

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DE DOS PRESENTACIONES DEL NEEM
(*Azadirachta indica*): EN FORMA DE HOJA SECA Y EN
FORMA DE INFUSIÓN, ADMINISTRADOS POR VÍA ORAL
PARA EL CONTROL DE NEMATODOS
GASTROINTESTINALES EN CAPRINOS**

MARIELA ASUNCIÓN PUR HERNÁNDEZ

Médica Veterinaria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DE DOS PRESENTACIONES DEL NEEM
(*Azadirachta indica*): EN FORMA DE HOJA SECA Y EN FORMA
DE INFUSIÓN, ADMINISTRADOS POR VÍA ORAL PARA EL
CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN
CAPRINOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

MARIELA ASUNCIÓN PUR HERNÁNDEZ

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de licenciada

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Juan René Cifuentes López

ASESORES

M. A. DORA ELENA CHANG DE JO
M. A. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA
LIC. ZOOT. HUGO SEBASTIÁN PEÑATE MOGUEL

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE DOS PRESENTACIONES DEL NEEM
(*Azadirachta indica*): EN FORMA DE HOJA SECA Y EN FORMA
DE INFUSIÓN, ADMINISTRADOS POR VÍA ORAL PARA EL
CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN
CAPRINOS**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

A LA SANTÍSIMA TRINIDAD:	Por ser la fuente de iluminación, sabiduría y entendimiento.
A LA SANTÍSIMA VIRGEN MARIA:	Por su protección maternal incondicional.
A MI PADRE (Q. P. D):	Marco Antonio, por señalarme el horizonte con optimismo y confianza.
A MI MADRE:	Victorina, por su dedicación, desvelo y esfuerzo a lo largo de este camino.
A MIS HERMANAS:	Sulman y Magalí, por ser los pilares de mi vida profesional.
A MIS SOBRINOS:	Por ser mi inspiración.
A MIS TÍOS (AS):	Por sus muestras de cariño y aprecio.
A MIS AMIGOS (AS):	Por compartir conocimientos, sentimientos, risas y lágrimas.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA:

Centro del saber que me permitió forjar mis conocimientos especialmente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A LA GRANJA EXPERIMENTAL
DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

Por permitirme realizar la parte práctica de mi trabajo de investigación.

A MIS ASESORES:

Por su tiempo, paciencia y dedicación para realizar este estudio.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo general.....	3
3.2 Objetivos específicos	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Generalidades del caprino	4
4.1.1 Ventajas de las cabras	4
4.1.2 Factores que afectan la calidad de la carne y de la leche	5
4.1.3 Nematodosis en caprinos	6
4.1.3.1 Clasificación de los nematodos gastrointestinales que se encuentran comúnmente en caprinos	7
4.1.3.2 Patogénesis	7
4.1.3.3 Localización y lesiones de los nematodos gastrointestinales en caprinos.....	9
4.1.3.4 Síntomas del parasitismo causado por nematodos gastrointestinales	10
síntomas siguientes:	10
4.1.4. Epidemiología.....	11
4.1.5 Efectos económicos	12
4.1.6 Métodos de análisis coproparasitológico para el diagnóstico de los nematodos gastrointestinales en caprinos	13
4.1.7 Tratamiento para los nematodos gastrointestinales en caprinos.....	17
4.2 Medicina natural y tradicional	21
4.2.1 Fitofármacos contra nematodos gastrointestinales	22
4.3 Aspectos generales del árbol de Neem	23
4.3.1 Origen y distribución.....	23
4.3.2 Clasificación taxonómica	23

4.3.3 Descripción botánica	24
4.3.4 Propiedades específicas	24
4.3.5 El árbol de Neem y sus aplicaciones como desparasitante.....	25
4.3.6 Indicaciones.....	26
4.3.7 Administración.....	26
V. MATERIALES Y MÉTODOS	27
5.1 Materiales	27
5.1.1 Material biológico.....	27
5.1.2 Recursos humanos.....	27
5.1.3 Centros de referencia	27
5.1.4 Materiales de campo	27
5.1.5 Materiales de laboratorio	28
5.2 Metodología	29
5.2.1 Área de estudio	29
5.2.2 Muestreo preliminar	29
5.2.2.1 Toma, transporte y conservación de la muestra	29
5.2.3 Grupos experimentales	30
5.2.3.1 Preparación y administración del producto	30
5.2.4 Determinación de la carga parasitaria final	31
5.3.5 Análisis estadístico	31
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
IX. RESUMEN.....	38
SUMMARY.....	39
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
XI. ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1: Correlación del incremento de la cantidad de huevos de nematodos gastrointestinales de los grupos que se les administró las hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*) y control de acuerdo a la r de Pearson (agosto-septiembre, 2013).....45

Cuadro No.2: Promedio del número de huevos de nematodos gastrointestinales de los grupos tratados con las hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*) y control (agosto-septiembre, 2013).....45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.1: Promedio de huevos de nematodos gastrointestinales en las cabras tratadas con las hojas secas del Neem (<i>Azadiractha indica</i>), en el alimento e infusión, comparado con el grupo control (agosto-septiembre, 2013).....	46
--	----

I. INTRODUCCIÓN

Los caprinos son útiles para los pequeños productores o grupos familiares por su adaptabilidad a condiciones ambientales variables y diversos sistemas de producción. Poseen varios mecanismos de adaptación metabólica y su aparato bucal les permite ramonear hojas aún con espinas, con alta tolerancia a consumir plantas de compuestos amargos. Estos animales tienen una producción importante de carne, leche, lana, fibra y subproductos derivados. La leche tiene alto valor proteico para niños, mujeres embarazadas o en lactancia y ancianos. Ya que la producción animal aumenta al mismo tiempo que aumentan las poblaciones, se presenta la necesidad que las explotaciones caprinas mejoren su producción y calidad en un período de tiempo más corto.

Las enfermedades parasitarias juegan un papel importante debido a su influencia negativa en la producción pecuaria. Los efectos sobre el animal al padecer una enfermedad parasitaria pueden ir de leves a severos, estos afectarán directamente el comercio de la ganadería caprina debido a factores como baja ganancia de peso, restricción de productos o subproductos, baja en la calidad de las pieles y canales. Además, existen efectos negativos para el consumidor, ya que pueden encontrarse residuos químicos de fármacos antiparasitarios en las carnes y leches.

El presente trabajo de investigación pretendió evaluar dos presentaciones del Neem (*Azadirachta indica*): en forma de hoja seca y en forma de infusión, administrados por vía oral para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos, con el propósito de establecer una alternativa de carácter económico para personas de escasos recursos, de fácil acceso que evite la resistencia de los parásitos a los productos químicos.

II. HIPÓTESIS

La infusión y las hojas secas de Neem (*Azadirachta indica*) administrados por vía oral son efectivas para el control de los nematodos gastrointestinales en caprinos.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Generar tratamientos alternativos para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia del Neem (*Azadirachta indica*), en forma de hojas secas y en forma de infusión administrados por vía oral para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos.
- Comparar la eficacia de las dos presentaciones del Neem (*Azadirachta indica*), en forma de hoja seca y en forma de infusión, administrados por vía oral para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del caprino

Las cabras pertenecen a las familias Bovidae de rumiantes de cuernos huecos, en el suborden Ruminantia del orden Artiodalactyla de los mamíferos. Junto con las ovejas constituyen la tribu de los Caprini, que se ha subdividido en dos géneros, Capra y Hemitragus. (Bonilla y Díaz 1992).

La cabra doméstica se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo. Es robusta y adaptable; se ha difundido y prospera en muchas zonas que difieren notablemente en clima, topografía y prosperidad. (Giofredo 2010, Bonilla y Díaz 1992, Silai 2009).

4.1.1 Ventajas de las cabras

En todos los tiempos las cabras han sido útiles para el hombre, principalmente por su adaptabilidad a las condiciones ambientales variables a los diferentes regímenes de nutrición. (Bonilla y Díaz 1992). Los caprinos poseen varios mecanismos de adaptación metabólica que les permiten caminar largas distancias sin beber agua y establecer mecanismos de defensa frente a condiciones de sequía, calor y subnutrición. Uno de los principales atributos de esta especie es su capacidad de adaptación a los más diversos sistemas de producción, es así, que encontramos cabras desde las regiones frías y desérticas hasta los trópicos cálidos, húmedos y subhúmedos. (Silai 2009). Su rusticidad les permite también ser poco susceptibles a enfermedades. (Bonilla y Díaz 1992).

La capacidad de las cabras de ramonear, porque su aparato bucal les permite seleccionar y consumir hojas, yemas, brotes, flores y frutos de leñosas, aún con espinas, las posiciona con ventaja sobre los otros rumiantes domésticos.

También los caprinos presentan una alta tolerancia a consumir plantas con compuestos amargos (taninos) y otros metabolitos secundarios que en otros animales generarían toxicidad. Esta capacidad le permite al caprino utilizar un rango más amplio de la flora y en particular de los estratos arbóreos y arbustivos. (Silauí 2009, Dickson y Muñoz 2005).

La producción de leche constituye, quizás, la función más importante de las cabras. (Bonilla y Díaz 1992). La producción de alimentos a partir de los caprinos tiene mucho peso en la nutrición de los habitantes rurales de las zonas marginales. Tanto la carne como la leche contienen proteínas de alto valor biológico, siendo esencial para la nutrición de niños, mujeres embarazadas o en lactancia y ancianos marcando una notable diferencia en favor de una nutrición adecuada. (Lacerca 1978). De igual manera, han sido de gran utilidad al hombre los productos elaborados con el pelo y el cuero de las cabras. (Bonilla y Díaz 1992).

El ganado caprino abastece de alimentos y herramientas a muchos pequeños productores; además están ligados a muchos aspectos culturales y tradicionales. (Silauí 2009).

4.1.2 Factores que afectan la calidad de la carne y de la leche

Entre los factores que afectan la calidad de la carne y de la leche están: herencia, ambiente, temperatura, efecto del tamaño y color de pelo, humedad, radiación y sanidad. De todos estos, la sanidad constituye uno de los aspectos importantes que deben considerarse en toda explotación animal, porque las enfermedades infecto-transmisibles y parasitarias, por las condiciones favorables que ofrecen para su desarrollo el clima, la alimentación y el manejo en la gran mayoría de empresas pecuarias del país, provocan grandes pérdidas en la

producción lechera y de carne. (Bonilla y Díaz 1992). Por su parte, el ganado caprino es susceptible a contraer la mayor parte de las enfermedades que afectan a los bovinos, aunque menos frecuentemente que estos últimos, debido a su alta rusticidad. (Bonilla y Díaz 1992).

Entre los parásitos gastrointestinales que más deterioro causan al ganado caprino están: *Haemonchus contortus*, *Haemonchus placei*, *Trichostrongylus axei* y *Ostertagia circumcincta* ubicados en el abomaso. Es importante establecer para la prevención de enfermedades y parásitos un riguroso programa sanitario en estrecha relación con el manejo sanitario que siga lógicamente, un criterio económico. (Bonilla y Díaz 1992).

4.1.3 Nematodosis en caprinos

La Nematodosis en caprinos es causada por un grupo de helmintos denominados nematodos; estos parásitos tienen un cuerpo cilíndrico o redondeado sin segmentos, la mayoría de nematodos son vermiformes (forma de gusano), durante sus estados juveniles y adultos; su tamaño va aproximadamente de 0.25 a 5mm de longitud por 15 a 50 μ m de ancho. Poseen una cubierta externa (cutícula o sinlofe) con o sin estriaciones cuticulares, con dimorfismo sexual, macho con bolsa copulatriz, hembra más grande que macho. Se alimentan directamente del hospedero. El aparato digestivo es completo: boca, faringe, esófago, intestino, ano (macho) y cloaca (hembra), ano posterior, vulva en posición anterior, media o posterior. Tienen aleta anterior (aleta cervical) y aleta posterior (aleta caudal). Existe presencia de labios ventrales y dorsales con papilas, esófago filariforme o rhabditiforme. El sistema nervioso está compuesto por ganglios que forman anillo alrededor del esófago. Los nematodos se localizan en el hospedero en laringe, esófago, pulmones, estómago, intestino delgado, intestino grueso, hígado (larvas), riñones y vejiga urinaria. (Soulsby 1982).

4.1.3.1 Clasificación de los nematodos gastrointestinales que se encuentran comúnmente en caprinos

Phylum: Nematoda

Subclase	Superfamilia	Familia	Género
<i>Secermentea</i> (<i>Dougherty</i>)		<i>Strongyloididae</i>	<i>Strongyloides</i>
		<i>Trichonematidae</i>	<i>Chabertia</i> , <i>Oesophagostomun</i>
<i>Adenophorea</i> (<i>Chitwood</i>)	<i>Trichuroidea</i>	<i>Trichuridae</i>	<i>Trichuris</i>
		<i>Syngaminae</i>	<i>Cooperia</i> y <i>Haemonchus</i>
		<i>Trichostrongylidae</i>	<i>Ostetargia</i> y <i>Nematodirus</i>

Fuente: Soulsby (1987) y Quiroz (1988).

4.1.3.2 Patogénesis

La patología causada por parásitos gastrointestinales es variada. Por ejemplo, la infestación por *Ostetargia spp.*, está asociada con la destrucción morfológica de las glándulas gástricas del cuajar. La patología principal producida por *Haemonchus contortus* y *Mecistocirrus digitatus* es la hemorragia que surge de las lesiones en la mucosa, las infestaciones de *Trichostrongylus spp.* y *Chabertia ovina* causan ulceración y hemorragia en el intestino grueso. (Soulsby 1987).

En general, se observa anorexia y disminución en la ingestión de alimentos en los animales parasitados. Esto contribuye a la escasa ganancia de peso y a la baja producción que se observa en los animales parasitados. Por otra parte, además de la pérdida de sangre completa que se produce como resultado de las

actividades hematófagas de los nematodos, los parásitos gastrointestinales provocan una enteropatía proteino-deficiente. La extensa proliferación de las células intestinales en el tracto gastrointestinal parasitado produce una sustitución de las células funcionales inmaduras con complejos de unión intracelular imperfectamente formados. Ello produce una pérdida de macromoléculas que pasan de la mucosa al intestino. También puede observarse linfangiectasia intestinal, la cual puede contribuir a la pérdida de proteínas. La salida de proteínas al intestino y la hipoproteinemia resultante, en particular la hipoalbuminemia es similar a la descrita para la anemia. Puede observarse anemia después de infestaciones prolongadas con nematodos gastrointestinales no hematófagos. La anemia es probablemente por la deficiencia de aminoácidos necesarios para la síntesis de hemoglobina. (Soulsby 1987).

En las infestaciones del intestino delgado asociada con atrofia de vellosidades, hay déficit de las enzimas que allí se producen (por ejemplo, fosfatasa alcalina, maltasa, dipeptidasa). Sin embargo, la mala absorción *per se* no desempeña un papel principal en la pérdida de producción de los animales parasitados. Aunque haya digestión y absorción reducida de proteínas, grasas y azúcares en las zonas parasitadas, se ha observado que hay un incremento compensatorio en la digestión y absorción en una zona distal del intestino. No obstante, los animales en el campo pueden ser infestados con un gran número de parásitos que afecten a las diferentes partes del tracto gastrointestinal. La presencia de cada una de estas especies puede impedir la absorción compensatoria, y exacerbar los efectos de las otras especies. (Soulsby 1987). El parasitismo gastrointestinal también induce desórdenes en el metabolismo mineral. La reducción en la absorción de calcio, fósforo, y magnesio se refleja en la reducida deposición de estos elementos en el hueso, lo que produce una reducción en el crecimiento esquelético de los animales jóvenes. El desarrollo del esqueleto puede quedar limitado también por la reducida disponibilidad de

proteína. La reducción del crecimiento esquelético tiene, a la larga, implicaciones en la producción. (Soulsby 1987).

4.1.3.3 Localización y lesiones de los nematodos gastrointestinales en caprinos

Género	Localización	Lesiones
<i>Mecistocirrus sp.</i>	Abomaso	<ul style="list-style-type: none"> Las lesiones incluyen inflamación catarral, hiperemia, hemorragia y úlceras en abomaso e intestino. Gastritis catarral. Necrosis en mucosa y tejidos. En algunos casos peritonitis. Formación de nódulos en la pared glandular intestinal. Las infestaciones mixtas aumentan las lesiones producidas.
<i>Haemonchus sp.</i>	Abomaso e ID	
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Abomaso e ID	
<i>Cooperia sp.</i>	Intestino delgado y ocasionalmente en el abomaso	
<i>Nematodirus sp.</i>	Intestino delgado	
<i>Oesophagostomun sp.</i>	Intestino grueso	
<i>Chabertia sp.</i>	Colon (IG)	
<i>Trichuris sp.</i>	Ciego y colon	

Fuente: Fiebiger (1941) y Soulsby (1982).

4.1.3.4 Síntomas del parasitismo causado por nematodos gastrointestinales

En condiciones naturales en el campo el parasitismo gastrointestinal causado por nematodos se debe a la presencia, en forma simultánea, de diversos tipos que pueden tener diferentes características de patogenicidad. Los síntomas dependerán del grado de inmunidad, estado nutricional y especies predominantes. (Mateus 1988, Fiebiger 1941). En términos generales se puede pensar que un caprino está afectado por parásitos gastrointestinales cuando en él se pueden observar algunos de los síntomas siguientes:

- a) Mal estado físico general, pelo erizado, áspero, opaco, y que se cae con facilidad; ojos hundidos, mirada triste y apagada. (Mateus 1988).
- b) Los animales afectados pueden tener diarrea profusa e intermitente y algunas veces con estrías de sangre. En algunas ocasiones hay constipación y en otras se encuentra moco adherido a la materia fecal. (Mateus 1988).
- c) Al examinar la mucosa de los ojos o de la vulva esta se observa pálida, lo cual indica que hay anemia; también se puede encontrar un color amarillento indicativo de alteración hepática. (Mateus 1988, Soulsby 1982, Fiebiger 1941).
- d) El apetito puede estar disminuido o totalmente perdido, el animal toma mucha agua y puede estar deprimido. En muchas ocasiones la ganancia de peso no corresponde a la edad del animal ni al plan de alimentación y, en la mayoría de los casos hay pérdida de peso y en algunos casos hay agalactia. La diarrea, la deshidratación, la anemia y la falta de absorción de nutrientes, complican el estado general del animal causando edema generalizado, letargo y el desbalance final puede llevar a la muerte. (Mateus 1988, Soulsby 1982).

e) Los signos del parasitismo gastrointestinal no son específicos ni atribuibles a un determinado parásito; en ocasiones se encuentran asociados a síntomas que indican problemas nutricionales. Sin embargo, no es posible diferenciar estas dos entidades por medio del examen clínico. En muchas ocasiones el parasitismo evoluciona rápidamente y puede conducir a la muerte; pero en otras la evolución es lenta, hay pérdida de peso y el retorno a la normalidad puede tomar mucho tiempo. (Mateus 1983).

4.1.4. Epidemiología

Los principales factores que afectan el desarrollo y supervivencia de huevos y larvas son la temperatura y la humedad, y los distintos parásitos varían en su capacidad de sobrevivir en condiciones extremas de ambos factores. Así *Haemonchus spp.* y *Oesophagostomum columbianum* predominan en climas cálidos, mientras que *Trichostrongylus spp.*, *Ostetargia spp.* y *Oesophagostomum venulosum* lo hacen en los templados. En general, el tercer estado larvario es el menos susceptible a las condiciones ambientales adversas. Le siguen el huevo embrionado, la larva de primer estado y por último la larva de segundo estado, aunque Todd y col. (1976) demostraron que el huevo no embrionado de *H. contortus* era más susceptible a las temperaturas altas o bajas que la larva de segundo estado. (Soulsby 1982).

Las fases libres mueren por excesivo calor o frío, si bien no se conocen por completo los efectos de las fluctuaciones de la temperatura sobre los parásitos. La humedad de la superficie del suelo es importante, y se requiere una cantidad mínima para que el desarrollo tenga lugar, pero el efecto de la fluctuación de la cantidad de humedad es desconocida. El movimiento de las larvas infestantes sobre la hierba depende de la humedad y de la temperatura. La temperatura óptima para la migración está relacionada con la supervivencia, pero a la vez, cuando la temperatura es óptima y no hay humedad adecuada, se producen

pocas migraciones. Rose (1962) encontró que se necesitaba una cantidad determinada de humedad o agua de lluvia que penetrase en la capa de estiércol, para que se creen las condiciones adecuadas para la migración. Sin embargo, durante el verano, aún cuando el tiempo sea muy seco, si la temperatura no es excesivamente alta, las larvas infestadas pueden desarrollarse y sobrevivir en el interior del estiércol. Este actúa como reservorio para las larvas hasta que la humedad adecuada estimula su salida. Otros factores que ayudan a la traslación de las larvas sobre la hierba son el viento y la lluvia, ya que ayudan a desintegrar la boñiga. (Soulsby 1982).

4.1.5 Efectos económicos

Los efectos del parasitismo sobre la producción son muy conocidos. La anorexia y la reducción de la ingestión de alimentos, las pérdidas de sangre y proteínas plasmáticas en el tracto gastrointestinal, las alteraciones en el metabolismo proteico, la reducción de niveles minerales, la depresión en la actividad de algunas enzimas intestinales y la diarrea contribuyen a reducir la ganancia de peso y producción de leche. (Soulsby 1982).

La reducción en el crecimiento esquelético producida por las deficiencias minerales afecta a la tasa de crecimiento, ya que el tamaño del esqueleto determina, finalmente, la capacidad del animal de acumular músculo. Además, los reducidos niveles de incorporación de aminoácidos a las proteínas del músculo producen una reducción en la ganancia de peso. (Soulsby 1982). El parasitismo clínico tiene un efecto marcado sobre la producción de leche. Sin embargo, también se ha demostrado recientemente la importancia económica del parasitismo subclínico, así como sus efectos sobre la producción de leche por las cabras lecheras. (Soulsby 1982).

El papel negativo de las enfermedades parasitarias en la explotación caprina, aunque el cálculo de las repercusiones económicas es difícil de realizar, dependen de varios factores: ecológicos, comerciales, sociales, etc. Los parámetros considerados para la valoración de las pérdidas debidas a la parasitosis en los animales, son los siguientes: tasa de mortalidad, pérdida de producción, reducción de la vida económica de los animales, infertilidad, abortos, indemnizaciones, costo de tratamientos y servicios veterinarios: otras pérdidas como gastos ocasionados por inmovilización, cierre del comercio interior o exterior. (Quiroz 1999).

Bajo esta perspectiva, las enfermedades parasitarias requieren de una atenta consideración, por su influencia negativa en los balances de las exportaciones, las posibles restricciones de la exportación de animales y sus productos, o por la presencia de residuos de fármacos antiparasitarios en carnes y derivados lácteos. (Soulsby 1987). El carácter zoonótico de muchos procesos parasitarios viene a reforzar el interés sanitario de la parasitología, máxime si se consideran los efectos secundarios de las parasitosis ganaderas sobre las posibilidades alimentarias de muchas poblaciones subdesarrolladas. (Quiroz 1999).

4.1.6 Métodos de análisis coproparasitológico para el diagnóstico de los nematodos gastrointestinales en caprinos

Método de flotación

Para realizar el método de flotación se utilizan soluciones sobresaturadas de azúcar, cloruro de sodio, sulfato de zinc y otras, en diferentes concentraciones. La más utilizada en nuestro medio es la solución saturada de azúcar. El fundamento de dicha técnica es que debido a la sobresaturación de la sustancia líquida en la que se suspenden las heces, los huevos que contienen estas, logran

flotar a la superficie del recipiente que los contenga, luego de un tiempo de 5 a 10 minutos, o bien, pueden ser recogidos luego de un procedimiento de centrifugación. (Cáceres y Aragón 1994).

Las heces una vez homogenizadas en agua o solución fisiológica, limpias de pigmentos por sedimentación, concentradas por centrífuga, se diluyen en una solución hipertónica, que hace flotar a las formas parasitarias y sedimentar los restos alimentarios. El procedimiento da buenos resultados con quistes y ooquistes de protozoos y huevos de nematodos y cestodos. Sus resultados son peores para los huevos grandes de los trematodos, larvas de nematodos y trofozoitos de protozoos. (Cordero del Campillo 1999).

La lectura de la muestra se realiza con la ayuda del microscopio de luz, con un aumento de 100X. En algunos casos se hace necesario utilizar mayor aumento (450X). Para dicha lectura se debe enfocar uno de los extremos del preparado e ir observando en forma de zigzag. La interpretación de la técnica de flotación, es cualitativa como cuantitativa, ya que se pueden identificar las especies parasitarias a través de la observación de sus huevos, así como determinar el grado de infestación que sufre el animal en estudio. Para determinar el grado de infestación, se debe tomar el campo en donde se encuentre el mayor número de huevos. (González 2000). La lectura se realiza de la siguiente manera:

Número de huevos (del mismo género o especie) por campo	Cantidad de Cruces	Grado de infestación
1 – 5	+ (una cruz)	Leve
6 – 10	++ (dos cruces)	Moderado
11 – 15	+++ (tres cruces)	Alto
16 a más	++++ (cuatro cruces)	Severo

Fuente: González, S. (2000)

Es necesario que las muestras fecales a procesar para el estudio mediante métodos de flotación, sean lo más frescas posible; es decir, que no pase mucho tiempo entre la recolección directamente del recto del animal, al procesamiento de dicha muestra en el laboratorio. Si se hace necesario que transcurra un tiempo más largo entre dichas actividades, será imprescindible mantener las muestras bajo temperatura de refrigeración. Esto es debido a que el calor causa que los huevos de los parásitos desarrollen el primer estado larvario y eclosionen, dificultando su identificación. (Cáceres y Aragón 1994).

Es importante una correcta identificación de cada animal y de cada muestra, ya que un examen acertado permite al Médico Veterinario realizar estrategias y tratamientos que permitan la correcta desparasitación de los animales. El examen fecal proporciona información definitiva de la cantidad de huevos que producen los parásitos adultos, así como los géneros, e incluso algunas veces, las especies de parásitos que están afectando al animal que ha sido examinado. El grado de infestación indica la prevalencia parasitaria y permite determinar el potencial de las futuras infestaciones de los animales en contacto, haciendo posible al profesional determinar o diseñar la mejor estrategia de prevención y control contra los parásitos encontrados. (Cáceres y Aragón 1994).

Método de McMaster

Los recuentos de huevos en heces pueden ser de cierta ayuda en el diagnóstico de helmintiasis de los animales domésticos, a pesar de que no todos los helmintos eliminan la misma cantidad de huevos por día y estos no se encuentran distribuidos uniformemente en las heces. Así mismo, puede influir la ovoposición de los vermes, la resistencia del hospedero y en algunos casos estos recuentos no son muy exactos por la presencia de helmintos inmaduros, aún cuando estas fases, en algunas especies, son altamente patógenas y no da una idea exacta de la carga parasitaria. (Rodríguez y Figueroa 2007).

Se han descrito cierto número de técnicas cuantitativas y cualitativas para determinar el grado de infestación parasitaria. Una de las más utilizadas es el método de McMaster, el cual se explica a continuación. (Rodríguez y Figueroa 2007).

Material necesario

- Cámara de McMaster
- Tubo plástico con doble línea en el extremo superior o medio
- Gotero
- Mortero con pistilo
- Tamiz
- Beaker
- Solución sobresaturada de azúcar

Procedimiento

El método de McMaster se puede realizar utilizando únicamente el recipiente plástico, la cámara de McMaster, el gotero y la solución para simplificar la técnica; se puede efectuar tanto en el laboratorio, como a nivel de campo. (Rodríguez y Figueroa 2007).

En el laboratorio, se ha modificado utilizando el recipiente de plástico, para medir la solución, las heces y el mortero para efectuar una buena homogenización de la muestra, el colador para evitar el exceso de materia orgánica y el tamizado se deposita en un beaker pequeño, del cual se llenan las cámaras de McMaster con el gotero. (Rodríguez y Figueroa 2007).

Técnica

- Llenar el tubo plástico hasta la línea inferior con la solución de azúcar sobresaturada.
- Agregar heces hasta la segunda marca (2 gramos).
- Agitar vigorosamente el contenido.
- Mantener la mezcla en movimiento, llenar con un gotero las cámaras de McMaster (evitar la presencia de aire y/o burbujas en las mismas).
- Dejar en reposo 3-5 minutos para permitir que los huevos suban a la superficie, colocar la cámara en la platina del microscopio, enfocar 100x y contar los huevos en el área marcada de cada celda. Este resultado multiplicarlo por 100 para obtener el número de huevos por gramo de heces si se lee una celda, y por 50 si se leen las dos.
- Al realizar el conteo, primero enfocar la línea que marca el borde del área a contar y luego hacer un recorrido sistemático de arriba hacia abajo, leyendo toda la celda. (Rodríguez y Figueroa 2007).

4.1.7 Tratamiento para los nematodos gastrointestinales en caprinos

Los antinematódicos, son los medicamentos contra los gusanos redondos, ubicados por lo general en las vías gastrointestinales, respiratorias y a veces en el circulatorio. Entre los fármacos más utilizados para este tipo de parásitos están los Benzimidazoles. El uso potencial de los Benzimidazoles, como agentes quimioterapéuticos en enfermedades parasitarias, se estableció en el año 1950 a partir del descubrimiento de la molécula α -Drifoburanacil que es parte integral de la vitamina B12. El descubrimiento del tiabendazol, en 1961, marcó el inicio del desarrollo comercial de otros benzimidazoles y propició la síntesis de nuevos compuestos. Los benzimidazoles con mayor actividad antihelmíntica se denominan benzimidazol-carbamatos. Su actividad está íntimamente relacionada con la presencia del grupo nitro en el anillo benzimidazol. (Sumano 1997).

Los benzimidazoles son compuestos sintetizados a partir de la construcción de un anillo benceno con el sustituto deseado y de 1,2 grupos diaminos, en el anillo de cierre y el derivado del 1,2 diaminobenceno. De acuerdo con el radical incluido en posición 2, se generará el benzimidazol normal o el benzimidazol carbamato, siendo de este último de donde se obtienen los benzimidazoles más modernos. (Sumano 1997).

Los benzimidazoles con efecto antiparasitario son: tiabendazol (TBZ); cambendazol (CBZ); benzimidazoles carbamatos; mebendazol (MBZ); flubendazol (FLBZ); ciclobendazol (CBZ); fenbendazol (FBZ); oxfendazol (OFZ); albendazol (ABZ); oxibendazol (OBZ); parbendazol (PBZ); luxabendazol (LBZ); ricobendazol (RBZ); y albendazol sulfóxido (ABZSO). Además, los benzimidazoles halogenados como el tricalbendazol (TCBZ) y los probenzimidazoles como el tiofanato (TFN), el febantel (FEB), la netobimina (NTB), y el clorsulón (CLN). (Sumano 1997).

En general, los benzimidazoles son sustancias cristalinas poco solubles en agua. Estos compuestos se encuentran en el mercado en forma de polvo, pero al parecer poseen mayor estabilidad en solución acuosa. Son antiparasitarios de gran espectro con un buen margen de seguridad y baratos. Se caracterizan por su efecto específico contra nematodos, sobre todo los gastrointestinales, pero algunos de ellos pueden abarcar dentro de su espectro de acción, efectos cestocidas, trematocidas, larvicidas y ovicidas. (González 2000, Sumano 1997).

Todos los benzimidazoles se administran por vía oral, generalmente en forma de brebaje. Se absorben rápidamente, alcanzando en 2–30 horas cerca de los niveles plasmáticos más altos. Los que más se utilizan actualmente en los rumiantes son el albendazol, oxibendazol, parbendazol, mebendazol, oxfendazol, fenbendazol, flubendazol y cambendazol. Los períodos de suspensión para el consumo de leche y el sacrificio de los animales de abasto son, respectivamente, 4 y 10 días. (González 2000).

Farmacocinética

El mecanismo de acción es más o menos común para todos los benzimidazoles y varía por afinidad donde manifieste su sitio de acción; por lo general, a nivel de los componentes del citoesqueleto de los parásitos, y en especial con la proteína tubulina, que a su vez se integra en las subunidades de los microtúbulos. La tubulina se encuentra en equilibrio dinámico con los microtúbulos. Este equilibrio es alterado por los benzimidazoles mediante la desintegración de los microtúbulos. El medicamento evita la polimerización del microtúbulo, también se ha comprobado la afinidad de estos compuestos a la tubulina de los mamíferos en relación con la afinidad correspondiente a la tubulina de los parásitos. Se demostró poca actividad para la tubulina de los mamíferos y alta afinidad para la tubulina de los parásitos, aspecto que indica la baja toxicidad de estos productos para los mamíferos. (Sumano 1997).

La acción larvicida y ovicida de estos compuestos se basa en el mismo efecto de la unión a la tubulina, siendo su capacidad de penetración al huevo lo que marca la diferencia entre benzimidazoles. También se han informado efectos inhibitorios de algunos benzimidazoles sobre las enzimas, principalmente la fumarato reductasa que causa un efecto sumatorio a la acción en la tubulina, lo que ocasiona mayor poder antiparasitario del fármaco. A este efecto se le puede sumar el bloqueo del paso de la glucosa desde el intestino del parásito a su sistema, acentuando el déficit energético del parásito. (González 2000)

Absorción

La absorción es variable dependiendo del medicamento, su presentación, la vía de administración, la especie, e incluso se manifiesta con la infestación parasitaria. (Sumano 2000).

Distribución

Los benzimidazoles tienen una baja solubilidad en agua, lo que limita su absorción por vía gástrica y, por ende, su distribución. Se deben considerar las pequeñas diferencias en cuanto a la solubilidad debido a que aumentando esta, se manifiesta un incremento de la actividad sistémica del producto. La baja solubilidad del medicamento es una limitante que influye directamente en la formulación del fármaco; esto determina la elección del tipo de preparación comercial como: suspensiones, gránulos, polvos, jarabes y pastas para administración oral, intraruminal e intrarectal, principalmente. (Sumano 1997).

Metabolismo

Todos los benzimidazoles sufren un proceso de inactivación o de activación. La presencia de estos medicamentos en el organismo animal, puede inducir al sistema microsómico enzimático, aumentando la concentración de enzima citocromo P450, monoaminoxidasa y monooxigenasa, que son las que intervienen primero en el metabolismo de estos fármacos. La reacción inversa de reducción de sulfóxidos en sulfuros, se realiza en el líquido ruminal. Existen reportes que indican que los ovinos presentan mayor eficacia para metabolizar estos fármacos. (Sumano 1997).

Excreción

Existen diferentes vías para eliminar los benzimidazoles. Esto dependerá del tipo de radicales que contenga el núcleo en particular, no obstante, todos muestran el ciclo entero hepático, por lo cual siempre se eliminan de manera primaria por heces y secundaria, por otras rutas como orina y leche. (González 2000).

Resistencia

Se ha demostrado que existen bajos niveles de unión de los benzimidazoles a la tubulina de algunos parásitos, como *Haemonchus contortus*, que a menudo se presentan en el campo como resistentes a los benzimidazoles. Hay resistencia de *Trichostrongylus colubriformis* y *Ostertagia circumcinata*, ya que estos se unen poco el benzimidazol a su tubulina, en comparación con los altos niveles de unión benzimidazol–tubulina aislados en otros parásitos más sensibles. Existen diferentes tipos de resistencia a los benzimidazoles, algunos microorganismos pueden presentarla de manera espontánea o inducida. Una resistencia puede diferir de la otra; esto se explica por los cambios en la farmacocinética a niveles distintos en la síntesis de la tubulina y a los procesos de absorción, distribución, metabolismo y excreción del benzimidazol en una especie. (Sumano 1997).

La utilización masiva y reiterada de antihelmínticos ha favorecido al desarrollo de cepas resistentes a ellos, complicando en control de las parasitosis. Está muy relacionada con la utilización de benzimidazoles y otros grupos farmacológicos más antiguos como la fenotiacina. (Cordero del Capillo et al. 1999). Un potencial biótico elevado del parásito y condiciones climáticas favorables para la supervivencia de sus estados larvarios, favorecen la aparición de resistencias. También son importantes la administración frecuente, el uso repetido del mismo fármaco o grupos de antihelmínticos, y la administración en dosis subterapéuticas. (Cordero del Capillo et al. 1999).

4.2 Medicina natural y tradicional

Esta ha sido practicada desde los albores de la humanidad con aciertos y desaciertos, comprende la suma de todos los conocimientos, prácticas y observaciones de los fenómenos del medio natural que rodea al hombre, que se

veía precisado a hacer uso de este en la prevención, diagnóstico y eliminación de los trastornos que lo afectaban. (Vietmeger 1992).

La utilización de las plantas medicinales como componente de la medicina natural se remonta a los más antiguos orígenes de la humanidad, los seres humanos siempre han tenido que depender de las plantas para su alimentación y otras actividades que incluyen la conservación de la salud. Parte del conocimiento que el hombre primitivo poseía sobre las propiedades terapéuticas de las plantas, la obtuvo mediante la observación del comportamiento animal; es una práctica común entre campesinos la utilización de plantas medicinales para curar a sus animales; este conocimiento que se ha transmitido de generación en generación puede y debe ser aprovechado. (Board 2004).

4.2.1 Fitofármacos contra nematodos gastrointestinales

La medicina verde que es igualmente activa es compatible con el estado económico del pueblo porque es producida por plantas que crecen en zonas tropicales. Según Khalid et al. (2005), las plantas medicinales son los recursos naturales más importantes de cualquier país. Dentro de la gran variedad de plantas medicinales se destacan como desparasitantes gastrointestinales: Ajo, Apasote, Bagá, Bauhinia, Bejuco de lombriz, Cabrito, Café, Calaguala, Caña brava, Carey, Cocotero, Cohombro, Estropajo, Flor de la calentura, Gavilán, Ganadilla, Jayajabico, Lombricero, Mamey colorado, Mamey de Santo Domingo, Mango, Mate de costa, Moco de pavo, Neem, Ojo de buey, Olivo bastardo, Palo amarillo, Paraíso, Picapica, Piña de Ratón, Piñuelo, Piscuala, Pitahaya, Platanillo, Ruda, Sábila, Salvadera, Túnica de Cristo, Vainilla, Verbena cimarrona, Yaba, Yerba lombricero, Yuquilla y otras muchas que harían interminable este listado. (Khalid et al. 2005).

Hay que destacar el árbol Neem (*Azadirachta indica*) como una de las plantas más comprometidas en el planeta que contiene principios activos efectivos contra endoparásitos. (Pietrosemoli et al. 2002, Salazar 1999).

4.3 Aspectos generales del árbol de Neem

4.3.1 Origen y distribución

El árbol de Neem, originario de la India, se reporta como una planta con propiedades insecticidas y farmacológicas. (Schmutterer 1995). En las áreas rurales de India y África tiene amplio uso medicinal. (Vietmeger 1992, Norton 1999). Así mismo, en los escritos del antiguo Sanscrito se menciona que sus propiedades farmacológicas fueron tan populares, que virtualmente era la botica del pueblo. (Norton 1999). El Neem es considerado como una alternativa factible para el control de plagas. (Vietmeger 1992). Se le han encontrado muchos atributos deseables adicionales, como crecimiento y rebrote rápido, cerca viva, leña, mejora los suelos agrícolas, es ornamental, y no es maleza ni hospeda plagas. (Salazar 1999).

4.3.2 Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

Subreino: *Trachaeophyta*

División: *Pterophyta*

Subdivisión: *Angiosperma*

Clase: *Dicotiledonea*

Orden: *Geraniales*

Familia: *Meliaceae*

Subfamilia: *Melioideae*

Género: *Azadirachta*

Especie: *indica*

4.3.3 Descripción botánica

El Neem es un árbol robusto, siempre verde, de rápido crecimiento, de tronco recto que llega a medir hasta 2.5 metros de circunferencia, corteza moderadamente gruesa; alcanza una altura de 30 metros y un diámetro de copa de 25 metros (Schmutterer 1995), puede vivir por más de 200 años. (Conrick 2003).

La hoja es peciolada de forma aserrada y de alrededor de 7 cm de largo, cuando son jóvenes son de color rojo cobrizo pero posteriormente cambian a verde oscuro, se agrupan en foliolos; la caída de hojas del árbol ocurre sólo bajo extrema sequía o después del daño por heladas. La flor es pequeña (4 mm) blanca, crema o amarillenta, bisexual, actinomorfa, que crece en racimos de manera axilar; en plena floración su aroma y néctar facilitan su polinización. (Schmutterer 1995). El fruto es una drupa elipsoidal, lisa y de 1.4 a 2.5 cm de largo producido en racimos; el color de la cáscara al inicio de su formación es verde con endocarpio blanco y duro; al madurar, la cáscara se torna amarillenta, la pulpa jugosa y dulce, además encierra a la semilla (Schmutterer 1995); los frutos tienen maduración desuniforme, no simultánea debido al brote secuencial que ocurre en los racimos. (Norten 1999). La semilla tiene forma elipsoidal, de alrededor de 1.2 cm de ancho y 1.8 cm de largo, cubierta con una cáscara color café que envuelve algunas veces a dos o tres granos. (Schmutterer 1995).

4.3.4 Propiedades específicas

Numerosos constituyentes terpénicos: diterpenos (derivados del abietano) y más de cincuenta tetranortriterpenoides: azadiractina, nimbólido, ácido nimbidínico, azadirona y nimbina. Estas propiedades específicas del Neem impiden el desarrollo de los huevos y estado larvario de los parásitos gastrointestinales. (Schmutterer 1995). Se puede administrar el Neem por vía oral

para tratar parásitos gastrointestinales, reducir las molestias y sanar las úlceras gástricas y duodenales. (Conrick 2003).

4.3.5 El árbol de Neem y sus aplicaciones como desparasitante

El Neem ha sido probado empíricamente para eliminar parásitos de algunas especies de animales domésticos (caballos, ovejas, vacas, perros, gatos y cerdos); la biomasa de Neem tiene 136 albuminoides y simultáneamente actúan contra los parásitos externos, en ellos no se desarrolla la resistencia contra el producto. (Guerrini 2003). El Neem tiene varios usos tradicionales y comerciales, como tratamiento contra la malaria y contra los parásitos intestinales; el polvo seco se suministra en la dieta para el control de endoparásitos en bovinos a razón de 5 a 15 g/ día/ animal y para plagas en almacenes en dosis de 50 g/ Kg. de granos; para el control de ectoparásitos extracto acuoso mezcla 150g/ 3 litros de agua/ animal. (Estrada 2003).

El Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) recomienda utilizar 5g de la hoja seca molida en la dieta por ternero y 15g en vacas adultas, repitiendo el tratamiento tres veces. (Guerrini 2003). Salazar (1999) señala el uso de extractos de semillas de Neem para el control de endoparásitos en caprinos e indica que no ha sido reportado ningún efecto secundario sobre abortos, esterilidad, u otros. Pietrosevoli et al. (2002) evaluaron el uso de las hojas de Neem en bloques nutricionales en rumiantes como antihelmíntico, durante el período experimental, mantuvieron los animales bajo observación con el propósito de descartar cualquier reacción desfavorable; como resultado de la investigación determinaron que es factible el empleo de hojas de Neem en la elaboración de bloques nutricionales con la finalidad de establecer controles de endoparásitos de bovinos a pastoreo sin efectos secundarios de toxicidad. En la UNAN-León, realizaron un proyecto de validación de las hojas de

Neem utilizando el método de infusión como controlador de endoparásitos en bovinos 5 a 15 g/L. con resultados satisfactorios. (Harold 2004).

Berenguer y Castillo (2010) realizaron un estudio en ratas, de la decocción de la planta de Neem (hojas y tallos), en dosis altas y repetidas por 28 días, con la finalidad de estudiar su toxicidad. Los resultados anatomopatológicos no mostraron alteraciones sobre sistemas, órganos y tejidos del animal utilizado. (Estrada 2003).

4.3.6 Indicaciones

La corteza es tónico amargo, estimulante, astringente, febrífugo, deterativo, vermífugo. El fruto es purgante y discutiente. Las hojas y el aceite de las semillas son antisépticos y antiparasitarios. Se usan la corteza, las hojas y los frutos. (Estrada 2003).

4.3.7 Administración

Para el empleo de las hojas del Neem se puede utilizar el extracto acuoso, el polvo seco o aceites formulados; el extracto puede ser con agua o con alcohol y puede ser empleados en forma de concentrados; la vía de administración del Neem para tratar parásitos gastrointestinales es por vía oral, que a su vez, reduce las molestias y sana las úlceras gástricas y duodenales. (Estrada 2003).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material biológico

- 30 cabras de distintas razas, edades, previamente seleccionados para el estudio.

5.1.2 Recursos humanos

- Estudiante investigador
- Director y administrador de Granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Encargado de las cabras.

5.1.3 Centros de referencia

- Departamento de Parasitología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Departamento de Farmacología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Internet

5.1.4 Materiales de campo

- Lazos
- Guantes de látex
- Bolsas plásticas

- Masking tape
- Marcador
- Muestras de heces
- Hielera
- Jeringas
- Panela
- Hojas de Neem
- Registro de animales
- Cuaderno y lapicero

5.1.5 Materiales de laboratorio

- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos
- Mortero con pistilo
- Beaker
- Colador
- Sacarosa
- Cámara de McMaster
- Tubo plástico con doble línea para McMaster
- Gotero
- Microscopio

5.2 Metodología

5.2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones de la Unidad Caprina de la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala ubicada dentro de la ciudad universitaria zona 12, Guatemala.

La Granja Experimental se encuentra dentro de la zona de vida de bosque húmedo subtropical templado con una altitud 1,450 msnm., con una temperatura promedio que oscila entre 20°C–26°C y con una precipitación pluvial promedio de 1,100–1,349 mm/año. (Gómez 2,008).

5.2.2 Muestreo preliminar

Se realizó un muestreo preliminar utilizando el Método de Flotación con el objetivo de determinar que la población caprina del estudio presentara una carga de nematodos gastrointestinales de dos cruces y para determinar el número de huevos de nematodos gastrointestinales por gramo de heces, se utilizó el Método de McMaster. El estudio coprológico se realizó en el Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.2.2.1 Toma, transporte y conservación de la muestra

Se tomaron muestras coprológicas del recto de las cabras, se identificaron, se transportaron en una hielera y se llevaron a analizar al departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.2.3 Grupos experimentales

Para evaluar la eficacia de las hojas de Neem para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos, se hicieron 3 grupos de 10 animales cada uno de la siguiente manera:

Grupo No.1: Administración de la hoja de Neem en seco mezclado con el alimento, por vía oral.

Grupo No. 2: Administración de la infusión de las hojas de Neem, por vía oral.

Grupo No.3: Testigo. No se le aplicó ningún tratamiento.

5.2.3.1 Preparación y administración del producto

Grupo No.1: Las hojas de Neem se cosecharon manualmente de árboles de Neem, se deshojaron y se cortaron en 2x2cm aproximadamente; se pusieron a secar a la sombra durante 20 días. Se pesó la dosificación que le correspondía a cada animal con una dosis de 0.02g de las hojas secas de Neem, por libra de peso y se mezclaron en el alimento, administrándose por vía oral a cada cabra de este grupo. (La dosificación se basó a la administrada en el estudio realizado por la UNAN-León, donde recomiendan utilizar 15 g de las hojas del Neem en vacas Jersey adultas, con un promedio de peso de 830 lb).

Grupo No.2: Para la preparación de la infusión, se midieron 40ml de agua a punto de ebullición, una vez retirada del fuego, se agregó la dosificación que le correspondía a cada animal, con una dosis de 0.02g de hojas secas de Neem por libra de peso y dejándolas reposar por 5 minutos, agregando 1.25g de panela para endulzar la solución. Cuando la infusión estuvo a temperatura ambiente se filtró y se administró, por vía oral con jeringa de 20 ml, a cada cabra de este grupo.

Grupo No. 3: No se le aplicó ningún tratamiento.

5.2.4 Determinación de la carga parasitaria final

A los tres grupos, se les tomaron muestras coprológicas a los 8, 15, 21 y 30 días post-administración, a las cuales se les determinó la carga de huevos de nematodos gastrointestinales, por el Método de McMaster.

5.3.5 Análisis estadístico

a) La variable a medir fue el número de huevos de nematodos/gramo de heces, para determinar si existió diferencia significativa en la carga parasitaria de toda la población; se utilizó el Análisis de Varianza en una dirección por rangos de Kruskal-Wallis con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \left[\frac{(R_i)^2}{n} \right] - 3(n+1)$$

Donde,

H = Estadístico de Kruskal–Wallis.

N = Número de observaciones totales.

$\sum R_i$ = Rangos asignados.

n = número de observaciones por tratamiento.

b) Para el análisis de cada tratamiento se utilizó el método de correlación, donde se relacionó el tiempo en días como variable independiente (X) y el promedio del número de nematodos como variable dependiente (Y); se utilizó la fórmula siguiente:

$$r = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

r= el coeficiente de relación Pearson

N= el número total de pares de puntajes X y Y

Y= Puntaje crudo en la variable Y

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron exámenes coproparasitológicos pre-tratamiento para determinar que la población caprina del estudio presentara una carga de nematodos gastrointestinales de por lo menos dos cruces y, para determinar el número de huevos de nematodos gastrointestinales por gramo de heces, se utilizó el método de MacMaster. Se encontraron las siguientes especies de nematodos: *Oesophagostomun sp.*, *Chabertia sp.* y *Haemonchus sp.*

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza en una dirección por rangos de Kruskal-Wallis, no existió diferencia estadística significativa entre los tres grupos y los cuatro tiempos post-administración (X^2_r obtenido= 3.55 < X^2_r teórico= 5.99), por lo que se rechazó la hipótesis del trabajo (se aceptó la hipótesis nula) diciendo, que la infusión y las hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*) en una dosis de 0.02g/lb, administrados con una sola dosificación por vía oral, no son efectivas para el control de los nematodos gastrointestinales en caprinos. Se deduce que una sola administración y la dosis utilizada en este estudio, no fueron los requeridos para disminuir efectivamente la carga parasitaria de esta especie.

Cuando se realizó la correlación de cada grupo según el incremento de la cantidad de los huevos de nematodos gastrointestinales en relación con el número de días evaluados en este estudio, el grupo que más presentó correlación fue el testigo (0.97); lo que indicó que conforme aumentó el tiempo en días post-administración, presentó mayor número de nematodos gastrointestinales, en comparación a los grupos No. 1 y 2 que se les administró las hojas secas de Neem en el alimento e infusión respectivamente, en estos existió una correlación positiva moderada (0.8 y 0.76), es decir, que también hubo aumento pero posiblemente disminuyó la cantidad de huevos de nematodos gastrointestinales en una etapa del período del estudio. (Cuadro No. 1).

En el cuadro No. 2 se observó que a los 8 días post-tratamiento de Neem, el promedio de huevos de nematodos gastrointestinales/gramo de heces, aumentó en los tres grupos en comparación con el primer día. A los 15 días post-tratamiento disminuyó el 59% (1430 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces), con las hojas secas de Neem en el alimento y el 63% (1640 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces), con la infusión de las hojas secas de Neem en comparación a los 8 días del tratamiento; mientras que en el grupo testigo aumentó el número de huevos de nematodos/gramo de heces a los 8, 15, 21 y 30 días post-tratamiento. (Figura No.1).

Este resultado puede atribuirse al estado larvario de los nematodos gastrointestinales cuando la L3 (Larva libre o envainada), penetra la mucosa digestiva y posteriormente tiene dos alternativas: a) penetrar la submucosa y transformarse en L4 (larva dentro del organismo del animal) que permanece en estado de latencia o hipobiosis, o, b) transformarse en nematodos adultos de algún sexo. Rodríguez (2011) señala que la resistencia antihelmíntica se debe a las cepas resistentes de parásitos que tienen un potencial biótico elevado pueden predominar rápidamente sobre las cepas susceptibles. Por otro lado, los parásitos que en su fase histotrófica (L4) pueden incurrir en hipobiosis y volverse resistentes. La reinfestación de los caprinos de larvas infectantes en el pasto, pueden ayudar a la presencia de nematodos gastrointestinales.

El estado nutricional de las cabras de este estudio era bajo, confirma lo que dice, Mateus (1988) y Fiebiger (1941) que la presencia de nematodos gastrointestinales depende del grado de inmunidad, estado nutricional y especies de nematodos predominantes. De igual manera el estudio se realizó en época de lluvia, período en el que existe humedad relativa favorable para el desarrollo y persistencia de los nematodos gastrointestinales, confirmando lo que dice Soulsby (1982), que la temperatura y la humedad son los factores que favorecen el desarrollo y supervivencia de larvas de los nematodos gastrointestinales. La

humedad de la superficie del suelo es importante, y se requiere una cantidad mínima para que el desarrollo tenga lugar, pero el efecto de la fluctuación de la cantidad de humedad es desconocida. Otros factores que ayudan a la traslación de las larvas sobre la hierba son el viento y la lluvia. Al igual que Soulsby, Rose (1962), también encontró que se necesita una cantidad determinada de humedad o agua de lluvia que penetre en la capa de estiércol, para que se creen las condiciones adecuadas para la migración.

VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza en una dirección por rangos de Kruskal-Wallis, no existió diferencia estadística significativa entre los tres grupos y los cuatro tiempos post-administración.
- La administración del Neem (*Azadirachta indica*), en forma de hoja seca en el alimento disminuyó el 59% (1430 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces) la carga de huevos de nematodos gastrointestinales en caprinos, a los 15 días post-tratamiento.
- La administración del Neem (*Azadirachta indica*), en forma de infusión por vía oral disminuyó el 63% (1640 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces), la carga parasitaria de huevos de nematodos gastrointestinales en caprinos, a los 15 días post-tratamiento.
- Se determinó que a los 21 y 30 días post-tratamiento de las hojas secas de Neem administrados en el alimento e infusión, se obtuvo un incremento de la carga parasitaria.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar las hojas de Neem (en hojas secas y en infusión), en dosis más altas a las utilizadas en este estudio, para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos.
- Realizar estudios administrando las hojas secas del Neem para el control de nematodos gastrointestinales; evaluando diferentes intervalos de tratamiento, como una vez por semana o tres días consecutivos.
- Comparar el efecto desparasitante del Neem (*Azadirachta indica*), versus un desparasitante químico y evaluar el costo-beneficio.

IX. RESUMEN

Palabras clave: Neem, cabras, nematodos, desparasitante

El estudio se realizó en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en 30 cabras de diferentes edades y razas distribuidas equitativamente, con el propósito de evaluar la efectividad desparasitante de las hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*), para el control de nematodos gastrointestinales en caprinos y generar una alternativa al uso de desparasitantes químicos nematicidas.

Se cortaron las hojas del Neem y se pusieron a secar por 20 días. Se realizó un muestreo coprológico preliminar para determinar la carga parasitaria. Se dividió el hato en tres grupos de 10 cabras cada uno: grupo No. 1 se le administró 0.02 g/lb de las hojas secas del Neem en el alimento, grupo No.2 se le administró la infusión de 0.02 g/lb de las hojas secas del Neem en 40 ml de agua, grupo No. 3 no se le administró tratamiento. En todos los grupos se tomaron muestras coprológicas a los 8, 15, 21 y 30 días post-tratamiento. Se determinó la eficacia de las hojas secas del Neem por el Método de MacMaster.

Según el Análisis estadístico de Kruskal-Wallis, no existió diferencia significativa entre los tres grupos y los cuatro tiempos. A los 8 días: los tres grupos presentaron aumento de la cantidad de huevos de nematodos gastrointestinales. A los 15 días: disminuyó el 59% (1430 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces), con hojas secas de Neem en el alimento y el 63% (1640 huevos de nematodos gastrointestinales/gr de heces), con la infusión de las hojas secas de Neem, en comparación a la carga obtenida a los 8 días del tratamiento; mientras que 21 y 30 días, aumentó el número de huevos de nematodos/gramo de heces en los tres grupos.

SUMMARY

Key words: Neem, goats, nematodes, dewormer

The study was done at the experimental farm of the Faculty of Veterinary Medicine and zootechnics, with 30 goats of different ages and breeds distributed equitably into different groups. The purpose of the study was to evaluate the effectivity of the dry leaf Neem (*Azadirachta indica*) as a dewormer for the control of gastrointestinal nematodes in goats and to generate an alternative to the use of chemical nematicide dewormers.

The Neem leaves were obtained, cut, and put to dry during 20 days. A preliminary stool sampling was done to determine the parasite load of the studied goats. The herd was divided into three groups of 10 goats each. Group number 1 was administered 0.02 g/lb of dry Neem leaves in the feed. Group number 2 was administered an infusion of 0.02 g/lb of dry Neem leaves in 40 ml of water. Group number 3 was the control group. Stool samples were collected from the three groups at 8, 15, 21, and 30 days post treatment. The dewormer efficiency of the dry Neem leaves was determined using the MacMaster method.

The Kruskal-Wallis statistical analysis proved that there was no significant difference between the three groups and the four post treatment samples. The stool samples collected at 8 days showed an increase in the quantity of gastrointestinal nematodes in all three groups. The stool samples collected at 15 days showed a 59% decrease with dry Neem leaves in the feed (1430 gastrointestinal nematodes per gram of feces) and a 63% decrease with the infusion of dry Neem leaves (1640 gastrointestinal nematodes per gram of feces), in comparison with the parasite load obtained at 8 days post treatment. The stool samples obtained at 21 and 30 days post treatment showed an increase in the number of nematode eggs per gram of feces in all three groups.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Board, N. 2004. Neem and others products. Inc. United States of America, Asia Pacific Bussiness Prees. 377 p.
2. Bonilla, O; Díaz O. 1992. Elementos básicos para el manejo de animales domésticos. CABRAS. Costa Rica, UNED. 408 p.
3. Cáceres, A; Aragón, A. 1994. Vademécum Fitoterapéutico del Departamento de San Marcos. Fundación Salud Para Todos. Laboratorio y Droguería de Productos Fitofarmacéuticos FARMAYA. Guatemala, San Marcos. 112 p.
4. Conrick, J. 2003. Neem: The Ultimate Hierb. 2 ed. United States of America, LOTUS. 141 p.
5. Cordero del Campillo, M. et, al. 1999. Parasitología Veterinaria. España, McGraw Hill. 968 p.
6. Dickson, L; Muñoz, G. 2005. Manual de Producción de Ovinos y Caprinos. Venezuela, INIA. 300 p.
7. Estrada, J. 2003. Los bioinsecticidas de Neem en el manejo ecológico de plagas en la producción agropecuaria especialmente en la agricultura urbana. V Encuentro de Agricultura Orgánica. 27 al 30 de mayo del 2003, Palacio de Convenciones de La Habana. Cuba s.p.
8. Fiebiger, J. 1941. Los parásitos de los animales del hombre y de los animales domésticos. 3 ed. Madrid, Viuda de Juan Pueyo. 516 p.

9. Giofredo, J. 2010. Caprinos: Generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. (en línea). Consultado 13 jul. 2012. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/122_curso_UNRC.pdf
10. Gómez, P. 2008. Efecto de la administración parenteral de aminoácidos, utilizando como vehículo lactosa ionizada, en cerdas gestantes a un nivel semitecnificado. Consultado 06 sep. 2013. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1083.pdf
11. González, S. 2000. Terapéutica Antiparasitaria (en línea). México D.F., Canal H. Consultado 3 jul. 2012. Disponible en <http://www.canalh.net/webs/Sgonzalez002/terapeutica/antiparasitaria.htm>
12. Guerrini, V. 2003. Effect of azadirachtin on *Damalinia ovis* in sheep, (en línea) Faculty of Sciences, University of Southern Queensland, Toowoomba, Queenslando. Consultado 05 jul. 2012. Disponible en <http://www.cpb.uokhsc.edu/ojvr/lice.htm>
13. Harold, 2004. Validación de las hojas de Neem como agente controlador de parásitos internos en Bovinos en Toluca. Consultado 03 mayo 2012. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:gvNA5WOD8°gJ:funica.org.npdf>
14. Khalid et al, 2005. El uso de las Plantas Medicinales. 3 ed. España. LIMUSA. 307 p.
15. Lacerca, A. 1978. Los Caprinos. 2 ed. Albatros, Bs. As. 235 p.
16. Mateus. G, 1983. Parásitos en los Bovino. CATIE. Costa Rica. 26 p.

17. Norton, E; Pütz, J. 1999. *Neem: India's Miraculous Healing Plant*. 3 ed. Canadá, Copyright. 231 p.
18. Pietrosemoli et al, 2002. Coccidiosis (*Eimeria sp*) control in grazing calves using aqueous extract of Neem (*Azadirachta indica A. Juss*) seeds. *J. Dairy Science* 85 (Supplement 1): 389
19. Quiroz Romero, H. 1988. *Parasitología y enfermedades parasitarias de los Animales domésticos*. México, LIMUSA. 827 p.
20. Rodríguez, M; Figueroa, L. 2007. *Manual de técnicas diagnósticas en parasitología veterinaria*. Departamento de Parasitología. p. 21, 22.
21. Salazar, E. 1999. Manejo sanitario con productos naturales zábila (*Aloe vera*) y Neem (*Azadirachta indica*). Programa Caprino Nacional. Fidel A. Pariacote (ed). Fundacite Falcón. Memoria. 2: 20 - 22.
22. Schumtterer, H. 1995. *The Neem tree. Source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes*. Weinheim. Edition VCH. 36 p.
23. Silauli, R. 2010. *Rol Social de la Ganadería: un enfoque sobre el aporte social de la ganadería de caprinos y ovinos en la Argentina*. (en línea). Consultado 13 jul. 2012. Disponible en http://www.aapa.org.ar/congresos/2009/monografias/Silauli_y_Ploszaj.pdf
24. Soulsby, E.J.L. 1987. *Parasitología y Enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. 7ed. México, DF, Interamericana. 823 p.

25. Sumano, H; Ocampo, L. 1997. Farmacología Veterinaria. 2 ed. México, D.F. Interamericana. 680p.

26. Vietmeger, N. 1992. Neem; A Tree For Solving Global problems. National Washington, DC, Academy Press. 175p.

XI. ANEXOS

Cuadro No. 1 Correlación del incremento de la cantidad de los huevos de nematodos gastrointestinales en los grupos tratados con hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*) y control (agosto-septiembre, 2013).

Grupo de cabras	Correlación
Grupo No.1 Hojas secas de Neem en el alimento	0.8
Grupo No.2 Infusión de las hojas secas de Neem	0.76
Grupo No.3 Testigo (no se administró tratamiento).	0.97

Cuadro No. 2 Promedio del número de huevos de nematodos gastrointestinales de los grupos tratados con las hojas secas del Neem (*Azadirachta indica*) y control (agosto-septiembre, 2013).

	Grupo No. 1	Grupo No. 2	Grupo No. 3
DIAS	Hojas secas del Neem en el alimento	Infusión de las hojas secas del Neem	Testigo (sin tratamiento)
Promedio del número de nematodos gastrointestinales/gr de heces			
1	1520	1750	1170
8	2420	2590	1810
15	990	950	2430
21	1960	1620	3100
30	3140	3240	4180

Figura No. 1 Promedio de huevos de nematodos gastrointestinales en las cabras tratadas con las hojas secas del Neem (*Azadiractha indica*) y grupo control (septiembre, 2013).

