

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



**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CUATRO
HELMINTICIDAS EN CAPRINOS DE LA GRANJA
EXPERIMENTAL DE LA FMVZ, USAC**

ANDREA MARÍA VILLEGAS MORA

Médica Veterinaria

GUATEMALA, JULIO DE 2018

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



**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CUATRO
HELMINTICIDAS EN CAPRINOS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL
DE LA FMVZ, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ANDREA MARÍA VILLEGAS MORA

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, JULIO DE 2018

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

DECANO:	M.A Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Brenda Lissette Chávez López
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

M.A MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA

LIC. ZOOT. GABRIEL GERARDO MENDIZÁBAL FORTÚN

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:

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CUATRO HELMINTICIDAS EN CAPRINOS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA FMVZ, USAC

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 DIOS:** Por darme la oportunidad de llegar a este momento de mi vida.
- A MI HIJA:** Luciana, por darme una razón más para superarme, por enseñarme día a día que eres lo mejor que me ha pasado y por demostrarme que sí se puede.
- A MI ESPOSO:** Donald, por apoyarme desde el primer día, por sufrir conmigo las madrugadas y las largas noches, por ser mi fuerza, consuelo y alegría.
- A MIS PADRES:** Luis Javier y María Ester, por su constante apoyo incondicional, por creer en mí, por darme las herramientas correctas para la vida y confiar en mis decisiones.
- A MI HERMANO:** Pedro, por estar siempre pendiente y brindarme apoyo a la distancia.
- A MI FAMILIA:** Por su soporte constante durante todos estos años.
- A MIS AMIGOS:** Por su apoyo antes, durante y después de la carrera. Gracias por hacer esta experiencia algo inolvidable con su amistad a través de los años.

AGRADECIMIENTOS

**A LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA:**

Por ser mi casa de estudios y darme la oportunidad de cumplir esta meta.

**A LA FACULTAD
Y CATEDRÁTICOS:**

Por la formación profesional y la enseñanza en sus aulas.

A MIS ASESORES:

Por su apoyo, tiempo, dedicación y amistad.

**AL DEPARTAMENTO
DE PARASITOLOGÍA:**

Por su tiempo, amabilidad, conocimiento y amistad.

**A LA GRANJA
EXPERIMENTAL:**

Infinitas gracias a cada uno de sus trabajadores por sus enseñanzas, cortesía y profesionalismo.

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	Caprinos.....	4
4.1.1	Control de nematodos y resistencia parasitaria.....	4
4.1.2	Reducir la resistencia a los fármacos.....	6
4.2	Clasificación de los agentes antihelmínticos.....	8
4.2.1	Fenbendazol.....	10
4.2.1.1	Clasificación.....	10
4.2.1.2	Descripción.....	10
4.2.1.3	Formas de presentación.....	10
4.2.1.4	Farmacodinamia.....	11
4.2.1.5	Farmacocinética.....	11
4.2.1.6	Indicaciones.....	11
4.2.1.7	Toxicidad.....	12
4.2.1.8	Periodo de retiro.....	12
4.2.1.9	Contraindicaciones, efectos indeseables.....	12
4.2.2	Levamisol.....	13
4.2.2.1	Clasificación.....	13
4.2.2.2	Descripción.....	13
4.2.2.3	Formas de presentación.....	13
4.2.2.4	Farmacodinamia.....	13
4.2.2.5	Farmacocinética.....	14
4.2.2.6	Indicaciones.....	14
4.2.2.7	Toxicidad.....	14
4.2.2.8	Periodo de retiro.....	14
4.2.2.9	Contraindicaciones, efectos indeseables.....	15
4.2.3	Eprinomectina.....	15
4.2.3.1	Clasificación.....	15
4.2.3.2	Descripción.....	15
4.2.3.3	Formas de presentación.....	15
4.2.3.4	Farmacodinamia.....	15
4.2.3.5	Farmacocinética.....	16
4.2.3.6	Indicaciones.....	16

4.2.3.7	Toxicidad.....	17
4.2.3.8	Periodo de retiro.....	17
4.2.3.9	Contraindicaciones, efectos no deseables.....	17
4.2.4	Ivermectina.....	18
4.2.4.1	Clasificación.....	18
4.2.4.2	Descripción.....	18
4.2.4.3	Formas de presentación.....	18
4.2.4.4	Farmacodinamia.....	18
4.2.4.5	Farmacocinética.....	18
4.2.4.6	Indicaciones.....	19
4.2.4.7	Toxicidad.....	19
4.2.4.8	Periodo de retiro.....	19
4.2.4.9	Contraindicaciones, efectos indeseables.....	20
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.1	Materiales.....	21
5.1.1	Recursos humanos.....	21
5.1.2	Recursos de laboratorio.....	21
5.1.3	Recursos de campo.....	22
5.1.4	Recursos biológicos.....	22
5.1.5	Centros de referencia.....	22
5.2	Metodología.....	23
5.2.1	Área de estudio y descripción.....	23
5.2.2	Criterios de inclusión.....	23
5.2.3	Diseño de estudio.....	23
5.2.4	Grupos experimentales.....	23
5.2.5	Determinación de la carga parasitaria.....	24
5.2.6	Determinación de la resistencia y efectividad de los antihelmínticos.....	24
5.2.7	Estadística descriptiva.....	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1	Fenbendazol.....	28
6.2	Levamisol.....	29
6.3	Eprinomectina.....	31
6.4	Ivermectina.....	32
6.5	Discusión.....	33
VII.	CONCLUSIONES.....	37
VIII.	RECOMENDACIONES.....	38
IX.	RESUMEN.....	39
	SUMMARY.....	40

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
XI. ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1

Resultado: Muestreo coprológico inicial pretratamiento 27

Cuadro 2

Análisis efectividad promedio de antihelmínticos (semanal y general) 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
Muestreo coprológico inicial preaplicación de antihelmínticos	27
Figura 2	
Muestreo general del grupo fenbendazol.....	28
Figura 3	
Grupo fenbendazol promedio de datos semanales.....	29
Figura 4	
Muestreo general del grupo levamisol	29
Figura 5	
Levamisol promedio de datos semanales	30
Figura 6	
Muestreo general del grupo eprinomectina.....	31
Figura 7	
Grupo eprinomectina promedio de datos semanales.....	31
Figura 8	
Muestreo general del grupo ivermectina.....	32
Figura 9	
Grupo ivermectina promedio de datos semanales	33
Figura 10	
Comparación de resultados promedio de los cuatro antihelmínticos.	33
Figura 11	
Porcentaje de efectividad promedio de los cuatro antihelmínticos.....	35

I. INTRODUCCION

Son muchas las enfermedades que afectan a los caprinos, entre ellas se encuentra la parasitosis. Estos problemas son muy frecuentes en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). En la mayoría de los casos se manifiesta clínicamente e incluso pueda ocasionar la muerte del animal a pesar del uso constante de desparasitantes.

Estas parasitosis se presentan en los animales en forma de decaimiento, baja producción de leche, pelo hirsuto, debilidad, enterorrea y anorexia. Esto influye dramáticamente en la tenencia de estos animales y termina representando pérdidas económicas importantes para la granja experimental.

Como consecuencia, es necesario realizar medidas de control y rotación de tratamientos dentro de la explotación de acuerdo a las edades y etapas productivas de los animales. Es preciso apoyarse en los métodos de diagnóstico para identificar a los parásitos que aquejan a los animales y, de esa forma, poder establecer el tratamiento adecuado para ellas con respecto a la utilidad del desparasitante.

En la presente investigación se busca comparar el rendimiento de cuatro helminticidas diferentes: fenbendazol, levamisol, eprinomectina e ivermectina. Se evaluarán los desparasitantes en los caprinos de la granja experimental, para determinar cuál posee mayor eficacia y cuál debe ser descartado.

II. HIPÓTESIS

Existe resistencia a los helminticidas que regularmente se usan en los caprinos de la granja experimental.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Generar información sobre la resistencia a helminticidas en caprinos de la granja experimental de la FMVZ – USAC.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar si existe resistencia a cuatro helminticidas (eprinomectina, levamisol, ivermectina y fenbendazol) en caprinos de la granja experimental.
- Determinar el helminticida que posea menor resistencia en las cabras de la granja experimental.
- Determinar el helminticida menos efectivo en las cabras de la granja experimental.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Caprinos

Las cabras son pequeños rumiantes que fueron domesticados antes que los bovinos y ovinos. Han servido a la humanidad desde hace varios siglos. Estos animales se desarrollan en diferentes ambientes desde lugares áridos hasta tropicales lluviosos. La especie caprina se destaca entre otras ganaderías por su gran capacidad de producir leche, carne, piel, pelo y estiércol, donde otros animales domésticos no pueden subsistir. Por su gran rusticidad y adaptabilidad, así como la relativa facilidad de su explotación y los beneficios que proporcionan, las cabras representan un recurso de importancia social para Guatemala. Las razas más comunes en Guatemala son alpinas, nubianas y sus cruces. La crianza de cabra ha empezado a ganar interés como una alternativa para producción de leche para las familias rurales, así como también para la fabricación de subproductos lácteos como quesos y yogurt (Cantú, 2004).

4.1.1 Control de nematodos y resistencia parasitaria

Las infecciones por nematodos gastrointestinales disminuyen la productividad de los caprinos, especialmente en los sistemas de producción de países tropicales que utilizan el pastoreo, como ocurre en Guatemala. A pesar de que este parasitismo en cabras es común, y, en ocasiones severo, poca atención se ha prestado al desarrollo de estrategias de control en estos sistemas de producción (Knox y Steel, 1996).

Su importancia radica en que el parásito puede ser la causa indirecta de una disminución del aprovechamiento de los alimentos por parte del hospedador, bien sea por una reducción del apetito, con la consiguiente disminución en la ingestión de alimentos, por una infrutilización de sustancias nutritivas al paso de los

alimentos por el tracto digestivo o, también, por un descenso en la síntesis de proteínas del músculo esquelético. Los cambios producidos en la capacidad de la superficie intestinal pueden tener como consecuencia una alteración en el equilibrio hídrico, así como en el intercambio de iones, sodio y cloro; también puede inducir cambios morfológicos y bioquímicos en las células epiteliales y en las microvellosidades intestinales (Soulsby, 1987).

El parasitismo del tracto gastrointestinal en cabras es una de las principales constantes patológicas asociadas a la crianza de las cabras en pastoreo. Cuando las cabras pastorean se infectan con helmintos dentro de los cuales los que más prevalecen son los nematodos *Trichostrongylus*, el cual parasita diferentes partes del intestino. En países tropicales, el *Haemonchus contortus* es muy frecuente. La infección por estos nematodos, los cuales son los principales responsables por grandes pérdidas de producción, se encuentra relacionada con el bajo crecimiento y baja producción de leche y/o conversión de carne. Las cabras son particularmente susceptibles, ya que ellas tienen menor capacidad de respuesta inmune hacia los nematodos que las ovejas o el ganado bovino (Hoste y Chartier, 2000).

Muchos estudios han indicado que las cabras adultas muestran el mismo nivel de infección que las cabras jóvenes. En ovejas, los animales adultos se infectan menos que los corderos, dado a que ya han desarrollado inmunidad previamente. Esta baja capacidad de las cabras adultas a resistir las infecciones por nematodos tiene grandes consecuencias en el aspecto epidemiológico. (Huntley, 1995)

Muchas de las especies de nematodos en cabras también las pueden contraer las ovejas. Se ha considerado por mucho tiempo que datos obtenidos de las ovejas también pueden ser aplicados directamente a las cabras y que no es necesario ningún estudio caprino. Sin embargo, datos recientes han resaltado

características de las infecciones por helmintos en cabras, así como peculiaridades fisiológicas y metabólicas, las cuales influyen la eficacia de los métodos de control. Estudios farmacológicos y farmacocinéticos demuestran que el metabolismo y el destino de los antihelmínticos difieren completamente entre las cabras y las ovejas. Los antihelmínticos en cabras generalmente son metabolizados y eliminados de la sangre mucho más rápido que en ovejas o ganado bovino. Esto ha sido comprobado para benzimidazoles, levamisol y para algunas avermectinas (Hennessy, 1993).

Debido a esta metabolización tan acelerada se da una ineficiencia parcial de los antihelmínticos contra los nematodos, por el poco tiempo de contacto entre los parásitos y las bajas concentraciones en la sangre de la droga. Las consecuencias de las peculiaridades en la fisiología de las cabras en el uso de antihelmínticos se pueden resumir en: la necesidad de frecuentes tratamientos, el respaldo en un número limitado de moléculas pertenecientes en su mayor parte a una sola familia de antihelmínticos y, finalmente, las subdosificaciones de benzimidazoles durante muchos años debido a la falta de conocimientos sobre las dosis adecuadas. La combinación de estos tres factores ha favorecido el desarrollo de la resistencia a antihelmínticos en las poblaciones de parásitos (Hoste et al., 2000).

4.1.2 Reducir la resistencia a los fármacos

Es un tema de mucha discusión cuando se refiere a las cabras. Sin nuevos desparasitantes a la vista, se debe prevenir la resistencia de los antihelmínticos en un futuro y atacar el problema de raíz. A continuación, se desglosan algunas estrategias que pueden ayudar a prevenir la resistencia de los helmintocidas:

- Se recomienda evitar la desparasitación general: está estimado que de un 20% a un 30% de las cabras, en la mayoría de lotes, son las encargadas de llevar la mayor carga parasitaria y de eliminar los huevos en heces. Estas

son las cabras que requieren de una desparasitación frecuente, las otras no.

- Revisar a las cabras frecuentemente: revisar el pelo, las heces para ver si hay diarrea, verificar si ha habido pérdida de peso, estado de las mucosas, las cuales deben ser de rojas a rosadas, ya que si están pálidas indican un problema de anemia y necesitarán ser desparasitadas.
- Haciendo muestreos coprológicos frecuentes (directamente del recto): en cabras que se sospechen estén parasitadas, y analizarlas en el laboratorio con las técnicas correspondientes. Se recomienda que 10 días después de la desparasitación se recolecten muestras de heces y se corran las pruebas en el laboratorio. Debería de haber una reducción del 95% en el conteo de huevos por gramo de heces. De lo contrario, se estaría presentando una resistencia al fármaco en el lote.
- No rotar los desparasitantes cada vez que se dosifique a las cabras: Si el antihelmíntico está funcionando, usarlo por lo menos un año, o hasta que empiece a perder efectividad.
- Pesar a las cabras y dosificarlas acorde a su peso: nunca sub-dosificar. Si realmente no se puede pesar a las cabras, entonces hay que medirlas con una cinta medidora para estimar el peso de cada una.
- Siempre revisar la dosis correcta acorde a la especie: a las cabras no se les dosifica con la misma cantidad de producto que a un ovino, bovino o equino. Siempre utilizar la dosis correcta.
- La mayoría de antihelmínticos deberán ser administrados vía oral: se recomienda utilizar una jeringa para colocar el medicamento atrás de la lengua y luego elevar la barbilla de la cabra hasta que ésta haya tragado.
- Dejar en cuarentena y desparasitar a todas las cabras que ingresan nuevas al lote: es recomendable utilizar dos productos de diferentes principios activos. Dejar las cabras en un pequeño corral, alejadas de las pasturas por lo menos 48 horas.

- Sacar a las cabras y mantenerlas en su lote de 12 a 24 hrs previo a la desparasitación: acción que incrementará la efectividad del fármaco. Confinarlas (con comida y agua de bebida) unas 48 horas adicionales luego de la desparasitación, para prevenir la deposición de heces con huevos de nematodos en las pasturas.
- Desparasitar a todas las crías después del período de lactancia: se presentan cambios en los niveles de estrógeno que causan que las larvas muden y proliferen.
- Permitir que las cabras pastoreen: exceptuando las mañanas temprano cuando el forraje todavía está cubierto de rocío. Las larvas de parásitos tienden a quedarse a 3 pulgadas por encima de la tierra.
- Rotar potreros: rotar a las cabras a nuevas pasturas antes que el forraje esté a sólo 3 pulgadas de alto. No repastorear en potreros usados por más de 90 días en verano y 180 días en invierno, a menos que sea utilizado para heno (que deseca las larvas) o que se combine el pastoreo con equinos o bovinos.
- Buena alimentación. Cabras bien alimentadas son más resistentes a los parásitos, que las que no tienen una buena nutrición.
- Utilizar tratamientos naturales: diversas plantas como el apazote, *Chenopodium* spp, y árboles, del género *Jacaranda*, y semillas del árbol de Nim, *Azadirachta indica*, han demostrado propiedades como desparasitantes naturales.

(Salazar y Pariacote, 2004; Sayer 2010)

4.2 Clasificación de los agentes antihelmínticos

Los fármacos que se utilizan actualmente pertenecen a los siguientes grupos: benzimidazoles y probenzimidazoles; imidazotiazoles; e ivermectinas. Los benzimidazoles y probenzimidazoles se administran por vía oral, generalmente en forma de suspensión. Se absorben rápidamente, alcanzando en 2-3 horas los

niveles plasmáticos más altos. Los que más se utilizan actualmente en los rumiantes son el albendazol, oxbendazol, parbendazol, mebendazol, oxfendazol, fenbendazol, flubendazol y cambendazol. El tetramisol y levamisol son los imidazotiazoles más eficaces frente a las formas adultas de los nematodos gastrointestinales, excepto *Oesophagostomun spp.* Frente a los estados larvarios, la eficacia es menor (menos del 80%). Son también muy activos frente a nematodos pulmonares. Los períodos de supresión recomendados son de 2 días para el consumo de leche y de 7 días para el sacrificio. Las lactonas macrocíclicas presentan eficacia del 95 al 100% frente a adultos y estados larvarios, incluso inhibidos, de todos los nematodos gastrointestinales. Son también eficaces frente a nematodos pulmonares y frente a ectoparásitos, pero carecen de acción ovicida. Después de su aplicación, mantienen durante al menos 2 semanas elevados niveles en el plasma y tejidos, lo que permite que su actividad sea muy prolongada (Cordero, 1999).

Cabe recalcar que hace muchos años se utilizaron profusamente organofosforados, tales como: haloxón, coumafós, triclorfón, naftalofós y crumofate. Todos tienen una recomendable eficacia frente a los parásitos adultos. Sin embargo, su elevada toxicidad y la aparición de nuevos antihelmínticos más inocuos y de superior eficacia ha hecho que no se utilicen prácticamente en la actualidad. Los medicamentos antihelmínticos se clasifican de acuerdo al tipo de parásito que afecten, con efectos larvicidas y ovicidas dentro del mismo espectro. Es conveniente señalar que no existen agentes antiparasitarios de espectro absoluto (Cordero, 1999).

Estas son algunas características ideales o deseables que debe poseer un antiparasitario para su uso veterinario:

- Amplio margen terapéutico, o que se cuente con antídoto.
- Potente y con efecto rápido

- Con efecto residual definido.
- Sin efectos colaterales indeseables.
- Que no tenga alto costo.
- Amplio espectro antiparasitario.
- Baja tasa de residuos en productos de origen animal.
- De fácil administración.
- Que no genere resistencia.
- Que no afecte al ecosistema.
- Con relación costo – beneficio favorable.

(Cordero, 1999)

4.2.1 Fenbendazol

4.2.1.1 Clasificación

Benzimidazol. Antihelmíntico nematocida y cestocida (Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE], 2008a).

4.2.1.2 Descripción

Polvo blanco, amarillento, cristalino, casi insoluble en agua, soluble en dimetilsulfóxido. Se obtiene por síntesis a partir de la modificación estructural del tiabendazol (OIE, 2008a).

4.2.1.3 Formas de presentación

Oral en formulaciones líquidas, suspensión, pastas y geles. También existe la suspensión intrarruminal (OIE, 2008a).

4.2.1.4 Farmacodinamia

Inhibe los mecanismos de asimilación de la glucosa por parte del nematodo, la producción de ATP (adenosinatrifosfato) y la utilización del glucógeno. Estos efectos no se producen en los mamíferos. Además, los benzimidazoles son inhibidores de la proliferación de los microtúbulos al unirse a la tubulina, lo que puede relacionarse con la inhibición conjunta de la acetilcolinesterasa del parásito. También inhibe los procesos oxidativos de fosforilación que afecta la energía del parásito. Reduce la fumarato reductasa, lo que inhibe a su vez la generación de energía a nivel de mitocondrias. La baja solubilidad aumenta la acción antiparasitaria por cuanto permite el más largo contacto del fármaco con el parásito, dentro del animal (OIE, 2008a).

A medida que se disuelve se van manteniendo concentraciones activas con eficacia antiparasitaria en el plasma, lo que permite actuar sobre ciertas larvas inmaduras y latentes en las paredes intestinales y órganos. Buena parte de la actividad antihelmíntica de la droga se logra luego de la formación de metabolitos en forma sulfóxido, generado durante el metabolismo hepático (OIE, 2008a).

4.2.1.5 Farmacocinética

Se absorbe por el tracto gastrointestinal en pequeña proporción, alcanzando niveles plasmáticos en 2 a 4 horas, no mayores del 1% de la dosis administrada. Se excreta por materia fecal entre un 44% y 50%, sin modificaciones y por orina 1%. Dos semanas luego de su administración pueden detectarse cantidades residuales en los tejidos, principalmente en el hígado (OIE, 2008a).

4.2.1.6 Indicaciones

Nematodos Gastrointestinales: Formas maduras e inmaduras de: *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Bunostomum* spp., *Ostertagia* spp.,

Cooperia spp, *Nematodirus* spp., *Chabertia ovina*, *Oesophagostomun* spp., *Ascaris vitulorum*. Tiene cierta acción sobre *Trichuris* spp. Actúa sobre formas hipobióticas de *Ostertagia ostertagii*. Su eficacia se demuestra reduciendo hasta un 90% de los estados larvarios de 3, 7 y 10 días de edad. Estudios sobre las formas de *Ostertagia* inhibida (hipobióticas) indican que su eficacia varía entre 24% y 97%, dependiendo de las diferencias estacionales, en el grado de inhibición, y la velocidad de paso del antihelmíntico, a través del tracto digestivo. Nematodos pulmonares: Formas maduras e inmaduras de *Dictyocaulus viviparus*. Céstodos y *Moniezia* spp. (OIE, 2008a).

4.2.1.7 Toxicidad

Margen de seguridad en rumiantes: 67 veces la dosis terapéutica. Son muy raros los casos de intoxicaciones con fenbendazol, debido sobre todo a su baja toxicidad, al amplio margen de seguridad y a la buena tolerancia en la mayoría de las especies. Sin embargo, éste no posee antídoto específico y el tratamiento es sintomático (OIE, 2008a).

4.2.1.8 Periodo de retiro

En carne son 14 días y en leche 7 días (OIE, 2008a).

4.2.1.9 Contraindicaciones, efectos indeseables

No se debe administrar junto con bromosalenos (OIE, 2008a).

4.2.2 Levamisol

4.2.2.1 Clasificación

Imidazotiazol. Exclusivamente antiparasitario interno: nematicida (OIE, 2008b).

4.2.2.2 Descripción

Polvo cristalino, blanco a blanco-amarillento, inodoro. Soluble en 2 partes de agua y 5 partes de alcohol metílico. Prácticamente insoluble en éter. Posee un efecto inmunoestimulante y como promotor de crecimiento (OIE, 2008b).

4.2.2.3 Formas de presentación

Soluciones orales, soluciones inyectables, pour-on, polvo, comprimidos y cápsulas. Se presenta solo, o en mezcla con otras materias primas, como bencimidazoles, morantel, pirantel y closantel (OIE, 2008b).

4.2.2.4 Farmacodinamia

El levamisol causa parálisis por contracción muscular permanente y eliminación pasiva del parásito. En el caso de los *Ascaris*, el levamisol actúa estimulando la estructura ganglionar nerviosa produciendo inhibición por despolarización. Además, se ha demostrado que a dosis elevadas el levamisol es un importante inhibidor de la fumarato reductasa, al unirse a los grupos sulfhídricos de la enzima, formando puentes disulfuro. Dicha enzima, parte del ciclo de Krebs, es de fundamental importancia en la transferencia de los equivalentes de reducción provenientes del FADH₂, por lo cual su inhibición afecta la síntesis de ATP por parte del parásito (OIE, 2008b).

4.2.2.5 Farmacocinética

El levamisol es muy soluble en agua. Se absorbe rápidamente a sangre y se distribuye rápidamente por todo el cuerpo. Se excreta sobre todo a través de la orina unas 24 horas tras la administración. Cerca del 40% de la dosis administrada se elimina en las heces sin modificar. En cabras, el levamisol se excreta más rápidamente, lo que exige de ordinario una dosis algo mayor (OIE, 2008b).

4.2.2.6 Indicaciones

Nematodos gastrointestinales, estado adulto y larvario: *Haemonchus spp.*, *Ostertagia spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Cooperia spp.*, *Nematodirus spp.*, *Nematodirus spp.*, *Oesophagostomun spp.*, *Bunostomum spp.*, *Parafilaria bovicola (filariasis subcutánea)*, *Thelazia spp.*, *Trichuris spp.*, y Ascariasis (OIE, 2008b).

4.2.2.7 Toxicidad

La toxicidad del levamisol es mayor que la de otros grupos de antiparasitarios, como los benzimidazoles o las ivermectinas. Sin embargo, los signos de intoxicación son inusuales a menos que se excedan las dosis terapéuticas. La intoxicación del levamisol presenta los signos típicos colinérgicos como: salivación, temblor muscular, ataxia, urinación, defecación y colapso. En caso de muerte a causa de la intoxicación con levamisol, ésta se produce por asfixia, debido a insuficiencia respiratoria. La atropina suele ser usada como antídoto, junto con aporte de oxígeno y el uso de carbón activo si la intoxicación fue vía oral (OIE, 2008b).

4.2.2.8 Periodo de retiro

8 días en carne y 3 días en leche (OIE, 2008b).

4.2.2.9 Contraindicaciones, efectos indeseables

No debe emplearse en animales enfermos o debilitados. Podría ser riesgoso administrarlo con productos tales como: pirantel, nicotina, inhibidores de la colinesterasa. En cabras, dosis orales de 35 mg/kg, unos 30 minutos tras la administración, producen síntomas transitorios de intoxicación como lagrimeo, miosis, así como hipo o hiperactividad (OIE, 2008b).

4.2.3 Eprinomectina

4.2.3.1 Clasificación

Lactona macrocíclica del grupo de las avermectinas. Antihelmíntico nematocida, ectoparasicida sistémica y de contacto (Ploog & Rodríguez, 2008).

4.2.3.2 Descripción

Es una avermectina biosintética producida por el *Streptomyces avermitilis*. Es altamente lipofílica, tiene una elevada distribución tisular y una prolongada residencia en plasma (Ploog et.al., 2008).

4.2.3.3 Formas de presentación

Pour-on, Spot-on (pipetas) o subcutánea (Ploog et.al., 2008).

4.2.3.4 Farmacodinamia

Su acción se localiza a nivel de las terminaciones nerviosas de los nematodos y en la zona de contacto entre una fibra nerviosa y una fibra muscular de los nematodos y artrópodos, estimulando la liberación masiva a este nivel del

ácido gamma amino butírico (GABA), el cual cumple la función de neurotransmisor. La presencia de grandes cantidades de GABA a nivel sináptico conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados en las terminaciones nerviosas, abriendo el canal del cloro, hiperpolarizando la neurona y produciendo la interrupción de los impulsos nerviosos del parásito, conduciendo a la muerte y eliminación del parásito por parálisis flácida (Ploog et.al., 2008).

4.2.3.5 Farmacocinética

La eprinomectina ha sido desarrollada para su administración en forma epicutánea, conservando su actividad contra endo y ectoparásitos. Su distribución es adecuada debido a su alta liposolubilidad, presentando un elevado porcentaje de unión a proteínas plasmáticas, concentrándose principalmente en grasa e hígado. Su absorción, una vez colocada sobre el animal, comienza inmediatamente y se mantiene en un buen nivel hasta 10 días después de la administración. Es muy poco metabolizada y como las otras avermectinas, se elimina en forma activa por heces. Su uso en ganado lechero no requiere tiempo de retiro en leche. Esto se debe a una combinación de factores: por un lado, la eprinomectina presenta un perfil residual bajo, por otro, su límite máximo de residuos es menos elevado que las otras avermectinas. Su metabolización se lleva a cabo en el hígado y se elimina principalmente en heces; menos del 1% se elimina en la orina (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.3.6 Indicaciones

Está indicado para el tratamiento y control de infecciones parasitarias causadas por formas maduras e inmaduras de nematodos gastrointestinales como *Ostertagia ostertagii*, *Ostertagia lyrata* (sólo adultos), *Haemonchus placei*, *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp, *Bunostomun phlebotomum*, *Nematodirus helvetianus*, *Oesophagostomun* spp. (adultos), *Trichuris discolor* (adultos); el nematodo pulmonar *Dictyocaulus viviparus*, moscas: *Haematobia irritans*, piojos:

Linognathus vituli, *Haemotopinus eurytarnus*, *Damalinia bovis* y ácaros: *Chorioptes bovis*, *Sarcoptes scabiei* var. *Bovis* (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.3.7 Toxicidad

Podría darse una sobredosis por lamido excesivo de un animal; de sí mismo o de otros animales recientemente tratados. Otro error posible es el tratamiento repetido de un animal a corto intervalo por equivocación de animales. Los signos de intoxicación son ataxia, midriasis, salivación y temblores. No posee antídoto y el tratamiento es sintomático (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.3.8 Periodo de retiro

No presenta residuos significantes en carne. Residuos en leche son bajos, por lo que se puede usar para consumo humano. Sin embargo, en algunos países como Nueva Zelanda se recomiendan hasta 14 días de retiro en leche y 10 días en carne (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.3.9 Contraindicaciones, efectos indeseables

Puede darse una irritación pasajera en piel en el lugar de la administración. La eprinomectina es altamente tóxica para peces y extremadamente tóxica para organismos invertebrados. No se debe bañar al animal dentro de las 48 horas anteriores o posteriores a la aplicación (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.4 Ivermectina

4.2.4.1 Clasificación

Lactona macrocíclica, del grupo de las avermectinas. Análogo semisintético de la abamectina. Ectoparasiticida y endoparasiticida sistémico y de contacto (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.4.2 Descripción

Producido por el *Streptomyces avermitilis*. Polvo Blanco, muy liposoluble y como hidrosoluble (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.4.3 Formas de presentación

Solución inyectable subcutánea, solución tópica de aplicación pour-on, solución oral, pasta oral, tabletas, comprimidos y bolo ruminal (OIE, 2008c).

4.2.4.4 Farmacodinamia

Su acción se localiza a nivel de las terminaciones nerviosas. La ivermectina estimula la liberación masiva del ácido gamma aminobutírico o GABA conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados en las terminaciones nerviosas, abre el canal del cloro hiperpolarizando la neurona, lo que produce la interrupción de los impulsos nerviosos del parásito y en consecuencia su muerte por parálisis flácida (OIE, 2008c).

4.2.4.5 Farmacocinética

La concentración plasmática más alta se alcanza 4 horas luego de su administración. El 93% de la ivermectina se une a las proteínas del plasma,

principalmente albúmina. La ivermectina se concentra en el hígado y el tejido adiposo. Presenta una vida media de 12 horas y se elimina en un período de 2 semanas principalmente en heces y orina (Rodríguez y Arieta, 2010).

4.2.4.6 Indicaciones

Parásitos gastrointestinales: *Haemonchus* sp., *O. ostertagii*, *O. lyrata*, *Trichostrongylus* sp., *Cooperia oncophora*, *Cooperia punctata*, *Cooperia pectinata*, *Oesophagostomun radiatum*, *Strongyloide spapillosus*, *Nematodirus helvetianus*, *Nematodirus spathiger*, *Toxocara vitulorum* y *Trichuris* spp. Parásitos pulmonares: *Dictyocaulus viviparus*, *D. filaria*. Ectoparásitos: *Sarcoptes* ssp., *Haematopinus* ssp., *Dermatobia hominis*, *Boophilus microplus*, *Cochliomyia hominivorax*, *Linognatus vituli*, *Psoroptes* spp. También está indicado como auxiliar en el control de la población de la mosca de los cuernos *Haematobia irritans* y como preventivo de miasis en el ombligo de terneros recién nacidos y en las heridas de castración (OIE, 2008c).

4.2.4.7 Toxicidad

Efecto tóxico a los 8 mg/kg. Los signos de intoxicación son emesis, depresión, ataxia, midriasis, polipnea, tremor muscular y otros. No existe antídoto específico y se debe realizar tratamiento de soporte (OIE, 2008c).

4.2.4.8 Periodo de retiro

28 días en carne, 21 días en leche en los países en los que es permitido su uso en animales lactantes. No debe utilizarse 28 días antes del parto debido a la posibilidad de que atraviese la barrera hematoencefálica de la cría (OIE, 2008c).

4.2.4.9 Contraindicaciones, efectos indeseables

Por el alto paso de este producto hacia la leche, se desaconseja su uso en animales gestantes próximos a parto o en animales en periodo de lactancia (Rodríguez y Arieta, 2010).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- Estudiante investigador.
- Asesores de Tesis.
- Técnico de Laboratorio del Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ).

5.1.2 Recursos de laboratorio

- Microscopio de Luz.
- Cámara de McMaster.
- Tubos de McMaster.
- Beakers de plástico.
- Frascos de fondo plano.
- Solución de sacarosa.
- Mortero y pistilo.
- Colador.
- Pinzas.
- Gotero.
- Toalla de papel o papel periódico.
- Bata blanca.
- Cuaderno de apuntes.
- Lapicero.
- Masking tape.
- Marcador.

- Cámara fotográfica.

5.1.3 Recursos de campo

- Bolsas plásticas transparentes y pequeñas.
- Masking tape.
- Marcador.
- Hielera.
- Botas.
- Filipina.
- Cámara fotográfica.
- Agua y jabón.
- 18 agujas.
- 27 jeringas.
- Kit de bomba de aplicación de eprinomectina.
- 2.5 L de eprinomectina.
- 250 ml de levamisol al 12%.
- 500 ml de ivermectina al 1%.
- 1 L de fenbendazole al 10%.

5.1.4 Recursos biológicos

- Muestras de heces fecales de 40 caprinos.

5.1.5 Centros de Referencia

- Biblioteca de la FVMZ – USAC.
- Departamento de Parasitología de la FMVZ – USAC.
- Biblioteca de la Escuela de Biología – USAC.

- Fuentes confiables de Internet.

5.2 Metodología

5.2.1 Área de estudio y descripción

El presente estudio se realizó en el área de caprinos de la granja experimental y en el Departamento de Parasitología de la FMVZ – USAC, ambas ubicadas en 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 (De la Cruz, 1982).

5.2.2 Criterios de inclusión

Se escogieron cabras cuyo primer muestreo coprológico presentaba un resultado arriba de 100 huevos/gramo de heces, mediante el método McMaster.

5.2.3 Diseño del estudio

Experimental, completamente al azar. Con cuatro tratamientos, sin repetición.

5.2.4 Grupos experimentales

Para este estudio se conformaron cuatro grupos de 10 caprinos cada uno y se dispusieron de la siguiente manera:

- Grupo No. 1: Se administró fenbendazol a una dosis de 5 mg/Kg.

- Grupo No. 2: Se administró levamisol a una dosis de 5 mg/Kg.
- Grupo No. 3: Se administró eprinomectina a una dosis de 0.5 mg/Kg.
- Grupo No. 4: Se administró ivermectina a una dosis de 0.2 mg/Kg.

Se tomó en cuenta el estado productivo de cada cabra, así como las indicaciones de los productos sobre la recomendación o no de utilizar el antihelmíntico durante ordeño o preñez.

5.2.5 Determinación de la carga parasitaria

Se tomó una muestra de heces (2 gramos) directamente del ano de cada caprino. Luego se procesaron las muestras por medio del método McMaster en el laboratorio del Departamento de Parasitología de la FMVZ.

Se procedió a realizar la desparasitación de cada grupo con el antihelmíntico indicado. Posteriormente se tomaron muestras de heces a la semana, dos semanas, tres semanas y cuatro semanas post aplicación del tratamiento. De esta manera evaluando la eficacia de cada antihelmíntico de acuerdo a la carga parasitaria.

5.2.6 Determinación de la resistencia y efectividad de los antihelmínticos

Se determinó la resistencia y la efectividad de los desparasitantes utilizados basándose en el estancamiento, aumento o reducción de la carga parasitaria durante el estudio.

5.2.7 Estadística descriptiva

Se utilizó estadística descriptiva, se contabilizó semanalmente la cantidad de huevos por gramo de heces para evaluar el comportamiento de cada grupo de

antihelmíntico. Conjuntamente se efectuó el cálculo de la efectividad de cada desparasitante al comparar la cantidad huevos en gramo de heces de la muestra inicial, semanal y el último muestreo post aplicación del tratamiento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este estudio se procedió a muestrear 40 caprinos de la Granja Experimental y dividirlos en cuatro grupos de 10 cabras cada uno. A cada grupo se le administró un antihelmíntico diferente: fenbendazol, levamisol, eprinomectina e ivermectina. Después del muestreo coprológico inicial se realizaron muestreos a la semana, dos semanas, tres semanas y cuatro semanas post aplicación del antihelmíntico. El muestreo inicial, evaluado por medio de la Técnica de McMaster evidenció un promedio de 540 huevos por gramo de heces (HPG) en los 40 caprinos utilizados durante este experimento. (cuadro 1 y figura 1)

CUADRO 1. RESULTADO: MUESTREO COPROLÓGICO INICIAL PRETRATAMIENTO.

No.	ARETE	Sexo	RAZA	Estado de Producción	Total
1	6	H	alpina	VACÍA	600
2	17	H	alpina	VACÍA	400
3	19	H	saanen	ORDEÑO	400
4	21	H	alpina	ORDEÑO	500
5	23	H	saanen	VACÍA	300
6	25	H	saanen	ORDEÑO	500
7	26	H	saanen	ORDEÑO	400
8	27	H	alpina	ORDEÑO	600
9	29	H	saanen	ORDEÑO	400
10	30	H	F2	ORDEÑO	500
11	31	H	F2	VACÍA	400
12	33	H	F2	ORDEÑO	300
13	10 35	H	alpina	ORDEÑO	400
14	H-01	H	Alpina	ORDEÑO	400
15	H-02	H	Alpino-Nubiano	VACÍA	400
16	H-04	H	saanen	VACÍA	900
17	H-C-1	H	Alpina	ORDEÑO	1000
18	H-C-2	H	Alpina	ORDEÑO	800
19	H-C-3	H	Alpina	ORDEÑO	800
20	H-C-4	H	Alpina	ORDEÑO	600
21	H-C-5	H	Alpina	VACÍA	800
22	H-C-6	H	Alpina	VACÍA	700
23	H-C-7	H	saanen	ORDEÑO	900
24	H-C-8	H	saanen	ORDEÑO	600
25	H-C-9	H	saanen	VACÍA	700

26	H-C-10	H	saanen	GESTANTE	600
27	H-03	H	saanen	VACÍA	400
28	H-06	H	Alpina-Nubiana	GESTANTE	500
29	H-07	H	Alpina	GESTANTE	600
30	H-09	H	saanen	GESTANTE	500
31	H-10	H	3/4 Alpino/1/4Nubio	VACÍA	500
32	H-11	H	3/4 Alpino/1/4Nubio	VACÍA	500
33	H-12	H	Alpina	VACÍA	500
34	H-13	H	Alpina	VACÍA	400
35	H-14	H	Alpina	VACÍA	700
36	H-15	H	Alpina	VACÍA	700
37	H-17	H	Alpina-Saanen	VACÍA	700
38	H-18	H	Alpina	VACÍA	600
39	8 1	M	saanen	M	400
40	100	M	Alpino	M	500

Fuente: Elaboración propia

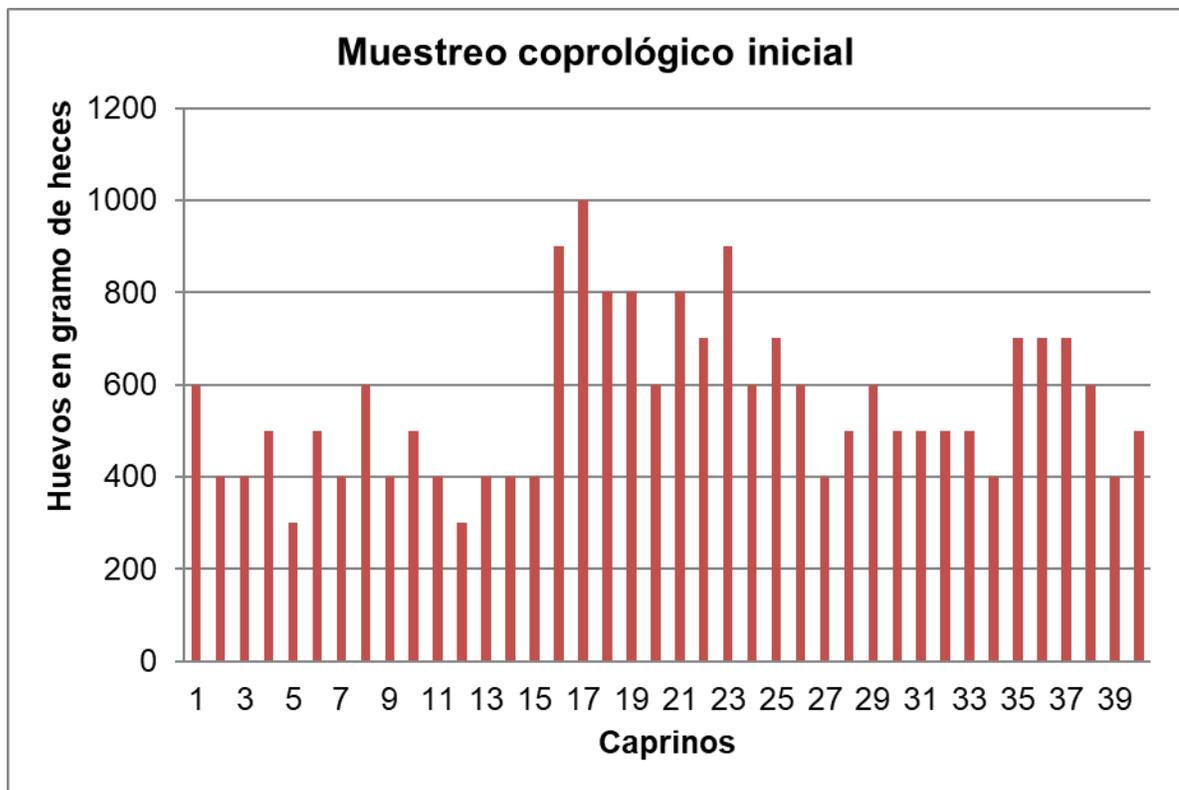


FIGURA 1. MUESTREO COPROLÓGICO INICIAL PREAPLICACIÓN DE ANTIHELMÍNTICOS.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentarán los datos de acuerdo a cada grupo antihelmíntico utilizado, poniendo énfasis en su efectividad o falta de ésta. Por último, se detallará una comparación entre los cuatro desparasitantes de acuerdo a los datos obtenidos para evaluar la carga parasitaria y la efectividad de los tratamientos en los caprinos del estudio.

6.1 Fenbendazol

La carga parasitaria promedio en el muestreo inicial del grupo fue de 490 HPG. Luego de la aplicación del tratamiento los resultados promedio de los cuatro muestreos fueron los siguientes: 600, 620, 630 y 690 HPG, respectivamente. (figura 2 y 3)

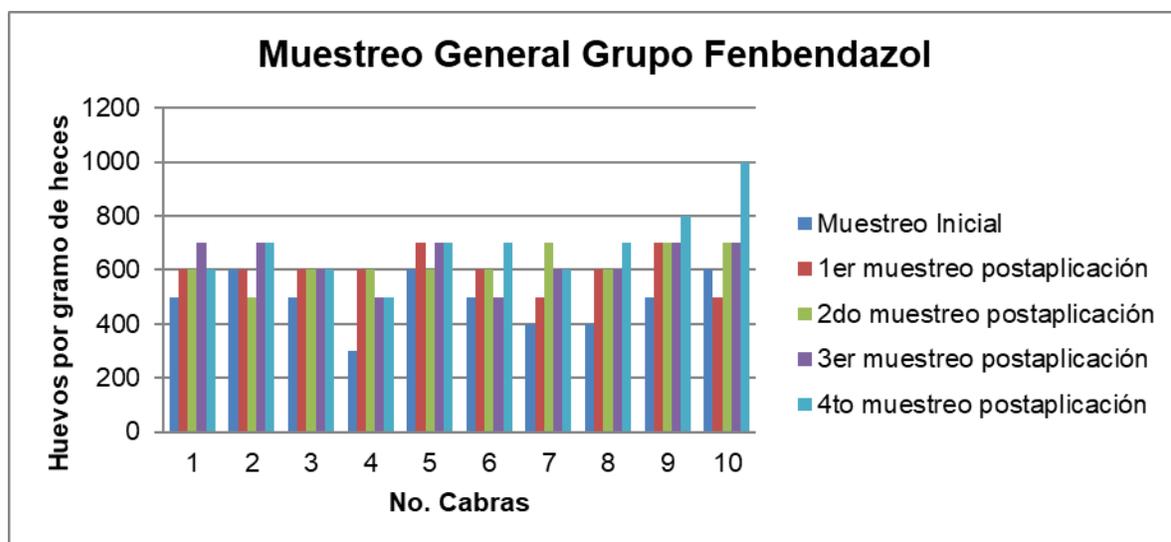


FIGURA 2. MUESTREO GENERAL DEL GRUPO FENBENDAZOL.

Fuente: Elaboración propia

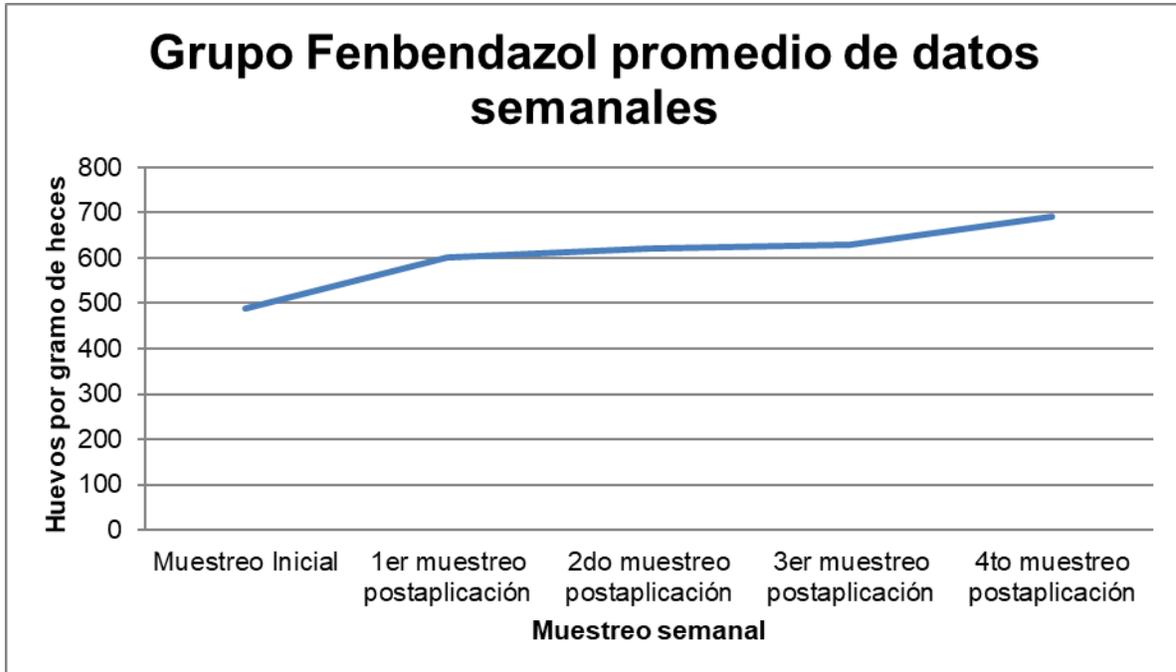


FIGURA 3. GRUPO FENBENDAZOL PROMEDIO DE DATOS SEMANALES.

Fuente: Elaboración propia

A la primera semana post tratamiento hubo una efectividad de -22%, -27% a la segunda semana, -29% a la tercera y -40% a la cuarta semana. Comparando los HPG del muestreo inicial y el último muestreo postaplicación, la efectividad del fenbendazol es de -58%, hubo un crecimiento marcado y constante de la carga parasitaria después de la aplicación del antihelmíntico.

6.2 Levamisol

La carga parasitaria promedio en el muestreo inicial del grupo levamisol fue de 520 HPG. Los resultados promedio después de la aplicación del antihelmíntico durante los cuatro muestreos siguientes fueron: 160, 250, 250 y 280 HPG, respectivamente. (figura 4 y 5)

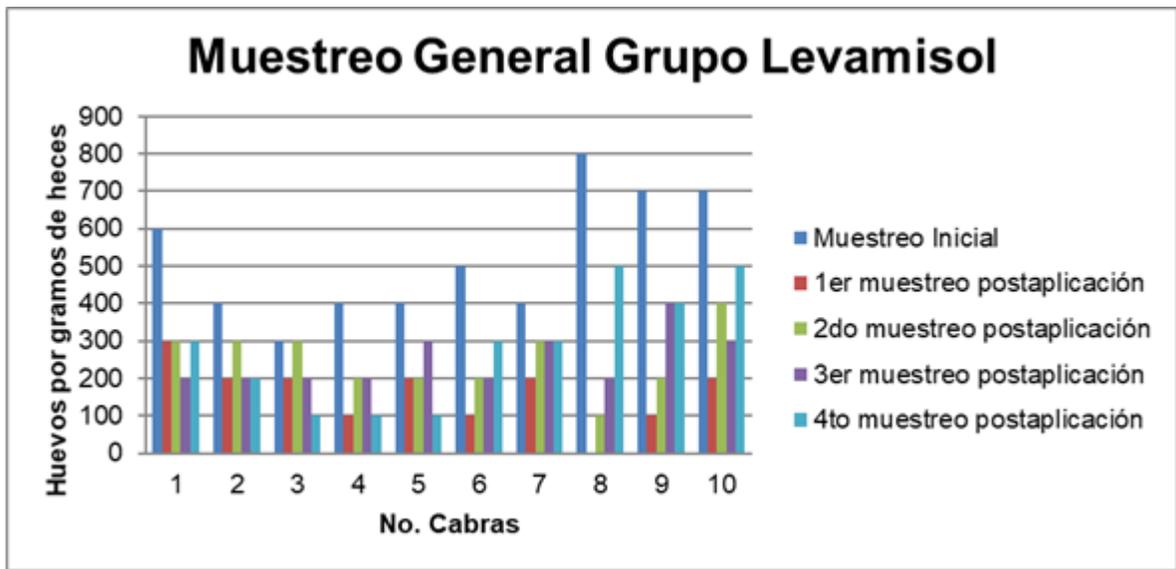


FIGURA 4. MUESTREO GENERAL DEL GRUPO LEVAMISOL.

Fuente: Elaboración propia.

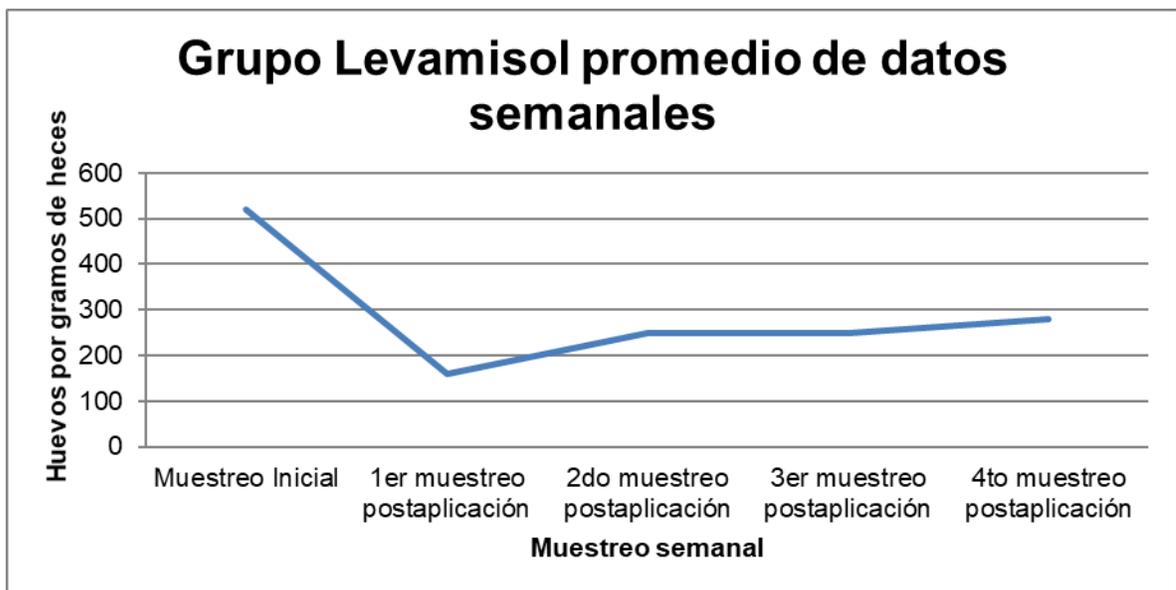


FIGURA 5. LEVAMISOL PROMEDIO DE DATOS SEMANALES.

Fuente: Elaboración propia.

Al primer muestreo post tratamiento se presentó una efectividad de casi el 70%. A la segunda y tercera semana un 52% y a la cuarta semana 46%. La efectividad del levamisol es del 54%, es decir, al comparar el muestreo inicial y el final se observa que el antihelmíntico redujo la carga en poco más de la mitad.

6.3 Eprinomectina

La carga parasitaria promedio en el muestreo inicial del grupo eprinomectina fue de 640 HPG. Los resultados promedio después de la aplicación del tratamiento durante los cuatro muestreos siguientes fueron, respectivamente: 20, 0, 40, 80 HPG. (figura 6 y 7)

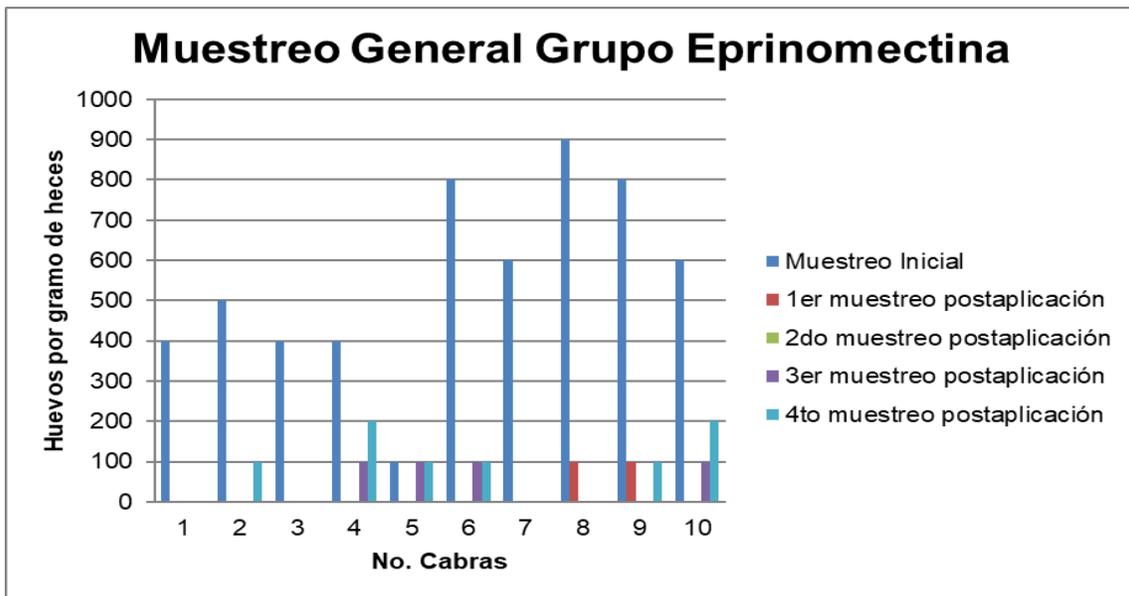


FIGURA 6. MUESTREO GENERAL DEL GRUPO EPRINOMECTINA.

Fuente: Elaboración propia.

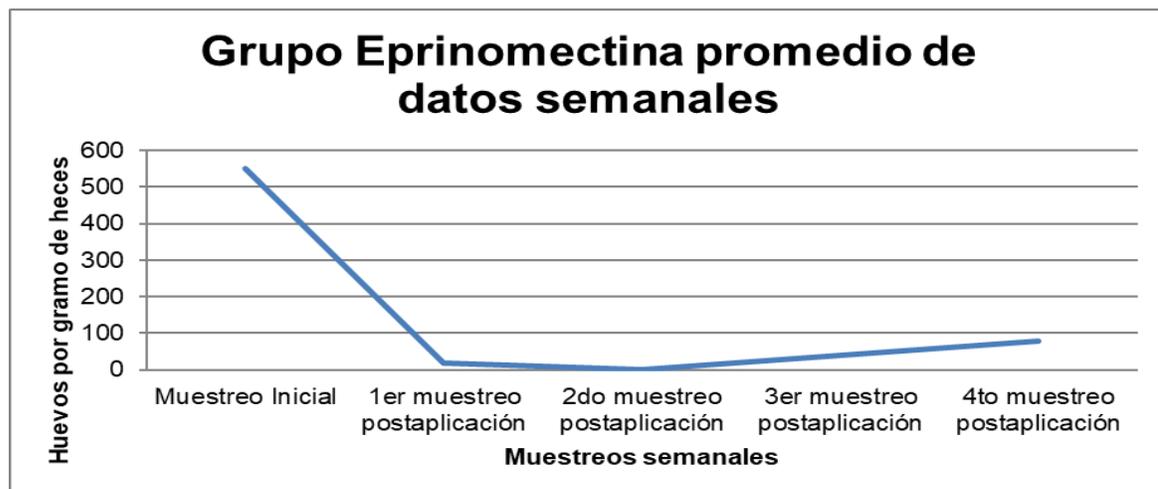


FIGURA 7. GRUPO EPRINOMECTINA PROMEDIO DE DATOS SEMANALES.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que a la semana post aplicación no se redujo totalmente la carga parasitaria (eficacia de 96%), sino hasta el segundo muestreo, donde no se apreció la presencia de huevos de parásitos. En la tercera semana aumentó la carga parasitaria con una eficacia de 93% y un 85% para la cuarta semana, comparado con el muestreo inicial. La eprinomectina en promedio tiene una eficacia de 100% en este grupo.

6.4 Ivermectina

La carga parasitaria promedio en el muestreo inicial del grupo ivermectina fue de 590 HPG. Los resultados promedio después de la aplicación del antihelmíntico durante los cuatro muestreos siguientes fueron, respectivamente: 260, 330, 360 y 390 HPG. A la primera semana post tratamiento la carga parasitaria se redujo en casi un 56%. Un 44% para la segunda semana, 39% para la tercera semana y 34% en la cuarta semana. Los HPG aumentaron conforme los muestreos (hasta llegar a una efectividad del 43%. (figura 8 y 9)

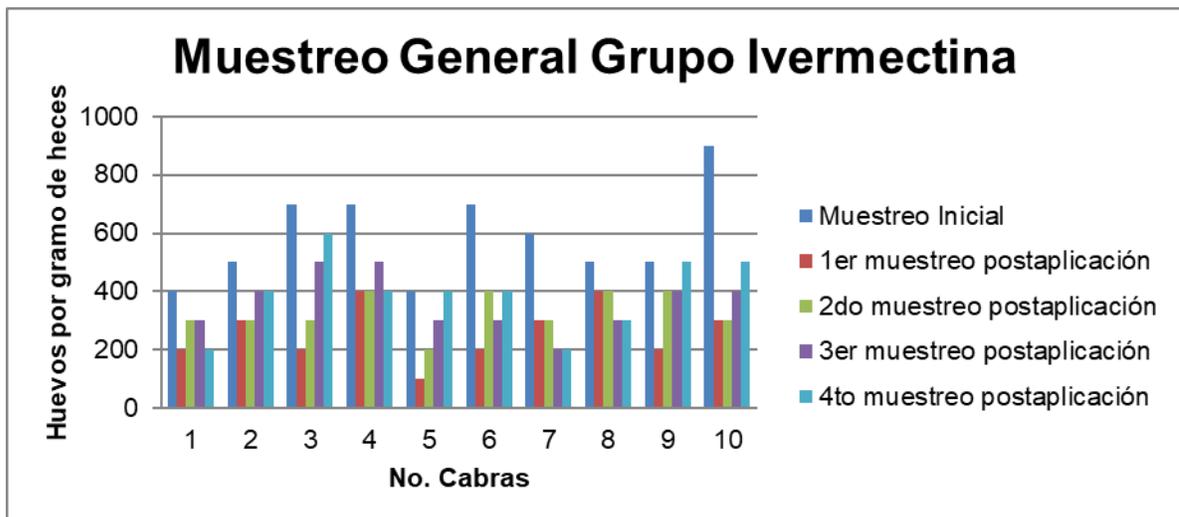


FIGURA 8. MUESTREO GENERAL DEL GRUPO IVERMECTINA.

Fuente: Elaboración propia

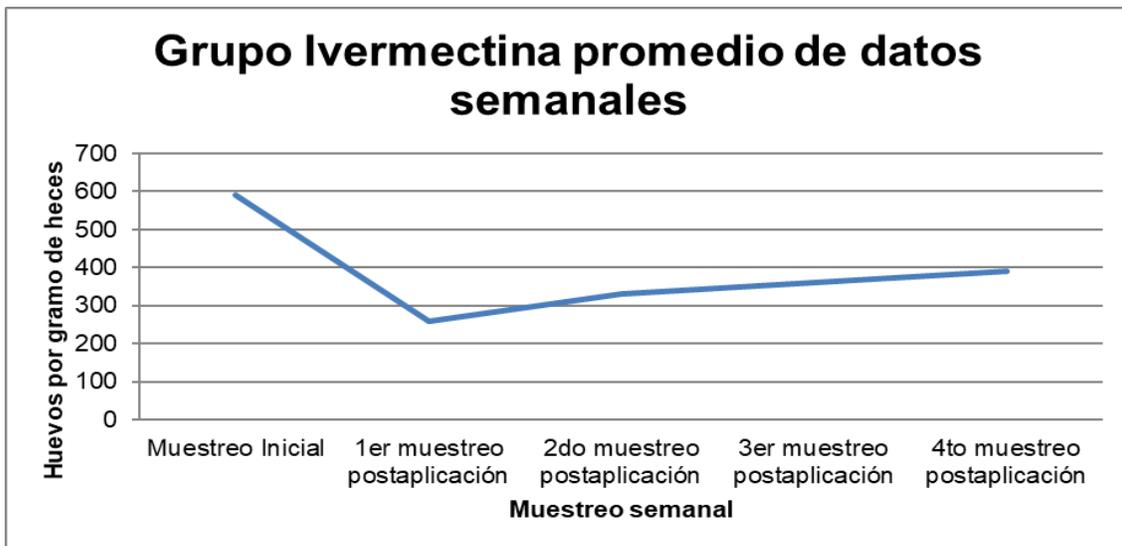


FIGURA 9. GRUPO IVERMECTINA PROMEDIO DE DATOS SEMANALES.

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Discusión

Luego de comparar el comportamiento de los cuatro tratamientos antihelmínticos, el tratamiento más efectivo y con mayor residualidad fue la eprinomectina. (figura 10)

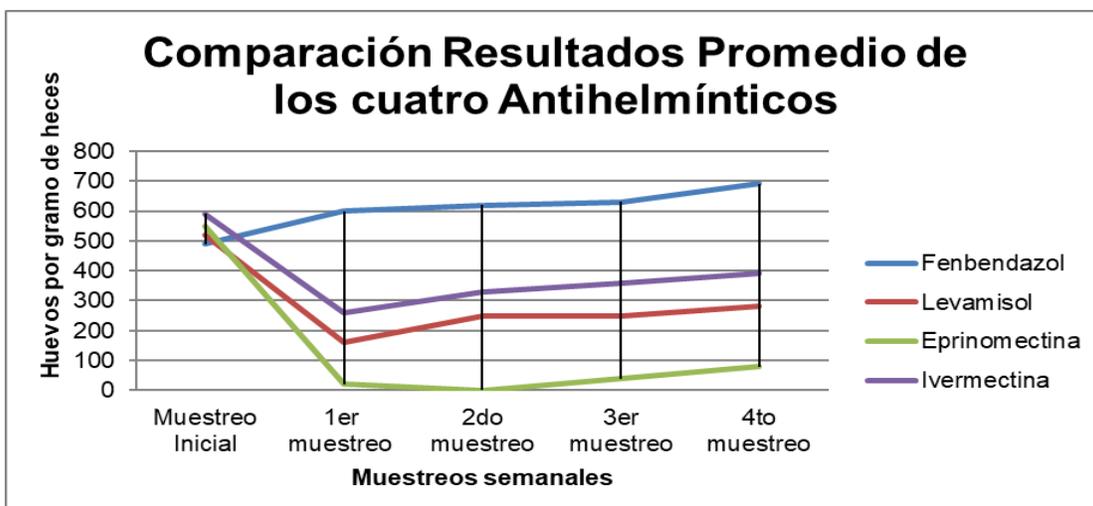


FIGURA 10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROMEDIO DE LOS CUATRO ANTIHELMÍNTICOS.

Fuente: Elaboración propia

La razón siendo que es un producto nunca antes utilizado en los caprinos de la Granja Experimental por lo cual los parásitos que aquejan a los animales no están familiarizados con éste y por lo mismo no poseen resistencia ante su fórmula química. Además de ser un producto reciente, otras ventajas se basan en: no requiere período de retiro en leche ni carne, posee un perfil residual bajo, se metaboliza poco y se mantiene en un buen nivel hasta 10 días después de la administración. Es conocido por mantener la carga parasitaria nula hasta 28 post tratamiento en ambientes controlados.

El segundo producto más eficaz en la eliminación de parásitos fue el Levamisol, que, si bien se ha utilizado anteriormente en la práctica, su uso ha sido intermitente. Esto queda demostrado al verlo actuar ante la carga parasitaria de su grupo. La ivermectina fue el tercer producto más eficaz en este estudio, su uso principalmente en machos y hembras vacías. Por lo tanto, se ha utilizado con anterioridad y se pone en evidencia ante la actividad antihelmíntica. En cuarto lugar y con un resultado negativo se encuentra el fenbendazol. El cual ha sido utilizado durante años en estas instalaciones, sobre todo en prácticas dirigidas de estudiantes donde el control y manejo del antihelmíntico, dosis correcta y manipulación del animal no siempre es el idóneo. En este estudio podemos ver reflejado la resistencia que poseen los parásitos, muy marcada (cuadro 2 y figura 11) y sólo es el resultado de años de utilizar el mismo antihelmíntico al punto de crear una resistencia muy evidente conforme a los resultados.

CUADRO 2. ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD PROMEDIO DE ANTIHELMÍNTICOS (SEMANAL Y GENERAL)

Antihelmíntico	1era semana	2da semana	3er semana	4ta semana	Efectividad estadística
Fenbendazol	-22%	-27%	-29%	-40%	-58%
Levamisol	70%	52%	52%	46%	54%
Eprinomectina	96%	100%	93%	85%	100%
Ivermectina	56%	44%	39%	34%	43%

Fuente: Elaboración propia

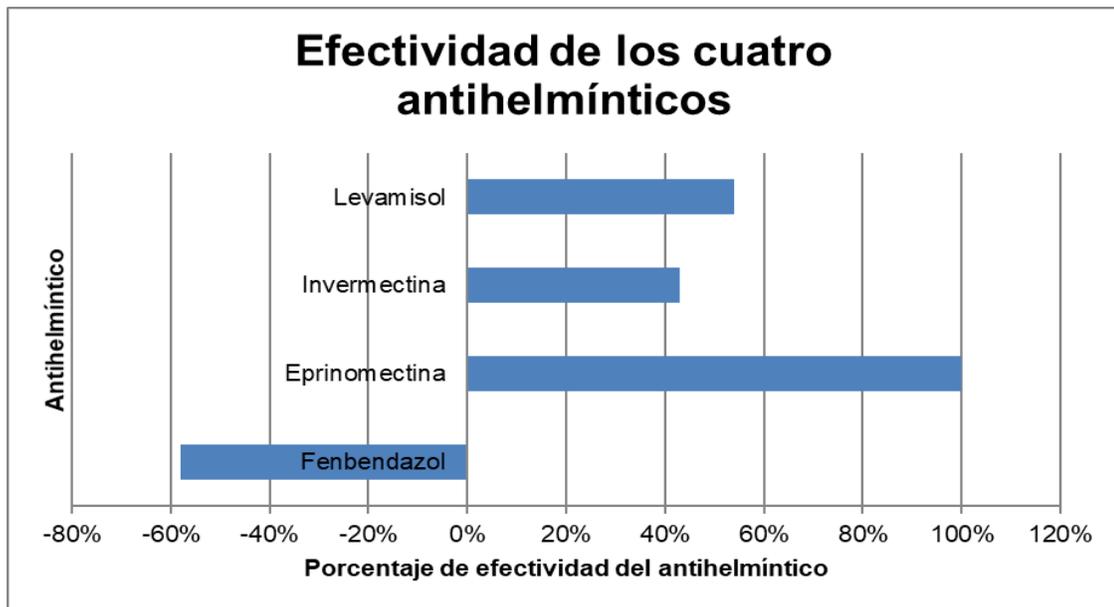


FIGURA 11. PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD PROMEDIO DE LOS CUATRO ANTIHELMÍNTICOS.

Fuente: Elaboración propia

En este estudio se revela una resistencia parcial de los parásitos *Moniezia* sp., *Haemonchus* sp., *Chabertia ovina*, *Oesophagostomun* sp., y *Trichostrongylus* sp. Si bien sus poblaciones fueron disminuidas acorde con los tratamientos utilizados, luego de éstos, las poblaciones crecieron rápidamente y se observaron huevos de *Moniezia* sp. y *Haemonchus* sp. durante las últimas semanas del estudio. El surgimiento y la velocidad de desarrollo de la resistencia es un fenómeno complejo que involucra factores internos (heredabilidad, dominancia, habilidad biológica, población refugio) y externos u operacionales (mecanismo de acción de las drogas, eficacia, frecuencia de tratamientos, dosis, rotaciones y manejo animal antrópicos). La selección para resistencia también se desarrolla rápidamente cuando el potencial biótico de los nemátodos gastrointestinales es alto, como en *Haemonchus* sp, pudiendo, pequeñas poblaciones de parásitos resistentes producir grandes poblaciones en corto tiempo dado su alto grado de fecundidad, especialmente si el clima es favorable para las formas no parasíticas (Márquez, 2003).

De acuerdo a estos puntos se puede afirmar que los parásitos que residen en las instalaciones de los caprinos y en los caprinos en sí, poseen una resistencia parcial a los antihelmínticos frecuentemente utilizados en la granja debido a la población refugio resistente, potencial biótico de reproducción acelerada de parásitos y sub o sobredosificación de antihelmínticos cuya capacidad ya no es funcional en esta área.

VIII. CONCLUSIONES

- El tratamiento más efectivo fue la eprinomectina al eliminar la carga parasitaria totalmente para la segunda semana post tratamiento.
- El antihelmíntico con mayor resistencia corresponde al fenbendazol con un promedio de efectividad de -58%.
- El levamisol es el segundo antihelmíntico más efectivo con una efectividad de 54%, seguido de la ivermectina con 43%.
- Existe una resistencia marcada e importante al uso de fenbendazol en los caprinos de la granja experimental.
- Los parásitos encontrados en este estudio fueron *Moniezia* sp., *Haemonchus* sp., *Chabertia ovina*, *Oesophagostomun* sp., y *Trichostrongylus* sp.

IX. RECOMENDACIONES

- Suprimir el uso del fenbendazol como desparasitante en los caprinos de la granja experimental.
- Implementar el uso de eprinomectina en caprinos de la granja experimental ya que posee las siguientes ventajas: no tiene tiempo de retiro en leche y es endectocida.
- Efectuar el uso de otro antihelmíntico del grupo benzimidazol para evaluar eficacia en los caprinos de la granja experimental.
- Rotar los antihelmínticos cada 6 meses a 1 año para evitar que los parásitos presenten resistencia.
- Dosificar a las cabras de acuerdo a su peso, nunca subdosificar.
- Utilizar productos cuya dosis sea específica para cabras, no extrapolar dosis de ovinos o bovinos ya que los metabolismos son totalmente diferentes.
- Realizar muestreos coprológicos y analizarlos en el laboratorio para identificar parásitos resistentes y la efectividad de los tratamientos habituales.

X. RESUMEN

Son muchas las enfermedades que afectan a los caprinos, entre ellas se encuentra la parasitosis. Estos problemas son muy frecuentes en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. En la mayoría de los casos se manifiesta clínicamente e incluso pueda ocasionar la muerte del animal a pesar del uso constante de desparasitantes.

En la presente investigación se muestrearon 40 caprinos y después de estudio coprológico inicial utilizando la Técnica McMaster, se dividieron las cabras en cuatro grupos de 10 animales y se aplicaron los helminticidas con las siguientes dosis: fenbendazol 5 mg/kg, levamisol 5 mg/kg, eprinomectina 0.5 mg/kg e ivermectina 0.2 mg/kg respectivamente.

Luego del tratamiento se realizó un muestreo coprológico cada semana, durante un mes post aplicación del helminticida para determinar la carga parasitaria de acuerdo a la cantidad de huevos por gramo de heces. Los parásitos encontrados en este estudio fueron *Moniezia* sp., *Haemonchus* sp, *Chabertia ovina*, *Oesophagostomun* sp., y *Trichostrongylus* sp.

Los resultados obtenidos durante esta investigación demostraron que el tratamiento con mayor desempeño es la eprinomectina, con una eficacia del 100% para la segunda semana post aplicación debido a que es un producto nunca antes utilizado en esta explotación y por lo tanto sin resistencia parasitaria. El levamisol tuvo una eficacia promedio de 54% seguido de la ivermectina con un 43%. Ambos productos han sido utilizados con anterioridad en estos animales. El fenbendazol tuvo una eficacia estadística de -58%, esto comprueba la resistencia a este producto altamente utilizado en esta explotación y se recomienda su descarte.

SUMMARY

There are many diseases which affect goats, particularly the parasitic kind. This represents a frequent problem in the experimental farm of the FMVZ, USAC. In most cases, the disease shows clinical signs that can cause the death of the animal despite the continual use of anti-parasite treatments.

In this investigation 40 goats were chosen after a clinical stool examination using the McMaster Technique. The goats were then divided into four groups of 10 animals each and given a helminthicide: fenbendazole 5 mg/kg, levamisole 5 mg/kg, eprinomectin 0.5 mg/kg and ivermectin 0.2 mg/kg, respectively.

After each treatment, a stool sample was processed each week during a month post helminthicide application to determine the parasite load according to the quantity of eggs in a gram of stool. The parasites found in this analysis were: *Moniezia* sp., *Haemonchus* sp., *Chabertia ovina*, *Oesophagostomun* sp. and *Trichostrongylus* sp.

Results during this study demonstrated that eprinomectin had the best performance, with a 100% efficacy during the second week postapplication since this was a never used before product in this goat stock and hence, no parasite resistance was met. Levamisole had a 54% efficacy, followed by ivermectin with a 43% of effectiveness. Both products have been used regularly in this establishment. The last product, fenbendazole, had -58% of efficacy, this proves the high resistance parasites have to this product, used continuously in this stock and it is recommended to discard its use.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cantú, E. (2004). *Zootecnia de Ganado Caprino*. Coahuila, México: Ed. Universidad Autónoma Agraria.
2. Cordero del Campillo, M. (1999). *Parasitología Veterinaria*. Madrid, España: McGraw Hill – Interamericana.
3. De la Cruz, S. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala, Nivel de reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.
4. Henessy, D. (1993). Comparative pharmacokinetic of albendazole in sheep and goats. *Internacional Journal of Parasitology*, 23(3), 321-325.
5. Hoste H., y Chartier, C. (2000). Comparison of the effect on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high- and low-producing dairy goats, *American Journal of Veterinary Research*, 54(11), 1886-1893.
6. Huntley, J.F. (1995). A comparison of the mast cell and eosinophil responses of sheep and goats to gastrointestinal nematode infections. *Elsevier Science*, 58(1), 5-10.
7. Knox, M.R., y Steel, J.I. (1996). Integrated control programmes using medicated blocs in Sustainable parasite control in small ruminants. *Australian Centre for Internacional Agricultural Research (ACIAR)*, 74(2), 141-145.
8. Márquez, D. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control, *Corpoica*, 4(1), 66-71.

9. Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015a). *Productos farmacológicos armonizados: Fenbendazole*. Paris, Francia. OIE International. Recuperado de: <http://www.rramericas.oie.int/in/proyectos/Camevet/fichas/farmacos/FENBENDAZOLE.html>
10. Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015b). *Productos farmacológicos armonizados: Levamisol*. Paris, Francia. OIE International. Recuperado de: <http://www.rramericas.oie.int/proyectos/Camevet/fichas/34farmacos/LEVAMISOL.html>
11. Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015c). *Productos farmacológicos armonizados: Ivermectina*. Paris, Francia. OIE International. Recuperado de: <http://www.rramericas.oie.int/in/proyectos/Camevet/fichas/farmacos/IVERMECTINA.html>
12. Ploog, J., Ruiz, F., y Rodríguez, L. (2008). *Evaluación de Tolerancia de una Solución Tópica Externa sobre Eprinomectina en Bovinos Naturalmente infestados por Nemátodos gastrointestinales*. Lima, Perú. Agrovvetmarket S.A. Recuperado de: <http://www.agrovvetmarket.com/pdf/antiparasitario/Eprimec/10%20Eprimec%20Zero%20Pour%20On.pdf>
13. Rodríguez, M, y Figueroa, L. (2007). *Manual de técnicas diagnósticas en Parasitología Veterinaria*. Guatemala: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Rodríguez, R.I., y Arieta, R.J. (2010) Uso de lactonas macrocíclicas para el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el ganado bovino. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42 (1), 115-123.

15. Salazar, E., y Pariacote, F.A. (2004). Control Parasitario en Caprinos Usando Extracto Acuoso de Semillas de Nim. (*Azadirachta indica*). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12(4), 82-85.
16. Sayer, M. (2010). *Storey's Guide to Raising Meat Goats*. Estados Unidos: Versa Press.
17. Soulsby, E.J.L (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. México: Nueva Editorial Interamericana.

XII. ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE CONTROL DE TOMA DE MUESTRAS

Fecha: _____ Tipo de muestra: Heces

No. Animal	ID Cabra	Resultado (Huevos gr heces)	Parásitos encontrados
1	6		
2	17		
3	19		
4	21		
5	23		
6	25		
7	26		
8	27		
9	29		
10	30		
11	31		
12	33		
13	10 35		
14	H-01		
15	H-02		
16	H-04		
17	H-C-1		
18	H-C-2		
19	H-C-3		
20	H-C-4		
21	H-C-5		
22	H-C-6		
23	H-C-7		
24	H-C-8		
25	H-C-9		
26	H-C-10		
27	H-03		
28	H-06		
29	H-07		
30	H-09		
31	H-10		
32	H-11		
33	H-12		
34	H-13		
35	H-14		
36	H-15		
37	H-17		
38	H-18		
39	8 1		
40	100		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. RESULTADO: MUESTREO COPROLÓGICO GENERAL DE LOS CUATRO GRUPOS DE ANTIHELMÍNTICOS

	No. Cabra	Muestreo Inicial	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
Fenbendazol	1	500	600	600	700	600
	2	600	600	500	700	700
	3	500	600	600	600	600
	4	300	600	600	500	500
	5	600	700	600	700	700
	6	500	600	600	500	700
	7	400	500	700	600	600
	8	400	600	600	600	700
	9	500	700	700	700	800
	10	600	500	700	700	1000
	No. Cabra	Muestreo Inicial	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
Levamisol	31	600	300	300	200	300
	32	400	200	300	200	200
	33	300	200	300	200	100
	34	400	100	200	200	100
	35	400	200	200	300	100
	36	500	100	200	200	300
	37	400	200	300	300	300
	38	800	0	100	200	500
	39	700	100	200	400	400
	40	700	200	400	300	500
	No. Cabra	Muestreo Inicial	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
Eprinomectina	11	400	0	0	0	0
	12	500	0	0	0	100
	13	400	0	0	0	0
	14	400	0	0	100	200
	15	100	0	0	100	100
	16	800	0	0	100	100
	17	600	0	0	0	0
	18	900	100	0	0	0
	19	800	100	0	0	100
	20	600	0	0	100	200
	No. Cabra	Muestreo Inicial	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
Ivermectina	21	400	200	300	300	200
	22	500	300	300	400	400
	23	700	200	300	500	600
	24	700	400	400	500	400
	25	400	100	200	300	400
	26	700	200	400	300	400
	27	600	300	300	200	200
	28	500	400	400	300	300
	29	500	200	400	400	500
	30	900	300	300	400	500

Fuente: Elaboración propia

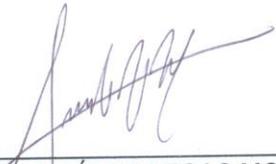
ANEXO 3. RESULTADO: MUESTREO COPROLÓGICOPROMEDIO DE LOS CUATRO GRUPOS DE ANTIHELMÍNTICOS

Antihelmíntico	Muestreo Inicial	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
Fenbendazol	490	600	620	630	690
Levamisol	520	160	250	250	280
Eprinomectina	550	20	0	40	80
Ivermectina	590	260	330	360	390

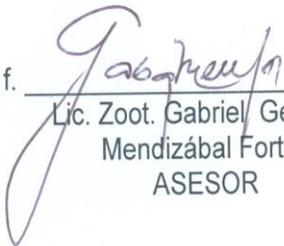
Fuente: Elaboración propia

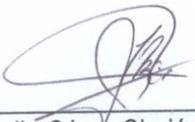
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CUATRO
HELMINTICIDAS EN CAPRINOS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL
DE LA FMVZ, USAC

f. 
ANDREA MARÍA VILLEGAS MORA

f. 
M.A. Manuel Eduardo
Rodríguez Zea
ASESOR PRINCIPAL

f. 
Lic. Zoot. Gabriel Gerardo
Mendizábal Fortún
ASESOR

f. 
M.V Julio César Chajón Manzo
EVALUADOR

IMPRIMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

