



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

“Evaluación del efecto de una solución acuosa de taninos condensados contra el establecimiento de la infección de *Haemonchus contortus* en ovinos infectados artificialmente”

T e s i s

Que para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

Presenta:

Carlos Alberto Cuevas Cervantes

Asesor:

M. en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

Coasesor:

M.V.Z. EPOC Israel Omar Villegas Pérez

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

C. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTÁZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

“Evaluación del efecto de una solución acuosa de taninos condensados contra el establecimiento de la infección de Haemonchus contortus en ovinos infectados artificialmente”

Que presenta el pasante: **CARLOS ALBERTO CUEVAS CERVANTES**

Con número de cuenta: **30800100-0** para obtener el Título de la carrera: **Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 09 de abril de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz	
VOCAL	M.V.Z. Gloria Josefina Ortiz Gasca	
SECRETARIO	Dr. Víctor Manuel Díaz Sánchez	
1er. SUPLENTE	M. en M.V.Z. Víctor Hugo Sánchez González	
2do. SUPLENTE	M. en C. Rosa Isabel Higuera Piedrahita	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/ntm*

Dedicatoria

A mi mamá y mis abuelitos:

Por apoyarme en cada paso y convertirse en mi inspiración y motivación desde el momento en que llegué a este mundo. Porque sin ustedes no hubiese sido posible alcanzar este objetivo y muchos otros más a lo largo de mi vida. Son mis ángeles guardianes a cada momento y lo que más amo.

Agradecimientos

A la vida por colmarme de bendiciones y buena fortuna, al permitirme llegar hasta la conclusión de una meta más.

A mi madre Ma. Teresa por darme la vida y dedicarse a mí en cuerpo y alma, eres mi mayor ejemplo y la luz en mi camino, gracias por tu inmenso amor y apoyo, eres el regalo más grande que la vida me pudo dar y juntos hemos llegado hasta aquí, es solo uno más de los sueños que vamos a cumplir. ¡Te amo con todo mi ser!

A mis abuelitos Ma. Elena y Melesio por ser esos ángeles que me han cobijado con su inmenso amor y ejemplo, muchas gracias por brindarme un hogar lleno de alegría y aprendizaje. Sus enseñanzas y fortaleza son un motivo para ser un mejor ser humano e iluminar cada lugar a mi paso. Casi todo lo que soy se los debo a ustedes. ¡Los amo infinitamente!

A mis tíos Malena, Pepe, Maya y Memo, por su cariño y apoyo durante toda mi vida. Gracias por estar siempre en una serie de recuerdos llenos de alegría que llevo en el corazón.

A mis primos Melyssa, Mariana, Ulises y Mario, por su apoyo, cariño y vivencias que me han llenado de felicidad infinita y alegría a lo largo de estos años. Crecimos juntos llenos de risas, enojos, lágrimas, pero sobre todo mucho amor en una familia extraordinaria. Ahora depende de nosotros llevar bien en alto todo eso que nos han brindado. ¡Gracias por tanto!

A mi padre Carlos Alberto, por darme la vida y siempre tener una palabra de aliento apoyándome a seguir y luchar por mis sueños. ¡Te amo!

A Jocy, Junior, Michelle, Angie e Isra y a mis tíos: Manuel, Selene, Gela por ser parte de mis sonrisas y alegrías, alentándome siempre con un gesto de cariño y apoyo. Muchas gracias por estar siempre en todo momento y hacerme parte de su vida. ¡Los quiero mucho!

A mis grandes compañeras de aventuras, Delfina y Elizabeth, por su amor incondicional y apoyo durante toda la carrera, escribimos juntos un sin fin de "páginas" en este bello libro llamado vida. Muchas gracias por devolverme el aliento en los momentos más difíciles, ahora juntos con estas nuevas alas emprendaremos el vuelo con la certeza de que siempre nos cruzaremos en el camino. ¡Las amo!

Al "Nidito": Alejandra, Pam, Bryan, Fer Rivera, Esmeralda, Daniella, Aurea, Luis, Alin y Tannya por ser mis compañeros de profesión, por acompañarme y llenarme de vivencias hermosas a lo largo de esta etapa. Los llevo siempre muy dentro de mi corazón. Gracias por cada consejo y palabras de aliento. ¡Los quiero!

A Lulú por siempre tener un consejo lleno de sabiduría y alentarme a no darme por vencido, gracias por tantos momentos de diversión y aprendizaje. ¡Te quiero mucho!

A mi primer familia azul y oro del CCH Sur: Yutzil, Tfy, Mariana, Lalo, Norma y Alfonso, por creer en mí y llenar mi vida de colores y mucho amor, a cada paso siempre hemos estado brindándonos lo mejor, teniendo la certeza de que nuestra amistad incondicional siempre nos mantendrá unidos. ¡Los amo!

A Doraneli, por su apoyo incondicional y amor particular con el que siempre me alienta a ir por más. ¡Te amo!

Al M. en C. Jorge Alfredo Cuéllar, por su apoyo y cariño para mí y mi familia a lo largo de mi vida y formación profesional, y por supuesto por confiar en mí para participar en este proyecto.

Al M.V.Z. EPOC. Israel O. Villegas por invitarme a formar parte de este extraordinario proyecto y brindarme su apoyo incondicional durante el desarrollo del mismo. Gracias, por tu enorme esfuerzo y dedicación ¡Lo logramos!

A Fer Torres por ser mi compañera y amiga, en esta etapa de titulación y hacer de ella un recuerdo lleno de alegría y música. Gracias por tantas alegrías. ¡Te quiero!

Al Eduardo Santiago, por apoyarme durante mi formación académica y compartir sus experiencias y aprendizaje.

A Chelo, por su cariño incondicional lo largo de mi vida y palabras siempre llenas de cariño, apoyándome a no rendirme nunca.

A mis amigas Karen, Vianny, Jacqueline, Damara, Paty y Erika B., por formar parte de mi vida y brindarme su apoyo incondicional. Y al equipo de VFL: David, Lore, Tania, Temo, Ita y demás integrantes por motivarme a ser siempre la mejor versión de mí y no rendirme nunca.

A mi hermosa UNAM y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por brindarme un hogar extraordinario en el que pude desarrollar mi formación profesional y sobre todo encontrar a esas personas que han enriquecido mi vida de una forma maravillosa.

A Nora R. Huitrón y demás académicos que han formado parte de mi formación profesional, gracias por el cariño y dedicación al compartir sus enseñanzas y dejar un poco de ustedes en mí.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) Clave: IN2262-17. "Efecto antihelmíntico del extracto etanólico de Artemisia cina, semilla de papaya y taninos condensados sobre el nematodo hematófago Haemonchus" por los recursos otorgados para la realización de este trabajo.

A los integrantes del jurado V.M. Díaz, G. Ortiz, V.H. Sánchez y R.I. Higuera, por el tiempo dedicado, conocimientos y consejos compartidos para la mejora de este trabajo. Muchas gracias por su comprensión y apoyo.

A todas las personas que voluntaria o involuntariamente me apoyaron durante la realización de este proyecto o que han formado parte de mi vida, influyendo en mí para ser lo que soy ahora y consumir esté tan anhelado sueño.

Índice

Índice de figuras.....	1
Índice de cuadros.....	1
Abreviaturas.	2
Resumen.....	3
Introducción	4
Objetivos.	12
Objetivo general.	12
Objetivos particulares.	12
Material y métodos.....	13
Localización.....	13
Animales.	13
Diseño experimental.	13
Preparación y administración de la solución acuosa de taninos condensados.	15
Tratamiento antihelmíntico comercial.....	15
Matanza.....	15
Recolección y conteo de parásitos adultos.	16
Recolección y procesamiento de heces.	16
Peso corporal.	16
Estimación de la condición corporal.	17
Recolección y procesamiento de sangre.....	17
Sistema FAMACHA.	17
Análisis estadístico.	18
Resultados.	19
Eliminación de huevos de <i>Haemonchus contortus</i> en las heces.....	19
Conteo de fases adultas de <i>Haemonchus contortus</i>	20
Peso corporal.	21
Condición corporal.	21
Volumen del paquete celular.	22
Índice del sistema FAMACHA.....	23
Discusión.	24
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28

Índice de figuras.

Figura 1. Tarjeta del sistema FAMACHA y técnica para la exposición y observación de la mucosa conjuntival. Pág. 17

Figura 2. Eliminación de huevos en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus* tratados con una solución de taninos condensados y levamisol. Pág. 19

Figura 3. Cantidad de fases adultas de *Haemonchus contortus* colectadas del abomaso de ovinos tratados con una solución acuosa de taninos condensados o levamisol. Pág.20

Figura 4. Volumen del paquete celular (%) en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus* tratados con una solución de taninos condensados y levamisol. Pág. 22

Figura 5. Índice del sistema FAMACHA en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus* tratados con una solución acuosa de taninos condensados y levamisol. Pág. 23

Índice de cuadros.

Cuadro 1. Clasificación de *Haemonchus contortus*. Pág. 4

Cuadro 2. Principales grupos de antihelmínticos existentes en el mercado para el tratamiento de nematodos gastroentéricos en ovinos. Pág.7

Cuadro 3. Peso corporal (kg) en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus*, tratados con una solución de taninos condensados o levamisol. Pág.21

Cuadro 4. Índice de la condición corporal en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus*, tratados con una solución de taninos condensados o levamisol. Pág. 22

Abreviaturas.

CC: Condición corporal

G1: Grupo 1

G2: Grupo 2

GT: Grupo Testigo

hgh: Huevos por gramo de heces

L3: Larva de tercera etapa

L4: Larva de cuarta etapa

NGE: Nematodos gastroentéricos

RA: Resistencia antihelmíntica

SATC: Solución acuosa de taninos condensados.

TC: Taninos condensados

TH: Taninos hidrolizables

VPC: Volumen del paquete celular

Resumen.

El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar el efecto de la administración de una solución acuosa de taninos condensados comparado con el tratamiento con levamisol en el establecimiento de las larvas de tercer estadio (L3) de *Haemonchus contortus*, en una infección artificial en ovinos. Se realizó en el módulo del posgrado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria y en el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Se utilizaron 11 corderos libres de parásitos de una cruce de Hampshire con Dorset, con una edad entre los ocho y nueve meses. Todos fueron infectados con 5,000 L3 de *H. contortus*, se ubicaron en tres grupos, dos con cuatro animales cada uno y uno con tres; el primero (G1), fue sometido al tratamiento con una solución acuosa de taninos condensados (22.1 g/animal), la administración se realizó durante cinco días consecutivos después de la inoculación con L3; los animales del segundo grupo (G2) recibieron una dosis única de levamisol (7.5 mg/kg), mientras que el último grupo (GT) no recibió tratamiento, fungiendo como grupo testigo. Los animales fueron monitoreados semanalmente durante cuatro semanas para evaluar la dinámica en la eliminación de huevos en heces (hgh), el volumen del paquete celular (VPC), el peso corporal, la condición corporal (CC) y la detección clínica de anemia mediante el sistema FAMACHA, al final de este tiempo se procedió a la eutanasia de los corderos, para la obtención de los abomasos, así como la recuperación y conteo de fases adultas de *H. contortus*. Los datos de los conteos de huevos se ajustaron logarítmicamente ($\log_{10} \text{hgh} + 10$) para estabilizar la varianza y realizar el análisis estadístico; se calcularon las medias de las variables evaluadas y se utilizó un análisis de varianza de *Statgraphics®*, para comparar la eficacia entre los tratamientos aplicados. Los valores de cantidad de huevos en heces, ganancia de peso, CC, y el índice del sistema FAMACHA no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tres grupos. Para el VPC existió diferencia entre los valores de los animales de los grupos G1 y G2 en relación al GT, quienes tuvieron valores por debajo de los rangos promedio normales. El efecto de los tratamientos sobre el conteo de fases adultas mostró una reducción en la cantidad de fases adultas de *H. contortus* en el abomaso en los grupos G1 y G2, por otro lado, en el GT, hubo una mayor cantidad de parásitos, esto hace suponer que se presentó una menor tasa de establecimiento de larvas infectantes de *H. contortus*, como resultado de los tratamientos administrados.

Introducción.

El ganado ovino que se cría en pastoreo mantiene una relación directa con el ambiente, lo que provoca la aparición de enfermedades parasitarias causadas por nematodos gastroentéricos (NGE) (Miller y col., 2010). La nematodosis gastroentérica es una enfermedad multietiológica ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de parásitos; que puede considerarse como un complejo parasitario, causante de un síndrome de mala absorción y digestión (Cuéllar, 1992).

Los NGE poseen una localización diferente en el aparato gastrointestinal de los ruminantes, así por ejemplo, en el abomaso se encuentran *Haemonchus*, *Teladorsagia* y *Trichostrongylus*, los cuales se consideran los más virulentos (Hiepe, 1972; Kimberling, 1988; Cuéllar, 2002).

Desde el punto de vista clínico, aunque hay muchos tipos de NGE, sólo algunos causan problemas graves. Entre los más frecuentes y virulentos está *Haemonchus contortus*, responsable de alta mortandad, particularmente en animales jóvenes. Las consecuencias más significativas de una nematodosis gastroentérica son los pobres resultados en la ganancia de peso, la disminución del crecimiento, la mala calidad de la canal del animal parasitado, el decomiso de vísceras, así como el costo en medicamentos y servicios veterinarios (Cuéllar, 2010). Su distribución es mundial, pero es más importante en climas tropicales y subtropicales (Taylor y col., 2016). En el cuadro 1 se expresa la clasificación taxonómica de *H. contortus* de acuerdo a Quiroz (2003).

Cuadro 1. Clasificación de *Haemonchus contortus*

Filo	Nematelminto
Clase	Nematoda
Orden	Strongilidea
Superfamilia	Trichostrongyloidea
Familia	Trichostrongylidae
Género	<i>Haemonchus</i>
Especie	<i>H. contortus</i>

Los machos miden de 10 a 20 mm y son de color rojo uniforme, las hembras miden de 18 a 30 mm, en su interior tienen el intestino lleno de sangre (rojo) entrelazado con el aparato reproductor (blanco), por lo que se ha sugerido el nombre de gusano *palo de barbería* (Soulsby, 1988; Quiroz, 2003; Taylor y col., 2016). En la parte anterior tienen una pequeña cavidad bucal con una lanceta y sobre la superficie de su cuerpo hay un par de papilas cervicales. Los machos terminan en una bolsa copulatrix bien desarrollada, poseen dos espículas iguales que sobresalen del cuerpo. Las hembras terminan en punta roma, con la vulva localizada al finalizar el segundo tercio del cuerpo y está cubierta por una prolongación de la cutícula llamada labio vulvar (Soulsby, 1988; Alba, 2007).

Los huevos son medianos (64-95 μm largo por 40-50 μm ancho) y de forma elíptica amplia y regular, las paredes laterales en forma de barril y sus extremos son anchos y aplanados. La capa quitinosa es delgada y lisa, de color ligeramente amarillento claro; contiene numerosos blastómeros que ocupan casi todo el volumen (Taylor y col., 2016). Los huevos de *H. contortus* son muy parecidos a los de otros NGE, por lo que es necesario realizar un cultivo larvario para precisar su identificación (Alba, 2007). La hembra es muy prolífica, produce entre 5,000 y 10,000 huevos al día (Meana y Rojo, 1999).

El ciclo de biológico de *H. contortus* es directo, se divide en una fase parásita (endógena) dentro del hospedador y otra no parásita en el exterior (exógena). El ciclo completo tiene una duración de 28 a 35 días comprendiendo ambas fases, lo que indica que se pueden llevar a cabo de 10 a 12 ciclos anuales (Soulsby, 1988).

Para el desarrollo de la fase exógena, dado que ocurre en el piso, depende primordialmente de las condiciones de humedad y temperatura prevalecientes. Ese periodo puede durar de cuatro a ocho días para la mayoría de los NGE y va desde la eliminación de huevos en el excremento hasta su posterior desarrollo hasta el tercer estadio larvario (L3) que es la fase infectante. En los huevos, que al momento de ser puestos tienen de 8 a 32 blastómeros, se inicia la formación de la larva uno (L1), esto ocurre entre las 20 y 24 horas a 26° C. Ya formada la L1, emerge y se alimenta de bacterias de las heces, después muda al segundo estadio (L2) que también se alimenta de esos microorganismos y después ocurre la muda para formarse la L3 que se encuentra cubierta por la cutícula desprendida de la L2, por lo tanto la L3 no puede alimentarse y depende de sus reservas alimenticias para su supervivencia. Cuando esas reservas se agotan las larvas mueren (Soulsby, 1988).

Después de que se han desarrollado las larvas infectantes, migran vertical u horizontalmente en su microhábitat. La migración vertical les permite subir a las gotas de rocío que se encuentran en la punta de los pastos en la mañana o en los días nublados. Los mecanismos identificados que facilitan tal migración son un hidrotropismo positivo, geotropismo negativo y fototropismo positivo a la luz tenue y negativo a la luz intensa. La migración horizontal, aunque ocurre en forma activa y la larva por sí misma solo podría trasladarse algunos centímetros, se da por medios indirectos o pasivos, pudiendo ser por pisoteo de los animales en los potreros, a través de la esporulación de hongos que crecen en la materia fecal o por medio de artrópodos coprófagos (“escarabajo pelotero”) (Soulsby, 1988).

La fase endógena en el ciclo vital de los NGE se inicia con la ingestión de las L3 infectantes y termina con el desarrollo de los parásitos adultos, la cópula y la producción de huevos. Este tiempo transcurrido, que también se le conoce como periodo de prepatencia, puede variar dependiendo del género de NGE, para el *Haemonchus* es de dos a tres semanas. Después de que la L3 ha sido ingerida, en el rumen pierde la cutícula extra (de la L2) que mantiene, favorecido esto por la anaerobiosis existente y la concentración de metano. Posteriormente la L3 se introduce a la mucosa y submucosa abomasal y muda a larva de cuarto estadio (L4) conocida como “larva histotrófica”. Después, la L4 regresa a la luz abomasal y lleva

a cabo su última muda a larva cinco (adulto inmaduro) y finalmente se convierten en adultos maduros que copulan y la hembra inicia la postura de huevos (Cuéllar, 1992).

En ocasiones las larvas L4 detienen su desarrollo dentro del hospedador quedando en hipobiosis. Este mecanismo se considera que está mediado por factores genéticos, inmunológicos o ambientales. Este fenómeno coincide con épocas donde las condiciones ambientales son adversas, como el frío y la desecación, entre otros (Carballo, 1987).

La principal característica clínica de la infección por *H. contortus* o hemoncosis es la anemia ocasionada tanto por los parásitos adultos como por las L4 pues ambos son hematófagos, que producen lesiones sangrantes en el abomaso. La pérdida media de sangre es de 0.05 mL por parásito al día, con presencia de sangre en las heces entre los seis y 12 días de la infección, por lo tanto, un ovino con una carga parasitaria de 5,000 larvas podría perder alrededor de 150 ml de sangre al día (Urquhart y col., 2001; Coop y Christie, 1988). Esa anemia se ve reflejada como una palidez de las mucosas oral y conjuntival.

Las larvas ejercen acción traumática al penetrar en las glándulas de las criptas abomasales de la mucosa, ocasionando la formación de pequeños coágulos, dentro de los cuales la larva se alimenta. Paralelamente a esto, la larva ejerce acción mecánica por compresión y obstrucción de las glándulas fúndicas. *H. contortus* penetra en las glándulas y al desarrollarse dentro de estas ocasionan lisis de las células productoras de ácido clorhídrico y de células cimógenas productoras de pepsinógeno, siendo reemplazadas por células indiferenciadas y no funcionales, dando lugar a una disminución en su secreción.

El aumento de pH abomasal induce una disminución del número de células parietales de la región fúndica del abomaso, produciendo un descenso en la digestión de proteínas por reducción de la proenzima pepsinógeno a la forma activa pepsina. Se pierde el efecto de bacteriostático del pH bajo por lo que se observa un aumento de flora bacteriana. Observándose también un aumento en la síntesis de gastrina que va asociada al aumento de la contractibilidad del cuajar y el peristaltismo intestinal; dando como resultado una considerable alteración del proceso digestivo (Kassai, 2002).

Se han descrito tres síndromes de hemoncosis (Dunn, 1983; Blood y col, 1986):

Cuadro hiperagudo: Poco común, se presenta en animales susceptibles que han sido expuestos repentinamente a una infección masiva. Debido al elevado número de larvas presentes en el abomaso, se produce un descenso rápido del volumen del paquete celular, traduciéndose en un severo cuadro de anemia, el animal presenta heces de color oscuro, además de la muerte súbita ocasionada por la pérdida de sangre. A la necropsia presenta lesiones de gastritis hemorrágica intensa.

Cuadro agudo: Se presenta en animales jóvenes susceptibles, con desafíos intensos (ingestión de 1,000 a 10,000 larvas), quienes muestran retraso en el crecimiento, baja considerable de peso, efecto ocasionado por la disminución del metabolismo proteico. Hay diarrea intermitente de color café oscuro, emaciación, mucosas pálidas y presencia de edema submandibular. Además, los animales se muestran decaídos, faltos de apetito, puede existir pérdida de lana, o esta es arrancada por otros animales afectados. La muerte es resultado de los trastornos digestivos y metabólicos ocasionados por el parásito; si los animales jóvenes afectados llegan a sobrevivir a la parasitosis presentarán un marcado subdesarrollo a diferencia de los animales sanos.

Cuadro crónico: Es la forma más común de hemoncosis, ocasiona considerables pérdidas económicas, por los estragos que causa en la eficiencia productiva del rebaño. La cantidad de parásitos presentes en el abomaso va desde 100 a 1,000 larvas y la morbilidad puede ser del 100%. En las ovejas disminuyen la condición corporal, ocasionando una disminución en los parámetros reproductivos. Los animales jóvenes muestran pérdida progresiva de peso, letargo, edema submandibular, debilidad y anorexia. En muchos casos, si no son tratados, mueren por los severos trastornos digestivos y metabólicos.

Con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de los NGE, se han desarrollado y utilizado los antihelmínticos para lograr un buen estado de salud de los animales. En el cuadro 1 se presentan los principales grupos antihelmínticos que existen en el mercado y se utilizan para el tratamiento de los NGE, así como su dosis y vía de administración (Cuéllar, 2008).

Cuadro 2. Principales grupos de antihelmínticos existentes en el mercado para el tratamiento de nematodos gastroentéricos en ovinos.

Grupo	Principio activo	Dosis (mg/kg)	Vía de administración
Bencimidazoles	Tiabendazol	44.0	Oral
	Albendazol	5.0	Oral
	Fenbendazol	5.0	Oral
	Oxfendazol	5.0	Oral
Probencimidazoles	Febantel	6.0	Oral
	Tiofanato	50.0	Oral
	Netobimina	7.5	Oral
Imidazotiazoles	Levamisol	7.5	Subcutánea
Lactonas macrocíclicas	Ivermectina	0.2	Subcutánea y oral
	Moxidectina	0.2	Subcutánea
	Doramectina	0.2	Subcutánea
Nitrofenoles	Nitroxinil	10	Subcutánea
Salicilanilidas	Closantel	10	Subcutánea y oral

Desafortunadamente por el uso excesivo y continuo de los antiparasitarios, así como la aplicación de dosis menores a las terapéuticamente recomendadas, se ha desarrollado una resistencia antihelmíntica (RA) hacia esos productos.

En la ovinocultura mundial la RA se está convirtiendo en un grave problema, ya que este fenómeno se ha desarrollado rápidamente hacia uno o hacia todos los grupos de antihelmínticos disponibles en el mercado como lo demuestran diversos estudios realizados en el mundo (Cervantes, 2005).

La RA es la derivación de la selección activa hecha por los antihelmínticos, de los genes que regulan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de evadir el efecto letal de los fármacos (Cuéllar, 2007). En este proceso, los medicamentos remueven selectivamente los parásitos susceptibles de una población genéticamente heterogénea, conduciendo a un incremento en los individuos que confieren la resistencia a los fármacos que es transmitida a la siguiente generación. Al pasar varias generaciones los genes se acumulan de tal manera que la cantidad de parásitos en una población que resiste los siguientes tratamientos se incrementa (Köler, 2001).

Hay factores que influyen para que se presente la RA, entre otros está el tratamiento con el mismo antihelmíntico, el uso de principios activos con el mismo modo de acción durante varios años, una mala dosificación y errores en la administración de los fármacos (Torres, 2001). El problema de la RA se incrementará mientras la quimioterapia continúe siendo la piedra angular para el control de los parásitos. Hay pocas probabilidades que un antiparasitario nuevo, químicamente no relacionado con los ya existentes, se desarrolle a corto plazo. El descubrimiento y desarrollo de nuevas opciones químicas es un proceso arduo, costoso y consumidor de tiempo (Van Wyk y col., 1998).

Existe abundante información sobre el efecto negativo de los parásitos, pero poco se conoce sobre cómo reducir las pérdidas con medidas alternativas al uso de antihelmínticos, cuyo uso excesivo ha generado problemas de RA. En los sistemas de producción pastoriles, conformados sobre la base de especies forrajeras, es posible reducir el uso de antihelmínticos y limitar las pérdidas producidas por los NGE (Robertson y col., 1995). En estos sistemas es posible implantar programas sostenibles de control de parásitos, que incrementen la salud de los animales, conserven los recursos y protejan el ambiente (Alonso y col., 2009).

Entre las principales opciones actuales de control de NGE en ovinos están el manejo del pastoreo, las vacunas, control biológico, herbolaria, agujas de cobre y desparasitación selectiva (Medina y col., 2014).

El sistema FAMACHA, que es un acrónimo del autor de la idea, Dr. Faffa Malan (Faffa MALan CHArt), es una herramienta de desparasitación selectiva que permite conocer el grado de anemia clínica causado por la infección con *H. contortus* a través de una tarjeta que cuenta con una clasificación estandarizada del color de la mucosa de las membranas oculares (Malan y Van Wyk, 1992; Malan y col, 2001).

La herbolaria, ha sido una herramienta para el control de parásitos utilizando diversas plantas que contienen sustancias bioactivas con efecto antihelmíntico. Los principales compuestos de estas plantas son los terpenos, los alcaloides, las saponinas, las antraquinonas y los taninos; ellas han sido utilizadas por las comunidades indígenas de América Latina en la herbolaria tradicional, como una práctica milenaria, y actualmente se evalúan en diversos estudios a nivel mundial con un concepto etnobotánico (Alonso y col., 2009).

El uso tradicional de las plantas se ha basado principalmente en la preparación de extractos aplicados como remedios herbales. Estos medicamentos fitoterapéuticos son preparaciones de plantas y/o extractos de plantas, que se administran durante un tiempo corto para tratar al ganado. El resultado esperado es un efecto curativo. En muchos casos, estos remedios herbales son una mezcla de plantas o extractos de plantas obtenidos a través de diversos procesos físicos o químicos, que pueden incluir una gran cantidad de compuestos químicos. Esta complejidad, que es característica de los medicamentos vegetales, tiene consecuencias en la caracterización de los productos y la validación de la eficacia (Hoste y col., 2012).

Más recientemente, el uso del material vegetal forrajero como nutraceutico se ha evaluado como una opción novedosa para beneficiarse de las propiedades de las plantas contra los NGE (Waller y Thamsborg, 2004; Hoste y col., 2006; Alonso-Díaz y col., 2010). El término nutraceutico es el resultado de las palabras nutrición y la farmacéutica, se define como cualquier sustancia que pueda considerarse un alimento o parte de un alimento que proporciona beneficios para la salud, incluida la prevención y el tratamiento de enfermedades (Andlauer y Furst, 2002).

Las plantas pueden actuar a través de la actividad antiparasitaria directa, pero también indirectamente mediante el aumento de la resistencia del hospedador (resiliencia). Los efectos dependen de la especie de planta, el tipo de parásito y el hospedador (Hoste y col., 2006). Por lo tanto, el uso de plantas ricas en taninos como antihelmínticos no convencionales, constituye una opción de control de las parasitosis. Sin embargo, el mecanismo de acción de dichas plantas sobre los NGE aún se desconoce (Martínez, 2010).

Los taninos son metabolitos polifenólicos ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Se localizan en todas las partes de las plantas y su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo (Kasay y col., 2013). Se encuentran ampliamente distribuidos en plantas dicotiledóneas, especialmente en las leguminosas forrajeras de regiones templadas y tropicales, también se encuentran en frutas, árboles y en otras especies, como el sorgo y el maíz, empleadas con frecuencia en la alimentación animal. Los taninos son empleados por las plantas como mecanismo de defensa contra herbívoros, agentes patógenos y para la conservación del nitrógeno. Su concentración presenta gran variación según las condiciones del ambiente en cuanto a temperatura, humedad y fertilidad de los suelos en los que se desarrollan las plantas. Generalmente la concentración es mayor en las especies que prosperan en suelos agrícolas pobres o de baja calidad,

tal es el caso de las regiones tropicales y subtropicales (Provenza y col., 2000; Otero e Hidalgo, 2004; Márquez y Suárez, 2008).

Otra aplicación de los taninos, es su utilización para preservar la piel de animales destinada a la producción de cuero y para dar astringencia a cierto tipo de bebidas, como el té y el vino (Waghorn, 2007).

Existen dos tipos de taninos, los hidrolizables (TH) y los condensados (TC) o proantocianidinas, éstos últimos son los que poseen mayor capacidad de interactuar con otras moléculas incidiendo en la producción animal (Otero e Hidalgo, 2004). Los TC son polímeros flavonoides, pueden ser oxidativamente degradados en ácido antocianidinas. Los TH son polímeros de ácido gálico o ácido hexahidroxidifenólico, ésteres de glucosa y otros polifenoles. Las diferencias estructurales entre los TC y los TH explican su actividad, los principales efectos estarían dados por que los TC interactúan con las proteínas, no así los TH, que son rápidamente degradados en grupos fenólicos más pequeños, incapaces de reaccionar con las proteínas del medio (Hagerman y col., 1992).

Los TC son polímeros de flavonas, que se encuentran presentes en los tallos, las hojas e inflorescencias de diversas especies forrajeras y como ya se mencionó, interactúan con las proteínas formando complejos. En general, esta interacción es muy selectiva teniendo especial afinidad por aquellas de cadenas más largas y con prolinas ricas en proteínas. Producto de esta interacción las proteínas precipitan a un pH cercano a su punto isoeléctrico. La facilidad de los TC de formar esos complejos es el aspecto más importante en sus efectos nutricionales y toxicológicos (Otero e Hidalgo, 2004).

Existe suficiente evidencia sobre las bondades de los TC en la alimentación de los animales, incrementan y mejoran la producción de lana y leche, así como la ganancia de peso vivo de los animales y previenen el timpanismo en rumiantes al reducir la formación de espuma en el rumen por la precipitación de las proteínas. Además, ayudan para que los animales contrarresten el efecto de los parásitos, está suficientemente demostrada la capacidad antihelmíntica de los TC y en la reducción de las miasis en los ovinos, así como en el incremento de la resiliencia. Estos efectos se logran en virtud de la capacidad que tienen los TC para unirse a las proteínas de la dieta y reducir, de esta manera, la degradación proteica en el rumen, lográndose una mayor proporción de proteína de sobrepaso al abomaso (Márquez y Suárez, 2008).

Provenza y col. (2000) en sus estudios utilizaron el quebracho como modelo experimental, mencionando que se puede encontrar una alta cantidad de taninos, de hasta el 20%, sin embargo, dicha propiedad condiciona el consumo del mismo por los animales debido al sabor y a otros factores fisiológicos propios del animal. Las propiedades curtientes del quebracho colorado (*Schinopsis balansae / lorentzii*) fueron descubiertas en el año 1867 por Emilio Poisier, un curtidor francés que vivía en Argentina. Para el año 1895 los extractos de quebracho ya se exportaban a Europa y unas décadas más tarde se transformaron en el extracto vegetal más utilizado en el mundo. Durante los últimos años del siglo XX, las investigaciones

sobre usos alternativos de los taninos permitieron la incorporación de los extractos de quebracho en una cantidad creciente de aplicaciones (Unitán, 2018).

El nombre quebracho proviene de la expresión *quiebra-hacha* debido a la gran dureza de su madera. Los extractos de quebracho son una compleja combinación de polifenoles obtenidos por extracción acuosa del duramen del árbol de quebracho colorado que crece en América del Sur en la región denominada el Chaco, que comprende el noreste de Argentina y el sur de Paraguay (Unitán, 2018).

Objetivos.

Objetivo general.

Conocer la eficacia de una solución acuosa de taninos condensados sobre el establecimiento y desarrollo de la infección con *Haemonchus contortus* en ovinos infectados artificialmente.

Objetivos particulares.

Evaluar el resultado de una solución acuosa de taninos condensados en ovinos infectados artificialmente con *H. contortus* sobre la dinámica de eliminación de huevos, cantidad de nematodos adultos en el abomaso, ganancia de peso, condición corporal, volumen del paquete celular y la detección clínica de anemia por el sistema FAMACHA.

Comparar el efecto antiparasitario de los taninos condensados con el del levamisol contra *H. contortus*.

Material y métodos.

Localización.

El trabajo se llevó a cabo en el área pecuaria de posgrado del Centro de Enseñanza Agropecuaria y en el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria, ambos pertenecientes a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, ubicada en el km. 2.5 carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Animales.

Se utilizaron 11 corderos machos cruza de Hampshire con Dorset de entre seis y ocho meses de edad, identificados con aretes de metal; los cuales procedían de una unidad producción en estabulación, no tenían acceso al pastoreo.

A su llegada, los corderos se encontraban clínicamente sanos y no recibieron tratamiento antiparasitario previo pues se constató que fueran negativos a NGE. Tuvieron un periodo de adaptación de tres semanas.

Los animales se mantuvieron en confinamiento total, se alojaron en tres corrales, dos con cuatro animales y uno con tres. Los corrales medían 9 m², tenían piso de cemento y estaban cercados con malla ciclónica.

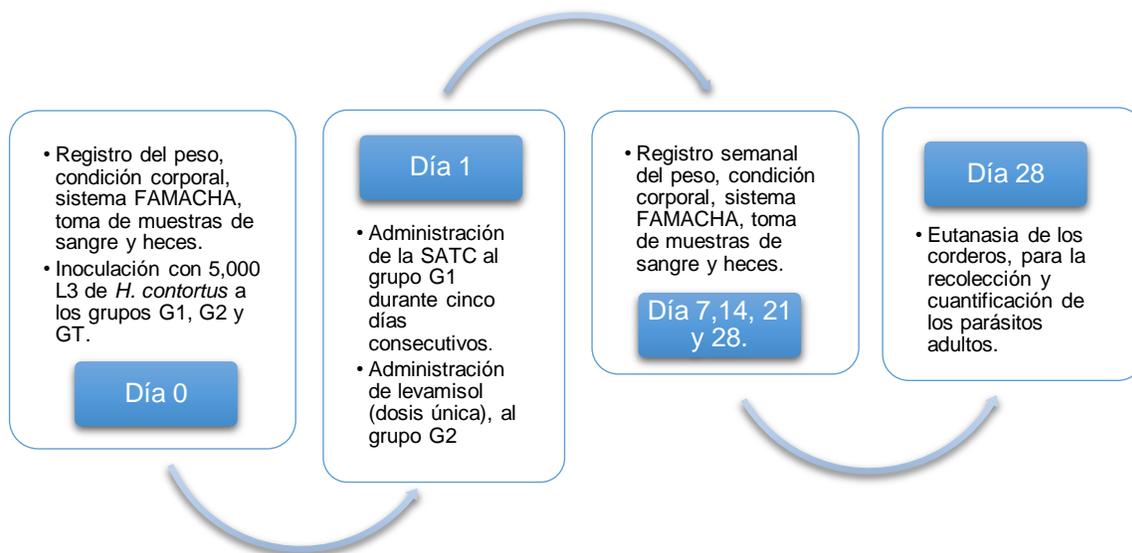
La alimentación consistió en una mezcla de 20% de alimento balanceado para ovinos (15% de proteína cruda), 70% de alfalfa achicalada y 10% de rastrojo de maíz, se proporcionó diariamente el equivalente al 4% del peso corporal de cada grupo de corderos. El agua se ofreció *ad libitum* en bebederos tipo tina que se lavaban diariamente y se rellenaban con agua fresca.

Diseño experimental.

Los 11 corderos fueron colocados aleatoriamente en tres grupos experimentales:

Grupo	Cantidad de animales	Tratamiento
G1	4	Solución acuosa de taninos condensados
G2	4	Levamisol
Testigo (GT)	3	Sin tratamiento

En el siguiente esquema se indican las principales actividades realizadas con los tres grupos de corderos durante todo el periodo experimental:



Las variables experimentales consideradas fueron la cantidad de huevos eliminados en las heces y de adultos en el abomaso, la ganancia de peso, condición corporal, volumen del paquete celular y el índice del sistema FAMACHA.

Obtención e inoculación de L3 de *Haemonchus contortus*.

Se utilizaron larvas infectantes (L3) de una cepa monoespecífica de *H. contortus* que fue aislada a partir de un rebaño ovino comercial ubicado en el municipio de Jilotepec, Estado de México, la cual se ha mantenido a través de pases sucesivos en ovinos criados en estabulación total en la FES Cuautitlán.

Mediante un sondeo esofágico-ruminal, se le administraron 5,000 L3 a un cordero libre de NGE, el cual se mantuvo en un corral individual aislado de los demás animales. Se monitoreó la eliminación de huevos mediante exámenes coproparasitoscópicos, una vez que el cordero eliminó cantidades elevadas (alrededor de 4,000 hgh), le fue colocado un calzón colector para recuperación de las heces, con las que se realizaron cultivos larvarios mediante la técnica modificada de Corticelli Lai, que consiste en poner una muestra de heces positiva a huevos de *H. contortus*, dentro de una caja Petri de 10 cm de diámetro, misma que fue colocada dentro de otra caja Petri de 15 cm de diámetro con un poco de agua, ésta última se tapó y se metió a la incubadora a 28° C durante siete días. Las cajas fueron revisadas diariamente para monitorear el nivel del agua y evitar la deshidratación. Transcurridos los siete días, se revisó con un microscopio estereoscópico el agua contenida en la caja de Petri grande para verificar la presencia de larvas, se homogeneizó y se obtuvieron 100 µL de la muestra para

revisar al microscopio y cuantificar las L3 contenidas; este procedimiento se realizó por triplicado para obtener el promedio de L3 contenidas en 100 µL. La cifra promedio se multiplicó por la cantidad de agua total obtenida y así calcular la cantidad de muestra necesaria para elaborar inóculos individuales con 5,000 L3 (Cuenca y Cuenca, 2005).

El día 0 los animales de los tres grupos experimentales recibieron 5,000 L3 de *H. contortus* por medio de sondeo esofágico-ruminal utilizando una manguera de hule.

Preparación y administración de la solución acuosa de taninos condensados.

Se utilizó el producto comercial *MSD-S*, un extracto de madera de quebracho colorado (*Schinopsis balansae / lorentzii*), comercializado como aditivo para la alimentación en rumiantes por la empresa Unitán SAICA de Buenos Aires, Argentina.

Para la preparación de la solución acuosa de taninos condensados (SATC) se siguieron las recomendaciones de Shahidi y Naczk (1995), modificado por Martínez-Vázquez (2007):

- ✓ Se pesaron 22.1 g de polvo de quebracho por cada uno de los corderos a tratar.
- ✓ Posteriormente cada dosis se disolvió con 495 ml de agua destilada con 1% de etanol y se homogenizó.
- ✓ La solución se colocó en baño María a 90° C durante dos horas.
- ✓ Cada 30 minutos se monitoreó la temperatura y se homogenizó la solución.
- ✓ Una vez transcurrido el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente.

El día 1 se inició la administración de la SATC por sondeo esofágico-ruminal al G1 a razón de 22.1 g por animal; este procedimiento se llevó a cabo por cinco días consecutivos posteriores a la inoculación de las larvas.

Tratamiento antihelmíntico comercial.

En los corderos del grupo G2 se utilizó levamisol comercial (*Ripercol L®* del laboratorio Zoetis), se administró por vía subcutánea en la axila a una dosis única de 7.5 mg/kg de peso corporal.

Matanza.

Se les dio muerte a los corderos en el módulo de carnes de la FES Cuautitlán, Campo 4, de acuerdo con lo establecido en la NOM-033-SAG/ZOO-2014, *Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres*.

Recolección y conteo de parásitos adultos.

De cada animal, se extrajo el abomaso, después de colocar una ligadura en el cardias y el píloro. Posteriormente, fueron colocados en una bolsa de plástico identificándola con el número del animal y transportados en una hielera para su revisión en el laboratorio de acuerdo al siguiente procedimiento:

- La ligadura del cardias fue retirada, vertiendo el contenido en un vaso de precipitado; posteriormente el órgano se lavó tres veces con agua corriente, vaciando el producto del lavado en el mismo contenedor.
- El abomaso se incidió por su curvatura menor y se colectaron los parásitos que continuaban adheridos a su mucosa, depositándolos en el contenido previamente colectado.
- Después el contenido colectado se vertió en un recipiente de plástico y se aforó con agua corriente hasta completar dos litros y se adicionó el 10% de formol.
- Del total de volumen de contenido abomasal se tomó el 20% para recolectar los parásitos.
- Finalmente, se identificaron y contaron los parásitos adultos. La cantidad de estos fue multiplicada por cinco para conocer el total de parásitos presentes en cada abomaso.

Recolección y procesamiento de heces.

Las heces se tomaron directamente del recto utilizando bolsas de plástico, identificadas con el número correspondiente del animal y se llevaron al laboratorio para su procesamiento inmediato con la técnica de Mc Master modificada (Alba, 2007), los resultados obtenidos fueron expresados en huevos por gramo de heces (hgh).

Peso corporal.

El registro individual del peso corporal se realizó con una báscula electrónica con capacidad máxima de 150 kg y una precisión de 500 g.

Estimación de la condición corporal.

La estimación de la condición corporal de cada uno de los animales se efectuó por la palpación directa de las vértebras sacras (apófisis transversa y espinosa), así como en el área muscular del ojo de la región lumbar, basado en un índice subjetivo entre 1 y 5, dependiendo de la cantidad de grasa y músculo estimada en las estructuras mencionadas, donde 1 es un animal muy delgado y 5 es obeso (Russel y col., 1969).

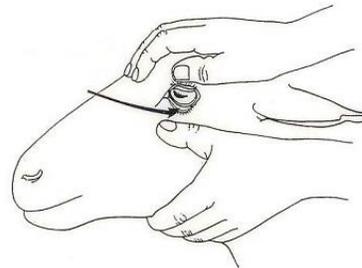
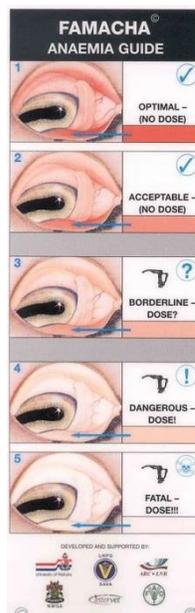
Recolección y procesamiento de sangre.

Las muestras sanguíneas se obtuvieron por venopunción yugular, depositándolas en tubos al vacío con EDTA como anticoagulante. Se identificaron con el número del animal y se colocaron en una hielera con refrigerante para su traslado al laboratorio. Fueron procesadas por medio de la técnica de microhematocrito para conocer el volumen del paquete celular (VPC) que se expresa en porcentaje (González y Villegas, 2006).

Sistema FAMACHA.

Se evaluó la coloración de la mucosa conjuntival de los animales haciendo presión en el párpado inferior para exponerla, comparándola con los índices preestablecidos (del 1 al 5) en la tarjeta del sistema FAMACHA (fig. 1), donde se hace una valoración clínica del estado de anemia en el animal (Cervantes, 2005).

Figura 1. Tarjeta del sistema FAMACHA y técnica para la exposición y observación de la mucosa conjuntival.



Análisis estadístico.

Se realizó la prueba de análisis de varianza utilizando el programa *Statgraphics®* para las variables:

- Cantidad de huevos por gramos en heces.
- Peso corporal de los animales.
- Condición corporal.
- Porcentaje del volumen del paquete celular.
- Índice del sistema FAMACHA.

De esta manera:

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (No hay diferencia entre los tratamientos)

$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (Al menos uno de los tratamientos es diferente)

Donde μ_1 es G1; μ_2 es G2 y μ_3 es GT.

Nota ética.

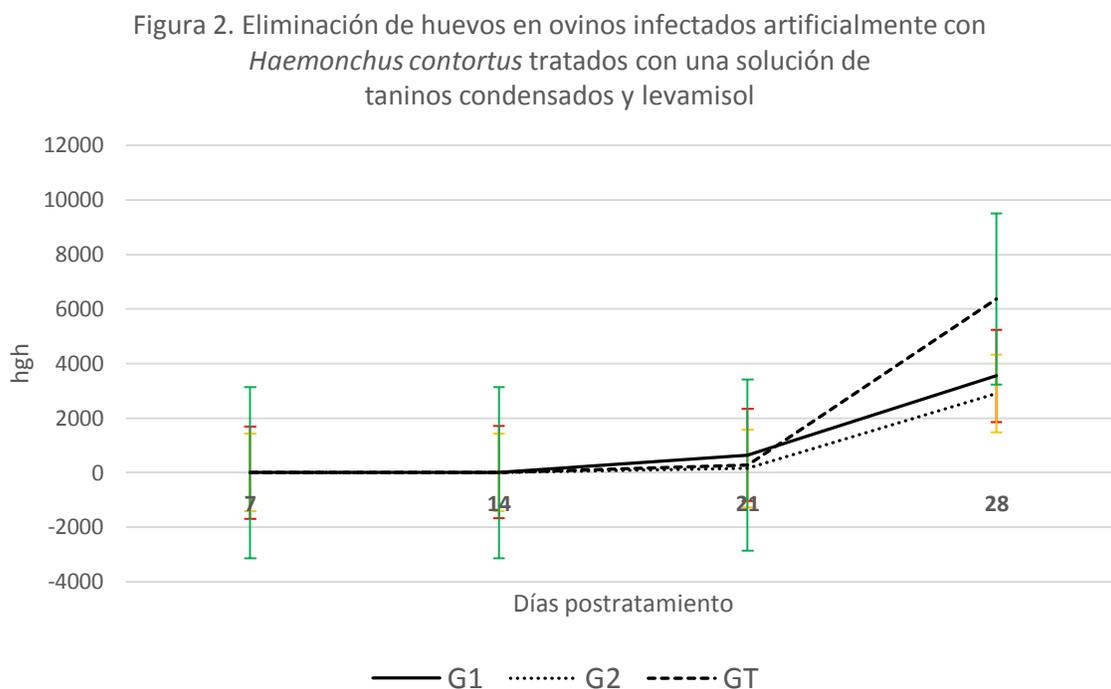
El manejo de los corderos se realizó conforme a los lineamientos Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación de la FES Cuautitlán, UNAM (CICUAE-FESC-UNAM) (Registro C 17-03).

Resultados.

A continuación se describen los principales hallazgos en las variables medidas.

Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en las heces.

La excreción de huevos de *H. contortus* en los tres grupos inició a los 21 días de la inoculación (fig. 2), la mayor eliminación promedio se presentó en los corderos que después fueron tratados con una solución acuosa de taninos condensados (G1) con 637.5 hgh, una menor cantidad en el grupo que no fue desparasitado (GT) con 250 hgh y en los animales que recibieron levamisol (G2) fue de 150 hgh.



G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol;
GT: Testigo, sin tratamiento.

Si se toma en cuenta la eliminación individual, un animal del G1 inició la excreción de huevos a los 14 días postratamiento (50 hgh). Dos animales de ese grupo y uno del G2 iniciaron la eliminación hasta el día 28. Todos los animales del GT eliminaban huevos de *H. contortus* a los 21 días.

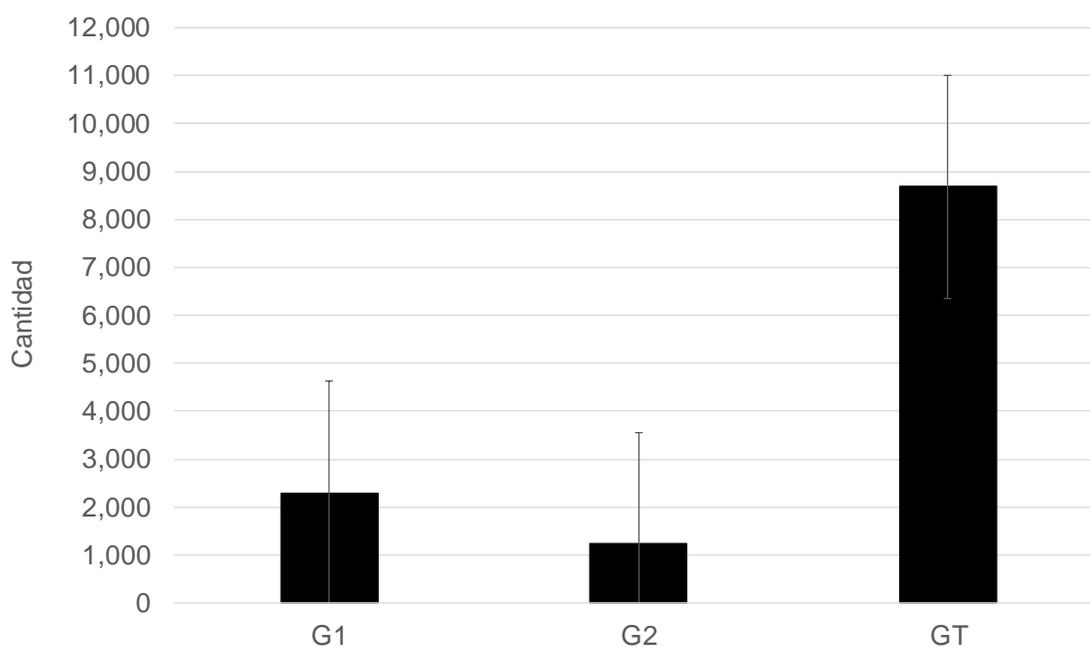
A los 28 días la eliminación de huevos promedio se incrementó, llegando a 3,550 hgh en el G1, 2,900 hgh en el G2 y en el GT 6,366.7 hgh. Un animal del G2 no excretó huevos durante todas las evaluaciones.

Cuando se transformaron logarítmicamente ($\log_{10} \text{ hgh}+10$) los datos de eliminación de huevos para estabilizar la varianza y analizarlos estadísticamente, no se detectaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tres grupos.

Conteo de fases adultas de *Haemonchus contortus*.

La cantidad de fases adultas de *H. contortus* recolectados posmortem después de 27 días de administrados los tratamientos, fue de 8,685 parásitos totales para el grupo GT, mientras que en el G1 se obtuvieron 2,290 adultos y en los corderos del G2 la cantidad fue inferior comparado a los dos grupos anteriores, con 1,225 parásitos totales (fig. 3).

Figura 3. Cantidad de fases adultas de *Haemonchus contortus* colectadas del abomaso de ovinos tratados con una solución acuosa de taninos condensados o levamisol.



G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol;
GT: Testigo, sin tratamiento.

En el caso de los corderos del G1, el rango del conteo de adultos fue de 355 a 765 parásitos. En el G2, un animal no tuvo al nematodo y de los positivos, el rango osciló entre los 225 y 475. Para el grupo GT, se colectaron entre 1,400 y 3,790 fases adultas.

Peso corporal.

En el cuadro 3 se exponen los datos relativos al peso corporal de los corderos pertenecientes a los tres grupos experimentales. Al inicio del trabajo los animales del G1 tuvieron un peso corporal promedio de 26.2 kg, los del G2 27.1 kg y 22.2 kg en el GT.

Cuadro 3. Peso corporal (kg) en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus*, tratados con una solución de taninos condensados o levamisol.

	Días postratamiento					GTP (kg)	GDP (g)
	0	7	14	21	28		
G1	26.2	26.4	26.3	26.6	27.7	1.5	53.6
G2	27.1	27.7	27.2	27.0	27.3	0.2	7.1
GT	22.2	23.2	23.3	22.8	24.3	2.1	75.0

G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol; GT: Testigo, sin tratamiento. GTP: Ganancia total de peso; GDP: Ganancia diaria de peso.

Después de algunos altibajos en el peso corporal, los corderos después de 28 días tuvieron ganancias modestas de peso, siendo de 1.5, 0.2 y 2.1 kg para los grupos G1, G2 y GT, respectivamente, siendo estadísticamente similares ($p>0.05$).

La mejor ganancia de peso la tuvieron los animales del GT (75 g), siguiéndole el G1 (53.6 g); el peor desempeño fue para el G2 con 7.1 g, sin embargo, tampoco en este rubro existieron diferencias significativas ($p>0.05$).

Condición corporal.

La condición corporal de los ovinos de los tres grupos fue muy estable, los del G1 iniciaron con un promedio de 1.8 y los grupos G2 y GT de 2.0 (cuadro 4); posteriormente hubo pequeñas variaciones, para finalizar con un índice promedio de 1.8 para los G1 y G2 y 1.7 para el GT. No existieron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre los tres grupos en ninguna de las evaluaciones.

Cuadro 4. Índice de la condición corporal en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus*, tratados con una solución de taninos condensados o levamisol.

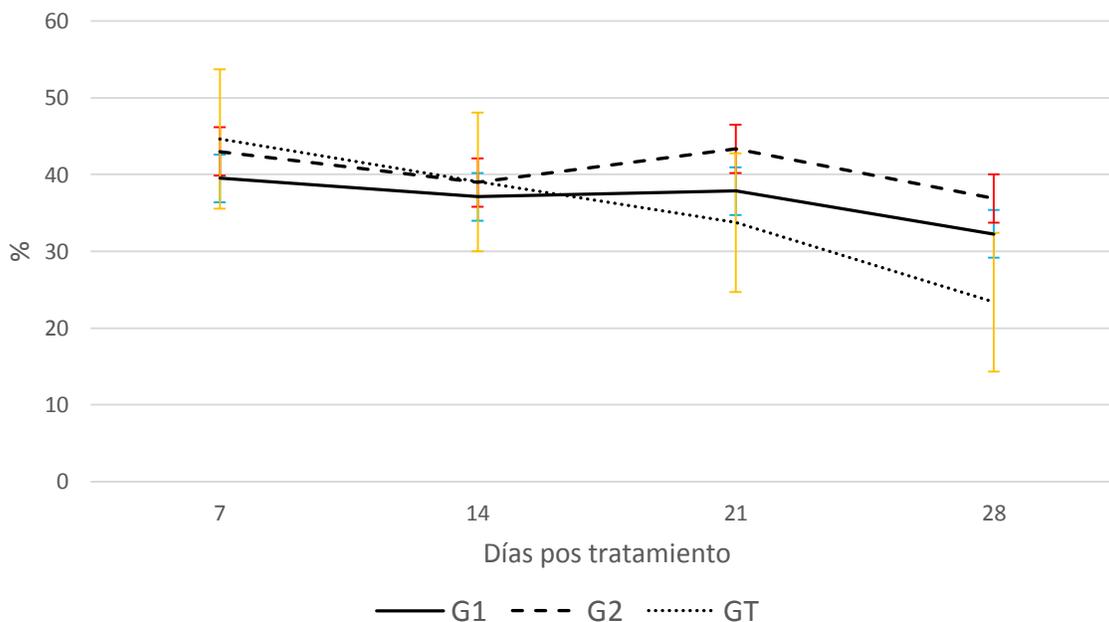
	Días postratamiento				
	0	7	14	21	28
G1	1.8	1.9	1.5	1.8	1.8
G2	2.0	1.8	1.6	1.8	1.8
GT	2.0	1.7	2.2	1.5	1.7

G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol;
GT: Testigo, sin tratamiento.

Volumen del paquete celular.

Los tres grupos de ovinos tuvieron una tendencia decreciente en el porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) a través de las evaluaciones (fig. 4). Iniciaron con un porcentaje promedio del VPC de 48.9% para el G1, 49% en el G2 y el GT tuvo 44.6%. Hacia el día 28 postratamiento, todos los grupos tuvieron pérdidas en ese parámetro, siendo más notoria en el GT con 21.2 puntos porcentuales, en los G1 y G2 la disminución fue de 16.6 y 12.1 puntos porcentuales, respectivamente.

Figura 4. Volumen del paquete celular (%) en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus* tratados con una solución de taninos condensados y levamisol.



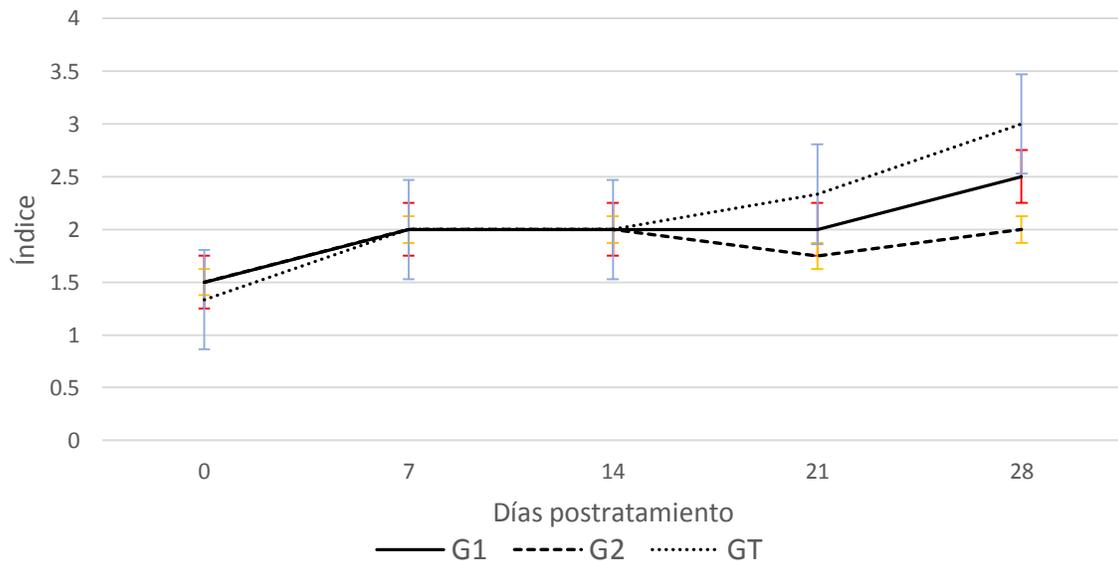
G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol;
GT: Testigo, sin tratamiento.

En el último muestreo (día 28), existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) del porcentaje del PVC entre los grupos G1 (32.2%) y G2 (36.9%) en relación al GT (23.4%).

Índice del sistema FAMACHA.

Al inicio del trabajo los tres grupos experimentales tenían un índice FAMACHA promedio de 1.5, después el índice fue similar en todos (índice 2.0), manteniéndose así durante el muestreo de los días 7 y 14. Alrededor del día 21, las diferencias numéricas encontradas, en los tres grupos fueron estadísticamente similares ($p > 0.05$) en todos los muestreos. No obstante, hacia el final, las cifras variaron, haciéndose más notorio en el día 28 donde el GT alcanzó un índice de 3.0, mientras que los del grupo G1 y G2 con 2.5 y 2.0, respectivamente (fig. 5). Las diferencias numéricas encontradas al final, muestran que existe una diferencia estadística entre el G2 con G1 y GT ($p > 0.05$).

Figura 5. Índice del sistema FAMACHA en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus* tratados con una solución acuosa de taninos condensados y levamisol.



G1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G2: Tratamiento con levamisol;
GT: Testigo, sin tratamiento.

Discusión.

La administración de una solución acuosa de taninos condensados (SATC) por cinco días, la cual se inició al día siguiente de la infección experimental con 5,000 L3 de *Haemonchus contortus* en ovinos, tuvo un efecto favorable sobre la cantidad de adultos del nematodo recuperados en el abomaso, como antecedente a ese efecto, Hoste (2012) citando los estudios de Paolini y col. (2003) y Brunet y col. (2008) en los que mencionan que cuando el forraje rico en taninos se consume concomitantemente a la infección de los animales experimentales con larvas de la tercera etapa (L3), la tasa de establecimiento de estas etapas infecciosas disminuye significativamente, con una menor afectación en el hospedador.

Es conocido que el consumo de plantas ricas en taninos afecta la biología de los parásitos y, en consecuencia, modula la epidemiología de la infección por nematodos gastroentéricos a través de algunos procesos farmacológicos conocidos como un efecto directo de los polifenoles contra los nematodos. Esta hipótesis “directa” está respaldada por resultados obtenidos de la mayoría de los estudios *in vitro* que tienden a determinar los efectos farmacológicos de dichos polifenoles. En menor medida, algunos estudios experimentales *in vivo* a corto plazo también han aportado pruebas de los efectos de estos metabolitos secundarios presentes en las plantas (Athanasidou y col., 2001; Athanasidou y col., 2005; Brunet y col., 2008).

Un valor importante del presente trabajo es haber administrado cantidades conocidas y estandarizadas de taninos condensados en forma polvo de quebracho colorado (*Schinopsis balansae / lorentzii*). Existen evidencias que hay factores cuantitativos en la variación de las propiedades antihelmínticas encontradas entre plantas, la cual se ha relacionado con las concentraciones de metabolitos secundarios de estas. La relación dosis-dependiente entre la eficacia antihelmíntica y la concentración de extractos de plantas y/o metabolitos secundarios presentes en ellas (taninos o flavonoides) se ha confirmado ampliamente *in vitro* (Molan y col., 2003; Paolini y col., 2004; Barrau y col., 2005). Además, Min y Hart (2003), en un metanálisis basado en una revisión de literatura con datos obtenidos en ovinos que recibieron forrajes de leguminosas o quebracho, reportan la ocurrencia *in vivo* de dicha relación dosis-dependiente. Estudios experimentales como el de Athanasidou y col. (2001) lo confirmaron en ovejas que recibieron un gradiente mayor de quebracho.

La diversidad de métodos utilizados para medir los taninos administrados en el alimento hace que las comparaciones entre estudios sean difíciles, sin embargo, algunos resultados sugieren que se requiere una concentración de 3 a 5% de

taninos condensados extraíbles, para obtener los efectos antihelmínticos (Athanasiadou y col., 2001; Min y Hart, 2003).

El tratamiento con la SATC tuvo una eficacia similar al levamisol, un antihelmíntico químico muy utilizado contra nematodos gastroentéricos de ovinos (Cuéllar, 2008). Ninguno de los dos compuestos antiparasitarios (SATC y levamisol) tuvo efecto favorable sobre el cambio de peso y la condición corporal, estos parámetros se alteran desfavorablemente ante una infección con *H. contortus* (Kimberling, 1988; Urquhart y col., 2001). Una posible explicación de este hecho es el corto periodo de evaluación posterior a la infección experimental y al inicio de la excreción de huevos que sólo afectó los aspectos sanguíneos (VPC y el índice del sistema FAMACHA).

En el grupo no tratado, el porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) presentó una caída severa a los 28 días de iniciado el experimento, los valores normales de ese parámetro oscilan entre el 27 y 45% (Kramer, 2000), esa disminución coincidió con una alta eliminación de huevos en los corderos, indicativo del establecimiento de la infección por *H. contortus*, quien por sus hábitos hematófagos, impacta sobre el valor del VPC, cantidad de glóbulos rojos y los valores de hemoglobina, esto como consecuencia de la pérdida de sangre por las lesiones en la mucosa abomasal y a una insuficiencia en la hematopoyesis, disminución en el apetito, carencia de hierro y alteración en la absorción intestinal de nutrientes (Fox, 1997; Urquhart y col., 2001; Fiaz y col., 2009).

Respecto al grupo tratado con levamisol, la diferencia del índice del sistema FAMACHA coincide con lo reportado por Malan y col. en 1992 y Cervantes (2005), quienes observaron una correlación entre la coloración de la conjuntiva ocular, el valor del VPC y la incidencia de *H. contortus*.

Una diferencia importante entre los efectos de los fármacos antihelmínticos químicos y los “nutracéuticos” se relaciona con el hecho de que la administración a corto plazo de un antihelmíntico sintético tiene como objetivo romper el ciclo de vida del nematodo al eliminar casi el 100% de la población de gusanos dentro del hospedador. En contraste, para lograr niveles significativos de eficiencia, la distribución de forrajes ricos en taninos normalmente se planifica para unos pocos días, con el objetivo primario de prevenir infecciones graves. Al alterar varios procesos biológicos clave, los efectos de los metabolitos secundarios activos presentes en las plantas contribuyen a ralentizar la dinámica y disminuir la tasa de infección a niveles que permiten una productividad y un bienestar animal aceptables (Ketzis y col., 2006).

En general, se ha sugerido que los taninos condensados y algunos otros polifenoles en los forrajes de leguminosas, así como en una amplia variedad de plantas en investigación, pueden perturbar la fase temprana de invasión del hospedador y, por lo tanto, disminuir el éxito de la infección (Bahuaud y col., 2006).

Los taninos también pueden afectar indirectamente la biología de los nematodos al mejorar la respuesta inmune del hospedador (Kahn y Díaz-Hernández, 2000). Debido a su capacidad para unirse a las proteínas, los taninos reducen su degradación ruminal. En consecuencia, la presencia de taninos en la alimentación favorece un aumento del flujo de proteínas derivadas hacia el abomaso. En este órgano, se supone que los complejos de taninos y proteínas se disocian de las proteínas por el efecto de un entorno de pH bajo. Así, una mayor cantidad de aminoácidos y péptidos llegan al intestino delgado y se absorben. Porque se sabe que la mayoría de los aumentos en la disponibilidad de proteínas metabolizables de la dieta mejoran la respuesta de la mucosa del huésped a los nematodos (Coop y Kyriazakis, 1999); esta hipótesis "indirecta" se ha presentado para explicar el efecto antihelmíntico de los forrajes ricos en taninos.

Existen datos obtenidos por Hertzberg y col. (2002) sobre el método de acción de los polifenoles contra los nematodos que se refieren a cambios en las larvas infectantes (L3), responsables de la etapa temprana y establecimiento de la infección en el hospedador.

Conclusiones

Se observó un efecto de la solución acuosa de taninos condensados (SATC) en la cantidad de nematodos adultos de *Haemonchus contortus* encontrados en el abomaso, lo cual sugiere que influyó sobre el establecimiento de la L3 después de la inoculación.

El grupo de corderos tratado con levamisol expresó una eliminación de huevos baja y la presencia de fases adultas de *H. contortus* fue menor a los otros dos grupos.

Los valores del volumen del paquete celular e índice FAMACHA evidenciaron que la infección si tuvo un efecto en el grupo testigo con tendencia a la anemia por la acción hematófaga de los nematodos, a diferencia de los grupos que recibieron tratamiento.

La dinámica de eliminación de huevos, ganancia diaria de peso y coloración de la mucosa conjuntival (FAMACHA), no presentó diferencias entre los grupos al validarse estadísticamente.

El uso de SATC puede ser una herramienta en las unidades de producción pecuarias al ser una opción de control natural contra *H. contortus*, y utilizarse como una vía para la producción orgánica.

Es necesario seguir generando investigación científica para aislar los principios activos, validar dosis terapéuticas, así como la acción y efectos adversos de los compuestos de las plantas sobre los animales.

Bibliografía.

Alba, H.F., 2007. Parasitología veterinaria: Manual de Laboratorio, Universidad Nacional Autónoma de México.

Alonso, M.A.; Torres, J.F.; Sandoval, C.A.; Hoste, H.; Aguilar, A.J.; Capetillo, C.M., 2009. Sheep preference for different tanniferous tree fodders and its relationship with *in vitro* gas production and digestibility. Anim. Feed Sci. Tech. 151 (1-2):75-85.

Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., 2010. Tannins in tanniferous tree fodders fed to small ruminants: a friendly foe? Small Rumin. Res. 89, 164–173.

Andlauer, W., Furst, P., 2002. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. Food Res. Int. 35, 171–176.

Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L., 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. Vet. Parasitol. 99, 205–219.

Athanasiadou, S., Tzamaloukas, O., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L., 2005. Testing for direct anthelmintic effects of bioactive forages against *Trichostrongylus colubriformis* in grazing sheep. Vet. Parasitol. 127, 233–243.

Barrau, E., Fabre, N., Fouraste, I., Hoste, H., 2005. Effect of bioactive compounds from sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) on the in vitro larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. Parasitology 131, 531–538.

Bahuaud, D., Martinez-Ortiz-de-Montellano, C., Chauveau, S., Prevot, F., Torres-Acosta, J.F.J., Fouraste, I., Hoste, H., 2006. Effects of four tanniferous plant extracts on the in vitro exsheathment of third-stage larvae of parasitic nematodes. Parasitology 132, 545–554.

Blood, D.C., Radostits, O.M., Henderson, J.A., Arundel, J.H., Gay, C.C., 1986. Medicina veterinaria. Séptima edición. Nueva Editorial Interamericana, México.

Brunet, S., Martinez-Ortiz-De-Montellano, C., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Capetillo-Leal, C.M., Hoste, H., 2008. Effect of the consumption of *Lysiloma latisiliquum* on the larval establishment of parasitic nematodes in goats. Vet. Parasitol. 157, 81–88.

Brunet, S., Fourquaux, I., Hoste, H., 2011. Ultrastructural changes in the infective larvae of parasitic nematodes of ruminants treated with a sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) extract. Parasit. Int. 60, 419–424.

Carballo, M. 1987. Cestodosis. En: Enfermedades de los lanares. Editado por: Bonino J., Durán del Campo, M.A. y Mari, J.J. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.

Cervantes, R.M.T., 2005. Detección de resistencia a antihelmínticos en ovinos infectados naturalmente con nematodos gastroentéricos y el uso del sistema FAMACHA como método alternativo de control, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Coop, R.L., Christie, M.G., 1988. Gastroenteritis parasitaria. En: Enfermedades de la oveja. Edit. Por Martin W.B. Ed. Acribia, España.

Coop, R.L., Kyriazakis, I.K., 1999. Nutrition–parasite interactions. *Vet. Parasitol.* 84, 187–204.

Cuéllar, O.J.A., 1992. Epidemiología de las helmintiasis del aparato digestivo y respiratorio en Ovinos y Caprinos. Memorias: Curso Principios de la helminotlogía veterinaria en rumiantes y cerdos. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán.

Cuéllar, O.J.A., 2002. La resistencia a los antihelmínticos un problema emergente. Memorias X Reunión del CONASA, México, D.F.

Cuéllar, O.J.A., 2007. Control no farmacológico de parásitos en Ovinos: Nematodos gastroentéricos. Memorias del Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina.

Cuéllar, O.J.A., 2008. Uso eficaz de los tratamientos antihelmínticos en ovinos. Memorias del Primer Foro Nacional de Ovinos de Pelo, AMTEO. Guadalajara, Jalisco, México.

Cuéllar, O.J.A., 2010. Nuevas opciones para el control de parásitos en la ovinocultura tropical. Memorias del 1er Congreso de Ovinocultura, Palenque, Chiapas.

Cuenca, V.C, Cuenca V.N.M., 2005. Comparación de la cantidad, tamaño y prolificidad de fases adultas de *Haemonchus contortus* en una infección experimental en ovinos Columbia y Blackbelly. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Dunn, A.M., 1983. *Helminología Veterinaria. El Manual Moderno*, México.

Fiaz, M., Maqbool, A., Sarwar, M., Ahmad, N., Akram, M., 2009. Epidemiology of haemonchosis in sheep and goats under different managemental conditions. *Veterinary World.* 2(11):413-417

Fox, M., 1997. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Vet Parasitol.* 72: 285-308.

González, S., Villegas, M. 2006. Manual de prácticas de laboratorio. Licenciatura: Químico Farmacobiólogo, Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Hagerman A., Robbins C.H.T., Weerasuriya Y., Wilson T.C. and McArthur C. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of range management* 45 (1) 57-62

Hertzberg, H., Huwyler, U., Kohler, L., Rehbein, S., Wanner, M., 2002. Kinetics of exsheathment of infective ovine and bovine strongylid larvae in vivo and in vitro. *Parasitology* 125, 65–70

Hiepe, Th. 1972. Enfermedades de la oveja. Editorial: Acribia. Zaragoza. España. 250-258.

Hoste H., Jackson F., Athanasiadou S., Thamsborg S.M., Hoskin S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology*, Vol.22 No.6, June. Elsevier.

Hoste, H., Martínez Ortiz De Montellano, C., Manolaraki, F., Brunet, S, Ojeda-Robertos, N., Fourquaux, I., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A. 2012. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Vet. Parasitol.* 186, 18-27.

Kahn, L.P., Díaz-Hernandez, A., 2000. Tannins with anthelmintic properties. In: Brooker, J.D. (Ed.), *Tannins in livestock and human nutrition*. ACIAR Proceedings No. 92 International Workshop. Adelaide, Australia, pp. 140-149.

Kasay, M.I.; Huamán, J.; Guerrero, M. 2013. Estudio cualitativo y cuantitativo de taninos de la *Oenothera rosea L'Hér Ex Aiton*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* Vol. 16 N. 01, 2013. Págs. 13-19.

Kassai, T., 2002. *Helmintología veterinaria*. Primera edición. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 163-168.

Ketzis, J.K., Vercruyssen, J., Stromberg, B.E., Larsen, M., Athanasiadou, S., Houdijk, J.G.M., 2006. Evaluation of efficacy expectations for novel and non-chemical helminth control strategies in ruminants. *Vet. Parasitol.* 139, 321–335.

Kimberling, C.V., DVM, MPH. 1988. *Jensen and Swift's Disease of Sheep*. Editorial: Lea & Febiger, 3th Edition, Philadelphia, U.S.A.

Köler, P. 2001. The biochemical bass of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology*. 31; 336-345.

Kramer, J. W. 2000. "Normal hematology of cattle, sheep and goats," in Schalm's *Veterinary Hematology*, 5th edition, B. F. Feldman, J. G. Zinkl, and N. C. Jain, Eds., pp. 1075–1084, Lippincott Williams & Wilkins, New York, NY, USA.

Malan, F.S., Van Wyk, J.A. 1992. The packed cell volumen and color of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In. Anonymous. *Proceedings of the South Africa Veterinary Association, Biennial National Veterinary Congress, Grahamstown, 7-10 Sept.* 139, FAO.

Malan, F.S., Van Wyk, J.A., Wessels, C.D. 2001. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. *Onderstepoort J. of Vet. Res.* 68:165-174, FAO.

Márquez, L.D., Suárez, L.Á. 2008. El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria* Nro. 16 / julio – diciembre: 87-109.

Martínez, O.M.C. 2010. Mecanismo de acción de las plantas ricas en taninos sobre la población adulta de nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. Tesis en cotutela presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Francia: Université de Toulouse.

Martínez-Vázquez, J.B. 2007. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de *Helicarpus terebinthinaceus*, Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Meana, M.A., Rojo, V.F.A. 1999. *Parasitología Veterinaria: Tricostrogilosis y otras nematodiasis*. Mc Graw-Hill Interamericana, México.

Medina, P., Guevara, F., La O, M., Ojeda, N., Reyes, E. 2014. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*, 37(3), 257-263.

Miller, C.M., Waghorn, T.S., Leathwick, D.M., Candy, P.M., Oliver, A.M.B., Watson, T.G. 2010. The production cost of anthelmintic resistance in lambs. *Vet. Parasitol.* 186 (3-4): 376-381.

Min, B.R., Hart, S.P., 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *J. Anim. Sci.* 81 (2): 102–109.

Molan, A.L., Duncan, A.J., Barry, T.N., McNabb, W.C., 2003. Effect of condensed tannins and crude sesquiterpene lactones extracted from chicory on the motility of larvae of deer lungworms and gastrointestinal nematodes. *Parasitol. Int.* 52, 209–218.

Norma Oficial Mexicana: NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Otero M.J., Hidalgo L.G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). Facultad de Ciencias Veterinarias. Tandil UNICEN, Buenos Aires, Argentina.

Paolini, V. y col. 2003. Effects of sainfoin hay on gastrointestinal infection with nematodes in goats. *Vet. Rec.* 152, 600–601

Paolini, V., Fouraste, I., Hoste, H., 2004. In vitro effects of three woody plant and sainfoin extracts on two parasitic stage of three parasitic nematode species. *Parasitology* 129, 69–77.

Provenza, F.D., Burritt, E.A., Perevolotsky, A., Silanikove, N. 2000. Self-regulation of intake of polyethylene by sheep fed diets varying in tannin concentrations. *Journal Animal Science* 78: 1206-1212.

Quiroz, R.H., 2003. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Limusa. México, D.F.

Robertson H.A, Niezen J.H., Waghorn C.G., Charleston W.A.G., Jinlong N. 1995. The Effect of six herbage's on live weight gain, wool growth and fecal egg count of parasites ewe lambs. *Proceedings of the New Zealand Society of animal production.* 55:199-201.

Russel, A.J.F., Doney, J.M., Gunn, R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72:451-454.

Shahidi, F., Naczk, M. 1995. Methods of analysis and quantification of phenolic compounds. Chap. 9 Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Technomic publishing Co. Inc. Lancaster, PA, USA and Basel. 281-320.

Soulsby, E.J.L. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Séptima edición. Ed. Interamericana, México.

Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L., 2016. Veterinary parasitology. Cuarta edición. Wiley Blackwell, Chichester, West Sussex, UK.

Torres, A.J.F. 2001. Diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en pequeños rumiantes. Memorias del Curso: Ovinotecnia. Pachuca, Hidalgo. México.

Unitán S.A.I.C.A., 2018. Consulta en internet:
<http://www.unitan.net/quebracho.php>

Urquhart, G., Armour, J., Duncan J., Dunn, A., Jennings, F. 2001. Parasitología Veterinaria. Primera Edición, Editorial: Acribia. Zaragoza, España.

Van Wyk, J.A., Bath, G.F., Malan, F.S. 1998. The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa. FAO.

Waghorn, G. 2007. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges. Animal Feed Science and Technology. En prensa. 24 p.

Waller, P.J., Thamsborg, S.M., 2004. Nematode control in “green” ruminant production systems. Trends Parasitol. 20, 493–497.