. 1968. Distribution and ecology of the desert bighor sheep in south eastern Utah. Utah Div Fish and Game Publ. 68-5:220pp.
- Wright, S.E. y R.L. Coop. 2007. Cryptosporidiosis and coccidiosis. En: Aitken I.D. (eds.) Diseases of Sheep. Blackwell publishing, Iowa, USA. 179-185p.
- Yvoré, P., A. Esnault, C. Mage, M. Dobbels, y M. Naciri. 1987. Intérêt et interprétation de la coproscopie dans la coccidiose des petits ruminants. Point Vét. (19):43-48.

Zajac, A.M. y G.A. Conboy. 2012. *Veterinary Clinical Parasitology*. Wiley-Blackwell, Iowa, USA. 368p.

Zhao, G.H., L.-H. Lei, C.-C. Shang, y M. Gao. 2012. High prevalence of *Eimeria* infection in dairy goats in Shaanxi province, northwestern China. *Trop Anim Health Pro.* 44(5):943 – 946.