

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EFEECTO *In vivo* DEL EXTRACTO ACUOSO DE HOJAS DE
GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) COMO ANTIHELMÍNTICO
EN BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis*)

Tesis

Que presenta MARICELA BUENDÍA ORDÁZ
como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

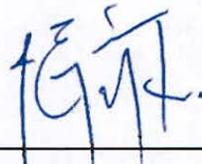
Torreón, Coahuila.

Diciembre 2024

EFFECTO *In vivo* DEL EXTRACTO ACUOSO DE HOJAS DE
GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) COMO ANTIHELMÍNTICO
EN BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis*)

Tesis

Elaborada MARICELA BUENDÍA ORDÁZ como requisito parcial para obtener el
grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal con la supervisión y
aprobación del Comité de Asesoría



Dr. José Eduardo García Martínez
Director de Tesis



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, Maricela Buendía Ordáz, estudiante de la maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria, con matrícula 421033452, autor de la presente Tesis, manifiesta que:

1. Reconoce que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas, reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redacta según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el “copiado y pegado” de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía, y manifiesto no haber hecho un mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía, respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis; Así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría, aceptando cualquier responsabilidad al respecto es únicamente a mi persona

Maricela Buendía Ordáz

Tesista de maestría

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por el apoyo económico para poder sacar adelante mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al programa de postgrado por darme la oportunidad de aumentar mi preparación académica.

A mi comité de asesores al Dr. Miguel Mellado Bosque y al Dr. Juan Antonio Encina Domínguez por tener siempre la disposición de ayudar a mejorar este proyecto y por ser una fuente de inspiración para siempre seguir adelante con humildad y sabiduría, pero sobre todo agradezco a mi asesor principal el Dr. José Eduardo García Martínez por el apoyo incondicional, la paciencia, las enseñanzas y la amistad brindadas en esta etapa.

De igual forma a mi compañero Francisco Alonso Rodríguez Huerta por ser apoyo y guía incondicional

Agradezco también a la unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre San Juan en especial al ingeniero Vladimir Lara y su equipo de trabajo por tener la disposición y apoyar siempre en todo lo necesario

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el buen camino y darme las herramientas para superar cada propósito en mi vida.

A mi querido esposo Jesús que siempre me apoya y me alienta a seguir adelante.

A mi familia que siempre me demuestran su apoyo y amor incondicional

Y sobre todo a mí, para no olvidar que las cosas en la vida con esfuerzo y corazón si se pueden lograr

ÍNDICE GENERAL

Contenido

<u>LISTA DE CUADROS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	viii
<u>ABSTRACT</u>	xi
<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>II. REVISIÓN DE LITERATURA</u>	2
<u>2.1 Características Generales de <i>Ovis Canadensis</i></u>	2
<u>2.2 Clasificación taxonómica</u>	2
<u>2.3 Distribución Geográfica General</u>	4
<u>2.4 Distribución Geográfica en México</u>	4
<u>2.5 Hábitat</u>	4
<u>2.6 La dieta del borrego Cimarrón</u>	4
<u>2.7 Estado de Conservación</u>	5
<u>2.8 Amenazas Contra el Borrego Cimarrón</u>	5
<u>2.9 Depredadores del Borrego Cimarrón</u>	5
<u>2.10 Enfermedades en el Borrego Cimarrón</u>	5
<u>2.10.1 Enfermedades bacterianas</u>	6
<u>2.10.2 Enfermedades virales</u>	6
<u>2.10.3 Enfermedades parasitarias</u>	6
<u>2.11 Parásitos Gastrointestinales del Borrego Cimarrón</u>	7
<u>2.13 Desparasitantes Químicos</u>	10
<u>2.14 Ivermectina</u>	11
<u>2.15 Resistencia Parasitaria</u>	12
<u>2.16 Métodos Alternativos Naturales Usados Como Desparasitantes</u>	12
<u>2.18 Metabolitos secundarios</u>	12
<u>2.18.1 Metabolitos secundarios con efecto antihelmíntico</u>	14
<u>2.19 Gobernadora y sus Componentes</u>	15
<u>III. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	17
<u>3.1 Área De Estudio</u>	17
<u>3.2 Animales experimentales</u>	17

<u>3.3 Metodología para elaboración del extracto de gobernadora</u>	18
<u>3.3.1 Cosecha de gobernadora</u>	18
<u>3.3.2 Secado</u>	18
<u>3.3.4 Molienda de gobernadora</u>	19
<u>3.3.5 Preparación de extracto</u>	20
<u>3.4 Diseño de Tratamiento</u>	21
<u>3.5 Selección del Sitio Experimental</u>	21
<u>3.6 Recolecta de heces de borrego cimarrón</u>	22
<u>3.6 Premuestreo</u>	22
<u>3.8 Conteo de Huevos por Gramo de Heces</u>	22
<u>3.7 Primera Aplicación de Tratamiento Experimental</u>	23
<u>3.9 Diseño Experimental</u>	24
<u>IV. RESULTADOS</u>	25
<u>V. DISCUSIÓN</u>	27
<u>VI. CONCLUSIONES</u>	29
<u>VII. REFERENCIAS</u>	30

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro 1. Clasificación Taxonómica del Borrego Cimarrón</u>	3
<u>Cuadro 2. Clasificación de subespecies de Ovis canadensis</u>	3
<u>Cuadro 3. Parásitos del borrego cimarrón y su alojamiento.</u>	7
<u>Cuadro 4. Antihelmínticos y lugares de acción</u>	10
<u>Cuadro 5 Plantas probadas in vitro como antihelmintico</u>	14
<u>Cuadro 6 Clasificación taxonómica de Larrea Tridentata</u>	15
<u>Cuadro 7</u> Conteo de huevos por gramo de heces en borrego cimarrón para determinar el efecto del extracto de LT.....	25

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1. Modelo de hembra y macho de borrego cimarrón</u>	2
<u>Figura 2. Ejemplar de Haemonchus C.</u>	8
<u>Figura 3 Nematodirus spp.</u>	8
<u>Figura 4 Especies de Eimeria</u>	9
<u>Figura 5 Huevo de Trichostrongylus spp.</u>	9
<u>Figura 6. Clasificación de principales metabolitos (Sánchez, 2022)</u>	13
<u>Figura 7. Ejemplar de planta de gobernadora</u>	15
<u>Figura 8 Área de estudio en rancho San Juan</u>	17
<u>Figura 9 Hembras asignadas al estudio</u>	18
<u>Figura 10 Plantas de gobernadora en secado natural</u>	19
<u>Figura 11 Molienda de gobernadora</u>	19
<u>Figura 12 Preparación de extractos</u>	20
<u>Figura 13 Instalaciones cercadas de los grupos de animales</u>	21
<u>Figura 14 Recolección de heces</u>	22
<u>Figura 15 Conteo de huevos parasitarios</u>	23
<u>Figura 16 Aplicación de extracto en el bebedero de los borregos cimarrón</u>	24

RESUMEN

Efecto *In vivo* del extracto acuoso de hojas seca de gobernadora (*Larrea tridentata*) como antihelmíntico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)

Maricela Buendía Ordáz

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. José Eduardo García Martínez

- Director de tesis-

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), es una especie enlistada por SEMARNAT como sujeta a protección especial. Una de sus principales amenazas son las enfermedades endoparasitarias, además de una resistencia antiparasitaria a los antihelmínticos químicos, por lo que se buscan nuevas alternativas con mayores beneficios. El objetivo fue determinar la eficacia del extracto acuoso de hoja de gobernadora (*Larrea tridentata*) como antihelmíntico. La investigación se realizó en la Unidad de Conservación para el Manejo de la Vida Silvestre, ubicada en el centro del estado de Coahuila, México. Se analizó el conteo de huevos por gramo de heces (McMaster) en tres grupos, desparasitado con ivermectina, con extracto acuoso de gobernadora, y sin desparasitante, realizando tres muestreos al día 0, 21 y 42. Se empleó un análisis de varianza en un sentido dentro de un diseño completamente al azar, y se corrieron pruebas de medias por Tuckey con α al 0.05 cuando se detectó diferencia significativa, además de contrastes ortogonales, mediante el software Statgraphics Centurion®. Los resultados muestran que la ivermectina tiene mayor eficacia antihelmíntica (99.56%) colocando los niveles de infestación en leves (127 hpg), a diferencia de los animales desparasitados con el extracto acuosos de hoja seca de gobernadora que presentaron una eficiencia menor (82.82%) y disminuyeron el conteo a un nivel moderado de infestación parasitaria (283 hpg). Se concluye que el uso de

dichos extractos, representan una buena alternativa para la desparasitación del borrego cimarrón, ya que mantienen una carga parasitaria moderada, lo cual ya no representa riesgos para el animal.

Palabras clave: *Antihelmínticos, Ivermectina, Larrea tridentata, Extracto acuoso, Borrego cimarron.*

ABSTRACT

In vivo effect of aqueous extract of governor's leaves (*Larrea tridentata*) as an anthelmintic on bighorn sheep (*Ovis canadensis*)

Maricela Buendía Ordáz
Master of Science in Agricultural Production
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. José Eduardo García Martínez
- Adviser -

The bighorn sheep (*Ovis canadensis*) is a species listed by SEMARNAT as subject to special protection. One of its main threats is endoparasitic diseases, in addition to antiparasitic resistance to chemical anthelmintic, which is why new alternatives with greater benefits are sought. The aim was to determine the effectiveness of the aqueous extract of governor's leaf (*Larrea tridentata*) as an anthelmintic. The research was conducted in the Conservation Unit for Wildlife Management in Coahuila, Mexico. The egg count per gram of feces (McMaster) was analyzed in three groups, dewormed with ivermectin, with an aqueous extract of the governor, and without dewormed, carrying out three samplings on days 0, 21, and 42. An analysis of variance was used in a sense within a completely randomized design and means tests were run by Tuckey with α at 0.05 when a significant difference was detected, in addition to orthogonal contrasts, using the Statgraphics Centurion® software. The results show that ivermectin has greater anthelmintic efficacy (99.56 %), placing the infestation levels at mild (127 epg), unlike the animals dewormed with the aqueous extract of dry governor leaf that presented a lower efficiency (82.82%) and decreased the count to a moderate level of parasitic infestation (283 epg). It is concluded that using these extracts represents a good alternative for deworming bighorn sheep since it maintains a moderate parasite load, which no longer represents risks for the animal.

Keywords: Alternative anthelmintic, *Larrea tridentata*, Ivermectin, Aqueous extract, Bighorn sheep.

I. INTRODUCCIÓN

El borrego cimarrón es un mamífero que se distribuye desde Canadá hasta el noreste de México ([CONABIO, 2010](#)). En la actualidad esta especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 clasificada como sujeta a protección especial, que son las amenazadas por factores que ponen en riesgo su vida por lo que se toman medidas adecuadas para mantener su conservación ([SEMARNAT, 2010](#)). Una de las principales amenazas del borrego cimarrón es la transmisión de enfermedades muchas de ellas transmitidas por ovejas y cabras domésticas, una de las más frecuentes son las enfermedades parasitarias gastrointestinales que afectan la productividad del hospedador generando bajas tasas de crecimiento, mala fecundidad e incluso anemia severa, diarrea, pérdida de peso y muerte. Para el control de parásitos existen en el mercado productos comerciales con variedad de ingredientes activos que han tenido un uso incorrecto en la aplicación, generando resistencia parasitaria, debido a esto se han buscado tratamientos alternativos para el control de parásitos. El objetivo del presente estudio es determinar la efectividad *in vivo* del extracto acuoso de las hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*) como antihelmíntico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), en el centro de Coahuila. Se parte de la hipótesis de que dichos extractos acuosos disminuirán el conteo de huevos por gramo de heces de los animales en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características Generales de *Ovis Canadensis*

El borrego cimarrón es uno de los mamíferos más importantes en México por su valor ecológico y su alto valor económico en el ámbito cinegético ([Álvarez et al., 2009](#)).

El macho cuenta con un peso promedio de entre 105 kg, pueden medir entre 80 a 100 cm de altura a la cruz, y una longitud de la punta de la nariz a la cola de hasta 180 cm, tiene unos cuernos corrugados de color amarillo o café, que se desarrollan con el paso de los años, llegando a medir entre 80 a 120 cm de longitud ([Valdez, 2012](#)). Las hembras son más pequeñas, en promedio pesan 50 kg y miden aproximadamente 65 cm de altura a la cruz y tienen una longitud de la nariz a la cola de hasta 140 cm, estas presentan cuernos pequeños, delgados y ligeramente curvos (figura 1) ([Álvarez et al., 2005](#)).



Figura 1. Modelo de hembra y macho de borrego cimarrón

2.2 Clasificación taxonómica

Organiza a los organismos en grupos jerárquicos según sus características compartidas, tal clasificación se divide en especie, género, familia, orden, clase, phylum (filo o división) y reino ([Arija, 2012](#)). En la clasificación taxonómica de los borregos se observa que todos están en la categoría de la familia *ovis*, incluyendo

el borrego cimarrón (Cuadro 1), del que existen varias subespecies localizadas en Norteamérica (Cuadro 2). De las subespecies identificadas, tres se distribuyen en México: El borrego cimarrón, *O. c. weemsi*, *O. c. cremnobates* y el *O. c. mexicana* ([Sandoval et al., 2014](#)).

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica del Borrego Cimarrón ([ITIS,2017](#))

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Artiodactyla
Familia:	Bovidae
Subfamilia:	Caprinae
Género:	Ovis
Especie:	<i>Ovis canadensis</i>

Cuadro 2. Clasificación de subespecies de *Ovis canadensis* ([ITIS,2017](#))

Subespecies de <i>Ovis canadensis</i>	Autores
<i>Auduboni</i>	(Merriam, 1901)
<i>Californiana</i>	(Douglas, 1829)
<i>Canadensis</i>	(Shaw, 1804)
<i>Cremnobates</i>	(Elliot, 1904)
<i>Mexicana</i>	(Merriam, 1901)
<i>Nelsoni</i>	(Merriam, 1897)
<i>Weemsi</i>	(Goldman, 1937)

2.3 Distribución Geográfica General

La distribución mundial del borrego cimarrón (*O. Canadensis*), tiene una localización en las Montañas Rocosas desde Canadá, Colorado y hasta México ([Rezaei et al., 2010](#))

2.4 Distribución Geográfica en México

La distribución en México del borrego cimarrón se distribuyó en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León. En la actualidad esta especie persiste en Baja California, Baja California Sur, y en algunos otros estados donde fue restablecido como Chihuahua y Coahuila ([Valdez, 2012](#)).

2.5 Hábitat

El borrego cimarrón vive en cadenas montañosas escarpadas con terrenos con buen acceso a alimento, de fácil escape y seguros para la reproducción ([Ethan et al., 2020](#); [Valdez, 2012](#)). Generalmente esta especie vive en zonas desérticas, por lo que tiende a realizar sus actividades al amanecer o antes de la puesta de sol, y descansar en lugares de sombra y bien ventilados para sobrevivir ([Ruiz y Romero, 2022](#)).

2.6 La dieta del borrego Cimarrón

La selección de alimentos que hace el animal tiene alta relevancia porque le permitirá sobrevivir a periodos de sequía y a temperaturas altas prolongadas ([Bautista, 2021](#)). Su dieta está compuesta principalmente por especies de arbustos, arboles, herbáceas y suculentas, dependiendo de la disponibilidad que haya según la estación. La cantidad y calidad del forraje disponible influye directamente en el crecimiento de la población del borrego cimarrón, si hay forrajes de mala calidad disminuye la producción de leche de las borregas lactantes, lo que reduce la supervivencia de las crías ([Werdel et al., 2023](#)).

2.7 Estado de Conservación

Actualmente en México la especie se encuentra bajo la categoría de protección especial en la lista de especies en riesgo de México (NOM-059-SEMARNAT-2010), por lo que existen programas para la conservación de la especie. A nivel global, la IUCN la evaluó como de Preocupación Menor en su Lista Roja ([Álvarez, 2005](#)).

2.8 Amenazas Contra el Borrego Cimarrón

El borrego cimarrón de las Montañas Rocosas (*Ovis canadensis*), como todas las especies de ungulados nativas del oeste de América del Norte, experimentó una disminución de la población entre mediados y fines del siglo XIX. La sobreexplotación, la pérdida de hábitat, los depredadores naturales, la competencia de recursos con el ganado y las enfermedades contribuyeron al declive de la especie en la década de 1940 ([Ethan et al, 2020](#)).

2.9 Depredadores del Borrego Cimarrón

Existen algunos depredadores del borrego cimarrón, que no se consideran amenazas importantes para el descenso de una población tales como los coyotes (*Canis latrans*), gatos de monte (*Lynx rufus*) y águilas reales (*Aquila chrysaetos*) ([Sandoval, et al., 2014](#)). El puma (*Puma concolor*) es el mayor depredador de los cimarrones y puede poner en riesgo los esfuerzos que se llevan a cabo para la conservación de la especie ([Rominger, 2018](#)).

2.10 Enfermedades en el Borrego Cimarrón

Las enfermedades han sido consideradas como una gran amenaza para la preservación de los borregos cimarrón se presentan enfermedades bacterianas, virales y parasitarias ([Cassaigne et al., 2010](#)).

2.10.1 Enfermedades bacterianas

Estos patógenos pueden ser la causa principal de las enfermedades o actúan de manera oportunista afectando al hospedador ([Besser et al., 2008](#)). Se han tenido hallazgos de *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, y *Bibersteinia* en neumonías de borrego cimarrón, así como en animales sanos. La presencia de estas bacterias se debe principalmente al contacto del borrego cimarrón con especies domesticas debido a que son el reservorio y principal transmisor de estas enfermedades ([Dassanayake et al.,2008](#)). *Mycoplasma ovipneumoniae* se relaciona con la presencia de bronconeumonía en el borrego cimarrón en vida libre y se asocia con reincidencias en corderos de mayor edad ([Besser et al., 2008](#)).

2.10.2 Enfermedades virales

Existen algunos patógenos que afectan el sistema respiratorio del borrego cimarrón como parainfluenza-3, virus sincitial respiratorio bovino, se han tenido pruebas de tipo serológico que estos animales se pueden recuperar de estas infecciones ([Miller et al., 2011](#)). Otra enfermedad es la lengua azul, causada por un virus del género *Orbivirus*, este presenta llagas y ulceraciones, dificultad respiratoria, inflamación de la lengua (“lengua azul”), renguera y problemas reproductivos en animales afectados ([Iowa State University, 2006](#)).

2.10.3 Enfermedades parasitarias

Las ovejas y cabras domésticas son las principales portadoras de parásitos volviéndose una fuerte amenaza para los animales silvestres. ([Sandoval, et al., 2014](#)). Los animales altamente infectados tendrán baja taza productiva, además bajarán los niveles de anticuerpos, quedando propensos a enfermedades secundarias ([Moller, 2005](#)). Las enfermedades parasitarias se dividen en ectoparasitarias y endoparasitarias. Las ectoparasitarias son las que presentan

parásitos externos, como el ácaro *Psoroptes ovis*, una enfermedad en la piel conocida como sarna, que presenta lesiones en las orejas y el resto del cuerpo, con rollos escamosos como de papel, tapando las orejas con más de 20 capas de epidermis desprendida ([Sandoval et al., 2014](#)). Los endoparásitos son gusanos internos que afectan la salud animal, uno de los principales causantes de decesos en borrego cimarrón es el gusano pulmonar (*Protostrongylus*) este se ha encontrado desde el sur de Canadá hasta el norte de México ([Miller., et al 2012](#)).

2.11 Parásitos Gastrointestinales del Borrego Cimarrón

En un estudio realizado por [Kistner et al.](#) (1977) se reportan hallazgos de algunos parásitos gastrointestinales en borrego cimarrón como se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Parásitos del borrego cimarrón y su alojamiento. ([Kistner, et al 1977](#))

Localización Parásitos	Parásitos
Abomaso	Marshallagia marshalli Ostertagia occidentalis Ostertagia ostertagi Ostertagia spp. Trichostrongylus
Intestino delgado	Cooperia oncophora Nematodirus oiratianus Nematodirus spp.
Intestino grueso	Oesophagostomun spp Skrjabinema ovis Skrjabinema spp Trichuris spp.

En otro estudio realizado por [Rodríguez](#) (2020), en el norte de México se reportan hallazgos de los siguientes endoparásitos gastrointestinales:

Haemonchus Contortus Se identifica con una lanceta bucal que daña la mucosa del abomaso, donde se aloja y se alimenta de sangre. Cada parasito puede extraer una cantidad de 0,05 ml de sangre, provocando daños considerables al hospedador si se tiene una alta infestación, el macho puede llegar a medir 10 a 22 mm y la hembra de 18 a 30 mm, morfológicamente como se muestra en la figura 2, se le conoce también como el gusano del barbero por sus colores característicos ([Carson et al., 2023](#)).



Figura 2. Ejemplar de *Haemonchus C.*

Nematodirus spp. Afecta principalmente a pequeños rumiantes de 4 a 8 semanas de edad reflejando altas pérdidas económicas en la producción. Los machos adultos pueden medir de 10 a 19 mm tiene lóbulos laterales y espículas largas y las hembras de 15 a 29 mm de largo, son blanquecinas, tiene una cola corta y apéndice terminal delgado (Figura 3) ([Roeber et al., 2013](#))



Figura 3 *Nematodirus spp.*

Eimeria Es un protozoo que se alberga en intestino delgado o grueso según la especie debido a que existe una gran variedad de ellas, algunos ejemplos se muestran en la figura 4, la infestación ocurre por vía oral y puede haber infección por varias especies al mismo tiempo ([Cervantes, 2016](#)). Algunas de las variedades de especies de este microorganismo pueden transmitirse a humanos y en animales puede causar grandes pérdidas económicas ([Britez et al., 2023](#)).

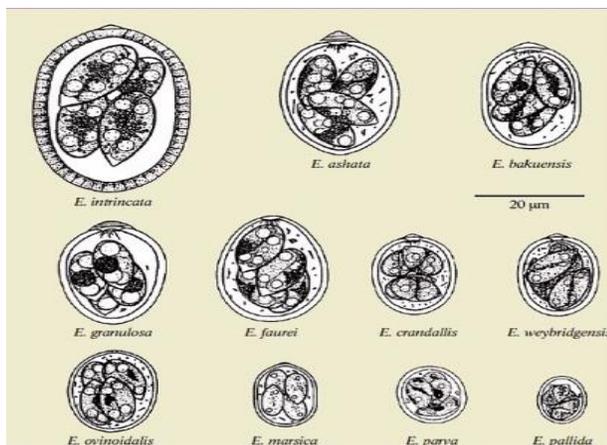


Figura 4 Especies de Eimeria

Trichostrongylus spp. Los huevos de estos parásitos llegan a medir $100\ \mu$ como se muestra en la figura 5, su fase larvaria se adhiere a la mucosa del intestino delgado y evolucionan a la fase adulta donde son delgados y medirán aproximadamente de 0.5 a 1cm de largo ([Roeber et al., 2013](#)). Se distribuyen en todo el mundo y pueden ocasionar zoonosis, esta enfermedad se trata con terapia antihelmíntica ([Bhat et al., 2023](#)).

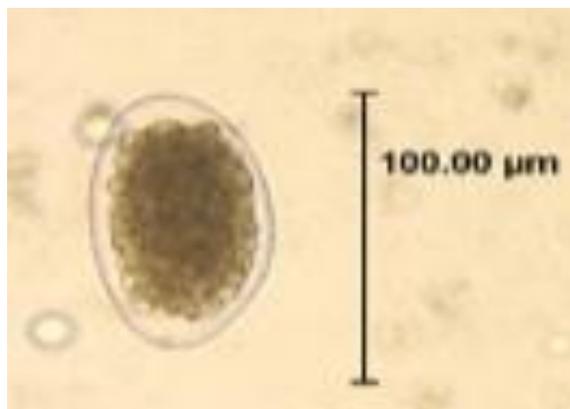


Figura 5 Huevo de *Trichostrongylus* spp.

2.13 Desparasitantes Químicos

Están compuestos por elementos como el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, otros más complejos con azufre flúor, cloro, yodo, arsénico y antimonio. Actúan dañando el metabolismo energético, componentes de la estructura parasitaria o la función neuromuscular ([Pérez, 2009](#)). Para evitar la resistencia se debe utilizar un buen manejo de estos fármacos y así garantizar buenos resultados en la producción ([Corwin, 1997](#)). Generalmente se utilizan los benzimidazoles, imidazoles, lactonas macrocíclicas, derivados del amino acetonitrilo, tetrahidropirimidinas, salicilanilidas y organofosforados con diferentes modos de acción (Cuadro 4) ([Dilkrukshi et al., 2021](#)).

Cuadro 4. Antihelmínticos y lugares de acción ([Dilkrukshi et al., 2021](#))

Clase de fármaco	Antihelmíntico	Lugar de acción
Benzimidazoles	Albendazol Fenbendazol	B- tubulina
Imidazotiazoles	Levamisol	Musculo de la pared corporal
Lactonas macrocíclicas	Moxidectina Ivermectina Doramectina Eprinomectina	Canales de iones de cloruro activado por glutamato
Derivados de aminoacetonitrilo Tetrahidropirimidinas	Monepantel Pirantel Morantel	Receptores de acetilcolina específicos de nematodos Receptores de acetilcolina (musculo)
Salicilanilidas	Clouantel Dnofenol	Evitan la fosforilación oxidativa
Organofosforados	Haloxon Cumafofos Naftalofos Crufomato	Acetilcolinesterasa
Espiroindoles	Derquantel	Receptores de acetilcolina nicótico de subtipo B

2.14 Ivermectina

Pertenece a la familia de las avermectinas, es un antiparasitario de amplio espectro muy eficiente contra parásitos gastrointestinales algunos ectoparásitos. La dosis recomendada para rumiantes pequeños contra nematodos y parásitos de pulmón es de 0.2mg/kg vía subcutánea ([Sumano 2006](#)). El mecanismo de acción de la ivermectina consiste en unirse a receptores de canales iónicos activados por ligando, como los de glutamato, GABA y glicina, lo que lleva a la parálisis y muerte del parásito. En mamíferos, la toxicidad es rara debido a la expresión variable de estos receptores ([Johnson, 2022](#)). Otros beneficios que se han descubierto en medicina humana es que puede bloquear la vía NF-kB, modulando la producción de citocinas proinflamatorias, lo que explica su uso como antiinflamatorio en el tratamiento de la rosácea, también se ha evaluado su eficacia contra virus como el SARS-CoV-2 y adenovirus, inhibiendo el transporte de proteínas virales, además, se sugiere que puede inhibir la proliferación de células cancerosas, abriendo posibilidades para su uso en el tratamiento de ciertos cánceres ([Baneet et al., 2024](#)). En otro estudio de laboratorio se reportó toxicidad aguda debido a la aplicación de dosis más altas muriendo entre 1 y 2 días después, además, encontraron toxicidad crónica, en animales de laboratorio, por la ingestión diaria de ivermectina durante el período de organogénesis donde aumentó la incidencia de paladar hendido. Sin embargo, no se consideró embriotóxica debido a la baja frecuencia de anomalías ([González et al., 2010](#)). La ivermectina, excretada en heces y orina, y la eliminación inadecuada de frascos vacíos, afectan negativamente al medio ambiente. Insectos coprófagos como coleópteros y dípteros, así como lombrices, pueden intoxicarse al consumir heces de animales tratados. Esto impacta la función del escarabajo estercolero y la fertilidad del suelo, y también puede intoxicar a moscas descomponedoras y polinizadores ([Gómez et al., 2022](#); [Aparicio et al., 2011](#)).

2.15 Resistencia Parasitaria

Desde hace tiempo por el mal uso de los antihelmínticos se ha presentado como consecuencia una farmacorresistencia ([Muhammad et al., 2020](#); [Hoste et al., 2021](#)). Se ha atribuido la resistencia a diferentes factores, como que un fármaco cambia su objetivo molecular, o cambia el esparcimiento en el organismo diana y esto impide que el fármaco llegue al lugar de acción ([Wolstenholme et al., 2004](#)). También influye la alta o baja dosificación de los productos y la sobrepoblación en los hatos ([Guzmán et al., 2010](#)). El problema es cada vez de mayor preocupación debido que en pequeños rumiantes se ha reportado resistencia en un periodo de cuatro a nueve años a la mayoría de los antihelmínticos actuales ([Dilkrukshi et al., 2021](#)).

2.16 Métodos Alternativos Naturales Usados Como Desparasitantes

En la actualidad se realizan investigaciones de nuevos tratamientos a base de ingredientes naturales que tengan efecto antihelmíntico y sean cuidadosos con el medio ambiente ([Klavina et al., 2021](#)). Los estudios de productos naturales consisten en la búsqueda de grupos de átomos o metabolitos secundarios (ms) responsables de una actividad biológica o farmacológica, favorable ante el problema actual de la resistencia de antihelmínticos ([Dilkrukshi et al., 2021](#)). Los metabolitos secundarios, derivados del metabolismo primario del carbono en las plantas, se encuentran en el citoplasma de la mayoría de las células vegetales ([Augustin et al., 2011](#)). En las plantas la mayoría de estas moléculas tienen una función de defensa contra herbívoros, y algunos microorganismos como hongos, bacterias y virus ([Pérez y Jiménez, 2011](#)).

2.18 Metabolitos secundarios

A lo largo del tiempo las plantas han desarrollado mecanismos de sobrevivencia y defensa para preservar su especie, de los principales mecanismos desarrollados es la dispersión de su semilla y algunos procesos contra los

numerosos depredadores ([Camacho et al., 2020](#)). Pueden ser defensas estructurales como espinas, espigas, tricomas y pelos glandulares

Las plantas sometidas a estrés, es decir, condiciones externas que perjudican su crecimiento, desarrollo o productividad generan metabolitos secundarios específicos que influyen en su supervivencia ([Gull et al., 2019](#)). Estos compuestos son vitales para la adaptación de las plantas, su interacción simbiótica y la atracción de polinizadores y dispersores ([Ojito y Portal, 2017](#)). Debido a que existe una gran variedad de plantas se han encontrado más de 50,000 metabolitos secundarios ([Teoh, 2016](#)). Los metabolitos secundarios (MS) cuentan con diferentes clasificaciones (Figura 6), según su función, biosíntesis y composición química, ([Sánchez, 2022](#)). Generalmente se clasifican en dos grupos principales Los nitrogenados incluyen alcaloides, aminoácidos no proteicos, aminas, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos. Los no nitrogenados se dividen en terpenoides, poliacetilenos, policétidos y fenilpropanoides ([Sepúlveda et al., 2003](#)).

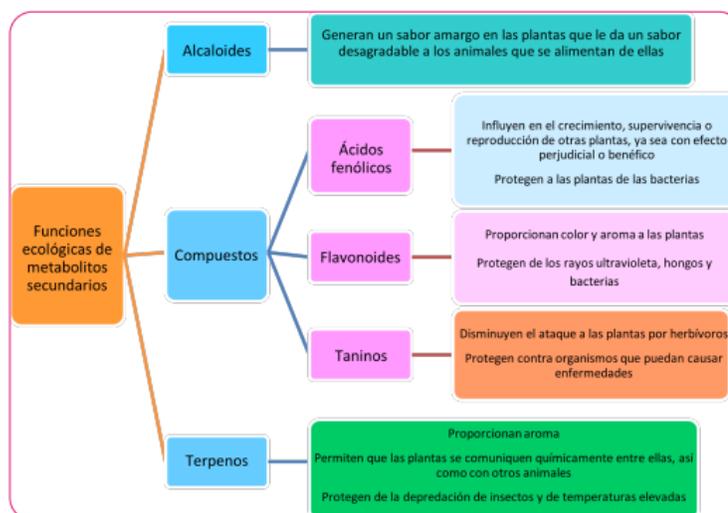


Figura 6. Clasificación de principales metabolitos ([Sánchez, 2022](#))

En el pasado se utilizaba gran número de productos naturales, la medicina antigua como remedios para combatir enfermedades ([Sierra et al., 2019](#)) En la actualidad se conoce que son los metabolitos secundarios y son utilizados para la realización de farmacéuticos, cosméticos, productos de uso agrícola, como promotores del crecimiento de plantas y animales ([Thirumurugan et al., 2018](#)).

2.18.1 Metabolitos secundarios con efecto antihelmíntico

Los principales metabolitos secundarios con efecto antihelmíntico son: Los fenoles, Carvacrol y timol, derivados del cinnamoil y polifenoles (taninos, favonoides e isofavonoides), Terpenos, derivados de prenyl, Triterpenoides y glucósidos triterpenoides (saponinas) cada uno actúa diferente sobre los parásitos. Algunas de las plantas que se han investigado, se reportan en el cuadro 5 en una investigación de [Kuisseu et al \(2021\)](#).

Cuadro 5 Plantas probadas in vitro como antihelmíntico ([Kuisseu, et al., 2021](#))

Especie vegetal	Pieza utilizada de la planta
<i>Hagenia abyssinica</i>	Planta entera
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Aceite planta fresca molida
<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Extracto acuoso de hojas
<i>Ananas comosus</i> <i>Momordica charantia</i> <i>Eugeni caryophyllus</i> <i>Azadirachta indica</i>	Extracto etanólico de hojas frescas, semillas y corteza
<i>Aloe ferox</i>	Extractos acuosos crudo de hojas
<i>Leonotis leounurus</i> <i>Elefanthorhiza elephantina</i>	Extractos acuosos crudo de hojas Extractos acuosos crudos de raíces
<i>Allium sativum</i>	Jugo de ajo y bulbos de ajo fresco
<i>Azadiracha indica</i> <i>Artemisa absinthium</i> <i>Nicotina tabacum</i> <i>Eucalyptus staygeriana</i>	Extracto de hojas N. tabacum Y A. indica y y planta seca de A. abstenium Aceite esencial
<i>Agave sisalana</i>	Extracto acuoso
<i>Phytolacca icosandre</i>	Extracto etanólico
<i>Laucaena leucocephala</i>	Extractos de proteínas

2.19 Gobernadora y sus Componentes

Se presenta en climas secos donde tiene una mejor adaptabilidad. ([Rzedowski, 1994](#)). Su clasificación taxonómica se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6 Clasificación taxonómica de *Larrea Tridentata* ([CONABIO, 2009](#))

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionota
Supervisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rideae
Orden	Sapindales

En México se encuentra en parte del Desierto Sonorense, Baja California Norte, Baja California Sur, en el Desierto Chihuahuense, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango ([Lira, 2003](#)). La gobernadora es un arbusto verde o amarillento que mide entre 60 cm hasta 3 metros de altura, es resinosa, tiene un fuerte olor, carece de corteza y cuenta con flores amarillas o blancas (Figura 7), su raíz se encuentra superficial, poco profunda y muy extensa, se desarrolla en climas áridos y en precipitaciones de 150 a 500 mm anuales ([Vázquez y Yañez 1999](#)).



Figura 7. Ejemplar de planta de gobernadora

Esta planta tiene importancia histórica debido a su amplia distribución y resistencia y con el paso del tiempo se ha descubierto que está formada de compuestos que tienen varias propiedades benéficas para la salud ([Hernández et al., 2019](#)).

Sus hojas contienen una espesa resina compuesta por ácido nordihidroguaiarético, 19 agliconas de flavonoides, algunos glicosidos flavonoides el cual da protección bioquímica como fungicida, insecticida, antioxidante ([Gnabre et al., 2015](#)). Se han realizado estudios que demuestran que los extractos de gobernadora tienen efectos antifúngicos, antihelmínticos, bactericidas y antivirales ([Lira, 2003](#)). En un estudio realizado por Hyder (2002) reportó hallazgos de compuestos fenólicos totales en las hojas (36.2mg/g) tallos (40.8mg/g) y raíces (con una media de 26.8mg/g), también se analizaron las cantidades de Taninos condensados, su concentración fue más alta en las flores de la planta (1.7mg/g), y por último se midió el ácido nordihidroguaiarético donde se encontraron más altas cantidades en las hojas (38.3 mg/g) y tallos verdes (32.5mg/g). Otros metabolitos encontrados en la planta de gobernadora son fenoles, flavonoides, saponinas, sapogeninas, taninos, esteroides y terpenos ([Jitsuno, et al., 2010](#); [Lira, 2003](#)). La importancia de estos compuestos es muy relevante ya que tiene efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antifúngicos, antihelmínticos ([Skouta, 2018](#); [Lira, 2003](#) ; [García et al., 2018](#)).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área De Estudio

El área de estudio se localiza en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “San Juan” en el centro del estado de Coahuila, entre los límites de los municipios de Monclova-Candela sobre la carretera federal 30 a la altura del km. 44, en las coordenadas 26°50'19.13" latitud norte y 101°2'31" longitud oeste con una altitud de 609 msnm (Figura 8), cuenta con una altitud de 609 msnm y una precipitación anual de 400 a 500mm, es un área semiárida, con climas extremos, en invierno presentan temperaturas a bajo cero y en invierno pueden llegar a más de 40° centígrados.

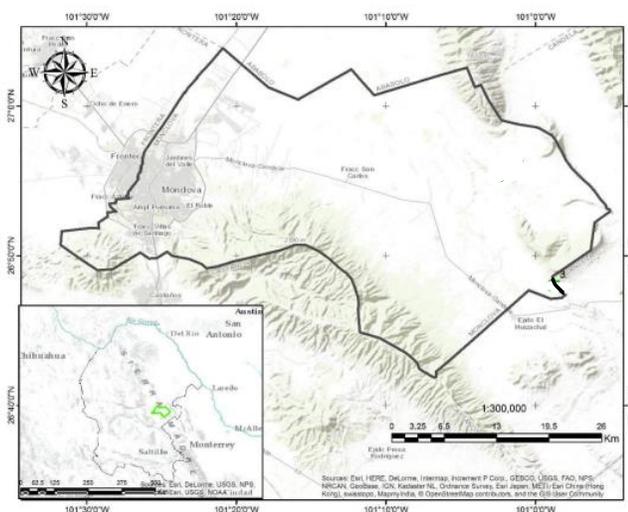


Figura 8. Área de estudio en rancho San Juan

3.2 Animales experimentales

El experimento se realizó con 30 hembras de borrego cimarrón, de subespecie *Ovis canandensis* (Figura 9), las cuales presentaban un peso promedio de 40 Kg PV.



Figura 9. Hembras asignadas al estudio

3.3 Metodología para elaboración del extracto de gobernadora.

3.3.1 Cosecha de gobernadora

Se realizó la cosecha de la planta gobernadora (*Larrea tridentata*) en el Rancho experimental los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Se ubica al sureste del estado de Coahuila en las coordenadas geográficas 25° 23' N 101° 59' W, se seleccionaron las plantas con más follaje y se cortaron algunas ramas las cuales se transportaron al departamento de nutrición de la universidad Antonio Narro.

3.3.2 Secado

Las plantas recolectadas se colocaron en un recipiente y se expusieron a los rayos del sol durante 10 días (Figura 10), hasta que las plantas perdieron toda su humedad. Ya secas las plantas se sacudieron para separar las hojas de las ramas y continuar con la molienda.



Figura 10. Plantas de gobernadora en secado natural

3.3.4 Molienda de gobernadora

Las hojas obtenidas del secado se molieron con un tamaño de partícula de 0.5-1 mm y se almacenaron en contenedores de plástico a temperatura ambiente en el interior del laboratorio de rumiantes de la UAAAN.



Figura 11. Molienda de gobernadora

3.3.5 Preparación de extracto

El extracto se realizó en el laboratorio de nutrición animal en la Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Se utilizaron 166 gramos de gobernadora molida que se disolvió en un litro de agua estéril hervida a 60°C, fuera del fuego, se mezcló durante 10 minutos hasta obtener una mezcla homogénea y se dejó reposar durante 12 horas, posteriormente se filtró con una tela de algodón para retirar las partículas más grandes, posteriormente se realizó un siguiente filtrado utilizando embudos con papel filtro para retirar las partículas más pequeñas (figura 12), cayendo el extracto filtrado en vaso de precipitado limpio y esterilizado, cuando se recolecto todo el extracto se colocó en recipientes de plástico limpios, protegiéndolos con papel aluminio a temperatura ambiente.



Figura 12. Preparación de extractos

3.4 Diseño de Tratamiento

El experimento consto de tres grupos, con 10 repeticiones cada uno, colocando en corrales diferentes a cada grupo, el primer grupo fue conformado por 10 hembras de borrego cimarrón tratadas con ivermectina con una dosis de 1cc/50 kg PV, vía subcutánea, el segundo grupo estuvo conformado por otras 10 hembras que fueron tratadas con extracto acuoso de hoja seca de Gobernadora a una dosis de 1.5 g/kg de peso vivo y el tercer grupo constituido por otras 10 las cuales no fueron tratadas con ningún desparasitante.

3.5 Selección del Sitio Experimental

Se seleccionó un área en la reserva UMA donde se contaba con las instalaciones adecuadas para separar los tres grupos en diferentes corrales cubriendo las necesidades de comederos y bebederos para los animales (figura 13).



Figura 13. Instalaciones cercadas de los grupos de animales

3.6 Colecta de heces de borrego cimarrón

La colección de heces, así como se muestra en la figura 14 consistió en recoger heces frescas directamente del recto, por la mañana se procedía a ir a los corrales donde estaban los tres grupos y se obtuvo muestra de heces directo del recto usando guantes de latex, una bolsa ziploc® para almacenarlas y un marcador indeleble para identificar las muestras. Se tomaban de 8-10 cagarrutas por animal (bolsa), las heces se recogían con guantes de látex y se depositaban en bolsas de plástico con cierre hermético, posteriormente se colocan en hieleras para su transportación al laboratorio donde serias examinadas.



Figura 14. Recolección de heces

3.6 Premuestreo

Se realizó un primer muestreo de heces, en las 30 borregas cimarrón, con la finalidad de conocer el porcentaje de parasitosis existente en el hato, Se recolectaron las muestras para posteriormente hacer un conteo de huevos por gramo de heces por la técnica de McMaster.

3.8 Conteo de Huevos por Gramo de Heces

Se utilizó la técnica McMaster modificada, donde se utilizaron dos gramos de heces, que se diluyeron en 60 ml de solución glucosada, posteriormente se tomó

el sobrenadante con una jeringa de 3 ml y se llenaron los dos espacios de la cámara McMaster, se llevó al microscopio donde se realizó el conteo de huevos de parásitos con un objetivo de 10x y se obtuvo el nivel de infestación parasitaria (figura 15).



Figura 15. Conteo de huevos parasitarios

3.7 Primera Aplicación de Tratamiento Experimental

Para atrapar los animales, desde una camioneta, el personal encargado de la UMA procedió a sedar los animales utilizando un rifle de dardos a presión con CO₂, los cuales contenían Zoletil ® y Xilacina al 10%.

Se sedaron los 10 animales de cada grupo con los que se pudo trabajar sin ningún inconveniente, cuando el animal caía en estado de sedación se le vendaron los ojos para mantenerlo tranquilo, se le aplicó un amarre de seguridad para luego tomar muestras de sangre y heces. En el primer muestreo, al grupo LT se le aplicó una dosis de 60 cc de extracto (1.5 cc/KgPV). Al grupo IV se le aplicó (dosis única) una inyección subcutánea de 0.8cc de ivermectina (1 cc / 50 KgPV). Al grupo testigo no se le aplicó nada. Además, al grupo LT se le dosificó el extracto en el agua de bebida los días 7 y 14 obteniendo el volumen del bebedero, el cual fue vaciado por completo el día anterior y llenado nuevamente al dosificar y calculando el consumo de agua diaria en 5L/a/d (bebedero de 500L + 6L de extracto), es decir, cada L de agua contenía 12 cc de extracto que al

beber 5L de agua, cada animal recibía aproximadamente 60 cc de extracto (1.5 cc/Kg PV). (Figura 16).



Figura 16. Sedación de animales y aplicación de extracto en el bebedero de los borregos cimarrón

3.9 Diseño Experimental

El análisis de datos se realizó mediante un modelo completamente aleatorio con igual número de repeticiones por tratamiento (T=3, R=10), además, en los casos donde se detectó diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) se procedió a realizar una comparación de medias, mediante Tukey ($\alpha = 0.05$), así como pruebas de rango múltiple para obtener los contrastes ortogonales.

IV. RESULTADOS

Los conteos de huevos por gramo de heces (hpg) realizados con intervalos de 21 días se muestran en el cuadro 7, se observa que para el día cero no se obtuvieron diferencias significativas entre los tres grupos ($P>0.05$), presentándose una media de 1075 hpg para el día 0, lo cual está por encima de lo reportado por [Morales et al. \(2006\)](#), quienes señalan que conteos mayores a 800 hpg son considerados como una infestación alta. Por otro lado, en el análisis de medias del segundo muestreo al día 21 se observó que el conteo de huevos disminuyó considerablemente para los primeros dos tratamientos y aumentando el número de huevos para el grupo tres con un límite superior de hasta 1271.47 de hpg.

Cuadro 7. Efecto *in vivo* del extracto acuoso de hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la carga parasitaria (HPG) en heces de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*).

	DEW	AVE				P VALUE	Reduction		Contrast Sig	Difference	
		(epg)	SEM	LL	UL		(%)			(epg)	(%Reduction)
DAY 0	IV	1090 a	40.7	997.9	1182.0	0.1301	0	IV - LT	NS	95	0
	LT	995 a	48.6	885.1	1104.9		0	IV - WD	NS	-50	0
	WD	1140 a	58.1	1008.5	1271.5		0	LT - WD	NS	-145	0
DAY 21	IV	123 a	2.6	117.1	128.9	0.0001	88.64	IV - LT	*	-157	16.15
	LT	280 b	29.5	213.2	346.8		72.49	IV - WD	*	-1082	94.92
	WD	1205 c	49.1	1093.9	1316.1		-6.28	LT - WD	*	-925	78.77
DAY 42	IV	127 a	3.0	120.2	133.8	0.0001	88.27	IV - LT	*	-156	16.75
	LT	283 b	13.6	252.3	313.7		71.52	IV - WD	*	-1133	99.56
	WD	1260 c	48.8	1149.7	1370.3		-11.29	LT - WD	*	-977	82.82

EPG = Eggs per gram of feces, AVE = average, DEW = Dewormed, IV = ivermectin, LT = *Larrea tridentata*, WD = without dewormed, SEM = standard error of mean, LL = lower limit, UL = upper limit, Sig = Significance, ^{abc} = equal literals within the same column for each period are significant $P\leq 0.05$.

En la misma tabla se observa que en el conteo del día 42, el tratamiento con ivermectina tuvo una mejor eficiencia para disminuir los huevos parasitarios (99.56 %), ya que presentó una reducción de 1133 hpg de hecescon respecto a los animales que no tuvieron ningún desparasitante. También se observó que el tratamiento con extracto acuoso de *Larrea tridentata* presentó una eficiencia menor que la ivermectina (82.82 %), pero significativamente superior a los animales no desparasitados, teniendo una reducción de 977 hpg al conteo del día 42 con una media de 283 hpg dejando a los animales en una infestación parasitaria moderada, ya que Morales et al. (2006) nos indican que de 1 a 200 hpg es una infestación leve, de 200 a 800 es una infestación moderada y un conteo mayor a 800 hpg se clasifica como una infestación alta, por lo tanto el grupo sin desparasitante inicio con una infestación alta la cual se fue a la alza llegando a una media de 1260 hpg en el día 42.

V. DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó el efecto del extracto acuoso de gobernadora como antihelmíntico, ya que en la actualidad la resistencia a los desparasitantes químicos ha ido en aumento causando pérdidas económicas a nivel mundial ([Torres et al., 2007](#)), esta situación ha impulsado la búsqueda de métodos alternativos de origen natural, por sus metabolitos secundarios que podría representar una alternativa futura a los antihelmínticos químicos ([Burke & Miller 2019](#); [Liu et al., 2020](#); [Klavina et al., 2021](#)). En la actualidad la ivermectina es una de las opciones más utilizadas por su amplio espectro ([Cantón et al., 2018](#)). Se han realizado estudios con algunas plantas como la *Caesalpinia coriaria* donde [Martínez](#) (2018) reporta que el extracto metanólico de los frutos puede alcanzar un 78% de efecto larvicida y hasta un 100% de efectividad en la inhibición de huevos de parásitos *in vitro*, debido a su contenido de taninos, ácido gálico, flavonoides y los galotaninos ([Olmedo et al., 2022](#)) igualando la efectividad antihelmíntica de la ivermectina. Otro estudio evaluó algunos extractos vegetales de jengibre, hierbabuena, tomillo, orégano y como control positivo ivermectina para el control de *Oesophagostomun dentatum* en cerdo pelón mexicano, se observó que el porcentaje de efectividad de la ivermectina al 1% y el extracto de jengibre al 3% fueron iguales con un 63% de efectividad. Se han investigado otros productos naturales con mejores resultados que los desparasitantes químicos, como la semilla de papaya (*Carica papaya*), debido al isotiocianato de bencilo y papaína ([Sunita et al., 2017](#)). En un estudio el extracto etanólico de semilla de papaya obtuvo 90% de efectividad para la inhibición de eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* comparado con el albendazol que presentó una efectividad de 78% ([Marroquin et al., 2018](#)). En algunas investigaciones se coincide con los resultados de este estudio, donde son más efectivos los antihelmínticos químicos, [García et al.](#) (2018) presentó la eficacia del extracto hidrometanólico a base de *Larrea tridentata* para eliminar larvas de *Haemonchus contortus*, teniendo como resultado un 30% de mortalidad en larvas envainadas y un 70% de mortalidad en larvas desenvainadas mientras que la ivermectina

presento una mortalidad del 90% en ambos casos. Otra investigación similar al presente estudio se realizó con un extracto de cascara de granada (*Púnica granatum*) cuenta con aproximadamente 48 compuestos fenólicos que actúan como nematocida ([Meyer et al., 2016](#)). Tuvo una efectividad del 97% sin embargo la ivermectina tuvo una efectividad del 100%, aunque esta obtuvo los mejores resultados en este estudio, se han presentado reportes de resistencia debido a que es un fármaco que tiene 40 años en el mercado y a lo largo del tiempo se le ha dado un uso inapropiado, malas dosificaciones, periodos de aplicación mal establecidos entre otros ([Gaurden et al., 2015](#)). Tal es el caso presentado en el nordeste de Corrientes Argentina donde se comparó la efectividad de ivermectina, benzimidazol y levamisol, el primero presentó eficiencias muy bajas de 21% a 37%, y el levamisol obtuvo eficiencias del 96% al 100% ([Lobayan et al., 2017](#)). Otro estudio realizado en cinco ranchos en México, se midió la reducción de huevos en heces, unos animales fueron tratados con agua y otros con ivermectina al 0.2 mg/kg subcutáneo, en un rancho se obtuvo la menor eficiencia de 60% y la mayor fue de 94% de efectividad por lo que no llegó a 95% dando como resultado una resistencia a la ivermectina ([Encalada et al., 2008](#)).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se concluye que el uso de extractos acuosos de hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*), representan una buena alternativa para la desparasitación de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), ya que logró disminuir la carga parasitaria en un 82.82 % con respecto a los animales no tratados, aunque la desparasitación con ivermectina sigue teniendo la mayor eficiencia (99.56%). Sin embargo, el conteo de hpg (283) con dichos extractos, mantienen una carga parasitaria moderada, lo cual ya no representa riesgos para el animal. Se deben seguir realizando estudios para tratar de reducir aún más dicha carga parasitaria para llegar a niveles semejantes a la ivermectina que presento carga leve (127).

VII. REFERENCIAS

- Álvarez-Cárdenas, Galina-Tessaró S. Patricia, Díaz-Castro Sara, Guerrero-Cárdenas Israel, Castellanos-Vera Aradit y Mesa-Zavala Erika. (2009) Evaluación de elementos estructurales del hábitat del borrego cimarrón en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. *Ciencias de la conservación tropical*. doi: 10.1177/194008290900200206
- Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. (2005). *Ovis canadensis*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 7 febrero 2023.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Oviscanadensis00.pdf>
- Aparicio Medina, J. M., Paredes Vanegas, V., González López, O., & Navarro Reyes, O. (2011). Impacto de la Ivermectina sobre el ambiente. *La Calera*, 11(17), 64–66. Recuperado a partir de <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/144>
- Arija, Carmen M., (2012). Taxonomía, Sistemática y Nomenclatura, herramientas esenciales en Zoología y Veterinaria. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, consultado febrero 202, <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624404021.pdf>
- Augustin, J.M. , Kuzina V., Andersen, S. B. and Bak S. (2011). Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. *Phytochemistry*. Volume 72, Issue 6, April 2011, Pages 435-457 <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.015>
- Baneet Kaur, Cyril Blavo , Mayur S. Parmar. (2024) Ivermectin: A Multifaceted Drug With a Potential Beyond Anti-parasitic TherapY. *Cureus*. DOI: 10.7759/cureus.56025
- Bautista, M. S. (2021). Fosforo y proteína cruda en plantas preferidas por el borrego cimarrón (*ovis canadensis mexicana*), requerimientos y balance, San luis Potosi Mexico, Colegio de postgraduados http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4594/Tesis-Bautista%20De%20Luna%20Martha%20Susana-APROB-FORMA-SUBEDUI-15_Jun_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Besser Thomas E. , Frances Cassirer E., Potter Kathleen A., Vander Schalie John, Fischer Allison, Knowles Donald P., Herndon David R. , Rurangirwa Fred R., . Weise Glen C., Subramaniam Srikumaran. (2008). Association of *Mycoplasma ovipneumoniae* infection with population-limiting respiratory disease in free-ranging Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*). *Journal of clinical microbiology*, 46(2), 423–430. Consultado 06 abr 2023) DOI: 10.1128/JCM.01931-07
- Bhat, AH, Tak, H., Malik, IM, Ganai, BA y Zehbi, N. (2023). Tricostongilosis: una enfermedad zoonótica de pequeños rumiantes. *Revista de Helminología* , 97 , e26 <https://doi.org/10.1017/S0022149X2300007X>

- Britez Jesica Daiana, Rodríguez Anabel Elisa, Ciaccio Lucía Di, Marugán-Hernández Virginia y Luján Tomazic Mariela. (2023). ¿Qué sabemos sobre las proteínas superficiales de los parásitos del pollo *Eimeria*?. Consultado marzo 2024. Disponible en 13(6):1295. <https://doi.org/10.3390/life13061295>
- Burke Joan M Dr, Miller James E. (2020). Sustainable Approaches to Parasite Control in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Consultado marzo 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.007>
- Camacho-Escobar, Marco Antonio, Ramos-Ramos, Diego Arturo, Ávila-Serrano, Narciso Ysac, Sánchez-Bernal, Edgar Iván, & López-Garrido, Serafín Jacobo. (2020). Las defensas físico-químicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 443-453. Epub 20 de junio de 2020. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.629>
- Cantón Candela, Canton Lucila, Domínguez María Paula, Moreno Laura, Lanusse Carlos, Alvarez Luis, Ceballos Laura. (2018) Field trial assessment of ivermectin pharmacokinetics and efficacy against susceptible and resistant nematode populations in cattle. *Veterinary Parasitology*. Consultado marzo 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.05.007>
- Carson, A., Reichel, R., Bell, S., Collins, R., Smith, J. y Bartley, D. (2023), *Haemonchus contortus*: una descripción general. *Registro Veterinario*, 192: 26-28. <https://doi.org/10.1002/vetr.2613>
- Cassaigne G Ivonne., Medellín Rodrigo A., Guasco José A. O. (2010). MORTALITY DURING EPIZOOTICS IN BIGHORN SHEEP: EFFECTS OF INITIAL POPULATION SIZE AND CAUSE. *J Wildl Dis* 1 July; 46 (3): 763–771. Doi: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.3.763>
- CERVANTES ME. (2016). EVALUACIÓN ETNOFARMACOLÓGICA DE LA CURCUMINA (*Curcuma longa*) EN OVINOS ESTABULADOS INFECTADOS CON *Eimeria* spp
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65157/2016%20-%20MAR%C3%8DA%20EUGENIA%20CERVANTES%20VALENCIA-ilovepdf-compressed-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- CONABIO (2010) Caso: aprovechamiento sustentable de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en México 2010 Consultado el 02 de febrero 2023, disponible en <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/BORREG-3.pdf>
- CONABIO, Heike Vibrans (1ed), (2009) , *Malezas de México*, consultado 19/04/23 <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/zygophyllaceae/larrea-tridentata/fichas/ficha.htm>
- Corwin Robert M., (1997). Economics of gastrointestinal parasitism of cattle, *Veterinary Parasitology*, Volume 72, Issues 3–4, , Pages 451-460,ISSN 0304-4017, [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00110-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00110-6)
- Dassanayake Rohana P., Liu Weiguo, William C. Davis, William J. (2008). *ForeytSubramaniam Srikumaran; Bighorn Sheep β_2 -Integrin LFA-1 Serves as a*

- Receptor for *Mannheimia haemolytica* Leukotoxin. *J Wildl Dis* 1 July; 44 (3): 743–747. doi: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-44.3.743>
- Dilrukshi Heratha H.M.P., Takia Aya C., Sleebbs Brad E.,c, Hofmanna Andreas, Nguyenb d, Nghi, Prestona c, Sarah, A. David e, Rohan, Jabbara Abdul, and Gassera Robin B. (2021). Advances in the discovery and development of anthelmintics by harnessing natural product scaffolds, <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.10.002>
- Encalada Mena, Lisandro A.; López Arellano, Ma. Eugenia; Mendoza de Gives, Pedro; Liébano Hernández, Enrique; Vázquez Prats, Víctor; Vera Ycuspinera, Gerardo Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales *Veterinaria México*, vol. 39, núm. 4, 2008. Consultado en diciembre 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/423/42339406.pdf>
- Ethan S. Lula, Blake Lowrey, Kelly M. Proffitt, Andrea R. Litt, Julie A. Cunningham, Carson J. Butler, Robert A. Garrott. (2020). Is Habitat Constraining Bighorn Sheep Restoration A Case Study. *The journal of wildlife management* <https://doi.org/10.1002/jwmg.21823>
- García, José E., Gómez, L., Mendoza-de- Gives, P., Rivera C. J. L., Millán O. J., Ascacio J. A., Medina, M.A., Mellado M. (2018). Anthelmintic efficacy of hydro-methanolic extracts of *Larrea tridentata* against larvae of *Haemonchus contortus*. *Tropical Animal Health and Production* 50,1099- 1105. DOI: 10.1007/s11250-018-1535-5
- Gaurden Thomas, Chartier Christophe, Fanke Jane, Frangipane di Regalbono Antonio, Traversa Donato, Samson-Himmelstjerna Georg von, Demeler Janina, Bindu Vanimisetti Hima, Bartram David J., Denwood Matthew J. (2015). Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, , <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2015.08.001>.
- Gnabre John, Bates Robert Huang, Ru Chih. (2015). Creosote bush lignans for human disease treatment and prevention: Perspectives on combination therapy, *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.11.024>
- Gómez Beltrán, David Alberto y Villar, David. (2022). Efectos colaterales del uso de la ivermectina en ganadería: comunidad de las boñigas en Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* , 17 (1), 58-77 <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6591>
- González-Canga, A., Fernández-Martínez, N., Sahagún-Prieto, A., García-Vieitez, J., Díez Liébana, MJ, Tamame-Martín, PP, & Sierra-Vega, M. (2010). Seguridad de la ivermectina: toxicidad y reacciones adversas en diversas especies de mamíferos. *Revista MVZ Córdoba* , 15 (2), 2127-2135 <https://doi.org/10.21897/rmvz.325>
- Gull, A., Lone, AA y Wani, NUI (2019). Estrés biótico y abiótico en plantas. Estrés abiótico y biótico en plantas, 1-19. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sHH8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Biotic+and+Abiotic+Stresses+in+Plants&ots=AOOHwQtMYh&sig=wc>

[dybebp0dySyZA7F7kkl IV-d4#v=onepage&q=Biotic%20and%20Abiotic%20Stresses%20in%20Plants&f=false](https://doi.org/10.1016/j.vetworld.2021.1548-1558)

- Guzmán, Maricel, Fiel, C. y Steffan, P. (2010). La infección cruzada de *Haemonchus contortus* de ovinos a bovinos y el riesgo de transmisión de resistencia antihelmíntica. Una revisión. *Vet. Arg.*, Bs. As 27 (272). https://www.produccion-Animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/141-Haemonchus_Contortus.pdf
- Hernández-Baez I., García-López J. C., Espinosa-Reyes G., Lee-Rangel H. A., Faz-Colunga D. A., & Pinos-Rodríguez J. M. (2019). Biomasa de gobernadora (*Larrea tridentata*) como forraje para borregos. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 18(2), 1-9. Consultado Noviembre 2023. Disponible en <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2019.09.023>
- Hoste Hervé, Meza-OCampos Griselda, Marchand Sarah, Sotiraki Smaragda, Sarasti Katerina, Blomstrand Berit M., Williams Andrew R., Thamsborg Stig M., Athanasiadou Spiridoula, Enemark Heidi L., Torres Acosta Juan Felipe, Mancilla-Montelongo Gabriella, Sandoval Castro Carlos, Costa-Junior Livio M, Louvandini Helder, Mesquita Sousa Dauana, Salminen Juha-Pekka, Karonen Maarit, Engstrom Marika Charlier, Johannes, Niderkorn Vincent, and Morgan Eric R. (2022). Use of agro-industrial by-products containing tannins for the integrated control of gastrointestinal nematodes in ruminants, *Parasite*, Volume 29, (16) 2022. <https://doi.org/10.1051/parasite/2022010>
- Hyder, P. W., Fredrickson, E. ., Estell, R. E., Tellez, M., & Gibbens, R. P. (2002). Distribution and concentration of total phenolics, condensed tannins, and nordihydroguaiaretic acid (NDGA) in creosotebush (*Larrea tridentata*). *Biochemical Systematics and Ecology*, 30(10), 905–912 [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(02\)00050-9](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(02)00050-9)
- Iowa Estate University, Lengua azul. (2006). Visto 12 abril 2023 https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/lengua_azul.pdf
- Jitsuno, M., & Mimaki, Y. (2010). Triterpene glycosides from the aerial parts of *Larrea tridentata*. *Phytochemistry*, 71(17-18), 2157–2167. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.09.012>
- Johnson-Arbor Kelly. Ivermectin: a mini-review. *Toxicology clínica* , 60 (5), 571–575 (2022) Disponible en <https://doi.org/10.1080/15563650.2022.2043338>
- Kistner Tp, Matlock Susan M., Wyse Delores Masons y G. Ellis. (1977). Helminth parasites de bighorn shep en Oregon. *Journal of Wildlife Diseases*: abril, vol. 13, núm. 2, págs. 125-130. Consultado en mayo 2023 DOI: 10.7589/0090-3558-13.2.125
- Kļaviņa A, Keidāne D, Šukele R, Bandere D, Kovaļčuka L (2021). Traditional Latvian herbal medicinal plants used to treat parasite infections of small ruminants: A review, *Veterinary World*, 14(6): 1548-1558. doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2021.1548-1558

- Kuiseu J., Zinsou F., Olounlade P., Alowanou G., Adenile A., Dansou C., Hounzangbe S., Babayemi O., Etorh P. (2021). Academic journals Vol 13 p84-97 DOI: 10.5897/JVMAH2020.0868 <https://academicjournals.org/>
- León J. M., (2014) Identificación de endoparásitos del borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) y de la cabra doméstica (*Capra hircus*) en zonas borregueras de Baja California Sur, mediante copromicroscopía. Baja California Sur, Centro de investigación biológica del Noroeste http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/433/leon_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lira Saldívar, R. H., (2003). Estado Actual del Conocimiento sobre las Propiedades Biocidas de la Gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville] . Revista Mexicana de Fitopatología, 21(2), 214-222. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221217>
- Liu, M., Panda, S. K., & Luyten, W. (2020). Plant-Based Natural Products for the Discovery and Development of Novel Anthelmintics against Nematodes. *Biomolecules*, 10(3), 426. <https://doi.org/10.3390/biom10030426>
- Lobayan, S.I., Schapiro, J.H. ; Fiel, C.A. ; Zabalo, M.M.; Roselli, J.G. (2017). Resistencia a los antihelmínticos en bovinos del nordeste de Corrientes(Argentina). *Rev. vet.* vol.28 no.2 http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402017000200009
- Marroquín-Tun María de los Ángeles, Higuera-Piedrahita Rosa Isabel, López-Arellano María Eugenia, López-Arellano Raquel, de la Cruz-Cruz Héctor Alejandro, Silva-Mendoza Rocío, Cuéllar-Ordaz Jorge Alfredo. (2018). Efecto in vitro de los extractos hidroalcohólico y etanólico de semillas de papaya (*Carica papaya*) frente a *Haemonchus contortus*. *Revista ciencia y agricultura* Consultado febrero 2023. Disponible en <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7756>
- Martínez, X. De Jesús, Olmedo-Juárez, A., Olivares-Pérez, J., Zamilpa, A., Mendoza de Gives, P., López-Arellano, M. E., Rojas-Hernández, S., Villa-Mancera, A., Camacho-Díaz, L. M., & Cipriano-Salazar, M. (2018). In Vitro Anthelmintic Activity of Methanolic Extract from *Caesalpinia coriaria* J. Willd Fruits against *Haemonchus contortus* Eggs and Infective Larvae. *BioMed research international*, 2018, 7375693. <https://doi.org/10.1155/2018/7375693>
- Meyer Susan L. F., Chauhan Kamlesh R., and MacDonald Margaret H. (2016). Evaluation of roselle (*hibiscus sabdariffa*) leaf and pomegranate (*punica granatum*) fruit rind for activity against *meloidogyne incognita*. *Nematropica* vol. 46 N° 1 . . Consultado mayo 2023. Disponible en <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/88210>
- Miller David S., Eric Hoberg, Glen Weiser, Keith Aune, Marcos Atkinson,y Cleon, A. (2012). Review of Hypothesized Determinants Associated with Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*) Die-Offs. *Veterinary medicine international*, 796527. <https://doi.org/10.1155/2012/796527>
- Miller David S., Weiser Glen C, Aune Keith, Roede Brent, Atkins Mark on, Anderson Neil, Roffe Thomas J. , Keating Kim A. , Chapman Phillip L. , Kimberling Cleon,

- Rhyan Jack, and Clarke P. Ryan, (2011). Shared Bacterial and Viral Respiratory Agents in Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*), Domestic Sheep (*Ovis aries*), and Goats (*Capra hircus*) in Montana <https://doi.org/10.4061/2011/162520>
- Miller, D. S., Weiser, G. C., Aune, K., Roeder, B., Atkinson, M., Anderson, N., Roffe, T. J., Keating, K. A., Chapman, P. L., Kimberling, C., Rhyan, J., & Clarke, P. R. (2011). Shared Bacterial and Viral Respiratory Agents in Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*), Domestic Sheep (*Ovis aries*), and Goats (*Capra hircus*) in Montana. *Veterinary medicine international*, 162520. <https://doi.org/10.4061/2011/162520>
- Moller, Anders Pape. (2005). 'Parasitism and the regulation of host populations', in Frédéric Thomas, François Renaud, and Jean-François Guegan (eds), *Parasitism and Ecosystems* (Oxford, 2005; online edn, Oxford Academic, 1 Sept. 2007). Consulta Mar. 2023. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198529873.003.0004>,
- Morales, G. Pino, L. A, Sandoval, Espartaco, F. & Jiménez, D. (2006). Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. *Zootecnia Tropical*, 24(3), 333-346. consultado en 04 de septiembre de 2023, de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300011
- Muhammad Naeem, Zahid Iqbal, Nabila Roohi, (2021) *Ovine haemonchosis: a review* *Tropical Animal Health and Production* 53: 19 <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02439-8>
- Ojito, Ramos y Portal Orelvis. (2017). *Metabolitos secundarios de las plantas*. Editorial Academia Española, ISBN: 978-620-2-25008-5 https://www.researchgate.net/publication/341295118_Metabolitos_secundarios_de_las_Plantas_una_alternativa_para_el_manejo_de_enfermedades_en_cultivos_de_interes_economico
- Olmedo-Juárez, A., De Jesús-Martínez, X., Rojas-Hernández, S., Villa-Mancera A., Romero-Rosales, T., Olivares-Pérez, J. (2022). Eclosion inhibition of *Haemonchus contortus* eggs with two extracts of *Caesalpinia coriaria* fruits *Rvista biociencia* Consultado febrero 2023. Disponible en <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1121>
- Pérez Arellano José Luis, Carranza Rodríguez Cristina y Mateos Rodríguez Fernando (2009). Antiparasitarios. Revisión de los fármacos útiles en el tratamiento de parasitosis clásicas y emergentes. *Revista española de quimioterapia: publicación oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia* <https://seq.es/seq/0214-3429/22/2/revisionperez.pdf>
- Pérez-Alonso Naivy, Jiménez Elio. (2011). Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo in vitro *Bioteología Vegetal* Vol. 11, No. 4: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/255/837>
- Rezaei, H. R., Naderi, S., Chintauan-Marquier, I. C., Taberlet, P., Virk, A. T., Naghash, H. R., Rioux, D., Kaboli, M., & Pompanon, F. (2010). Evolution and taxonomy of the wild species of the genus *Ovis* (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae). *Molecular*

- Phylogenetics and Evolution, Revisado 13 febrero 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.10.037>
- Rodríguez H. (2020). COMPORTAMIENTO DE LA CARGA PARASITARIA, EN BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis*), A TRAVÉS DEL AÑO EN EL CENTRO DE COAHUILA, MÉXICO, Torreón Coah. UAAAN <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/47558>
- Roeber, F., Jex, AR y Gasser R. (2013). Impacto de los nematodos parásitos gastrointestinales de las ovejas y el papel de las herramientas moleculares avanzadas para explorar la epidemiología y la resistencia de los medicamentos: una perspectiva australiana. *Vectores de parásitos* 6, 153 <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-153>
- Rominger Eric M. (2018). The Gordian Knot of Mountain Lion Predation and Bighorn Sheep. *The Journal of Wildlife Management*, 82(1), 19–31, Consultado Marzo 2023 <https://doi.org/10.1002/jwmg.21396>
- Ruiz Mondragón, E. de J., & Romero Figueroa, G (2022). El Borrego Cimarrón: historia natural, manejo y monitoreo. *Contactos, Revista De Educación En Ciencias E Ingeniería*, (124), 5-14. Recuperado a partir de <https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/195/114>
- Rzedowski, J. (1994). *Zygophyllaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes.* Consultado 30 marzo 2023: <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora%2030.pdf>
- Sánchez, Hermes Lustre. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria (RDU)* 23(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.2.10>
- Sandoval Andrew V., Valdez Raul y Espinosa Alejandro . (2014). El borrego cimarrón en México. *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México*, Editorial del Colegio de Postgraduados *Capitulo20-ElborregocimarronenMexico.pdf*
- SEMARNAT, 2010. Estrategia estatal para la conservación y el manejo sustentable del borrego cimarrón en baja california. Disponible en <http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ESTRATEGIA-ESTATAL-CONSERVACION-MANEJO-SUSTENTABLE-DEL-BORREGO-CIMARRON.-2012.pdf>
- Sepúlveda Jiménez, G., PortaDucoing, H., & RochaSosa, M. (2003). La Participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21 (3), 355-363. <https://www.redalyc.org/pdf/612/61221317.pdf>
- Sierra Sarmiento Mauricio A., Barros Algarra Ramón, Gómez Paternina Diomedes, Mejía Terán Adriana, Suarez Rivero Deivis. (2019). PRODUCTOS NATURALES: METABOLITOS SECUNDARIOS Y ACEITES ESENCIALES. ISBN E-BOOK: 978-958-58114-8-5 Editorial: Uniagraria https://www.researchgate.net/publication/329197168_PRODUCTOS_NATURALES_METABOLITOS_SECUNDARIOS_Y_ACEITES_ESENCIALES
- Sistema Integrado de Información Taxonómica consulta 28/feb/2023. Disponible en ITIS - Informe: *Ovis canadensis*

- Skouta R, Morán-Santibañez K, Valenzuela CA, Vasquez AH, Fenelon K. (2018). Assessing the Antioxidant Properties of *Larrea tridentata* Extract as a Potential Molecular Therapy against Oxidative Stress. *Molecules*.; 23(7):1826. <https://doi.org/10.3390/molecules23071826>
- Sumano-López H. , Ocampo-Camberos, L. (2006). *Farmacología veterinaria*. Tercera edición. Mc Graw Hill Mexico. ISBN:9789701056967
- Sunita Kumari, Kumar Pradeep, Aasif Khan Mohammad, Sadaf, Akhtar Husain Syed, D. K. Singh. (2017). Anthelmintic/larvicidal activity of some common medicinal plants. *European Journal of Biological Research*. Consultado febrero 2023. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1036819>
- Teoh, ES. (2016). *Metabolitos secundarios de las plantas. Orquídeas medicinales de Asia*. Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-319-24274-3_5
- Thirumurugan, D., Cholarajan, A., y Vijayakumar, S. S. R. a. (2018). An Introductory Chapter: Secondary Metabolites. En R. Vijayakumar, y S. S. Raja (Eds.), *Secondary Metabolites. Sources and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79766>
- Torres Vásquez Patricia, Prada Sanmiguel Germán Alonso y Márquez Lara Dildo. (2007) Resistencia antihelmíntica en los Nemátodos Gastrointestinales del bovino. *Revista de Medicina Veterinaria* N° 13: 59-76consultados abril 2024. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4943896>
- Valdez Aguayo Héctor R. (2012). El borrego cimarrón el rey del desierto de sonora una especie que debemos conservar para aprovechar. Dirección general forestal y fauna de interés cinegético de SAGARHPA. Consultado 6 febrero 2023 <http://hunting.sonora.gob.mx/convenios/libro.pdf>
- Vazquez, Yañez. (1999) *Larrea tridentata* consultado 06 abril 2023 http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/70-zygop2m.pdf
- Werdel Ty J., Jenks Jonathan A, Kanta Juan T., Lehman Chadwick P., Frink Teresa J. (2023). Resource selection and herbaceous biomass at foraging sites of translocated bighorn sheep. *Rangeland Ecology & Management*, 87, 141–149.. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2022.12.004>
- Wolstenholme, A. J., Fairweather, I., Prichard, R., von Samson-Himmelstjerna, G., & Sangster, N. C. (2004). Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology*, 20(10), 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.07.010>