



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Evaluación de una solución acuosa de taninos condensados
contra las fases adultas de *Haemonchus contortus* en ovinos con
una infección controlada.**

TESIS

Que para obtener el título de:
Médica Veterinaria Zootecnista

Presenta:

Fernanda Torres Ruiz

Asesor: Mtro. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2025



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.

Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Justificación.....	14
Objetivos.....	15
Material y métodos.....	16
Resultados.....	24
Discusión.....	30
Conclusiones.....	34
Bibliografía.....	35

Resumen.

El presente trabajo tuvo como propósito evaluar una solución acuosa de taninos condensados (SATC) contra las fases adultas de *Haemonchus contortus* en ovinos mediante una infección controlada. El estudio experimental se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Agropecuaria y en el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la FES Cuautitlán UNAM. Se utilizaron 11 ovinos, tanto hembras como machos, con una edad entre 10 y 11 meses, se constató que estuvieran libres de parásitos, se ubicaron tres grupos, el primero (G-1) con cuatro corderos con 23.4 kg de peso corporal promedio (PCP) recibieron la SATC (22.1 g/animal por vía oral entre los 36 y 40 días posinoculación), el segundo (G-2) con cuatro animales de 25.4 kg de PCP fue tratado con levamisol (7.5 mg/kg peso corporal por vía subcutánea en el día 36 posinoculación) y el tercer grupo (G-3) con tres corderos de 22.2 kg de PCP no recibió tratamiento por lo que fungió como testigo (GT). Los tres grupos de ovinos fueron inoculados mediante sondeo esofágico-ruminal con aproximadamente 5,000 larvas de tercer estadio de *H. contortus*. Se realizaron evaluaciones semanales para conocer la excreción de huevos en las heces, el volumen del paquete celular (VPC), los cambios de peso y condición corporal y los índices del sistema FAMACHA. Después de la administración de la solución SATC, en el G-1 no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto a eliminación de huevos, el VPC, la dinámica del peso corporal y la escala de la condición corporal, con relación a los animales del grupo testigo, los índices del sistema FAMACHA fueron similares en los tres grupos, sin embargo, se observó una reducción del 41.4% de fases adultas de *H. contortus*. Por su parte, en los animales del G-2, se presentó una reducción en la excreción de huevos y mejores parámetros sanguíneos, de peso y condición corporal, en ellos no se encontraron fases adultas de *H. contortus* después de su aplicación. Es necesario establecer el momento adecuado para la administración de la SATC, la dosis más eficaz para la reducción de parásitos y con esto, lograr una mejora en el estado de salud de los animales y contar con productos pecuarios orgánicos, libres de fármacos, sustentables y amigables con el ambiente.

Introducción.

La producción pecuaria en México se orienta principalmente a la producción de leche, carne y lana, en 2022 se reportó un consumo de carne total de 9,841,453 de toneladas (Comecarne, 2023), sin embargo, solo fue de 67,200 toneladas la de carne ovina (Statista, 2022). La ovinocultura múltiples beneficios al aprovechar sus productos, por ejemplo, la carne provee de proteína de alta calidad que puede cubrir los requerimientos proteicos y de hierro para los niños, la leche se puede usar para la elaboración de queso u otros productos como el yogurt, y la lana para su transformación en la industria textil, a su vez, es considerada como una actividad secundaria a la agricultura y muy popular en el centro del país (Estado de México, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo), en esta región está enfocada hacia la producción de carne, ingrediente principal para la elaboración de la barbacoa (Partida, 2013; Mejía, 2014).

La distribución de los ovinos en el territorio mexicano es muy amplia y existen diferentes sistemas productivos, que se han clasificado como: intensivo, semiintensivo y extensivo (Partida, 2013). En el sistema intensivo se utiliza principalmente alimento concentrado para la alimentación de los animales de manera enfocada en cada etapa en particular, además se mantienen en una estabulación total desde el momento de su nacimiento hasta antes del sacrificio, (Haenlein, 2001). Existe mayor control en la reproducción del rebaño con estrategias de manejo como épocas de empadre, bien definidas (Barros *et al.*, 2012). En general son eficientes y con rendimientos altos, permiten retornos que cubren las inversiones en manejo tecnificado, además, tienen una tendencia a incluir la transformación y comercialización directa de productos para lograr mayor valor agregado y margen en la comercialización (Iñiguez *et al.*, 2013). En el sistema semiintensivo, hay un pastoreo en el día, durante un tiempo establecido, pueden existir elementos arbóreos o arbustivos que promueven el ramoneo, además hay supervisión durante el tiempo de pastoreo y pueden existir delimitaciones de las áreas destinadas para este fin, la vegetación puede ser natural o introducida y por

la tarde o noche los animales regresan a sus corrales, para que se les ofrezca alimento balanceado o forraje de alta calidad como suplemento (Peacock y Sherman, 2010).

En los sistemas extensivos frecuentemente se practica el pastoreo, especialmente en las unidades de producción donde hay procedimientos de crianza de manera tradicional (traspatio), existen variaciones en las condiciones ambientales de temperatura y humedad que favorecen la presencia continua de problemas sanitarios, entre ellos, las parasitosis. Eso ocasiona importantes efectos sobre la salud animal y la disminución en la cantidad y calidad de los productos pecuarios (Ramírez *et al.*, 2017).

Los ovinos, animales naturalmente herbívoros, se alimentan mediante el pastoreo, consumiendo diversos vegetales durante esta actividad, el control de este en sus inicios depende del vínculo entre los animales y el pastor, quien decide la duración y el lugar donde realizarlo, a su vez la eficiencia de la conversión del alimento que es consumido está estrechamente relacionada con el valor nutricional del pasto y las condiciones sanitarias, factores ambientales, climáticos y calidad del suelo (Oliva, 2013).

Los sistemas de producción ovina que utilizan principalmente el pastoreo como método de alimentación, tienen ciertas limitantes de tipo sanitarias, como las parasitosis gastrointestinales, teniendo como principales agentes a los helmintos (trematodos, cestodos y nematodos) (González *et al.*, 2011). 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 los antiparasitarios, cuya utilización excesiva ha generado la selección de parásitos con resistencia a esos fármacos, en los sistemas donde la alimentación se conforma de especies forrajeras, es posible reducir el uso de antihelmínticos y limitar las pérdidas producidas por las parasitosis gastrointestinales (Otero e Hidalgo, 2004).

Las enfermedades parasitarias representan uno de los principales problemas que se presentan en los sistemas de producción de ovinos en pastoreo, principalmente afectan a los animales jóvenes en quienes se presenta una alteración en la nutrición, pérdida de peso y retraso en el crecimiento (González *et al.*, 2011), los animales están débiles y tienen una mayor susceptibilidad a enfermedades secundarias que en casos extremos propician hasta la muerte (Suárez *et al.*, 2002).

Particularmente los nematodos constituyen el grupo más numeroso de parásitos en los animales domésticos y los humano, su cuerpo es cilíndrico no segmentado con un tracto intestinal completo y una cavidad corporal donde se localizan los órganos reproductivos y digestivos. Están cubiertos por una cutícula resistente a la digestión intestinal (Meana y Rojo, 1999). En el tracto digestivo de los rumiantes habitan los nematodos gastrointestinales (NGI), son considerados como parásitos de gran importancia en la industria ganadera principalmente en sistemas de producción en pastoreo, tanto de climas tropicales como templados. Los principales géneros de NGI de los pequeños rumiantes en México son: *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Cooperia*, *Strongyloides*, *Bunostomum*, *Trichuris*, *Oesophagostomum* y *Chabertia* (Reyes *et al.*, 2021).

El NGI de mayor virulencia e impacto en la producción ovina de México es *Haemonchus contortus*. Su morfología es muy característica, las hembras miden de 25 a 34 mm de longitud y los machos de 19 a 22 mm, por sus hábitos hematófagos, el intestino tiene un color rojo y dado que su aparato genital es de color blanco y se entrelazan, por lo que adquiere una apariencia de *palo de barbería*. Su parte anterior se caracteriza por poseer papilas cervicales prominentes y espiniformes, también tienen una pequeña cavidad bucal que contiene una lanceta dorsal (fig. 1) con la que erosiona la mucosa gástrica (Lapage, 1981; Meana y Rojo, 1999). La vulva de la hembra está cubierta por un proceso lingüiforme (solapa o labio vulvar) muy característica (fig. 2). Los machos tienen una bolsa copulatriz, un lóbulo dorsal asimétrico y está desviado hacia el lóbulo lateral izquierdo siendo sustentado por un

radio dorsal en forma de Y (fig. 3), sus espículas llevan una pequeña lengüeta cerca del extremo, son órganos quitinosos que se insertan en la abertura genital de la hembra durante la cópula (Soulsby, 1998; Urquhart *et al.*, 2001).

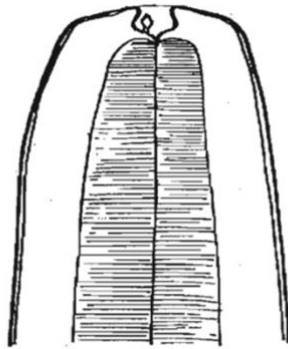


Figura 1. Parte anterior de *Haemonchus contortus* (Tomado de Soulsby, 1998).

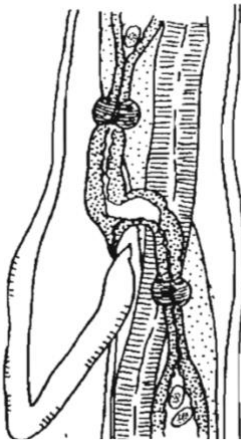


Figura 2. Labio vulvar de hembra *Haemonchus contortus* (Tomado de Soulsby, 1998).

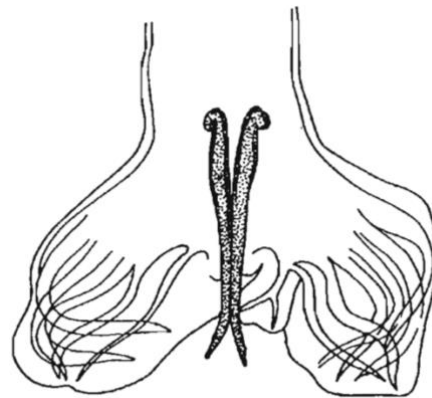


Figura 3. Bolsa copulatriz y espículas de macho *Haemonchus contortus* (Tomado de Soulsby, 1998).

H. contortus tiene un ciclo de vida directo. Las fases adultas residen y se aparean en la mucosa abomasal del hospedador, después las hembras producen huevos que se excretan en las heces (Bucheli *et al.*, 2015). En el exterior, se forma

un embrión dentro del huevo, posteriormente se desarrolla la larva de primer estadio (L1), sale del huevo y muda para convertirse en larvas de segundo estadio (L2) en un promedio de dos días, para luego mudar nuevamente (sin perder la cutícula) y convertirse en larva de tercer estadio (L3), esto tarda unos cuatro días en promedio (Santos, 2024). Este desarrollo ocurre más rápidamente en condiciones cálidas y húmedas.

En la pradera, la L3 migra a la punta de los pastos para ser ingerida por el rumiante cuando pastorea, en el rumen pierde la cutícula retenida, viaja al abomaso introduciéndose en la submucosa, ahí se desarrolla hasta el cuarto estadio larvario (L4) que ya es hematófaga, luego en quinto estadio (L5) o preadulto y por último se forma el adulto en dos o tres semanas (Meana y Rojo, 1999).

Una hembra adulta puede producir hasta 10,000 huevos por día y un solo animal puede albergar miles de gusanos. Esta fecundidad extremadamente alta, en condiciones propicias para el hospedador y el ambiente, puede dar lugar a una gran contaminación y la aparición de brotes devastadores. Es importante mencionar que la L4 puede detener su desarrollo dentro del hospedador (hipobiosis) que le permite sobrevivir a las condiciones adversas como sequías prolongadas o inviernos fríos (Laing, 2013).

H. contortus ocasiona la hemoncosis, que por su localización en la mucosa abomasal y ser hematófago, ocasiona problemas de diversa naturaleza, puede cursar sin signos de enfermedad (presentación subclínica) o provocar disminución de peso y condición corporal, anorexia, signos de anemia como mucosas pálidas y debilidad, edema en las regiones bajas del cuerpo y debajo de la mandíbula, mayor susceptibilidad a otras enfermedades y la muerte en animales jóvenes (Rojas *et al.*, 2012; Reyes *et al.*, 2021).

El diagnóstico de laboratorio se realiza mediante el análisis coproparasitológico de las muestras de materia fecal colectadas del recto de los

animales en las que se detectan los huevos que son eliminados por los parásitos, esto puede hacerse en forma cuantitativa (técnica de McMaster) y cualitativa (cultivo larvario), este último permite el estudio de las características morfológicas de las L3 para poder detectar el género de NGI existente en la unidad de producción. Se sugiere realizar estudios hematológicos (valor de hematocrito) para conocer el estado general del animal y evaluar el efecto parasitario, ya que hay ocasiones en que el animal puede tener un buen estado corporal, pero con una anemia subclínica muy marcada, causada por géneros de NGI hematófagos. Sin embargo, lo más confiable es realizar la necropsia de un caso clínico representativo del rebaño e identificar a los parásitos adultos (Meana y Rojo, 1999).

Para contrarrestar el efecto de *H. contortus* y otros NGI se contemplan un conjunto de acciones que combinen los tratamientos antihelmínticos estratégicos con prácticas de control que limiten los riesgos de la infección. Entre los principales grupos de antihelmínticos que existen en el mercado utilizados en el tratamiento están los probencimidazoles (netobimín, tiofanato, febantel), bencimidazoles (albendazol, fenbendazol, oxfendazol), imidazotiazol (levamisol), nitrofenol (nitroxinil), salicilanilida (closantel) y las lactonas macrocíclicas (ivermectina, moxidectina, doramectina, abamectina, selamectina) (Muchiut *et al.*, 2013).

El uso continuo e indiscriminado de los antiparasitarios y la falta de adecuadas medidas de manejo han contribuido a escala mundial a graves problemas de resistencia de los parásitos a los medicamentos (Vázquez *et al.*, 2006). La resistencia a los antihelmínticos (RA) se define como el aumento significativo de los individuos de una población parásita, capaz de tolerar niveles de droga en dosis letal para la mayoría de los individuos de la misma especie. Es el resultado de la selección activa hecha por los propios antihelmínticos, de los genes que regulan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de evadir el efecto letal de estos fármacos (Cuéllar, 2007). La RA representa un desafío a la sustentabilidad de la producción de ovinos en México (Medina *et al.*, 2014). En Uruguay, encuestas nacionales han revelado que la resistencia al benzimidazol (BZ), levamisol (LEV) e

ivermectina (IVM) estaba presente en el 80%, 71% y 1,2% respectivamente de las granjas ovinas estudiadas (n = 252) (Mederos *et al.*, 2014). En México existen reportes desde 1990 donde muestran que *Haemonchus* ha generado resistencia a benzimidazoles teniendo eficacias de tan solo el 50% (Figueroa *et al.*, 2000). El primer informe en el país de resistencia de ese nematodo a las lactonas macrocíclicas es de 2008 en ganado bovino, se indicó que el 60% de los casos evaluados mostraron resistencia (Encalada *et al.*, 2008).

Nari (2001) ha mencionado algunos factores que favorecen el problema de RA:

- El mal manejo de los productores al no pesar a los animales antes de desparasitarlos, solo dosifican de acuerdo con el peso promedio del lote de animales calculado por ellos, esto puede provocar una subdosificación a los animales que están arriba del peso promedio calculado, esto es por la falta de capacitación a los ganaderos y empleados.
- Esta fuera de control la frecuencia del uso de desparasitantes para el control de *H. contortus* realizada por el productor o por el técnico, sobre todo en unidades de producción de climas tropicales. Es común que autoridades sanitarias e incluso investigadores sugieren en sus programas de extensionismo que los pequeños rumiantes deben ser desparasitados con frecuencia mensual o bimestralmente.
- El uso de desparasitantes con reducida eficacia también ha sido una de las causas para la presencia de la RA.
- La crianza conjunta de ovinos y caprinos es un gran problema. Los caprinos en particular requieren una cantidad mayor de antihelmíntico que los ovinos pues la farmacocinética y la farmacodinamia de la mayoría de los antihelmínticos es diferente a las cabras.
- Las cepas de parásitos con RA que producen una gran cantidad de huevos (5,000 y 10,000 huevos al día), *H. contortus*, puede predominar sobre las cepas de NGI susceptibles.

La RA es un problema que tiene una gran repercusión económica, el género *Haemonchus* tiene una gran capacidad de generarla debido a un cambio en la frecuencia de genes la cual se produce por la selección de una droga administrada, ya que la dosis mínima recomendada para destruir un porcentaje determinado de la población, por ejemplo el 95%, deja de ser eficaz (Rojas, 2008), esa RA trae como consecuencia bajas utilidades al productor y favorece el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (Cuéllar, 2007).

La RA a medicamentos de amplio espectro es un problema generalizado en los parásitos del ganado doméstico. Como consecuencia, hay una necesidad urgente de comprender los mecanismos subyacentes a la RA y diseñar opciones para evitar o contrarrestar la presencia de parásitos resistentes (Medina *et al.*, 2014). Recientemente se ha acuñado el término control integrado de parásitos (CIP), particularmente cuando existe RA y se pretende controlar. Para el CIP se requiere de componentes importantes, como la disponibilidad de técnicas para el diagnóstico de RA, una verificación de la calidad de antihelmínticos, el conocimiento de la epidemiología parasitaria local y el cambio en la mentalidad al utilizar métodos menos dependientes de los antihelmínticos (Nari, 2001).

Las estrategias para el CIP de acuerdo con la FAO (2003) se enfocan a evitar o retrasar la resistencia a antihelmínticos. Algunas de ellas son:

- El manejo del pastoreo.
- Desparasitación selectiva a través del sistema FAMACHA.
- La vacunación contra NGL.
- La suplementación alimenticia.
- Control biológico, mediante el uso de depredadores naturales (bacterias, hongos o gusanos caníbales) de las larvas exógenas de los NGL.
- Uso de partículas o agujas de cobre.
- El empleo de animales resistentes.

- Herbolaria, particularmente plantas con metabolitos secundarios con actividad antihelmíntica.

El uso de plantas con actividad antiparasitaria ha tomado gran importancia en los últimos años, se han evaluado diversos vegetales que poseen taninos condensados (TC) y afortunadamente se han encontrado resultados favorables.

Los TC son un grupo muy heterogéneo de compuestos fenólicos con un alto peso molecular, solubles en agua y sintetizados durante el metabolismo secundario de las plantas y se producen como un mecanismo de defensa ante agentes agresores (Waghorn, 2008; Luciano *et al.*, 2009), están presentes en una gran variedad de especies forrajeras consumidas por los rumiantes. Se dividen en dos grandes grupos según su estructura química: condensados e hidrolizables (Buccioni *et al.*, 2011). La heterogeneidad química y estructural de estos compuestos puede explicar las diferencias en su habilidad para unirse a otras moléculas y, por lo tanto, en su efecto sobre su uso en la dieta de los rumiantes (Frutos *et al.*, 2004). Los TC tienen una gran capacidad para interaccionar con proteínas y otros elementos del tracto digestivo de los rumiantes (Mueller-Harvey, 2006), en relación eso, todos los TC, dependiendo de su concentración, composición química y peso molecular comparten la propiedad de formar complejos con las proteínas de la dieta, lo que reduce su degradación en el rumen e incrementa el flujo de proteína de sobrepaso (*by-pass*) (Patra y Saxena, 2010). Gracias a eso existe una mayor disponibilidad de aminoácidos absorbibles en el intestino delgado, observándose una mejora en los índices productivos en los animales; por ejemplo, hay incremento en la ganancia de peso vivo y la producción de lana; también un incremento de la eficacia reproductiva, mayor rendimiento de leche y tendencia a mejorar el contenido proteico de la leche. Otros de los beneficios asociados a su empleo son propiedades para mejorar el estatus sanitario de los animales y favorecer una reducción de gases con efecto invernadero (Jenko, 2018).

La concentración de los TC en los forrajes es muy variable, pudiendo representar entre el 0.01 a 10% de la materia seca (MS). Se ha visto que con un rango de concentración de 2 a 4% de la MS, producen cambios a nivel nutricional productivo y sanitario en los animales que los consumen. Está demostrado que los TC tienen la propiedad de poseer una aceptable actividad antihelmíntica que resulta positiva para su uso en la producción animal (Márquez y Suárez, 2008). En ese sentido, se ha encontrado una respuesta favorable en los TC presentes en plantas, por ejemplo, los extractos de quebracho por su capacidad de contrarrestar los efectos de los parásitos gastrointestinales en los animales. Por lo tanto, es importante la incorporación de especies forrajeras con una adecuada concentración de TC para disminuir las pérdidas productivas originadas por las parasitosis y reducir el uso de antihelmínticos en los diversos sistemas de producción animal (Otero e Hidalgo, 2004).

Existen diferentes factores que influyen en la cantidad y clase de TC que una planta puede sintetizar y tener; entre ellos está la genética y especie de la planta, las condiciones climáticas como la temperatura, la fertilidad del suelo, el estado de desarrollo, el cultivo, el corte y el estado de crecimiento de la planta determinan la concentración de taninos en las plantas., en diversos estudios se ha demostrado la notable variabilidad de la concentración de TC en la plantas, siendo mayor en forrajes leguminosos templados que en forrajes tropicales (Márquez y Suárez, 2008). La variable concentración de TC da una ventana muy abierta hacia los factores antinutricionales que tienen, como la baja palatabilidad de la dieta en concentraciones superiores por la astringencia que tienen las plantas, la disminución de digestibilidad de nutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas) y la disminución de la eficacia alimentaria y la producción de productos animales (Naumann *et al.*, 2017). Los TC pueden ser benéficos, pero también contraproducentes ya que pueden afectar el crecimiento e inhibir la actividad de los microorganismos ruminales al unirse con lipoproteínas de la membrana, esto ocasiona una reducción en la permeabilidad de la membrana y puede haber una ruptura de esta cuando se consumen en altas dosis, es por esto que se necesita

estudiar y llegar a una cantidad de TC adecuada para aprovechar sus beneficios y que realicen un efecto antihelmíntico contra *H. contortus* (Fonseca *et al.*, 2023).

Justificación.

Para contrarrestar los efectos negativos de los NGI, se han utilizado los antihelmínticos amplia e indiscriminadamente para lograr un buen estado de salud de los animales, pero desafortunadamente por el uso excesivo y continuo, la aplicación de dosis menores a las terapéuticamente recomendadas de uno o más antihelmínticos, aunado a los tratamientos cuando los parásitos tienen refugios pequeños (sobrepastoreo), se ha desarrollado resistencia hacia estos productos. La RA es un problema que tiene una gran repercusión económica, trae como consecuencia bajas utilidades al productor favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria. En muchos lugares del mundo se han reportado casos de cepas de NGI con RA, siendo actualmente un problema frecuente y grave en el continente americano. En México se han desarrollado investigaciones aisladas para detectar el problema de RA, principalmente en los estados de la costa del Golfo de México, siendo escasas en el altiplano mexicano. Los estudios llevados a cabo en ecosistemas cálidos y húmedos han demostrado una alta frecuencia de rebaños con RA, mientras que en el altiplano y en los climas secos hay una baja frecuencia. La situación de RA en los rebaños ovinos de Tabasco se considera como grave, particularmente cuando está presente *H. contortus*.

A través del CIP, particularmente contra los NGI, se pretende evitar, retrasar o disminuir el problema de RA. Las estrategias contemplan evitar el empleo o el uso racional de los medicamentos antihelmínticos, entre esas opciones, está el uso de plantas que poseen compuestos secundarios con propiedades antiparasitarias, que tiene efectos positivos al mejorar el estado de la salud de los animales y contrarrestar la presencia de enfermedades.

Algunas especies forrajeras contienen TC en su composición y en algunas se ha descrito un efecto antihelmíntico. Su concentración y estructura química es

muy variable y depende del clima, edad y parte de la planta, así como de la cantidad consumida por los animales, lo que obliga a definir la cantidad necesaria para obtener los mejores resultados en cuanto a su efecto antiparasitario.

Objetivos.

General.

Evaluar la eficacia antihelmíntica de una solución acuosa de taninos condensados contra una infección controlada por *Haemonchus contortus* en ovinos.

Particulares.

- Evaluar el efecto de una solución acuosa de taninos condensados aplicada en ovinos sobre la excreción de huevos y recolección de adultos de *H. contortus*.
- Describir los cambios en el volumen del paquete celular, ganancia de peso, condición corporal e índices del sistema FAMACHA en ovinos infectados con *H. contortus* y que recibieron una solución acuosa de taninos condensados.
- Comparar la eficacia antiparasitaria de los taninos condensados y un antihelmíntico convencional (levamisol) contra *H. contortus*.

Material y métodos.

Ubicación.

El presente trabajo se desarrolló en el módulo pecuario de Posgrado del Centro de Enseñanza Agropecuaria y en el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Ubicada en km 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Animales.

Se utilizaron 11 ovinos encastrados de la raza Hampshire con Dorset, tenían una edad entre 10 y 11 meses, hembras y machos. Se mantuvieron en corrales de malla ciclónica con piso de concreto y techo de lámina galvanizada.

La alimentación consistió en alimento balanceado comercial para ovinos con 15% de proteína cruda, alfalfa achicalada y zacate de maíz, en una proporción 20% de alimento comercial, 70% de alfalfa achicalada y 10% de rastrojo de maíz. El alimento se ofreció diariamente en proporción del 4% de materia seca con relación al peso promedio para cada grupo de corderos. El agua se ofreció *ad libitum*.

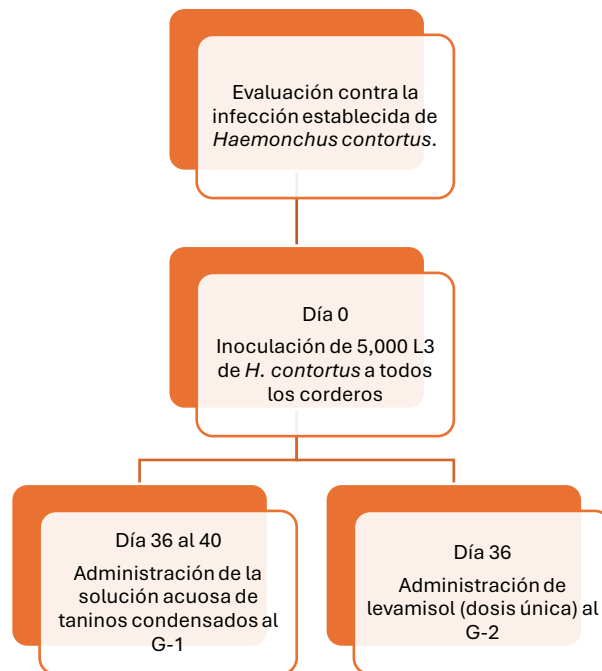
Diseño experimental.

Los once animales se ubicaron aleatoriamente en tres grupos; dos grupos experimentales con cuatro ovinos cada uno y un grupo testigo conformado por tres animales (cuadro 1 y figura 4).

Cuadro 1. Diseño experimental para evaluar el efecto de la administración de taninos condensados en ovinos infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

Grupo	n	Tratamiento	
G-1	4	Taninos condensados	Durante cinco días a partir del día 36 de la inoculación con <i>Haemonchus contortus</i>
G-2	4	Levamisol	En una ocasión el día 36 de la inoculación con <i>Haemonchus contortus</i>
G-T	3	Testigo	No recibió tratamiento

Figura 4. Esquema del diseño experimental para evaluar el efecto de la administración de taninos condensados en ovinos infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.



Después de los tratamientos, se realizaron siete evaluaciones semanales para conocer la eliminación de huevos de *H. contortus* en las heces, el volumen del

paquete celular sanguíneo, los cambios de peso y condición corporal y los índices del sistema FAMACHA.

Inoculación con *Haemonchus contortus* y evaluación parasitológica.

Antes de la inoculación con *H. contortus*, se verificó que los animales estuvieran libres de parásitos. Al inicio del trabajo (día 0) a los once ovinos se les inocularon aproximadamente 5,000 larvas de tercer estadio (L3), fase infectante de nematodo.

Las L3 utilizadas provenían de una cepa monoespecífica de *H. contortus* obtenidas a partir de heces procedentes de ovinos infectados con la cepa aislada y mantenida en la FES Cuautitlán.

Con las heces recolectadas se realizaron cultivos larvarios con la técnica modificada de Corticelli Lai que consiste en colocar una muestra positiva de *H. contortus* en una caja de Petri de 10 cm de diámetro, esta se coloca dentro de otra caja de Petri de 15 cm de diámetro con agua, a la caja grande se le coloca su tapa y se introduce a una estufa para incubar el cultivo a 28° C durante siete días. Las cajas se revisaron diariamente para constatar el nivel del agua y para evitar que la muestra no se deshidrate.

Después de esos siete días se revisó el agua contenida en la caja de Petri con microscopio estereoscópico para verificar la presencia de larvas, homogeneizar y obtener 100 µl de la muestra, esta se observó al microscopio y se cuantificaron las L3 obtenidas. Este procedimiento se realizó tres veces para obtener el promedio de larvas obtenidas en 100 µl, una vez adquirido ese dato se multiplicó por la cantidad de agua total obtenida (Cuenca y Cuenca, 2005). De esta forma se calculó la cantidad de líquido con larvas que se necesitó para elaborar los inóculos individuales con 5,000 L3.

Las L3 de *H. contortus* fueron inoculadas directamente al rumen con el empleo de una sonda esofágica.

Preparación y administración de la solución acuosa de taninos condensados.

Los taninos condensados (TC) se adquirieron ya procesados y originalmente fueron extraídos del árbol quebracho (*Schinopsis balansae/lorentzii*). Se comercializan para la alimentación del ganado bajo el nombre de MSD-S, fabricado por la empresa Unitán SAICA de Argentina.

Para la preparación de la solución acuosa de taninos condensados (SATC) se siguieron las recomendaciones de Shahidi y Naczki (1995), modificadas por Martínez-Vásquez (2007). Se pesaron 22.1 g de TC y se mezclaron con 495 ml de agua destilada y 5 ml de alcohol etílico al 1%. La mezcla se mantuvo a una temperatura de 90° C durante 30 minutos, posteriormente se dejó enfriar para su administración a los sujetos de estudio.

Del día 36 al 40 posinoculación con *H. contortus*, ya comprobada la infección, a los animales del G-1 se les administró por medio de una sonda esofágico-ruminal 500 ml de solución acuosa que contenían 22.1 g de TC por animal, para evaluar cómo se comportaba en animales con un peso promedio de 23.2 kg y determinar si resultaba ser eficaz para el control del nematodo, resultando en una dosis de 250 µg de TC por 100 µl de agua. Se empleó esta dosis por los antecedentes de ser la más eficaz de la SATC en las evaluaciones *in vitro* para la eclosión de huevos y motilidad de larvas de *H. contortus* (Villegas *et al.*, 2019).

Tratamiento con levamisol.

En los corderos del grupo G-2 se utilizó levamisol comercial (*Ripercol L*® del Laboratorio Zoetis). A los 36 días posinoculación se aplicó por vía subcutánea en la axila a una dosis única de 7.5 mg/kg de peso corporal.

Recolección y procesamiento de las muestras.

El muestreo de la materia fecal se realizó semanalmente desde el día 0, hasta el momento de la eutanasia. Las heces fueron colectadas directamente del recto utilizando bolsas de polietileno e identificadas individualmente con el número del cordero, se mantuvieron y transportaron en refrigeración, posteriormente fueron analizadas mediante la técnica de McMaster modificada (Alba, 2007) para monitorear y cuantificar la eliminación de huevos en las heces. Los resultados fueron expresados como número de huevos por gramo de heces (hgh).

De igual manera, cada semana durante el periodo indicado para el muestreo de heces, en los ovinos en ayuno de 12 horas, se obtuvieron muestras de sangre (2 ml) por medio de venopunción yugular, se utilizaron tubos al vacío con EDTA como anticoagulante, cada tubo se identificó con el número de cada animal y se trasladaron al laboratorio el mismo día en refrigeración.

La sangre se procesó por medio de la técnica de microhematocrito descrita por González y Villegas (2006), para cuantificar el volumen del paquete celular (VPC).

Registro de peso vivo y condición corporal.

El peso fue registrado semanalmente desde el día 0 hasta la eutanasia, se realizó mediante una báscula digital con una capacidad máxima de 200 kg y con un error de lectura de medición de 0.5 kg.

La estimación de la condición corporal de cada uno de los animales se hizo en el periodo ya indicado. Se realizó por tacto directo en las vértebras lumbares (apófisis espinosa y apófisis transversa), así como en el área muscular del ojo del lomo, basado en una escala o grado que oscila entre 0 a 5 dependiendo de la cantidad de grasa y músculo que contengan las estructuras mencionadas (Russel, 1979). Los criterios de asignación se detallan en la figura 5.

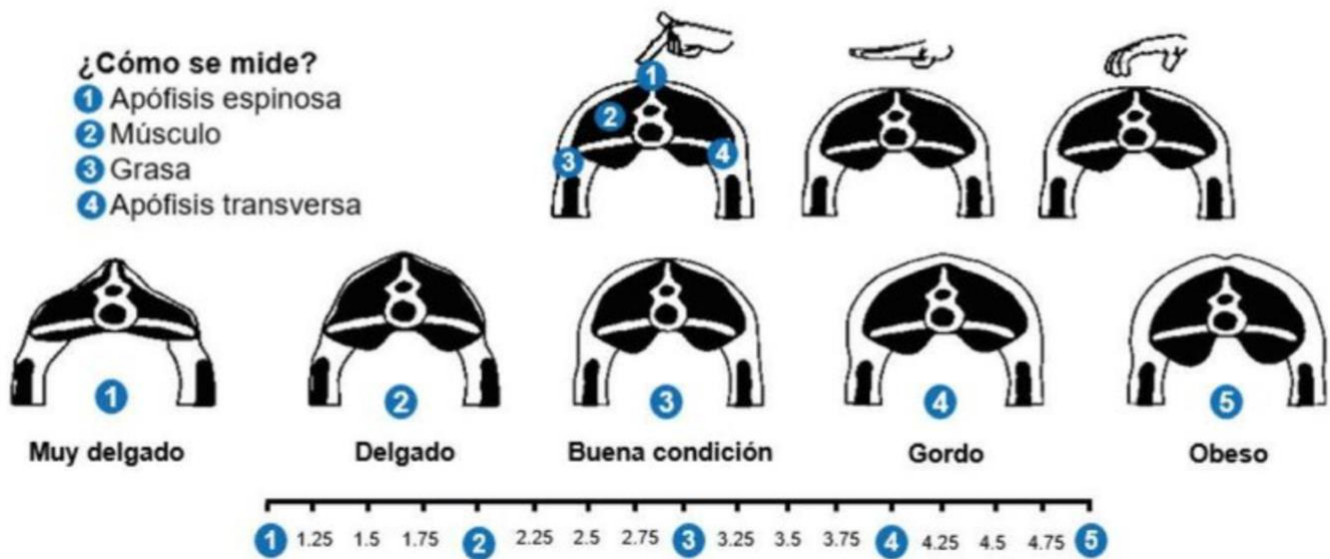


Figura 5. Esquema que ilustra los criterios para definir la condición corporal en ovinos.

Índices del sistema FAMACHA.

Se evaluó el desarrollo clínico de anemia ocasionada principalmente por *H. contortus* con la asignación del índice correspondiente utilizando la tarjeta del sistema FAMACHA (fig. 6). Se tomó en cuenta el color de la mucosa ocular, desde el día 0 hasta el sacrificio de los animales. La aplicación de este método se realizó de acuerdo con la recomendación de (Bath *et al.*, 1996). En función a la categoría o índice del sistema FAMACHA deben tomarse diferentes decisiones. Con los índices 1 y 2 no es necesario desparasitar, se considera que los animales no están anémicos y su coloración es normal (rojo intenso o rojo). El índice 3 (mucosa rosa) se considera la frontera entre desparasitar o no, deben tomarse en cuenta otros aspectos (condición corporal, estado fisiológico, presencia de edema submandibular) para aplicar o no un desparasitante. Los ovinos con los índices 4 y 5 (mucosa rosa claro y prácticamente blanca, respectivamente) deben recibir tratamiento, con la recomendación que debe ser un principio activo eficaz.



Figura 6. Tarjeta del sistema FAMACHA.

Sacrificio de los animales.

Se realizó el sacrificio de los corderos en apego a la NOM-033-SAG/ZOO-2014, *Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres*, mediante el uso de una pistola de perno cautivo. Se obtuvo el abomaso de cada uno de los corderos y se ligó de ambos extremos (cardias y píloro) (González *et al.*, 2011), fueron identificados y se trasladaron al laboratorio donde se examinaron para el conteo de parásitos.

Recolección y conteo de nematodos adultos.

De cada abomaso colectado se realizó lo siguiente:

- Se retiró la ligadura en cardias y se vertió su contenido en un contenedor de plástico; posteriormente 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, éstos eran colocados en el contenido previamente colectado.
- El contenido colectado se vertió en un recipiente de plástico y se aforó con agua corriente hasta completar dos litros y se adicionaron 400mL de formol al 10%.
- Se tomó el 20% del total de volumen de contenido abomasal para recolectar los parásitos.

Se identificaron y contaron los adultos de *H. contortus*. Los parásitos cuantificados en ese volumen se multiplicaron por cinco para conocer el total de parásitos presentes en cada abomaso.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza de una vía para evaluar la media de los 3 grupos por medio del programa Statgraphics® para las variables obtenidas:

- Cantidad de huevos por gramo de heces
- Porcentaje del volumen del paquete celular
- Peso vivo (kg)
- Condición corporal (grado)
- Estimación del índice de FAMACHA

De esta manera:

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (no existen 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 el grupo 1 (GTC); μ_2 es el grupo 2 (GL); μ_3 es el grupo testigo (GT).

Nota ética.

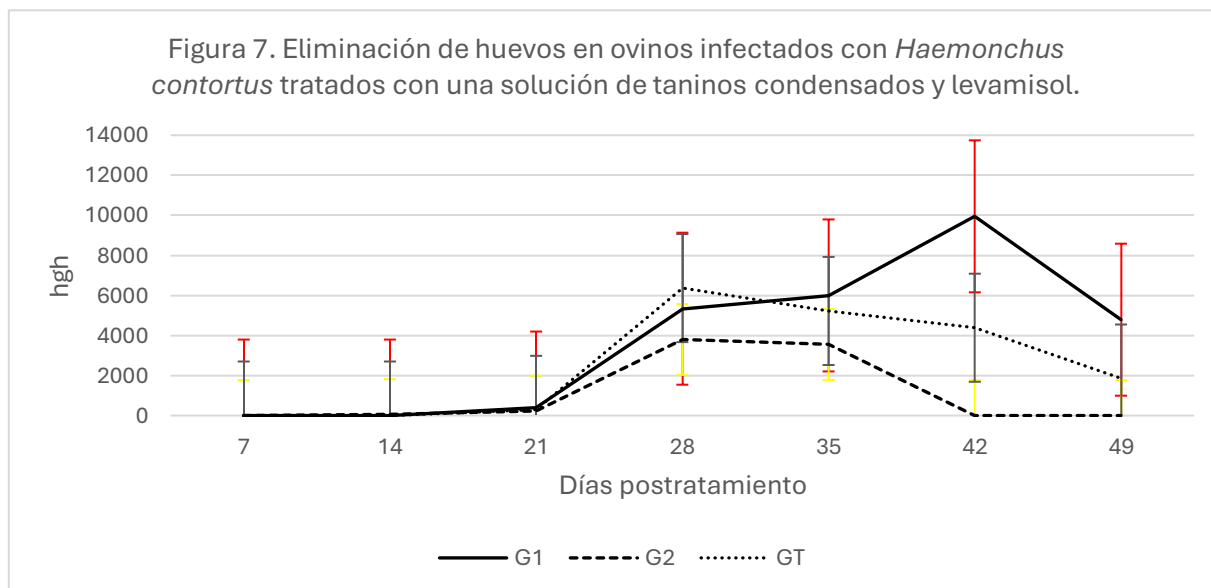
El manejo de los corderos se realizó conforme a los lineamientos del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación de la FES Cuautitlán, UNAM (CICUAE-FESC-UNAM) (protocolo No. C 17-03).

Resultados.

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

La excreción de huevos de *H. contortus* inició a los 14 días posinfección (dpi) en un animal del G-2, los G-1 y G-T eliminaron huevos a los 21 dpi. Después, los animales de los tres grupos mostraron una excreción de huevos ascendente entre las tres y cuatro semanas de la infección. Los G-1 tuvieron un promedio de 637 hgh a los 21 dpi, llegando a 3,550 hgh a los 28 dpi; para el G-2 la eliminación fue de 150 hgh y 2,900 hgh para esos muestreos y los del G-T iniciaron con 250 hgh y llegaron a 6,366 hgh a los 28 dpi. Posteriormente hubo una estabilización en la eliminación de huevos a los 35 dpi, siendo de 6,000, 3,500 y 5,225 hgh para los ovinos del G-1, G-2 y G-T, respectivamente (fig.7).

A los 36 dpi se efectuó el tratamiento en los G-1 y G-2, a partir de ese momento se presentaron diferencias entre ambos grupos. Mientras que en el G-2 ocurrió una caída muy notoria en la excreción de huevos, llegando a ser nula a los 42 y 49 dpi, sin embargo, en el G-1 se incrementó a 9,950 hgh a los 42 dpi, terminando con 4,800 hgh a los 49 dpi.



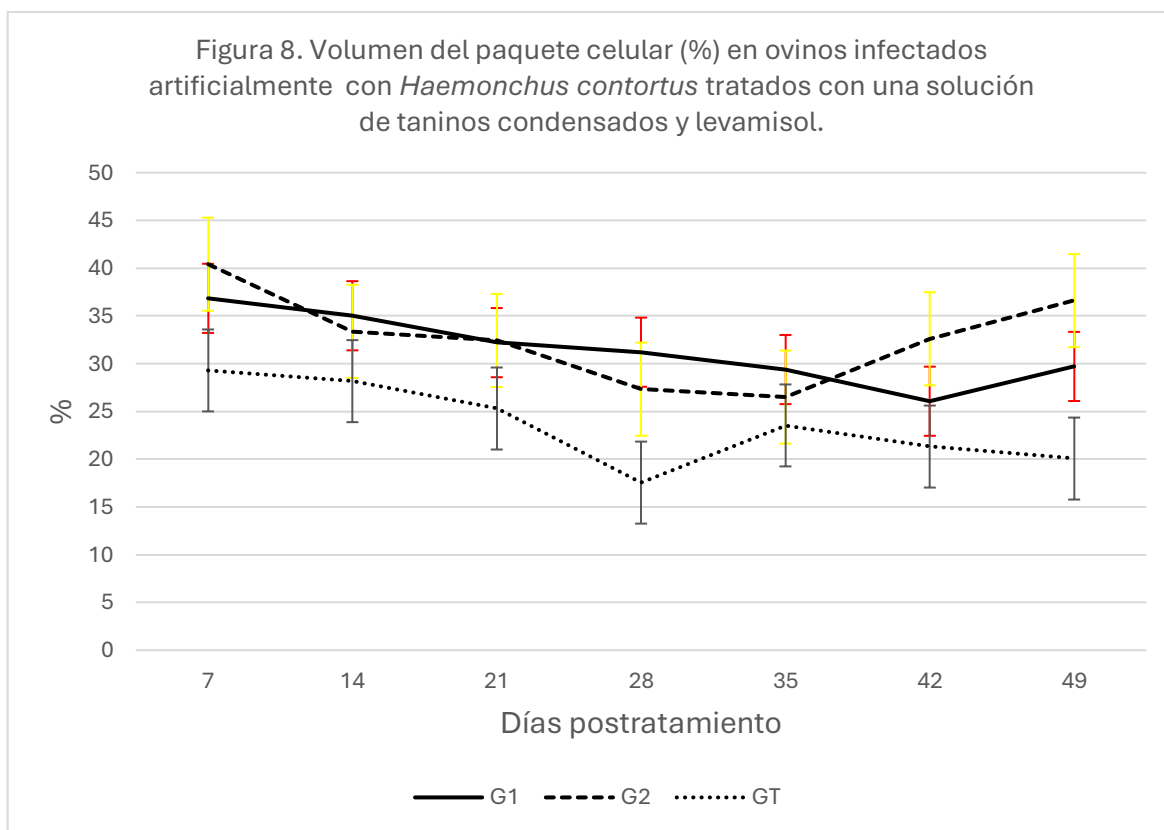
Volumen del paquete celular.

El porcentaje promedio inicial del volumen del paquete celular (VPC) para el G-1 fue de 47.9%, en el G-2, 49.1% y para el G-T de 33.4%.

En términos generales el porcentaje del VPC en los animales del G-1 y G-T tuvieron una tendencia descendente en todas las evaluaciones. Los niveles del VPC más bajos para el G-1 se observaron a los 42 dpi (26.0%), seis días después de recibir el tratamiento con la solución acuosa de taninos condensados (SATC), posteriormente se presentó un pequeño repunte terminando con 29.7% a los 49 dpi. En el G-T, el promedio del VPC más bajo se observó a los 28 dpi (17.5%), después se presenta un ligero incremento (23.5% a los 35 dpi) y termino con un 20.0% a los 49 dpi (fig. 8).

Los animales del G-2 a los 7 dpi mostraron el porcentaje del VPC más alto (40.4%), disminuyendo progresivamente hasta los 35 dpi con 26.5%. Después del tratamiento con levamisol (a los 36 dpi), se presenta una recuperación para concluir con 36.6%.

Se mostró una diferencia significativa entre el grupo testigo (G-T) con 20.0% y el de levamisol (G-2) con 36.6% en el VPC en el día 14 postratamiento, mientras que hubo un aumento en G-1 de 3.64 puntos porcentuales, el G2 de igual forma aumentó 3.9 puntos porcentuales y el G-T siguió descendió 1.2 puntos porcentuales.



Dinámica del peso y condición corporal.

En el cuadro 2 se muestran los datos registrados con respecto al peso corporal de los corderos en los tres grupos evaluados. El peso inicial fue de 23.4 kg, 25.4 kg y 22.2 kg para los animales de los grupos G-1, G-2 y G-T, respectivamente.

En el transcurso del trabajo, los animales mostraron incremento en la ganancia de peso para los 49 dpi, los animales del G-1 aumentaron en promedio 3.3 kg y los de los G-2 y G-T, 2.9 kg, existiendo una diferencia significativa ($p < 0.05$), entre estos últimos.

Cuadro 2. Peso corporal en ovinos infectados artificialmente con *Haemonchus contortus*, tratados con una solución de taninos condensados o levamisol.

	Días postratamiento								GTP (kg)	GDP (kg)
	0	7	14	21	28	35	42	49		
G-1	23.4	24.3	24.2	24.5	25.1	24.0	26.4	26.6	3.3	0.07
G-2	25.4	25.7	25.6	25.3	26.4	26.2	27.4	28.2a	2.9	0.06
G-T	22.2	23.2	23.3	22.8	24.3	23.6	22.9	25.1b	2.9	0.06

G-1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G-2: Tratamiento con levamisol;
G-T: Testigo, sin tratamiento. GTP: Ganancia total de peso; GDP: Ganancia diaria de peso.
a, b, Diferencias estadísticas con $p < 0.05$.

Se observó que la mejor ganancia diaria de peso aparente la mostraron los corderos del G-1 (0.07 kg), seguido por el G-2 y el G.T con 0.06 kg, sin embargo, no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$).

En cuanto a la condición corporal (CC), se observó que se mantuvo estable, el promedio de la escala inicial en los corderos de G-1 fue de 1.6, mientras que los del G-2 y G-T fue de 2.0 (cuadro 3), después hubo variaciones mínimas con respecto a las valoraciones a lo largo del trabajo, de hecho, los animales del G-1 y G-2 concluyeron (49 dpi) con la misma CC del inicio. El G-T al final disminuyó en tres décimas su escala de CC. Entre el G1y G2 se encuentra una diferencia significativa ($p < 0.05$) en el día 49.

Cuadro 3. Escala de la condición corporal en ovinos infectados artificialmente con *H. contortus*, tratados con una solución acuosa de taninos, levamisol o sin tratamiento.

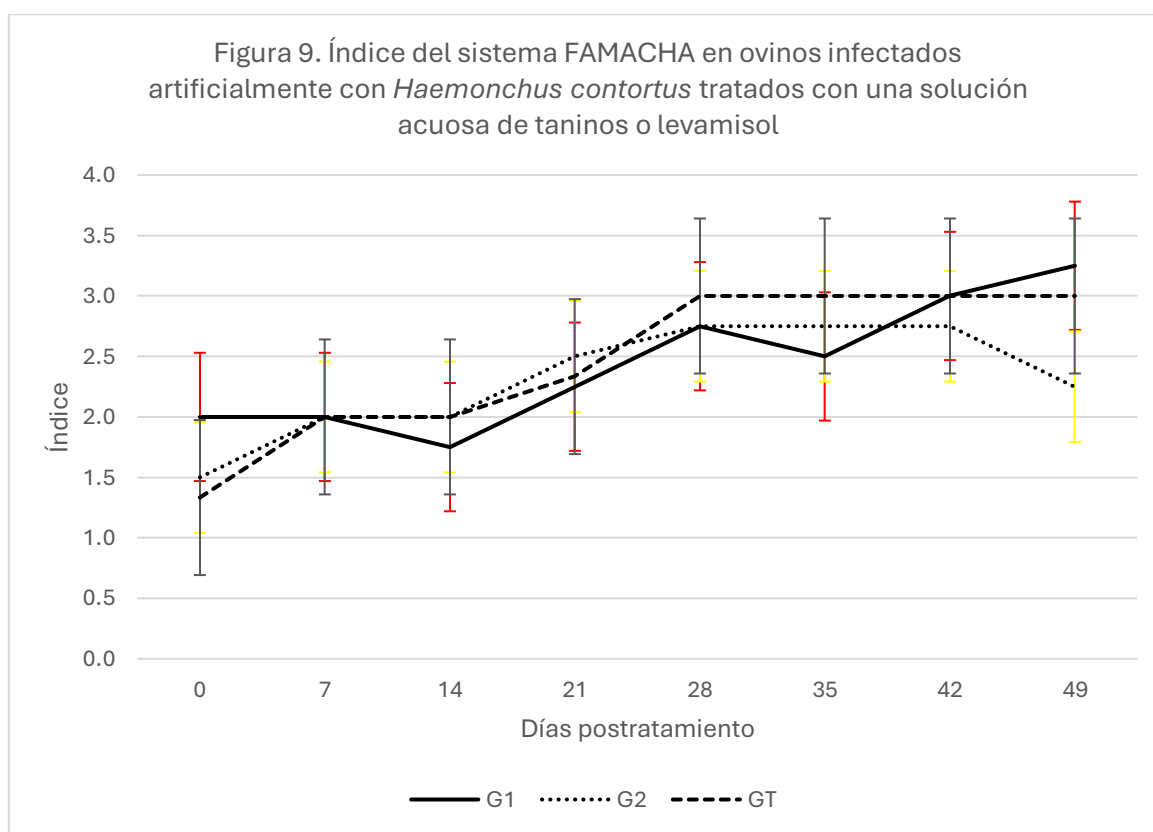
	Días postratamiento							
	0	7	14	21	28	35	42	49
G1	1.6	1.5	1.4	1.6	1.6	1.4	1.5	1.6
G2	2.0	2.0	1.8	2.0	1.8	1.9	1.8	2.0
GT	2.0	1.7	2.2	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7

G-1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G-2: Tratamiento con levamisol;
G-T: Testigo, sin tratamiento.

Índices del sistema FAMACHA.

En general hubo una tendencia ascendente en las valoraciones de los índices del sistema FAMACHA. A los 7 dpi, dicho índice fue de 2.0, 1.5 y 1.3 para los animales de los G-1, G-2 y G-T, respectivamente. Posteriormente, los índices mostraron un paralelismo en G-1 y G-T, con una cifra alrededor del 3.0 a los 49 dpi. Solo en los corderos del G-2 se presentó una disminución, concluyendo con un índice de 2.3 al final de las evaluaciones (fig. 9).

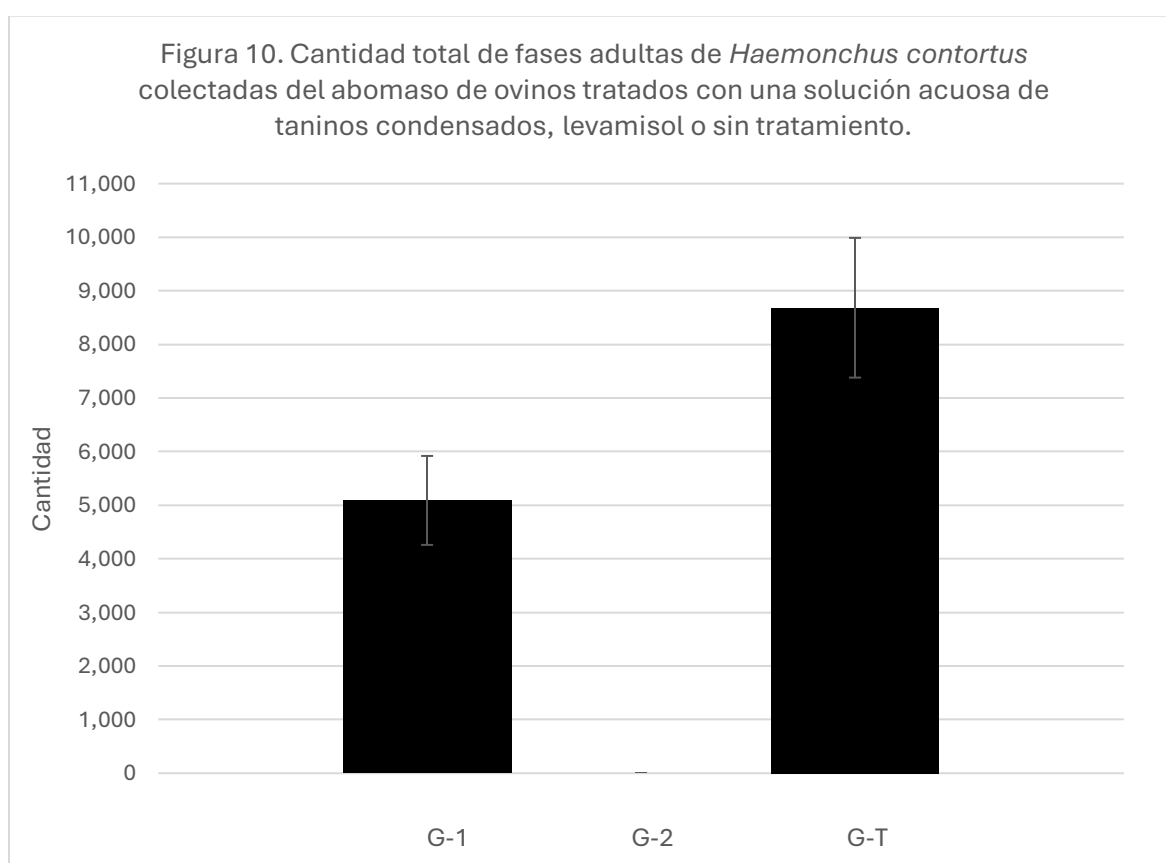
No existieron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los grupos durante el trabajo experimental.



G-1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G-2: Tratamiento con levamisol;
G-T: Testigo, sin tratamiento.

Cantidad de parásitos adultos.

Después del sacrificio de los corderos a los 49 dpi, los adultos de *H. contortus* fueron recolectados del abomaso y mediante observación directa se constató que en los animales del G-2 no hubo la presencia de parásitos, fueron eliminados en su totalidad. En los corderos del G-1 se cuantificaron un total de 5,090 fases adultas y en el G-T, 8,685 parásitos (fig. 10), encontrando una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tres grupos.



G-1: Tratamiento con solución acuosa de taninos condensados; G-2: Tratamiento con levamisol;
G-T: Testigo, sin tratamiento.

Discusión.

La excreción de huevos de *H. contortus* inició a los 14 días postinfección (dpi) en un animal del G-2, los G-1 y G-T eliminaron huevos a los 21 dpi, esta diferencia entre los días puede deberse a que las hembras empiezan a eliminar huevos que se detectan en las heces a partir de la segunda hasta la cuarta semana postinfección, a lo cual es conocido como periodo prepatente, (Bautista y Aguilar, 2022).

Se han hecho muchos esfuerzos para evitar, retrasar o controlar la RA en los rebaños de pequeños rumiantes, particularmente en cepas de nematodos gastrointestinales (NGI). La meta es optimizar o evitar el uso masivo de antiparasitarios químicos de patente. Una de las estrategias emergentes cada vez más utilizada son los extractos herbales que contienen compuestos con efecto antihelmíntico, entre estos están los taninos condensados (Martínez *et al.*, 2022).

La mayoría de las evaluaciones de las plantas con TC se han efectuado bajo condiciones naturales, los animales tienen acceso directo a esos vegetales con el inconveniente de las variaciones lógicas en su consumo cotidiano que hace difícil calcular la cantidad de TC ingerido y, en consecuencia, su dosificación en circunstancias normales. Estas razones llevan a contar con productos donde ya exista una cantidad ya conocida o calculada de TC y generar recomendaciones más precisas para su empleo contra los NGI.

Después de la administración de la solución acuosa de taninos condensados (SATC), no existieron diferencias importantes en cuanto a eliminación de huevos, el volumen del paquete celular (VPC), la dinámica del peso corporal y la escala de la condición corporal, comparando estos parámetros con los animales del grupo testigo. Lo anterior es contrario a lo reportado al evaluar plantas que contienen TC donde se han encontrado resultados favorables en la salud y productividad de los animales (Martínez *et al.*, 2022). Los índices del sistema FAMACHA prácticamente fueron similares en los tres grupos (los que recibieron SATC, levamisol y testigo) en

todas las evaluaciones, esto tiene relación con los valores del VPC, donde al desarrollar ese sistema se encontró una correlación cercana al 0.9 entre ese valor y la coloración de la mucosa ocular (Van Wyk y Bath, 2002).

Es importante mencionar que la disociación de los complejos taninos-proteína en el tracto digestivo posterior debido a cambio de pH resulta en proteína de sobre paso que podría resultar en un efecto indirecto en control de parásitos ya que una mayor absorción de proteína mejora el estado inmunológico del animal e incrementa la respuesta inmune a los parásitos gastrointestinales (Mueller-Harvey, 2006). Es factible que exista un efecto favorable muy limitado de la SATC contra los adultos, pero no para disminuir el establecimiento de la infección por *H. contortus* en la mucosa abomasal, situación que fue demostrada por Villegas *et al.* (2019) utilizando la misma preparación y dosis. Por otro lado, se han realizado estudios *in vivo* e *in vitro* para estudiar los efectos de diferentes fuentes de taninos en nematodos. Se encontraron variaciones en los resultados según la etapa parasitaria, en particular dependiendo de si las larvas infecciosas de la tercera etapa (L3) o los gusanos adultos se sometieron a un ambiente rico en taninos (Paolini *et al.*, 2003a).

Los resultados obtenidos en cabras que recibieron quebracho, la misma planta donde se extraen los TC utilizados en el presente trabajo, y que son un recurso rico en TC, sugirieron que estos compuestos polifenólicos podrían afectar el establecimiento de las etapas iniciales de la infección por nematodos (Paolini *et al.*, 2003b). Estos resultados *in vivo* fueron concordantes con los datos *in vitro* en varias especies de nematodos, mostrando una disminución en la motilidad L3 después del contacto con extractos brutos o TC extraídos de plantas ricas en estos (Fouraste y Hoste, 2004).

Se ha planteado la hipótesis del papel central de los taninos en su efecto sobre las L3 de *H. contortus*. Sin embargo, los mecanismos de acción de estos polifenoles en las larvas infectantes permanecen aún sin conocerse, lo cual deja un campo amplio e interesante para la investigación.

En los animales tratados con levamisol (G-2) hubo una reducción en la excreción de huevos y mejores parámetros sanguíneos, de peso y condición corporal, esto fortalece los antecedentes que tiene este antiparasitario y la mejora en la salud de los animales después de su aplicación (Krause, 2014).

En el grupo de animales que recibieron un tratamiento con SATC (G-1) y en el grupo G-T se recuperaron 5,090 y 8,685 parásitos adultos respectivamente, mientras que el G-2 no se encontraron parásitos adultos de *H. contortus*, hubo una reducción del 41.4% de adultos del G-1 a comparación con el G-T, sin embargo, la SATC no eliminó por completo a los parásitos, este efecto de disminución parasitaria por parte de la SATC se debe principalmente a que forman complejos a través de puentes de hidrogeno que pueden ser reversibles con las proteínas, de manera específica con la cutícula de los parásitos, alterando sus funciones permitiendo la eliminación de estos (Lasa et al., 2010; Beserra, et al. 2011). Dado que los taninos condensados no parecen ser absorbidos por el tracto gastrointestinal de las ovejas debido a su alto peso molecular que puede llegar hasta 20,000 daltons, (Otero e Hidalgo, 2004), se puede decir que están presentes en altas concentraciones en el lumen y de esta manera, podrían haber sido capaces de afectar a los gusanos adultos (Reed, 1995). A su vez, varios reportes sugieren que los taninos condensados presentes en los forrajes cuentan con propiedades antihelmínticas. Existe una reducción en la carga total de nematodos intestinales y abomasales en ovejas que pastorean en praderas que contienen taninos condensados (Niezen *et al.*, 1998).

No se descarta que la baja motilidad de las L3 que ocasionan los TC puede afectar su asociación a la mucosa del abomaso y, en consecuencia, disminuye la cantidad de larvas que puedan llegar a su etapa adulta, lo cual se mostró en los resultados de este experimento, la cantidad de adultos encontrados en los ovinos del G-1 en comparación con el G-T ($p>0.05$). En este sentido, es importante establecer el momento adecuado para la administración de la SATC, la dosis más eficaz para la

reducción de parásitos y para lograr una mejora en el estado de salud de los animales.

Conclusiones.

La solución acuosa de taninos condensados administrada a corderos con una infección controlada con *Haemonchus contortus* tuvo un efecto marginal sobre la dinámica de excreción de huevos, los valores del volumen del paquete celular, la dinámica del peso y condición corporal, así como los índices del sistema FAMACHA.

Si existió un efecto parcial de la SATC sobre los adultos de *H. contortus*. Se presentó una reducción del 41.4% en la carga parasitaria de esa fase en los corderos que recibieron el tratamiento en comparación con el grupo testigo

Comparando la acción de la SATC con el levamisol, éste logró una reducción en la excreción de huevos y mejores parámetros sanguíneos, de peso y condición corporal. Además, no se encontraron adultos de *H. contortus* en el abomaso después de su aplicación.

Se genera la necesidad de establecer el momento adecuado para la administración de la SATC, la dosis más eficaz para la reducción de parásitos y con esto, lograr una mejora en el estado de salud de los animales y contar con productos pecuarios orgánicos, libres de fármacos, sustentables y amigables con el ambiente.

Bibliografía.

- Alba, H.F. (2007). Parasitología veterinaria: Manual de laboratorio, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM
- Bath, G., Malan, F., Van Wyk, J. (1996). The “FAMACHA” ovine anaemia guide to assist with the control of haemonchosis. Proceedings of the 7th Annual Congress of the Livestock Health and Production Group of the South African Association. Port Elizabeth, 5-7 June, 5. FAO.
- Barros, R. M., Briceño P. E., Canul S. J., Sandoval C. C., Solorio S. J., Ku V. J. (2012). Sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* como alternativa en la producción ovina. Bioagrociencias vol. 5 No 2: 21-25.
- Bautista, G.C, Aguilar, M.R. (2022). Generalidades de las infecciones parasitarias por nematodos gastrointestinales (NGI) en ovinos y alternativas de control. Potencialidades de la ovinocultura y los hongos comestibles (*Pleurotus* spp.) en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural (pp.329-337). Publisher: Laberintos Ediciones
- Beserra, L.M., Leal, S., Maia, A.L., Freitas, T.L. (2011). Plantas taaniníferas e o controle de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. Cienc. Rural. Vol 41
- Buccioni, A., Minieri, S., Rapaccini, S., Antongiovanni, M., Mele, M. (2011). Effect of chestnut and quebracho tannins on fatty acid profile in rumen liquid- and solid-associated bacteria: an *in vitro* study. Animal. 5 (10):1521-1530.
- Bucheli, J.V., Vazquez, G.A., Alonso, M.R. (2015). Selección de mimótopos inmunodominantes de *haemonchus contortus* empleando bibliotecas combinatorias de despliegue en bacteriófagos. Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico.
- Comecarne. (2023). Compendio estadístico 2023. Consejo mejicano de la carne.
- Cuéllar, O.J.A. (2007). Control no farmacológico de parásitos en ovinos. Nematodos gastroentéricos. Mem. Quinto Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina.
- 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, UNAM, México.
- Encalada, M.L., Eugenia, L.M., Mendoza, G.P., Liebano, H.E., Vera, Y.G. (2008). Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a

ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales. Rev. Vet. Méx vol.39 no.4

- FAO. (2003). Resistencia a los antiparasitarios. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal. No. 157. Roma.
<https://www.fao.org/4/y4813s/y4813s00.htm#Contents>
- Figueroa, J.C., Méndez, M.R., Berruecos, V.J., Álvarez, L.J. (2000). 1 Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. Rev. Vet. Mex.
- Fonseca, N. V. B., Da Silva Cardoso, A., De Souza Bahia, A. S. R., Messana, J. D., Vicente, E. F., & Reis, R. A. (2023). Additive Tannins in Ruminant Nutrition: An Alternative to Achieve Sustainability in Animal Production. *Sustainability*, 15(5), 4162. <https://doi.org/10.3390/su15054162>
- Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R. (2004). An *in vitro* study on the ability of polyethylene glycol to inhibit the effect of quebracho tannins and tannic acid on rumen fermentation in sheep, goats, cows, and deer. Aust. J. Agric. Res. 55:1125-1132.
- González, G.R., Córdova, P.C., Torres, H.G., Mendoza, G.P., Arece, G.J. (2011). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. Vet. Méx. 42 (2).
- González, S., Villegas, M. (2006). Manual de prácticas de laboratorio. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de ciencias químicas. Licenciatura: Químico Farmacobiólogo.
- Hernández, M.F.R. (2005). Caracterización fenotípica y de virulencia de una cepa de *Haemonchus contortus* de origen ovino. Tesis de licenciatura, UNAM, México.
- Haenlein, G. (2001). Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. J Dairy Sci. Vol 84. N°9
- Iñiguez, R.L., Mueller, J.P., Facó, O., Wurzinger, M., Sölkner, J., Rodríguez, T., Salinas, G.H. (2013). Limitaciones y sostenibilidad del mejoramiento genético comunitario para pequeños productores en las zonas áridas de Latinoamérica. En: La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica. Edit. por Iñiguez L.R. Editorial Embrapa. Brasília, Brasil.
- Jenko, C., Bonato, P., Fabre, R., Perlo, F., Tisocco, O., Teira, G. (2018). Adición de taninos a dietas de rumiantes y su efecto sobre la calidad y rendimiento de la carne. Ciencia, Docencia y Tecnología. 29 (56): 226-227.
<https://www.redalyc.org/journal/145/14559244011/14559244011.pdf>

- Krause, W.T.A. (2014). Eficacia de ivermectina y levamisol frente a nematodos del bovino y determinación de resistencia antihelmíntica en un predio del sur de Chile. Tesis de licenciatura para obtener el título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fvk.91e/doc/fvk.91e.pdf>
- Laing, R., Kikuchi, T., Martinelli, A., Tsai, I.J., Beech, R.N., Redman, E., Holroyd, N., Bartley, D.J., Beasley, H., Britton, C., Curran, D., Devaney, E., Gilabert, A., Hunt, M., Jackson, F., Johnston, S.L., Kryukov, I., Li, K., Morrison, A.A., Reid, A.J., Sargison, N., Saunders, G.I., Wasmuth, J.D., Wolstenholme, A., Berriman, M., Gilleard, J.S., Cotton, J.A. (2013). The genome and transcriptome of *Haemonchus contortus*, a key model parasite for drug and vaccine discovery. *Genome Biol.* 14 (8): R88.
<https://doi.org/10.1186/gb-2013-14-8-r88>
- Lapage, G. (1981). *Parasitología Veterinaria*. Edit. Compañía Editorial Continental. México
- Lasa, J., M, C., Gómez, M.A., (2010). Utilización de taninos en la dieta de rumiantes. Sitio de producción animal. Consultado en: https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/33-taninos.pdf
- Lascano, G.C.P. (2009). Taninos condensados y su efecto sobre los parásitos gastrointestinales de ovinos. Tesis de grado. Universidad de La Salle, Bogotá. Colombia. Ciencia Unisalle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/322
- Luciano, G., Monahan, F.J., Vasta, V., Biondi, L., Lanza, M., y Priolo, A. (2009). Dietary tannins improve lamb meat colour stability. *Meat Sci.* 81 (1): 120-125.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.006>
- Márquez, L.D., Suárez, L.Á. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Rev. Med. Vet.* (16): 87-109.
- Martínez, O.M.C., Torres, A.J.F.J., Ojeda, R.N.F., González R.L., Muñoz, M.S.A. (2022). Manejo integrado de parásitos en pequeños rumiantes. *Biociencias*, 15 (2): 1-10.
- Meana, M.A., Rojo, V.F.A. (1999). Tricostrogilosis y otras nematodosis. En: *Parasitología veterinaria*. Edit por: Cordero, C.M. y Rojo, V.F.A., Editorial McGraw_Hill Interamericana. México.
- Mederos, A.E., Ramos, Z., Banchero, G. E. (2014). First report of monepantel *Haemonchus contortus* resistance on sheep farms in Uruguay. *Parasites Vectors.* 7: 598. <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0598-z>

- 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. *Revista Pastos y Forrajes*. 37 (3): 257-263.
- Mejía, H. (2014) Importancia de la crianza de cabras y ovejos, ventajas y desventajas.
<https://zootecniaparaunfuturomejor.wordpress.com/2014/11/17/importancia-de-la-crianza-de-cabras-y-ovejos-por-hipolita-mejia-abreu-100278412/>
- Muchiut, S., Mildemberger, M., Pujato, A., Anziani, O. S. (2013). *Haemonchus contortus* con resistencia múltiple a los antihelmínticos de corta y larga acción y consideraciones sobre el impacto sanitario-productivo de este fenómeno en una majada de ovinos lecheros de la providencia de Santa Fe. *FAVE. Sección Ciencias Veterinarias* 12 (1-2): 77-85.
gai:localhost:20.500.12123/3672
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J. Sci. Food Agric*. 86 (13): 2010-2037.
DOI: 10.1002/jsfa.2577
- Munguía, X.J.A., Valenzuela, M.W., Leyva, C.J.C., Morales, P.M.I., Figueroa, C.J.A. (2013). Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. *Rev. Latinoam. Recur. Nat.* 9 (1): 150-154.
- Nari, A. (2001). Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. Mem. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mérida, Yucatán, México.
- Naumann, H.D., Tedeschi, L.O., Zeller, W.E., Huntley, N.F. (2017). The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
- Niezen, J.H., Robertson, H.A., Waghorn, G.H., Charleston, W.A.G. (1998). Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Vet. Parasitol* 80, 15-27.
- Oliva, J. (2013) Importancia de proporcionar sombra y protección a los ovinos durante el pastoreo en regions tropicales. Disponible en: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3894/CIRGOC_01020914810004817.pdf?sequence=. Consultado 22-06-2024.

- 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). *Livest. Res. Rural. Dev.* 16 (artículo 13).
<http://www.lrrd.org/lrrd16/2/oter1602.htm>
- Paolini, V., Dorchies, P., Hoste, H. (2003a). Effects of sainfoin hay on gastrointestinal nematode infections in goats. *Vet. Rec.* 152, 600–601.
- Paolini, V., Frayssines, A., De-La-Farge, F., Dorchies, Ph., Hoste, H. (2003b). Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. *Vet. Res.* 34, 331–339.
- Partida, J.A., Braña, D., Jiménez, H., Ríos, F.G., Buendía, G. (2013). Producción de carne ovina. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Patra, A., Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, 71 (11-12):1198–1222. [doi:10.1016/j.phytochem.2010.05.010](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010)
- Pérez, H.P., Vilaboa, A. J., Chalate, M. H., Candelaria, M.B., Díaz, R.P., López, O.S. (2011). Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz. México. *Revista Científica, FCV-LUZ* 21 (4): 327-334.
- Peacock, C. Sherman, D. (2010). Sustainable goat production-Some global perspectives. *Small Rum Res.* Vol 89, N° 2
- Ramírez, R. J. L., Zambrano, B. D. A., Campuzano, J., Verdecia, A. D. M., Chacón, M. E., Arceo, B. Y., Labrada, C. J. y Uvidia, C. H. (2017). El clima y su influencia en la producción de pastos. *Rev. Electrón. Vet.* 18 (6): 1-12.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>
- Reed, J.D. (1995). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J Anim Sci*; 73:1516±28.
- Rojas, M.J. (2008). Resistencia de *haemonchus* sp. y *trichostrongylus* sp. de los bovinos a benzimidazoles (fenbendazol, albendazol) e imidazotiazoles (levamisol), en los fundos de la campiña de cajamarca, Perú. *Sitio Argentino de producción animal*.
- Reyes, G.D.E., Olmedo, J.A., Mendoza, G.P. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Rev. Mex. Cienc. Pecuarias* 12 (3): 186-204.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>

- Rojas, N., Arece, J., Carrión, M., Pérez, K., San Martín, C., Valerino, P. y Ramírez, W. (2012). Identificación y caracterización de especies de *Haemonchus* en caprinos del Valle del Cauto en Granma. Rev. Electrón. Vet. 13 (1): 1-10. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020212.html>
- Santos, A.P. (2024). Técnicas de obtención y cultivo de larvas L3 de nematodos gastrointestinales de rumiantes. Ciencias Veterinarias y Producción Animal 2 (1).
- Shahidi F., Naczki 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. Edit. Interamericana. Mexico.
- Statista. (2022). Volumen de producción de carne de ovino en México de 2011 a 2022. Agricultura y ganadería. Consultado en: <https://es.statista.com/estadisticas/595144/volumen-de-produccion-de-carne-de-ovino-mexico/> 20/09/24
- Suárez, H.V., Olaechea, V.F., Rossanigo, E.C., Romero, R.J. (2002). Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. INTA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/16002>
- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, M.M., Jennings, F.W. (2001). Parasitología veterinaria, Edit. Acribia.
- Van Wyk, J.A., Bath, G.F. (2002). The FAMACHA® system for managing hemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. Vet. Res. 33: 509-529.
- Vázquez, A.F., Mencho, J.D.P., Guerra, Y.L., Valle, Y.P. (2006). Preferencia y efectividad antihelmíntica en relación con fenómeno de resistencia. Rev. Electrón. Vet. 7 (9): 1-8. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612675014.pdf>
- Van Wyk J., Mayhew E. (2013). Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. J. Vet. Res. 80: 1-14
- Vercruysse, J., Charlier, J., Van Dijk, J., Morgan, E.R., Geary, T., von Samson-Himmelstjerna, G., Claerebout, E. (2018). Control of helminth ruminant infections by 2030. Parasitol. 145:1655-1664. [doi: 10.1017/S003118201700227X](https://doi.org/10.1017/S003118201700227X)

- Villegas, P.I.O., Cuéllar, O.J.A., Prado, O.M.G., Alcalá, C.Y. (2019). Efecto de una solución acuosa de taninos condensados sobre la movilidad de L3 de *Haemonchus contortus* de ovino. Rev. Acad. Ciênc. Anim. 17 (Supl. 1): 426.
- Waghorn, G. (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges. Anim. Feed Sci. Technol. 147 (1-3):116-139.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013>