

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-León

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria.



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO

Tema: Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales en bovinos de una finca de León-Nicaragua, Octubre-Noviembre, 2015.

Autores:

Br. Iván Misael Arce Nieto.

Br. Carlos Antonio Cáceres Ramírez.

Tutores:

M.V. Verónica Danelia Espinoza Pomares

M.V. Julio Antonio Hernández Rodríguez

“A la Libertad, por la Universidad”

León, Noviembre 2016



AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro creador por darnos vida, salud, sabiduría y fuerzas para seguir luchando; dones que nos permitieron concluir nuestros estudios universitarios.

A nuestros *padres* por darnos siempre su apoyo tanto económico como moral.

A nuestros tutores: M.V. *Verónica Danelia Espinoza Pomares* y M.V. *Julio Antonio Hernández Rodríguez* por su apoyo incondicional que nos brindaron para que pudiésemos realizar este trabajo investigativo.

A MSc. *Rubén Carballo Manzanárez* por contribuir con nosotros en esta investigación.

A los *bachilleres* estudiantes de medicina veterinaria que contribuyeron de alguna manera en la ejecución de este estudio: José Alfredo Urbina, Nelson Ariel Díaz, Eliezer Antonio López, Francis Tórrez, Heydi Moncada y de modo especial a José Alejandro Salgado y a Ledwing Jonnathan Martínez.

A los médicos veterinarios *Mitzael Antonio Villalobos* y *Yader Aroldo Cardoza* por brindarnos sus valiosos aportes en esta investigación.

A los *docentes* de la carrera Medicina Veterinaria de la UNAN-León, por habernos transmitido sus conocimientos en el transcurso de nuestra preparación profesional.

A todas aquellas personas que contribuyeron con nosotros en la realización de este trabajo cuyos nombres no están escritos en esta sección.



DEDICATORIA

A *Dios* primeramente por darme la vida, sabiduría y la salud para culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios y por estar conmigo en cada momento de mi vida.

A mi madre *Justa Isabel Varela* por su amor y el gran sacrificio que hizo durante todo este tiempo para que pudiese terminar mi carrera y cumplir mis metas.

A mi abuela *María Petrona Varela* por apoyarme siempre cuando lo necesité.

A mi esposa *Isaura Elizabeth Zapata* por su amor, por haberme apoyado siempre y por motivarme para que terminara mi carrera.

A mi hermano *Roger Agustín Nieto* que siempre me ha apoyado.

A mi hijo; *Isaac Misael Arce Zapata* que fue mi inspiración y anhelo en la culminación de este trabajo.

Iván Misael Arce Nieto

A *Dios*, ser supremo que me dotó de innumerables bendiciones y substanciales dones durante el transcurso de mi vida; siendo Él, digno de todo honor, alabanza y gloria.

A mis padres: *Domingo Cáceres Rodríguez* y *Virginia Ramírez Matute*, por quienes he hecho un incesante esfuerzo en honrarlos y, culminando mi carrera hoy, anhelo vehementemente enorgullecerlos.

A mis dos hermanas: *Yessenia de los Ángeles* y *Mayra Lisette*, que en conjunto con mis padres constituyen mi pequeña y linda familia.

A mis compañeros de estudio del CUR-Somotillo, a los cuales aprecio enormemente por la amistad, apoyo y cariño que me proporcionaron siempre sin interés alguno.

Carlos Antonio Cáceres Ramírez



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



RESUMEN

Las enfermedades parasitarias constituyen un problema para los humanos y los animales, en medicina veterinaria su importancia radica en las pérdidas económicas que ocasionan. El tratamiento contra todo tipo de parásito debe integrar un manejo apropiado del animal, y un uso racional de los antiparasitarios. Con el objetivo de comparar la eficacia antiparasitaria de Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales en bovinos, se realizó este estudio empleándose 52 animales; estos se distribuyeron en cuatro grupos, 13 individuos por grupo: control, Albendazol (Quiborzole+Cobalto 10%), Fenbendazol (Panacur 10%) e Ivermectina (Virbamec 1%). Se realizó el método cualitativo de flotación con solución saturada de cloruro de sodio para la identificación de los parásitos y el método cuantitativo cámara de McMaster para el conteo de huevos por gramo de heces. Para el contraste de hipótesis se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis. Para el cálculo de la eficacia de los antiparasitarios se utilizó una fórmula que midió el porcentaje de reducción en el conteo de huevos. Se constató la presencia de los géneros de parásitos: *Trichostrongylus* spp. 55%, *Haemonchus* spp. 35%, *Cooperia* spp. 8% y *Bonostomum* spp. 2%. Se obtuvo una eficacia promedio para Fenbendazol de 91.8%, para el Albendazol 85.6% e Ivermectina 83.6%.



GLOSARIO

Acetilcolinesterasa: enzima responsable de la destrucción de la acetilcolina una vez que ésta se ha unido al receptor postsináptico nicotínico-colinérgico.

Cresas: larvas de ciertos dípteros, que se alimentan principalmente de materias orgánicas en descomposición.

Embriotóxico: agente que causa un efecto tóxico sobre el embrión.

Fetotóxico: relativo a cualquier cosa que resulta tóxica para un feto.

Hematozoario o Hemoparásito: protozoos y helmintos que viven en el torrente sanguíneo o dentro de los eritrocitos.

Histoparásito: parásito que se puede encontrar en cualquier tejido del organismo.

Infeción: mecanismo mediante el cual un agente biológico exógeno se implanta y se multiplica en el organismo pudiendo ser éste; hongo, protozoo, bacteria o virus.

Infestación: mecanismo mediante el cual un agente biológico exógeno se implanta y se multiplica en el organismo siendo éste un macroparásito (ectoparásitos y helmintos).

Larva: forma inmadura en el ciclo evolutivo de helmintos y artrópodos.

Parálisis espástica: pérdida del movimiento debido a la permanente contracción muscular.

Parálisis flácida: pérdida del movimiento debido a que el músculo se torna laxo y blando.

Pseudoceloma: (falso celoma) es una cavidad derivada del blastocelo, ubicada entre las vísceras y la pared corporal, no está tapizada por peritoneo y posee líquido perivisceral en su interior. La cavidad se extiende desde la musculatura hasta el tubo digestivo, y rodea a los órganos reproductores.



ABREVIATURAS

µg/kg: microgramo por kilogramo

µg/ml: microgramo por mililitro

ATP: adenosin trifosfato

Cp_{máx}: concentración plasmática máxima

DL₅₀: dosis letal mediana o dosis letal media

DU: dosis única

GABA: ácido gamma-aminobutírico.

g/kg: gramo por kilogramo

Gen MDR 1: gen de resistencia a múltiples fármacos 1. (del inglés: **gene multidrug resistance 1**).

hpg: huevos por gramo (de heces)

IM: intramuscular

L/kg: litro por kilogramo

mg/kg: miligramo por kilogramo

ml: mililitro

ng/g: nanogramo por gramo

SC: subcutánea

Vd: volumen de distribución

VO: vía oral



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
5. HIPÓTESIS	6
6. OBJETIVOS	7
7. MARCO TEÓRICO.....	8
7.1. Estudio de la parasitología	8
7.1.1. Historia	8
7.1.2. Generalidades del parasitismo.....	9
7.1.3. Vías de entrada del parásito al huésped.....	10
7.1.4. Vías de salida de los parásitos del huésped.....	11
7.1.5. Efectos o acciones de los parásitos sobre el huésped	12
7.1.6. Clasificación de los parásitos	13
-Clasificación de los endoparásitos.....	14
-Enteroparásitos	14
-Helminos	14
-Phylum nematoda	15
-Clasificación de (phylum) nematoda.....	16
7.1.7. Diagnóstico parasitológico	19
7.2. Estudio de los antiparasitarios	19
7.2.1. Características deseables de un antiparasitario para uso veterinario	20
7.2.2. Resistencia a los parasiticidas	20
7.2.3. Clasificación de los antiparasitarios	21
7.2.3.1. Compuestos benzimidazoles	23
Albendazol	24
Fenbendazol	26
7.2.3.2. Lactonas macrocíclicas	28
-Avermectinas	29
Ivermectina.....	30
8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
9. RESULTADOS	41
10. DISCUSIÓN.....	45
11. CONCLUSIONES.....	47
12. RECOMENDACIONES	48
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
14. ANEXOS.....	53



1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades parasitarias constituyen un problema para los humanos y los animales, en medicina veterinaria su importancia radica en las pérdidas económicas que ocasionan (gastos de los tratamientos, mano de obra dedicada al tratamiento y disminución de la producción), en la transmisión de enfermedades a otros animales y al hombre.¹ Cerdón M. (2012), ratifica esta aseveración al expresar que la baja productividad en la ganadería está asociada a muchos factores pero, las principales causas son las condiciones sanitarias, especialmente la presencia de parásitos externos e internos, la mastitis y las enfermedades reproductivas.² El tratamiento contra todo tipo de parásito debe integrar un manejo apropiado del animal, y un uso racional de los antiparasitarios, con base en el conocimiento del microorganismo y de las propiedades farmacológicas de los antiparasitarios.¹

Las parasitosis intestinales del ganado vacuno están relacionadas con problemas como anorexia, anemia, pérdida de proteínas plasmáticas en el tracto gastrointestinal, alteraciones en el metabolismo proteico, reducción de minerales, depresión en la actividad de algunas enzimas intestinales y diarrea. Estos problemas repercuten perjudicialmente en los indicadores productivos como son la ganancia diaria de peso, producción láctea, conversión alimenticia, entre otros.³

Con el fin de aminorar los perjuicios que ocasionan las parasitosis, se recurre al empleo de compuestos químicos que coadyuven a la supresión de las mismas, siendo las de mayor frecuencia las causadas por los organismos pertenecientes al phylum nematoda.^{4, 5} Dentro de la amplia gama de fármacos antiparasitarios de uso veterinario se encuentran, el grupo de los benzimidazoles que junto con los probenzimidazoles actúan sobre los parásitos adultos, larvas y huevos; los imidazotiazoles y las tetrahidropirimidinas son eficaces principalmente contra formas adultas siendo menor sobre larvas en desarrollo y sin presentar efecto sobre larvas hipobióticas; las avermectinas y milbemicinas presentan efecto adulticida y larvicida.⁶



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



Se considera oportuno recalcar que el exiguo conocimiento científico que poseen los productores tradicionales en esta región sobre las parasitosis y el correcto uso de los antiparasitarios favorece el incremento de las pérdidas económicas; algunos de ellos ignoran que para un control adecuado de las parasitosis es indispensable el diagnóstico preciso del agente causal para la correcta elección del fármaco a utilizar.

Para reforzar el conocimiento que se posee acerca de los desparasitantes que se utilizan con frecuencia en los protocolos de desparasitación en la zona de estudio, en esta investigación se compara la eficacia antiparasitaria de tres desparasitantes Albendazol, Fenbendazol, e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales del ganado bovino de la finca El Bosque, León-Nicaragua durante el periodo de octubre y noviembre del año 2015; de manera que sea una base para la realización de futuras investigaciones y además para el perfeccionamiento de los calendarios de desparasitación.



2. ANTECEDENTES

En el periodo de Diciembre 2004 a Marzo 2005, Aguirre B. y Tórrez L.; realizaron un estudio en la comarca de las Mercedes, caserío Piedra de Agua (El Sauce-León) donde comparan la efectividad de tres diferentes fármacos (Albendazol 10%, Fenbendazol e Ivermectina al 1%), para el control de los parásitos nematodos gastrointestinales en 40 equinos criollos divididos en cuatro subgrupos. Este estudio concluye que el desparasitante que mejor resultado presentó en cuanto a la efectividad fue el Albendazol, seguido de Ivermectina y Fenbendazol que presentó menor efectividad.⁷

En otro estudio, se compara la efectividad antiparasitaria de *Nicotina tabacum*, Ivermectina, y Fenbendazol en ovinos de la comarca Las Lomas, municipio de Malpaisillo, León, Septiembre y Octubre 2011, realizado Rodríguez S. Donde los resultados del preparado natural *Nicotina tabacum* logró reducir la carga de nematodos. Sin embargo, no posee la misma efectividad que presentaron los productos comerciales Ivermectina y Fenbendazol, y este último fue el que presentó los mejores resultados en este estudio.⁸

En el año 2015 Hernández M., *et al.*, realizaron un estudio en Cuba, en el cual evalúan la eficacia de Albendazol e Ivermectina en el control de nematodos gastrointestinales en 30 hembras ovinas pelibuey. Se constató la prevalencia en la zona de estudio de los géneros *Ostertagia* spp. 71% y *Trichostrongylus* spp. 29%. Después de 10 días del tratamiento se determinó su eficacia mediante la reducción porcentual de los conteos de hpg con respecto al control; se obtuvo una eficacia de 98.2% para Ivermectina y un 97.6% para Albendazol.⁹



3. JUSTIFICACIÓN

Las nematodosis gastrointestinales son un problema sumamente frecuente en el ganado bovino, como resultado surgen cuantiosas pérdidas económicas para aquellas personas que se ocupan de la producción de leche o carne de vacuno, por lo que éstas buscan la forma más efectiva y económica que contribuya a disminuir los gastos monetarios; habitualmente se recurre a la utilización de fármacos antiparasitarios con el propósito atenuar los efectos negativos que causan las parasitosis, mejorando así la productividad del hato.

Las producciones bovinas de nuestra zona se valen de un protocolo de desparasitación basados meramente en un método tradicional-heredado o, en conocimientos empíricos que prácticamente consisten en la utilización de un sólo fármaco antiparasitario en todas las desparasitaciones sin alternancia con otro antiparasitario, ya que se dejan persuadir por la efectividad que observaron en las primeras aplicaciones del fármaco, ignorando totalmente la resistencia parasitaria.

En el presente estudio se compara la efectividad antiparasitaria que poseen el Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales del ganado vacuno; cuyos resultados proporcionará información de mucha utilidad a los médicos veterinarios, profesionales afines al campo de la producción bovina acerca de la verdadera eficacia práctica que tienen estas drogas, contribuyendo al éxito de la desparasitación en la que se emplee uno de estos fármacos.

Conviene aclarar que, aunque existen una gran variedad de antiparasitarios con efecto nematocida, hemos elegido estos ya que se encuentran incluidos entre los productos más utilizados en nuestra zona en los protocolos de desparasitación.



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el occidente de nuestro país se han realizado numerosos estudios, que han demostrado que las parasitosis en el ganado es una realidad que persiste tenazmente a pesar de la fuerte e incesante lucha que se ha establecido contra ella. Uno de esos estudios realizado por Carolina Cárcamo en el 2010, concluye que las parasitosis persisten en el ganado durante todo el año aunque no en altos índices, pero que en la entrada y salida de invierno existen alzas en la carga parasitaria, siendo los animales jóvenes más afectados que los adultos.¹⁰ Esta tenaz persistencia de las parasitosis en el ganado, exige necesariamente la utilización de fármacos antiparasitarios.

Con lo descrito se ve preciso recordar que existe entre productores y profesionales encargados de la producción vacuna cierta discrepancia en cuanto a la eficacia nematocida que los fármacos en estudio poseen, ya que es muy frecuente escuchar a la mayoría de personas afirmar que la Ivermectina es el mejor desparasitante que existe, muy pocos aseguran que el Albendazol y casi nadie que el Fenbendazol, basados únicamente en el uso tradicional que han realizado del fármaco que goza de su predilección.

Frente a esta situación y con el interés de conocer de manera práctico-científico la eficacia de estos desparasitantes surge la siguiente inquietud; de los fármacos Fenbendazol, Albendazol e Ivermectina ¿Cuál de ellos tiene mayor eficacia antiparasitaria frente a los principales nematodos gastrointestinales del ganado bovino?.



5. HIPÓTESIS

H₀: El Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina poseen una eficacia antiparasitaria similar en el control de los principales nematodos gastrointestinales de los bovinos.

H₁: El Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina no poseen una eficacia antiparasitaria similar en el control de los principales nematodos gastrointestinales de los bovinos.



6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Comparar la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales en bovinos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar huevos de nematodos mediante la técnica de Willis (Flotación simple), en muestras de heces extraídas de los bovinos en estudio.
- Determinar la carga parasitaria de cada bovino en estudio utilizando la técnica de diagnóstico parasitológico cuantitativo (cámara McMaster).
- Evaluar la eficacia antiparasitaria de los desparasitantes en estudio, basándose en la evolución de la carga parasitaria observada en cada uno de los muestreos realizados posterior a la aplicación de los fármacos.



7. MARCO TEÓRICO

7.1. ESTUDIO DE LA PARASITOLOGÍA

7.1.1. HISTORIA

La palabra parásito; deriva de la raíces griegas, (para: al lado; sito: alimentarse), con lo cual podemos definirlos como "individuos que se alimentan junto a otros", en una definición más amplia se ha utilizado para designar a organismos que viven a expensas de otros organismo más desarrollado para su subsistencia.

Los estudios parasitológicos comienzan con los egipcios (papiro de Ebers, 1550 a.C.) se describe probablemente al gusano *Taenia saginata* y se prescribe tratamiento para eliminarlo, luego Aristóteles (384-322 a.C.) asignó una clasificación a los gusanos intestinales y los denominó anchos, aplanados, cilíndricos y filiformes. Plinio el Viejo (23-79) y Galeno (130-200), se ocuparon de ellos y hablan de diversos parásitos, sobre todo de gusanos intestinales del hombre y de algunos animales.

En 1379, Jehan de Brie descubre la duela del hígado (*Schistosoma*). En 1592, T. Dunus realizó, la descripción del Botriocéfalo (*Diphyllobothrium latum*).

Francesco Redi (1626-1697) se opuso a la teoría de la generación espontánea, y demostró que las crías de las moscas nacían de los huevos puestos por ellas mismas y que incluso en los gusanos como los *Ascaris*, había machos y hembras que se reproducían a través de los huevos puestos por las hembras de la especie. Gracias a sus esfuerzos y a todos los estudios realizados, la ciencia lo considera el precursor de la moderna parasitología.

En el siglo XVII, con la invención del microscopio, es que se puede decir que verdaderamente comienza la historia de la parasitología como una rama de la biología. En 1765, el abad Lázaro Spallanzani introdujo nuevas evidencias de que la generación espontánea era una idea errónea.

En 1862, Luis Pasteur puso fin a la teoría de la generación espontánea realizando rigurosos y convincentes experimentos, que demostraban la presencia de



microorganismos en el aire y que los resultados de los experimentos obtenidos por todos los otros científicos en cientos de años eran debido a contaminaciones por microorganismos y no a fuerzas vitales misteriosas.

En el siglo XIX se produce la verdadera revolución biológica, desarrollándose el concepto de evolución (Lamarck, 1801; Darwin, 1859), proponiéndose la teoría celular (Schleiden y Schwann, 1839) y formulándose las leyes de la herencia (Mendel, 1856), así como el concepto de la alternancia de generaciones (Steenstrup, 1843). Laveran en 1880 descubrió el Hemosporidio (Plasmodium) productor del paludismo y Ronald Ross, en 1897, halló que ciertos mosquitos (*Anopheles*) actuaban de vectores del Plasmodium, causante de la enfermedad del paludismo en el hombre, lo que incrementó el interés por la entomología médica como una rama de la medicina humana y veterinaria.

Durante la primera mitad del siglo XIX, debido a los conflictos bélicos que asolaron el sudeste asiático y al establecimiento de colonias británicas en esta región geográfica, se empleó gran cantidad de dinero en el estudio de los parásitos tropicales, naciendo así la parasitología como una ciencia aplicada a la medicina, veterinaria, agricultura y salud pública.¹¹

7.1.2. GENERALIDADES DEL PARASITISMO

El parasitismo es una asociación entre dos organismos de distinta especie, en donde la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica y supone un mutuo intercambio de sustancia, el cual se nutre a expensas del huésped sin destruirlo como el depredador, pero que algunas veces le causa daño que afecta su salud, llegando a causarle la muerte. Dicho parásito puede vivir sobre o dentro del huésped, donde este último es generalmente una especie más evolucionada que el primero.

El parasitismo puede presentarse de diversas formas y en este sentido se tendrá un parasitismo obligado o necesario, un parasitismo facultativo y un parasitismo incidental.



En el *parasitismo obligado* o *necesario*, el parásito necesariamente requiere al huésped para realizar toda su existencia o parte de ella; con lo dicho quedan definidas dos formas de parasitismo obligatorio: el *permanente* (la mayoría de los protozoarios y helmintos) y el *temporal* (los artrópodos hematófagos como garrapatas, piojos, pulgas y mosquitos).

En el *parasitismo incidental*, los seres de vida libre llegan al organismo animal, como su nombre lo indica. Incidentalmente viven cierto tiempo en el tracto digestivo o en las cavidades de éste sin que exista adaptación entre el parásito y el huésped, hasta que aquél es expulsado o termina con la vida de éste.

El *parasitismo facultativo* ocurre entre seres inferiores que viven habitualmente sobre sustancias en descomposición (razón por la cual se les llama saprozoicos), pueden penetrar en el organismo animal y adaptarse a la vida parasitaria.

Los *parásitos erráticos* son aquellos que en el estado adulto se les ha encontrado en órganos que no son los habituales dentro de su evolución normal.

Los *huéspedes* (conocidos también como hospedero, hospedador o mesonero) son seres en los que el parásito alcanza su completo desarrollo, estado adulto o fase sexual. Ahora bien, este estado de parásito adulto o fase sexual lo puede alcanzar de manera directa (necesitando un solo hospedero; conocido como huésped definitivo), o pasando con sus formas evolutivas a través de otros seres, diferentes en estado evolutivo y entonces toman el nombre de huéspedes intermediarios.¹²

7.1.3. VÍAS DE ENTRADA DEL PARÁSITO AL HUÉSPED

Vía oral: es una de las más comunes en helmintos y protozoarios intestinales; generalmente consiste en la ingestión de alguna forma parasitaria por el huésped. Como ejemplos de parásitos que penetran por vía oral se cita a las coccidias, *Trichomonas*, *Ascaris*, *Strongylus*, *Haemonchus*, *Dictyocaulus*, *Fasciola*.



Vía cutánea: varias larvas de nematodos penetran en el huésped por la piel por medio de un complicado proceso, tales como la tercera larva de *Ancylostoma*, *Bunostomum*, *Strongyloides*, o las larvas de insectos como *Hypoderma*. Varios protozoarios entran a través de artrópodos hematófagos *Babesia* spp. por medio de la picadura y alimentación de la garrapata *Boophilus* spp.

Vía trasplacentaria: en el periodo de gestación, los estados larvarios del parásito circulan en sangre y el paso de éstos al feto ocurre a través de la placenta.

Vía genital: es la que tiene lugar en bovinos con *Tritrichomonas foetus* o en equinos con *Trypanosoma equiperdum* a través del coito.

Vía auditiva: se le puede considerar como una variante de la cutánea, sucede particularmente con garrapatas *Otobius*, y con ácaros del género *Raillietia* y *Psoroptes* que se localizan en las orejas; algunas veces llegan al oído medio.

Vía ocular: es la entrada de las larvas de los nematodos del género *Thelazia*, llevadas por moscas cuyos hábitos alimenticios son secreciones oculares.

Vía nasal: la manera de entrar al huésped de las larvas de la mosca *Oestrus ovis* en los ovinos es por los ollares, al ser depositadas por el parásito adulto.¹²

7.1.4. VÍAS DE SALIDA DE LOS PARÁSITOS DEL HUÉSPED

Vía anal: vía por donde son eliminados junto con las materias fecales, huevos, larvas, quistes, trofozoitos de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos.

Vía oral: por esta vía salen los trofozoitos de *Trichomonas gallinae* que se encuentran en el buche de palomas y cuando éstas alimentan a los pichones con leche del buche, transmiten este protozoario.

Vía genital: acontece de la misma manera en que ocurre la infección, es decir, por medio del coito los flagelados *Tritrichomonas foetus* y *Trypanosoma equiperdum* llegarán a otro huésped en condiciones naturales.



Vía urinaria: se utiliza para los huevos de *Stephanurus dentatus* o para *Capillaria plica*.

Vía nasal: la utilizan las larvas de *Oestrus ovis* para caer al suelo y continuar con su desarrollo.

Vía de salida ocular: la ocupan igualmente las larvas de *Thelazia*, en cuyas secreciones oculares van las larvas, que deberán ser ingeridas por moscas para continuar su ciclo evolutivo.

Vía cutánea: tiene varias modalidades; la primera ocurre cuando las larvas de *Hypoderma* perforan la piel para abandonar al huésped. La segunda, cuando los ácaros *Sarcoptes* salen accidentalmente a la superficie de la piel y se ponen en contacto con otro huésped y la tercera sería para los hemoparásitos y las microfilarias de nematodos, que para salir del huésped deben ser transportadas por artrópodos hematófagos como es el caso de *Babesia* por garrapatas, *Plasmodium* y microfilarias por mosquitos que a través del proceso de alimentación llegan de un huésped a otro.¹²

7.1.5. EFECTOS O ACCIONES DE LOS PARÁSITOS SOBRE EL HUÉSPED

-*Acción expoliatriz o expoliadora:* es la acción que ejerce el parásito al alimentarse de elementos nutritivos ya elaborados por el hospedador y que en ciertos casos pueden causar grave desequilibrio en la salud de este último.

-*Acción mecánica:* es la acción que ejerce el parásito por su mera presencia al ocupar espacios vitales, como el intestino, conductos biliares, vasos sanguíneos o linfáticos y ciertas vísceras, que por la cantidad y por el desarrollo provocan fenómenos de obstrucción o compresión.

-*Acción traumática:* consiste en lesionar, abrir o romper los tejidos del hospedador, ya sea que se instalen en los tejidos musculares o bien que utilicen sus órganos de



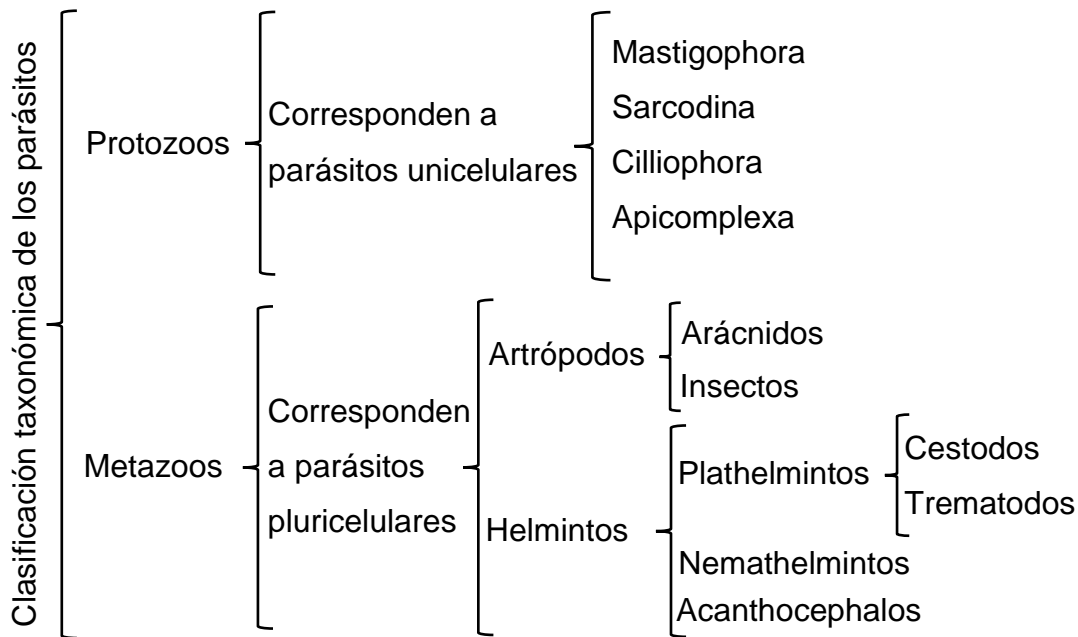
fijación. Los helmintos parásitos del intestino traumatizan la mucosa con sus órganos de fijación, ventosas, ganchos, dientes, capsula bucal.

-*Acción tóxica*: acción producida por la liberación de ciertos metabolitos del parásito que al ser absorbidos producen daños celulares en el hospedador e incluso algunos pueden segregar verdaderas toxinas.

-*Acción irritativa*: como ejemplo la liberación de gran cantidad de larvas de *T. spiralis* ocasiona en intestino delgado una violenta irritación con descamación y exudación, enteritis que suelen ser la causa de la muerte en los primeros días de la infestación por este nematodo.^{12, 13}

7.1.6. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁSITOS

Taxonómicamente los parásitos pueden ser clasificados como se ilustra a continuación.^{12, 14, 15, 16}





-CLASIFICACIÓN DE LOS ENDOPARÁSITOS

Los endoparásitos son aquellos parásitos que se localizan en el interior de su huésped y se pueden clasificar en:

- a. histoparásitos,
- b. *enteroparásitos*
- c. hemoparásitos.

-ENTEROPARÁSITOS

Los enteroparásitos, son aquellos parásitos que podemos encontrar en el intestino de su huésped, algunos de ellos pueden ser patógenos o comensales y pueden ser:

- a. protozoos
- b. *helmintos*.

En la mayoría de los casos la vía de infección es la oral y la principal forma de detectarlos es mediante el análisis de las heces.

-HELMINTOS

A este grupo pertenecen los vermes parásitos del phylum Platelmintos (“gusanos planos”, “duelas” y “tenias”), *Nematelmintos* o *Nematodos* (“gusanos redondos”), *Acanthocephala* (“gusanos de cabeza espinosa”) y *Annelida* (“gusanos segmentados”, “reptadores nocturnos”).

El *phylum Platelmintos* incluye tres clases: *Turbellaria*, *Trematoda* y *Cestoda*, todos ellos se caracterizan por tener un cuerpo blando, aplanado dorsoventralmente, y son hermafroditas. Casi todos los *Turbellaria* (planarios) son gusanos planos carnívoros de vida libre. Los trematodos (duelas) de importancia en medicina veterinaria se pueden encontrar en fases de adultos en el intestino, conductos biliares, pulmones, vasos sanguíneos u otros órganos de sus hospedadores vertebrados finales. Los cestodos adultos (tenias) son parásitos del intestino de los vertebrados, y sus larvas son parásitos de distintos vertebrados e invertebrados. ^{16, 17}



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



Phylum Acantocephala: los acantocéfalos son organismos parásitos, pseudocelomados, vermiformes; de tamaño variable, desde 1 mm hasta un metro de longitud. Se localizan generalmente en el intestino delgado de los vertebrados. Entre los que parasitan a los mamíferos domésticos tiene importancia *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, cuyo hospedador habitual es el cerdo.¹⁸

Phylum Annelida: las sanguijuelas son vermes predadores, parásitos de este phylum, que también incluye las lombrices de tierra de vida libre. Tienen unas ventosas permeables que sirven para la locomoción y sujeción, y se mueven con movimientos arqueantes como los de las orugas. Habitualmente son de color oscuro o negro.¹⁷

-PHYLUM NEMATODOS

Caracteres generales.

Los nematodos de vida libre o parásitos son vermes que carecen de segmentación; presentan generalmente forma cilíndrica con los extremos aguzados. El tamaño es muy variable, muchos no superan el milímetro y otros pueden medir más de un metro de longitud. El cuerpo está cubierto por una cutícula que puede tener aspecto anillado, ser lisa o con estriaciones longitudinales. Las formas parásitas pueden localizarse dentro del hospedador en los ojos, boca, lengua, estómago, intestino, hígado, tráquea, pulmones y en las cavidades del cuerpo. La mayoría son de sexos separados; los machos, frecuentemente, son de menor tamaño que las hembras.

Desarrollo

Las hembras pueden ser ovíparas: ponen huevos no larvados; ovovivíparas: ponen huevos larvados, vivíparas: paren larvas. Las células germinativas que se desprenden del ovario son fecundadas en el receptáculo seminal donde es segregada una membrana de fertilización. Esta cubierta incrementa gradualmente su espesor hasta formar una cáscara quitinosa. Una segunda membrana llamada vitelina es segregada por el cigoto, hacia adentro de la cáscara. Cuando el huevo atraviesa el útero, éste



puede segregar una tercera capa, de naturaleza proteica que se deposita por fuera de la cáscara. Esta capa tiene textura rugosa y no aparece en todas las especies.

Los huevos pueden identificarse específicamente por su contenido (uno o más blastómeros, mórula, o larva), forma, tamaño, color, estructura de la cáscara y ornatos superficiales. La eclosión de los huevos tiene lugar dentro del hospedador o en el medio ambiente y es estimulada por agentes reductores, humedad y temperatura adecuadas. El huevo eclosiona en el medio ambiente siempre que las condiciones aseguren la supervivencia de la larva.¹⁸

-CLASIFICACIÓN DE (PHYLUM) NEMATODA.

Phylum nematoda					
Clase Secernentea (=Phasmodia)					
Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Géneros	
<i>Ascaridiida</i> (Ascaridi- dos) Suborden <i>Ascaridina</i>	<i>Ascaridoidea</i>	<i>Ascaridiidae</i>		<i>Ascaris, Parascaris, Toxocara, Toxascaris, Contracoecum, Porrocaecum.</i>	
		<i>Heterakidae</i>		<i>Ascaridia, Heterakis.</i>	
		<i>Subuluridae</i>		<i>Subulura</i>	
<i>Oxyurida</i> (Oxiúridos)	<i>Oxyuroidea</i>	<i>Oxyuridae</i>		<i>Oxyuris, Passalurus, Skrjabinema, Enterobius.</i>	
		<i>Atractidae</i>		<i>Probstmayria.</i>	
<i>Strongyloida</i> (Estrongílicos)	Suborden <i>Strongylyna</i>	<i>Ancylostomatoidea</i>	<i>Ancylostomidae</i>	<i>Ancylostominae</i>	<i>Agriostomum, Ancylostoma.</i>
				<i>Uncinarinae</i>	<i>Uncinaria.</i>
				<i>Bunostominae</i>	<i>Bunostomum,</i> <i>Gaigeria, Globocephalus, Necator.</i>
		<i>Strongyloidea</i>	<i>Strongylidae</i>	<i>Strongylynae</i>	<i>Strongylus, Triodontophorus, Oesophagodontus, Craterostomum.</i>
			<i>Cyathostominae</i> (<i>Trichonematinae</i>)	<i>Caballonema, Cyathostomum, Cylicocyclus, Cylicodontophorus, Cylicostephnus, Cyliodropharynx, Gyalocephalus, Poterostomum.</i>	



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina



			Oesophagostomi- nae	Chabertia, Oesophagostomum		
			Syngamidae	Syngaminae Syngamus, Mammomonogamus Cyathostoma.		
			Stephanuridae	Stephanurinae Stephanurus		
Subord en Trichos tron- gylina	Trichostongy- loidea	Trichostrongyli- dae	Trichostrongylinae	Cooperia, Cooperoides, Paracooperia, Haemonchus, Hyostromylus, Marshallagia, Pseudostertagia, Ostertagia, Trichostrongylus, Skrjabinagia, Spiculopteragia, Teladorsagia.		
			Graphidiinae	Graphidium		
			Nematodirinae	Nematodirus, Nematodirella.		
			Ollulaninae	Ollulanus.		
			Mecistocirrinae	Mecistocirrus.		
			Ornithostrongylinae	Ornithostrongylus.		
			Amidostominae	Amidostomum.		
			Metastrongyli- loidea	Metastrongyli- dae	Metastrongylinae	Metastrongylus.
				Filaroididae	Filaroidinae	Anafilaroides, Filaroides,
				Angiostrongyli- dae	Angiostrongylinae	Aelurostrongylus, Gurltia, Angiostrongylus.
			Vogeloidinae			
		Crenosomatidae	Skrjabinogylinae	Crenosoma, Skrjabinogylus.		
		Protostrongyli- dae	Protostrongylinae	Capreocaulus, Cystocaulus, Muellerius, Nostrongylus, Protostrongylus, Spiculocaulus, Verestrongylus.		
		Dictyocaulidae	Dictyocaulus.			
Rhabditida (Rhabditi- dos)	Rhabditoidea	Strongyloididae	Strongyloides, Rhabditis (Pelodera), Halicephalobus, (Micronema).			



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina



Spirurida (Espiruridos)	Spiruroidea	Spiruridae		Spirura, Protospirura.
	Habronematoidea		Protonematinae	Cyrnea, Draschia, Habronema, Parhadjella.
			Tetramerinae	Tetrameres.
	Gnathostomatoidea	Gnatostomidae	Gnatostominae	Gnatostoma.
			Spiroxyinae	Hartertia.
		Acuariidae	Acuariinae	Acuaria, Cheilospirura, Dispharynx, Echinuria, Parabronema, Synhimantus.
			Schistophorinae	Histiocephalus.
			Seuratiinae	Streptocara.
		Thelaziidae	Thelaziinae	Thelazia.
			Oxyspirurinae	Oxyspirura.
			Spirocercinae	Spirocerca.
			Ascaropsinae	Ascarops, Physocephalus, Simondsia, Cylicospirura.
			Gongylonematinae	Gongylonema.
		Rictulariinae	Rictularia.	
	Physalopteridae		Abbreviata, Physaloptera.	
Filariida (Filáridos)	Filarioidea	Filaridae	Filarinae	Filaria, Indofilaria, Parafilaria, Suifilaria.
			Aproctinae	Aprocta, Bhalfilaria, Gallifilaria, Pelecitus.
		Onchocercidae	Dipetaloneminae	Brugia, Dipetalonema.
			Splendidofilaria	Eufilaria, Sarconema, Splendidofilaria.
			Diروفilarinae	Diروفilaria
			Onchocercinae	Onchocerca, Elaeophora, Cordophilus, Cystofilaria.
		Stephanofilariidae	Stephanofilarinae	Stephanofilaria..
			Seteriinae	Setaria.
		Dracunculoidae	Dracunculidae	Dracunculinae
Clase Adenophorea (=Aphasmidia)				
Trichurida	Trichuridea	Trichuridae	Trichurinae	Trichuris.



(Tricúridos)			<i>Capillarinae</i>	<i>Capillaria.</i>
	<i>Trichineloidea</i>	<i>Trichinellidae</i>		<i>Trichinella.</i>
<i>Dioctophymatida</i> (<i>Dioctofimátidos</i>)	<i>Dioctophymoi- dea</i>	<i>Dioctophymati- dae</i>	<i>Dioctophylatinae</i>	<i>Dioctophyma.</i>
			<i>Eustrongylidinae</i>	<i>Hystrichis,</i> <i>Eustrongylides.</i>

Nota: Los géneros resaltados en negrita son los nematodos más comunes de los rumiantes. ^{12, 17, 18}

7.1.7. DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO

El diagnóstico de las parasitosis internas en rumiantes es una herramienta indispensable de trabajo para el médico veterinario, quien necesita conocer en forma precisa la situación parasitológica del ganado a fin de poder establecer el tratamiento adecuado y poder dar sugerencias y recomendaciones al ganadero. Uno de los principales problemas parasitarios que afectan a rumiantes domésticos son los causados por nematodos gastroentéricos. El diagnóstico para este grupo de parásitos se basa en el uso tradicional de técnicas coproparasitoscópicas, entre las cuales están:

Las *cualitativas*, como son la técnica de flotación, la cual permite identificar la presencia de huevos de nematodos gastroentéricos; así como las técnicas de Baermann y coprocultivo, que permiten obtener estadios larvales de estos parásitos para finalmente poder identificar en forma específica el género de algunos nematodos.

Las *cuantitativas* con un rango de sensibilidad de 10 a 50 huevos por gramo de heces (hpg), como ejemplo están la técnica Universal (>10 hpg), la de Stoll (>20 hpg); así como la técnica de McMaster (>50 hpg), siendo esta última la más empleada debido a que es rápida y sencilla. Tanto las técnicas cualitativas como las cuantitativas son complementarias y conducen hacia un diagnóstico confiable de nematodos gastroentéricos en rumiantes. ¹⁹

7.2. ESTUDIO DE LOS ANTIPARASITARIOS

Barriga define a los medicamentos antiparasitarios (o parasiticidas) como drogas que tiene un efecto tóxico sobre los parásitos, Bowman ofrece un concepto similar,



definiendo parasiticida como aquel veneno que es más tóxico para los parásitos que para los hospedadores y que, a veces el grado de discriminación es pequeño, y en otras considerable, pero nunca completo y, por lo tanto, la aplicación de un parasiticida siempre comporta algún riesgo para el hospedador.^{20, 17}

Cabe señalar que la ausencia de vacunas para cualquier parásito hace que la prevención para todas y cada una de las enfermedades parasitarias se siga basando como en el pasado, en medidas ecológicas como el saneamiento ambiental o el control vectorial según sea el ciclo biológico, y en pequeña medida, en los fármacos antiparasitarios; pero cuando se ha adquirido la enfermedad, sólo resta la utilización de medicamentos.²¹

7.2.1. CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE UN ANTIPARASITARIO PARA USO VETERINARIO

- Amplio margen terapéutico y disponibilidad de su antídoto para casos de sobredosis.
- Efecto potente y rápido.
- Efecto residual bien definido y de preferencia prolongado.
- Baja toxicidad.
- Razón costo-beneficio favorable.
- Amplio espectro antiparasitario.
- Baja incidencia y gravedad de problemas causados por los residuos en productos de origen animal.
- Fácil administración.
- Baja o nula generación de resistencia.
- Escaso o nulo efecto sobre el ecosistema.²²

7.2.2. RESISTENCIA A LOS PARASITICIDAS

La aplicación periódica de los fármacos antiparasitarios contra las poblaciones de parásitos provoca, inevitablemente, el desarrollo de poblaciones de parásitos resistentes, debido a la selección de fenotipos resistentes, es decir que, aquel fármaco que una vez fue eficaz, deja de serlo y se debe sustituir por otro y desafortunadamente,



es posible que el sustituto tampoco sea eficaz contra la cepa resistente, sobre todo si es un producto químicamente relacionado con el original.¹⁷

La resistencia se define como la capacidad heredable que tiene una población para tolerar dosis tóxicas de sustancias químicas que son letales para otras poblaciones de la misma especie, siendo la heredabilidad su característica más importante.^{23, 24} La resistencia parasitaria puede suceder de forma intrínseca o adquirida. La resistencia intrínseca o natural se debe a características propias del parásito que lo hacen insensible al efecto del fármaco. Por otro lado, la resistencia adquirida tiene lugar debido a que los sobrevivientes a los tratamientos farmacológicos transfieren sus genes de resistencia a su progenie.²⁵

El % de eficacia antihelmíntica recomendado por la FAO (>95%), es el mínimo que se le puede exigir a una droga para recomendar su uso.^{26, 27}

Causas de la resistencia

La aparición del fenómeno de resistencia se atribuye a diversas causas:

- Empleo frecuente de antihelmínticos.
- Infradosificación.
- Pautas antiparasitarias.
- Porcentaje de eficacia de los antiparasitarios.
- Persistencia de los fármacos antiparasitarios.
- Genética.²⁴

7.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIPARASITARIOS

Los fármacos antiparasitarios se clasifican con base en el tipo de parásito que afectan y en el hecho de si también poseen efectos larvicidas y ovicidas dentro del mismo espectro. La clasificación más simple es dividir a los antiparasitarios en:

-*Ectoparasiticidas*: fármacos útiles en el control de ácaros, pulgas, piojos, moscas, etc., que se localizan por lo general en piel y pelo del animal.



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



-*Endectocidas*: medicamentos que tienen la capacidad de actuar contra nematodos y ectoparásitos.

-*Cesticidas* o *anticéstodos*: son aquellos antiparasitarios que se utilizan contra cestodos. Algunos actúan contra sus formas inmaduras, como los cisticercos.

-*Trematocidas* o *antitremátodos*: se administran contra trematodos, que se alojan en hígado, pulmón y rumen.

-*Protozoocidas* o *antiprotozoos*: son los fármacos que actúan contra microorganismos unicelulares que pueden estar localizados en diferentes sitios como sangre, intestino, útero, etc.

-*Nematocidas* o *antinematodos*: son fármacos que se utilizan contra nematodos, que por lo general se alojan en el tubo gastrointestinal, en las vías respiratorias y a veces en el aparato circulatorio. ^{1, 22}

Principales nematocidas.

-*Organofosforados*: los compuestos fosforados orgánicos inhiben la acetilcolinesterasa de los nematodos y alteran la transmisión neuromuscular, los parásitos se desprenden del tracto gastrointestinal y se eliminan por los movimientos peristálticos. A este grupo pertenecen el Diclorvos, Coumafos y Triclorfón.

-*Probenzimidazoles*: bloquean funciones de transporte intracelular e interfieren con la captación de glucosa del parásito, agotando las reservas de glucógeno y ATP. A este grupo pertenecen: Febantel y Netobimina.

-*Heterocíclicos*: como la Piperazina; bloquea la respuesta a la acetilcolina en la unión mioneural del parásito, causando parálisis flácida, el microorganismo posteriormente es expulsado por el peristaltismo intestinal.



-*Tetrahidropirimidinas*: bloquean la transmisión neuromuscular del parásito produciendo parálisis espástica; el microorganismo luego es expulsado por el peristaltismo intestinal. A este grupo pertenecen los Pamoatos de Pirantel y Oxantel.

-*Imidazoles*: poseen acción sobre receptores nicotínicos ganglionares del parásito y causan parálisis espástica al contraer el músculo permanentemente; además, incrementan la respuesta inmunitaria mediada por linfocitos T. En este grupo tenemos el Levamizol.

-*Benzimidazoles*: al igual que los probenzimidazoles, bloquean las funciones de transporte intracelular e interfieren en la captación de glucosa del parásito, agotando las reservas de glucógeno y ATP; además desintegran la estructura normal de los microtúbulos. A este grupo pertenecen: Albendazol, Fenbendazol, Mebendazol, Oxibendazol, Tiabendazol.

-*Avermectinas*: son fármacos de amplio espectro y útiles contra parásitos internos y externos. Incrementan la actividad del receptor GABA (ácido gamma-aminobutírico) y permite la entrada de cloro a la célula, luego ésta se hiperpolariza y genera un potencial de acción inhibitor en el parásito con parálisis muscular. A este grupo pertenecen: Ivermectina, Doramectina y Moxidectina.¹

7.2.3.1. COMPUESTOS BENZIMIDAZOLES

Los benzimidazoles son sustancias cristalinas estables y con alto punto de fusión (223-304 °C); además son relativamente insolubles en agua, benceno y éter, pero muy solubles en alcohol y disolventes no polares. Los benzimidazoles están entre los compuestos menos tóxicos del grupo de fármacos antihelmínticos.²⁴

Se describe que los benzimidazoles se unen a las moléculas de tubulina, lo que inhibe la formación de microtúbulos e interrumpe la división celular. Tiene una afinidad mucho mayor por la tubulina de los nematodos que por la de los mamíferos, lo que le proporciona una actividad selectiva contra los parásitos. También se indica que los benzimidazoles pueden inhibir la fumarato reductasa bloqueando así la función



mitocondrial y dejando al parásito sin energía, provocándole la muerte. Los benzimidazoles son pocos solubles, y por lo tanto habitualmente se administran por vía oral.¹⁷

-CLASIFICACIÓN

Los benzimidazoles se clasifican en:

Benzimidazoles simples: Cambendazol, Tiabendazol.

Benzimidazoles carbamatos: Albendazol, Ciclobendazol, Fenbendazol, Flubendazol, Luxabendazol, Mebendazol, Oxfendazol, Oxibendazol, Parbendazol y Ricobendazol.

Probenzimidazoles: Febantel, Netobimina y Tiofanato.

Benzimidazoles halogenados: Triclabendazol (sólo tiene efecto contra Fasciola hepática).²²

ALBENDAZOL

El Albendazol, es el benzimidazol más moderno, tiene una poderosa actividad antihelmíntica de amplio espectro. Ofrece un amplio margen de seguridad al vacuno cuando se utiliza según las especificaciones descritas en las etiquetas (prospecto).

Ha demostrado poseer un amplio espectro de actividad antihelmíntica contra los nematodos gastrointestinales; nematodos pulmonares incluidas sus formas larvianas; cestodos, y trematodos del pulmón y del hígado de los animales de producción, animales de compañía y personas.¹⁷

Farmacodinámica: inhibe la polimerización de la tubulina y la enzima reductasa de fumarato, lo que produce deficiencia en la generación de energía (ATP) y por tanto ocasiona la muerte del parásito.

Farmacocinética: el Albendazol se absorbe mejor que otros benzimidazoles, aunque en el caso de los rumiantes, la absorción es menor ya que el líquido ruminal lo degrada parcialmente, además de que se presenta un ciclo enterohepático (efecto de primer paso). En ovinos, después de administrarlo por VO, no se detecta en el plasma debido



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



al efecto de primer paso. Se sabe que sigue cuatro rutas metabólicas que son sulfoxidación, hidroxilación (con las cuales se forman metabolitos embriotóxicos y teratógenos), acetilación y reducción. Alcanza su $C_{p\text{máx}}$ a las 20 h de su administración. Los animales no rumiantes eliminan más cantidad del fármaco por la orina, y se calcula que en las primeras 24 h se recupera el 50% de la dosis y el otro 50% en un promedio de 10 días.

Dosis

Especie	Dosis
Bovinos	5 a 10 mg/kg DU VO, SC, IM.
Equinos	Dictyocaulus: 25 mg/kg cada 12 horas por 5 días VO. Strongylus: 50 mg/kg cada 12 horas por 2 días VO. Echinococcus: 4 a 8 mg/kg cada 12 horas por un mes VO.
Porcinos	5 mg/kg DU VO.
Caninos y felinos	25 a 50 mg/kg DU VO.

Efectos adversos.

Desde 1984 se ha mencionado que el Albendazol es carcinógeno, pero hasta el momento no se tienen las evidencias necesarias para afirmarlo. Se le ha asociado con efectos teratógenos y embriotóxicos en ratas, conejos y ovinos. Su uso está prohibido en vacas lecheras; no se debe administrar en los primeros 45 días de gestación. A las dosis recomendadas los bovinos lo toleran bien. Con dosis de 200-300 mg/kg (30 veces la recomendada) ha causado muerte en bovinos y ovinos. Los perros tratados con 50 mg/kg/12 horas pueden desarrollar anorexia. Los gatos que reciben Albendazol para el tratamiento de *Paragonimus* pueden presentar letargia leve, depresión, anorexia y resistencia a tomar la medicación. El Albendazol fue incriminado como causal de anemia aplásica en caninos, felinos y seres humanos.^{1, 22, 28}

Efectividad (ganado vacuno): es eficaz en la eliminación y el control de las formas adultas y larvarias de parásitos internos como *Haemonchus contortus*, *H. placei*; *Ostertagia ostertagi*; formas adultas y larvas inhibidas de cuarto estadio de *Trichostrongylus axei*, *T. colubriformis*, *Nematodirus pathiger*, *N. helvetianus*; *Cooperia*



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



punctata, *C. oncophora*; *Bunostomum phlebotomun*; *Oesophagostomum radiatum*; *Dictyocaulus viviparus*; tenias, *Moniezia benedeni*, *Moniezia expansa*; y los adultos de *Fasciola hepática*.²⁹

Interacciones: algunos estudios han demostrado que la Cimetidina incrementa la concentración de Albendazol en la bilis, pero se desconoce su importancia en veterinaria. Se le encuentra comercialmente en combinación con Febantel, Ivermectina, Levamisol, Piperazina y Prazicuantel, con lo que aumenta su espectro.

Tiempo de retiro: deja residuos en carne, leche y otros productos de origen animal. Los autores recomiendan un periodo mínimo de 21 días. El tiempo de retiro en bovinos de carne es de 27 días, y no debe administrarse en vacas lecheras. El órgano en donde se encuentran la mayoría de los residuos es en hígado, seguido de riñón, grasa y músculo. Al administrarse experimentalmente en el agua de bebida a gallinas ponedoras, el Albendazol y sus metabolitos se eliminan con rapidez de la mayoría de los tejidos, pero se pueden encontrar en huevo hasta siete días después.²²

FENBENDAZOL

El Fenbendazol es un benzimidazol con gran éxito comercial que disfruta de una amplia aplicación en el vacuno y en los perros. La DL₅₀ oral en ratas y ratones supera los 10 g/kg. El Fenbendazol no tiene efectos embriotóxicos o teratógenos en ratas, ovejas, ni vacuno. En el conejo fue fetotóxico pero no teratogénico, y en los estudios durante toda la vida de ratas y ratones no se observó carcinogénesis. En estudios de toxicidad de seis meses en el perro no se observó ningún efecto a 4 mg/kg o menos.

El Fenbendazol absorbido se metaboliza por lo menos en dos metabolitos activos, sulfóxido de oxfendazol y oxfendazol sulfona. Se sabe que en los rumiantes sigue un ciclo enterohepático que sirve para prolongar los niveles efectivos en sangre. El Fenbendazol es un antihelmíntico de amplio espectro con actividad contra nematodos y cestodos gastrointestinales, así como nematodos pulmonares del vacuno, ovino, cabras



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



y caballos. También se ha descrito actividad contra una gran diversidad de helmintos de los perros, gatos y muchos animales de zoológico.¹⁷

Farmacodinámica: además del efecto contra los parásitos al actuar sobre su tubulina, interfiere en la asimilación de la glucosa, evitando su integración en forma de glucógeno, de tal forma que se altera la producción de energía. Se han detectado altas concentraciones de Fenbendazol en intestino, conductos excretores y sistema nervioso de los parásitos. Es probable que los efectos neurotóxicos que presenten los parásitos estén relacionados con esta distribución. Altera la morfología de los huevos y evita la eclosión de la larva.

Farmacocinética: la absorción en rumiantes es lenta, pero en monogástricos es más rápida. La $C_{p\text{máx}}$ se alcanza después de 6-30 h, según la especie. Después de administrar Fenbendazol por VO en becerros y caballos, la $C_{p\text{máx}}$ es de 0.11 y 0.07 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente. La vida media de este fármaco es también muy variable, dependiendo de la especie; p. ej., en ratas es de 10 h, en conejos de 13 h y en perros de 15 h. El Fenbendazol que se absorbe se metaboliza y se convierte en oxfendazol (compuesto activo), Fenbendazol sulfona, Fenbendazol 2-aminosulfona y otros metabolitos menores. El fármaco que no se absorbe (la mayor parte) se elimina por las heces y el resto por orina y leche, en donde sólo se detecta 0.3% de la dosis aplicada.

Dosis.

Especie	Dosis
Bovinos	5 a 10 mg/kg DU VO.
Equinos	5 a 50 mg/kg cada 24 horas por 5 días VO.
Porcinos	30 a 40 mg/kg cada 24 horas por 5 días VO.
Caninos	50 mg/kg cada 24 horas por 3 días VO.
Felinos	25 a 50 mg/kg cada 24 horas por 3 a 5 días VO.

Efectos adversos: no se han detectado efectos de teratogenicidad ni embriotoxicidad por el uso de Fenbendazol en ninguna especie. No debe usarse en vacas lecheras. Con las dosis recomendadas no causa efectos adversos en el huésped, pero pueden presentarse reacciones de hipersensibilidad, secundarias a la liberación de antígenos de los parásitos muertos. En perros y gatos puede causar vómito.^{1, 22}



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



Efectividad (ganado vacuno): la dosis de 5 mg/kg es efectiva para la eliminación y control de las fases adulta y larvianas de *H. contortus*, *H. placei*; *O. ostertagi*; *T. axei*; ancylostómidos, *B. phlebotomun*; nematodirus, *N. helvetianus*; cooperias, *C. punctata*, *C. oncophora*; *T. colubriformis*; esofagostomas, *O. radiatum*, y duela pulmonar, *D. viviparus*. Para la eliminación de las tenias, *M. benedeni*, y las larvas de cuarto estadio de *O. ostertagi*, se usa Fenbendazol en el ganado vacuno de carne a una dosis de 10 mg/kg; esta dosis no está autorizada en ganado vacuno de leche. En algunos países la dosis recomendada es de 7.5 mg/kg, y se ha demostrado además la eficacia frente a los géneros *Trichuris*, *Strongyloides* y *Capillaria* y frente a huevos de nematodos. La dosis máxima tolerada es de aproximadamente 2000 mg/kg. Se ha demostrado que el Fenbendazol es eficaz frente al género *Giardia* en terneros cuando se administra una única dosis oral de 10 mg/kg.²⁹

Interacciones: el Fenbendazol no se debe administrar junto con trematocidas como dibromsalan o tribromsalan debido a que éstos pueden incrementar el número de abortos en bovinos.

Tiempo de retiro: a los siete días de tratamiento se encuentran 5.4 ng/g en el hígado de ovinos; en hígados de bovinos, después de 15 días de tratamiento aún aparecen 1.4 ng/g, y en otros órganos las concentraciones son inferiores a 0.1 ng/g. En aves, se le puede detectar hasta 84 h postratamiento. El tiempo de retiro en bovino es de 8-13 días. Al administrarse en bloques medicados (del tipo de los bloques comunes de sal), el tiempo de retiro es de 16 días. Para leche y carne de cerdo no se requiere tiempo de retiro.²²

7.2.3.2. LACTONAS MACROCÍCLICAS

Las lactonas son moléculas obtenidas de la fermentación de *Streptomyces* spp. Se sabe que tienen efectos antiparasitarios y que sólo actúan contra nematodos y ectoparásitos, pero además se menciona que tienen otras propiedades farmacológicas (antimutágenos y analgésicos). Se han obtenido más de 500 lactonas. Se les llama macrocíclicas por las características de su estructura química (un azúcar y una



aglicona) que permite relacionarlas con los “macrólidos”, obtenidos también de *Streptomyces* spp. El grupo de las lactonas macrocíclicas se divide a su vez en dos familias, las cuales son:

-Avermectinas

Naturales: Ivermectina, Abamectina

Biosintéticas: Doramectina, Eprinomectina, Selamectina.

-Milbemicinas: Milbemicina y la recién introducida Moxidectina.

Ambas familias difieren en su estructura química, espectro y origen; p. ej., las avermectinas se obtienen de *Streptomyces avermitilis*, y las milbemicinas, de *S. hygroscopicus* (milbemicina) o *S. cyanogriseus* (moxidectina). Otra diferencia importante entre estas familias es su toxicidad; las ivermectinas resultan tóxicas para ciertas razas de perros como el Collie, pero las milbemicinas son una alternativa para tratar a estos perros, sin que se produzcan efectos tóxicos.

Farmacodinámica: existen diferentes mecanismos por los cuales ejercen sus efectos:

-Originalmente se creía que estos fármacos aumentaban la liberación de GABA de las terminaciones nerviosas del parásito, pero en la actualidad se sabe que también tienen cierta afinidad por los canales iónicos de las células nerviosas y musculares, sobre todo los de cloro.

-Aumentan la permeabilidad de la membrana y provocan alteraciones nerviosas en el parásito, a menudo hiperpolarización celular, que le ocasionan la muerte.

-Interfieren en la reproducción de los artrópodos.

-AVERMECTINAS

Las avermectinas fueron obtenidas por primera vez por Burg y colaboradores en 1979 como resultado de la fermentación bacteriana de *Streptomyces avermitilis*. Chavala y colaboradores las sintetizaron en 1980, y más adelante se descubrió su potente actividad antihelmíntica. Su comercialización para medicina veterinaria se inició en 1981. A partir del fermento de *Streptomyces avermitilis* se obtiene un anillo lactona



macrocíclico que muestra efectos antibióticos y nematocidas, así como intensa toxicidad contra insectos.

IVERMECTINA

La Ivermectina es un antiparasitario de amplio espectro, eficaz contra una gran variedad de nematodos y ectoparásitos, pero sin acción contra cestodos ni trematodos. La resistencia hacia la Ivermectina es relativamente baja, y se reporta que es más frecuente que la desarrollen los parásitos de ovinos y caprinos; existe resistencia cruzada entre Ivermectina y otras avermectinas. Es un polvo de color blanco, muy soluble en metiletilcetona, propilenglicol y polietilenglicol, poco soluble en agua e insoluble en carbohidratos saturados como el ciclohexano; es muy liposoluble y estable.

Farmacodinámica: la Ivermectina favorece la liberación del GABA en las neuronas presinápticas. El GABA actúa como un neurotransmisor inhibitorio y bloquea la estimulación postsináptica de la neurona adyacente en los nematodos o en las fibras musculares de los artrópodos. Por medio de la estimulación de la liberación del GABA, la Ivermectina causa la parálisis del parásito y su eventual muerte. Como los trematodos hepáticos y las Tenias no usan GABA como neurotransmisor periférico, la Ivermectina es inefectiva contra estos parásitos.

Farmacocinética: los laboratorios que comercializan Ivermectina han desarrollado varias formulaciones que permiten la aplicación por diferentes vías (subcutánea, oral y tópica). La fórmula para VO muestra menor biodisponibilidad; por vía intrarruminal se estima que el fármaco alcanza 40% de biodisponibilidad, pero sus valores en plasma pueden durar de siete a 14 días, lo cual permite suponer que en dosis bajas de 10-40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ puede ser muy eficaz para el control de las infestaciones por parásitos sensibles al medicamento. No se recomienda la vía IM. Los procesos de absorción manifiestan diferencias según las vías de aplicación y las especies tratadas; p. ej. en el perro, después de administrar el fármaco por VO, se alcanza la $C_{p_{\text{máx}}}$ en 4-6 h. En bovinos, las ivermectinas se detectan en plasma después de 1 h de haberlas aplicado y hasta 30 días después de la administración de una dosis de 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ por vía SC. Algunos



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



preparados oleosos aplicados por vía SC llegan a brindar concentraciones terapéuticas por 80-90 días. Presenta vida media de 36 h. Si se administra por vía IV, la vida media se reduce a 30 h.

El Vd es muy alto: >5.3 L/kg, con ligeras variantes en las diferentes especies. Se distribuyen ampliamente en los tejidos y por lo general se encuentran residuos en bilis, grasa, hígado y menos en el cerebro. El amplio Vd indica que una gran cantidad se localiza en los diferentes tejidos, incluyendo la piel, dato que es importante en medicina veterinaria por dos razones:

- Si la carne o subproductos de animales tratados con Ivermectina llegan a ser consumidos por el ser humano, suele constituir un problema de salud pública.
- El efecto residual del fármaco puede llegar a ser de 10-12 semanas, y éste es considerado ideal para el control de ectoparásitos como pulgas, garrapatas o moscas.

Se ha detectado que el contenido gástrico tiene la menor concentración del fármaco. Por otro lado, se concentra en grandes cantidades en el moco y el contenido intestinal; por ello es factible recuperar gran cantidad en las heces, sin importar su vía de administración. Parece ser que el metabolismo de la Ivermectina se realiza por procesos de hidroxilación en rumen, estómago o intestino, independientemente de la vía de administración. Se elimina por la bilis, por lo que se detectarán grandes cantidades en heces, aunque también se excreta por la orina y en la leche. En bovinos, la excreción fecal representa 98% o más del total de la dosis administrada.

Dosis.

Especie	Dosis
Bovinos	200 µg/kg ó 0,2 mg/kg DU S.C, I.M.
Equinos	200 µg/kg ó 0,2 mg/kg DU VO.
Porcinos	300 µg/kg ó 0,3 mg/kg DU S.C, I.M.
Caninos y felinos	50 a 400 µg/kg ó 0,05 a 0,4 mg/kg DU VO, S.C, I.M.

Efectos adversos.



Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina



En los caballos, la tumefacción y el prurito en la línea media ventral son efectos que pueden ser vistos aproximadamente en 24 horas después de la administración de Ivermectina, debido a la reacción de hipersensibilidad ante la muerte de microfilarias de *Onchocerca* spp. Los perros pueden exhibir una reacción similar a un shock cuando se utiliza la Ivermectina como microfilaricida, presumiblemente debido a una reacción asociada con la muerte de la microfilaria. Otros efectos adversos, cuando es usada como microfilaricida incluyen depresión, hipotermia y vómito. Cuando se usa para el tratamiento de la larva de *Hypoderma botis* (cresa del bovino) en el ganado, la Ivermectina puede inducir importantes efectos adversos al matar a las larvas cuando éstas se encuentran en áreas vitales. Las larvas muertas presentes en el canal vertebral pueden causar parálisis y tambaleo. Las larvas muertas en el esófago pueden inducir salivación y timpanismo. El bovino puede experimentar molestia o tumefacción transitoria en el sitio de inyección. Usando un máximo de 10 ml en cualquier sitio de inyección, se puede ayudar a minimizar estos efectos. La neurotoxicidad es posible en los perros, en particular en aquellos con el defecto genético (mutación por supresión del gen MDR 1), el cual se observa en ciertas líneas genéticas de las razas tipo Collie. En las aves, se pueden ver muerte, letargo o anorexia.^{1, 22, 28}

Efectividad (ganado vacuno): la administración subcutánea de Ivermectina ofrece una eficacia excelente frente a fases adultas y larvarias de *O. ostertagi* (incluyendo formas inhibidas), *O. lyrata*; *H. placei*; *T. axei*; *T. colubriformis*; *C. oncophora*, *C. punctata*, *C. pectinata*; *O. radiatum*; *B. phlebotomum*; nematodirus adultos, *N. helvetianus*, *Nematodirus spathiger*; nematodo intestinal adulto, *S. papillosus*; y duela pulmonar, *D. viviparus*. La inyección de Ivermectina es muy eficaz frente a los hipodermas (primer, segundo y tercer estadios larvarios) *H. bovis* y *H. lineatum*; piojos picadores, *L. vituli*, *H. eurysternus*, *S. capillatus*; y ácaros de la sarna, *Psoroptes ovis* y *S. scabiei* var. *bovis*. La Ivermectina inyectable tiene buena eficacia frente a piojos picadores y ácaros, también es eficaz frente a las formas adultas de *Parafilaria bovicola*, y las formas adulta e inmadura del gusano ocular, *Thelazia rhodesi*.

La formulación tópica está autorizada para la eliminación de *O. ostertagi*; *H. placei*; *T. axei*; *T. colubriformis*; *C. oncophora*, *C. punctata*, *C. surnabada*; *S. papillosus*; *O.*



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



radiatum; *Trichuris*; *D. viviparus*; hipoderma, *H. bovis*, *H. lineatum*; ácaros de la sarna, *S. scabiei var. bovis*; piojos picadores, *L. vituli*, *H. eurysternus*, *S. capillatus*; malófagos, *D. bovis*, y mosca de los cuernos, *H. irritans*.²⁹

Tiempo de retiro: se recomienda que cuando se usen los bolos de liberación prolongada en bovinos de carne se observe un tiempo de retiro de 180-184 días. Para las formas inyectables los tiempos de retiro son, en bovinos: 35-49 días; en cerdos: 18-28 días; en ovinos: 35 días, y en caprinos: 56 días. Por VO, el tiempo de retiro en ovinos es de 11-14 días. Se ha recomendado que la presentación inyectable no se utilice en vacas que estén criando o cercanas al parto, dada la sensibilidad de los neonatos a la Ivermectina.²²



8. DISEÑO METODOLÓGICO.

Tipo de estudio.

La presente investigación corresponde a un estudio cuasi-experimental.

Área de estudio.

Finca El Bosque, municipio de León.

Descripción general de la finca

La finca El Bosque, está ubicada en el departamento de León, sobre el kilómetro 94 de la carretera que comunica la ciudad de León con la playa de Ponedoya más 2 kilómetros al oeste.

En total la finca posee 250 Mz de tierra de las cuales 240 están destinadas al pastoreo directo de los animales. El sistema reproductivo utilizado es la monta natural y también inseminación artificial. Se vacuna contra las enfermedades de Ántrax, Pasteurelisis, Pierna Negra, Edema Maligno y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina. Para realizar la desparasitación interna en los bovinos se utilizan Albendazol y Levamisol cada 6 meses y para la desparasitación externa se emplean Ivermectina, Fipronil y baños con garrapaticidas a base de Cipermetrina y Amitraz.

Población en estudio.

Los 161 bovinos de la finca El Bosque.

Selección y tamaño de la muestra.

Para la selección de la finca se tomó en cuenta la disponibilidad del propietario de aceptar el desarrollo de la investigación.

En la finca se trabajó con 52 bovinos, dividiendo a éstos en cuatro grupos formado por 13 animales cada uno. La selección de éstos y su distribución en los cuatro subgrupos de estudio se realizó por un muestreo intencional, tomando en cuenta los factores de



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



inclusión, decidiendo que los primeros 13 animales formarían el grupo control o testigo, los siguientes el grupo Albendazol, luego los del grupo Fenbendazol y finalmente el grupo Ivermectina. Los animales quedaron distribuidos como se muestra en la siguiente tabla.

Grupo	Adultos (2 años en adelante)	Terneros (de 4 meses a 1 año)	Total
Albendazol	13	0	13
Fenbendazol	9	4	13
Ivermectina	6	7	13
Control	2	11	13
Total	30	22	52

Factores de selección.

Inclusión:

- Animales que el propietario permita que participen en el estudio.
- Bovinos hembras y machos mayores de 4 meses de edad.
- Bovinos que no hayan sido desparasitados recientemente.
- Hembras vacías.
- Hembras que no estén en periodo de lactación.

Exclusión:

- Animales clínicamente enfermos o que estén recibiendo tratamiento.
- Animales próximos a abandonar la finca.
- Animales que el propietario no preste para la realización del estudio.
- Bovinos hembras y machos menores de 4 meses de edad.
- Bovinos que hayan sido desparasitados recientemente.
- Hembras gestantes.
- Hembras que estén en periodo de lactación.



TÉCNICAS Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN.

Materiales de campo.

- Jeringas (de 5 y 20 ml).
- Bolsas plásticas de dos libra.
- Agujas (18G x 1½).
- Guantes de látex.
- Termo.
- Hielo (refrigerante).
- Libreta de apuntes.
- Bolígrafo.
- Indumentaria apropiada.
- Mangas y prensas.

Recursos biológicos y químicos

- Bovinos
- Albendazol
- Ivermectina
- Fenbendazol

Procedimiento de campo.

Recolección de las muestras.

Para la recolección de muestras biológicas de heces, se estableció previamente que se realizarían un total de 4 muestreos en intervalos de 8 días entre los mismos, es decir uno por semana.

Para la extracción de muestras de heces, se procedió a tomar las mismas directamente del recto del animal por estimulación anal estando éstos correctamente inmovilizados. Para la extracción de las muestras se utilizó guantes de látex para proteger la mano del operario y luego fueron depositadas en bolsas plásticas debidamente identificadas con el código del animal; posteriormente se depositaron en un termo con hielo.

En el primer muestreo además de extraer las muestras de heces a los animales, también se aplicaron los antiparasitarios, administrándose una sola dosis de cada uno. Los antiparasitarios utilizados se describen a continuación: Albendazol (Quiborzole+ Cobalto al 10%) a dosis de 7.5 mg/kg por VO, Ivermectina (Virbamec al 1%) a dosis de 0.2 mg/kg por vía SC y Fenbendazol (Panacur al 10%) a dosis de 7.5 mg/kg por VO.



En los muestreos segundo, tercero y cuarto, solamente se tomaron las muestras de heces de igual manera como se realizó en el primer muestreo; posteriormente dichas heces se remitieron al laboratorio de parasitología de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la UNAN-León, lugar donde fueron escrupulosamente procesadas.

Unidad de análisis

Heces de los animales en estudio.

Procedimientos para la recolección de datos.

Se realizó una entrevista al responsable de la finca para obtener mayor información sobre el estado de los animales y de la propia finca. Los datos específicos de cada animal se obtuvieron de los registros de la finca, que fueron facilitados por el responsable de la misma.

Análisis de las variables.

Luego de haber obtenido la información, se creó una base de datos en el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 22, realizando posteriormente el contraste de hipótesis por cada muestreo mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $p < 0.05$. Para el cálculo de la eficacia se utilizó una fórmula que midió el porcentaje de reducción en el conteo de huevos por gramos de heces:

$$\%RHPG = \frac{C0 - Cn}{C0} \times 100$$

Donde:

%RHPG=Porcentaje de reducción del conteo de hpg.

C0=Conteo de hpg pretratamiento

Cn=Conteo de hpg postratamiento (n, representa el número del muestreo postratamiento).



Para la realización de éste cálculo y la elaboración de los gráficos se hicieron mediante el empleo del software Microsoft Excel 2013.

Procedimiento de laboratorio

Método parasitológico.

En el procesamiento de las muestras de heces, se empleó la técnica cualitativa de flotación simple o técnica de Willis con solución saturada de cloruro de sodio para la identificación de los parásitos nematodos y la técnica cuantitativa cámara de McMaster para el conteo de los huevos por gramos de heces (cálculo de la carga parasitaria). El recuento de huevos por gramo de heces, se utilizó para establecer los niveles de infestación por nematodos gastrointestinales de cada animal examinado durante el pretratamiento y postratamiento.^{15, 19}

Técnica parasitológica cualitativa de flotación simple o de Willis.

Se basa en poner las heces en un líquido de densidad superior a la de los restos parasitarios (1,200 aproximadamente), de forma que éstos se concentran en la superficie. Es un método simple y rápido, permitiendo el procesado de numerosas muestras en poco tiempo.

Materiales

- Mortero y pilón.
- Colador de malla fina.
- Cuchara metálica o espátula.
- Cubreobjetos.
- Portaobjetos.
- Microscopio electrónico.
- Tubo de ensayo.
- Gradilla.
- Solución de NaCl.
- Beacker.
- Guantes de látex.
- Libreta de apuntes.
- Bolígrafo.

Procedimiento

La técnica consiste en mezclar las heces con cloruro de sodio a una proporción de 3 g del primero en 45 ml del segundo en un mortero (con ayuda del pilón), esta mezcla se



vierte en un beacker momento en el que se aprovecha para filtrarla (colarla), luego se deposita en un tubo de ensayo llenándolo hasta el borde de modo que se forme una prominencia de la mezcla sobre éste, seguidamente se coloca un cubreobjetos sobre esta prominencia que se formó y se espera aproximadamente ocho minutos, en este lapso de tiempo los parásitos flotarán y se adherirán a la superficie del cubreobjetos. Transcurrido el tiempo señalado se coloca el cubreobjetos en un portaobjetos y se prosigue a observarlo al microscopio para realizar la búsqueda e identificación de los huevos de parásitos utilizando los lentes objetivos 10x y 40x.

Técnica parasitológica cuantitativa cámara de McMaster.

Esta técnica permite el recuento de huevos de parásitos por un gramo de heces, con la finalidad de realizar la estimación de la carga parasitaria del animal.

Materiales

- Cámara de McMaster.
- Colador de malla fina.
- Guantes de látex.
- Solución de NaCl.
- Microscopio electrónico.
- Beacker.
- Gradilla.
- Pipeta Pasteur.
- Mortero y pilón.
- Cuchara metálica o espátula.
- Libreta de apuntes.
- Bolígrafo.

Procedimiento.

Se homogenizan 3 g de heces con 45 ml de solución saturada de cloruro de sodio, con la ayuda del mortero y el pilón. Esta mezcla es filtrada a través de un colador de malla fina y vertida a la vez en un beacker (se aconseja apisonar bien sobre la malla del colador con el pilón para que escurra lo mejor posible). Posteriormente se homogeniza la mezcla para que haya una buena distribución de los huevos en el líquido. Después de ser homogenizada la mezcla, con una pipeta Pasteur se llenan los dos compartimentos de la cámara tratando que no queden burbujas de aire. Luego se esperaran aproximadamente de ocho a diez minutos para que los huevos floten y se adhieran al cubreobjetos de la cámara momento en el que se aprovecha para realizar el



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*

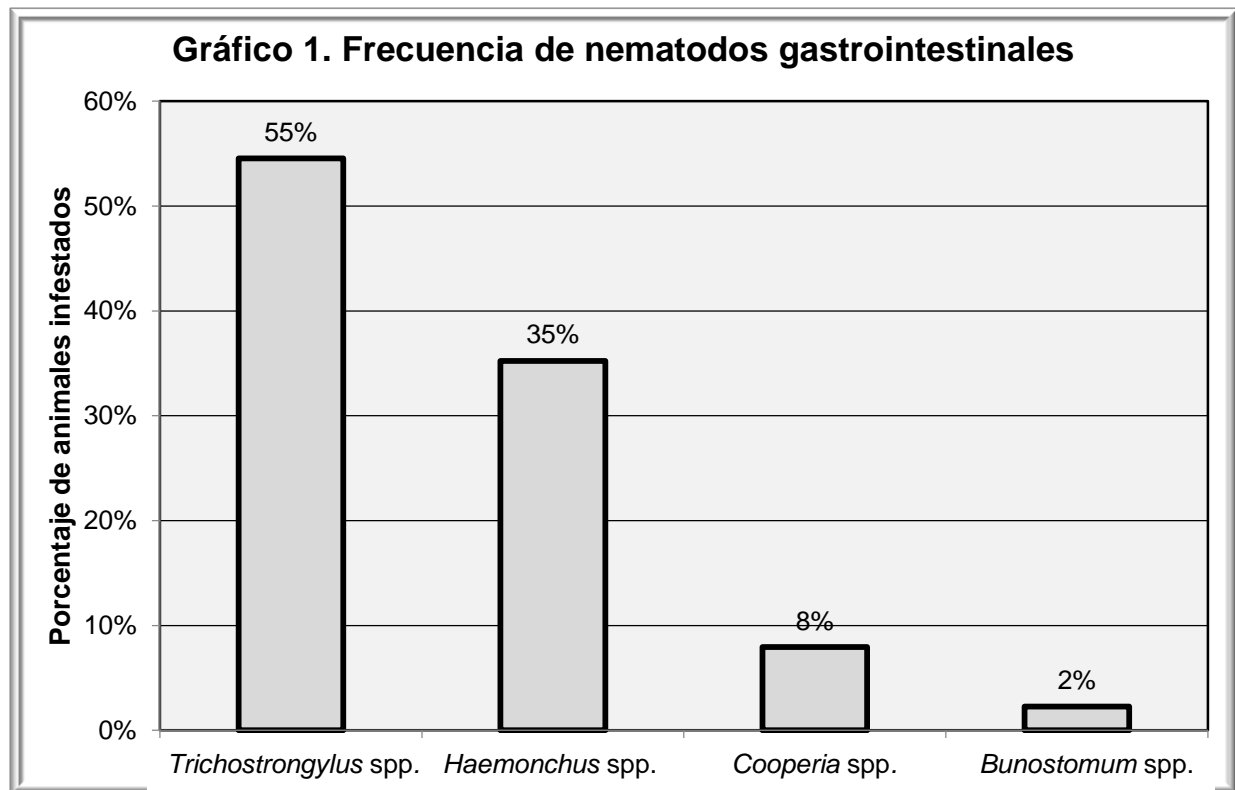


conteo de los huevos de los parásitos en el microscopio electrónico usando el lente objetivo de 10x. Cada compartimento de la cámara tiene una superficie de 10 x 10 mm; el espacio entre el portaobjetos y el cubreobjetos de la misma es de 1,5 mm, por lo tanto cada compartimento contiene 0.15 ml de volumen.

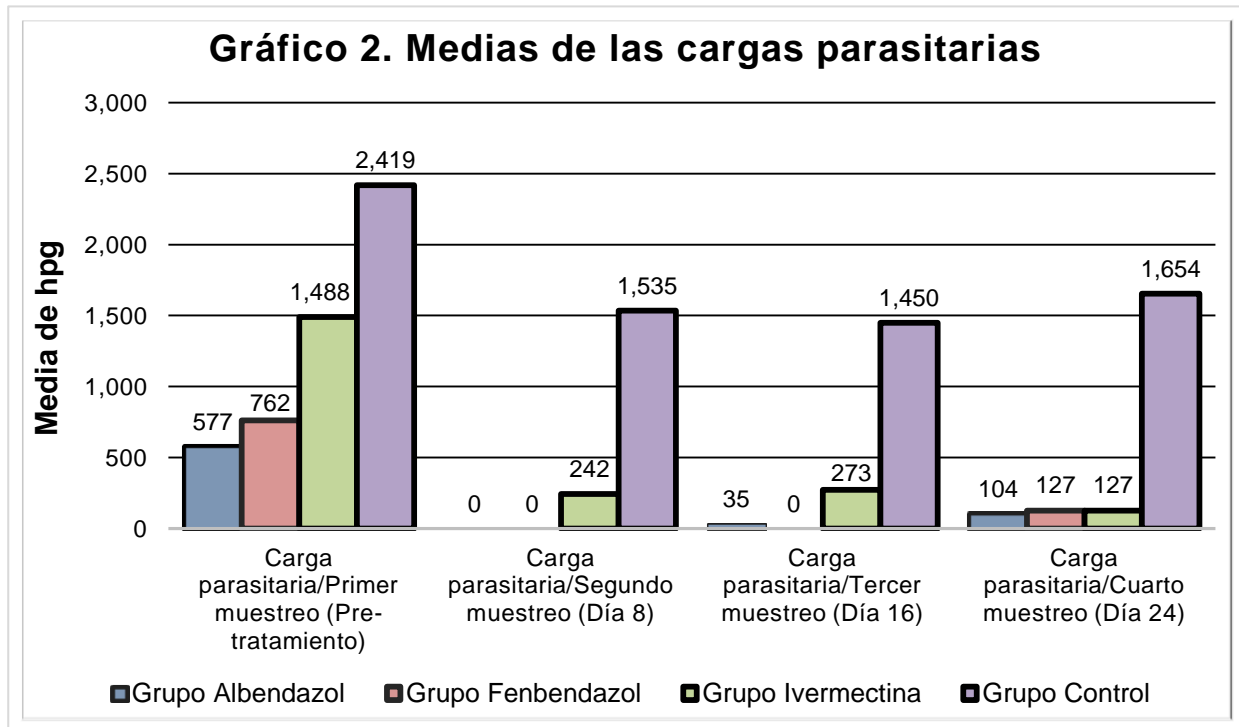
El número de huevos por gramo de heces se calcula de la siguiente manera: se deben contar la totalidad de los huevos dentro de ambos compartimentos de la cámara, ignorando aquellos que estén fuera de los cuadros de cada compartimento y luego se multiplica por 100 y dividido entre dos.



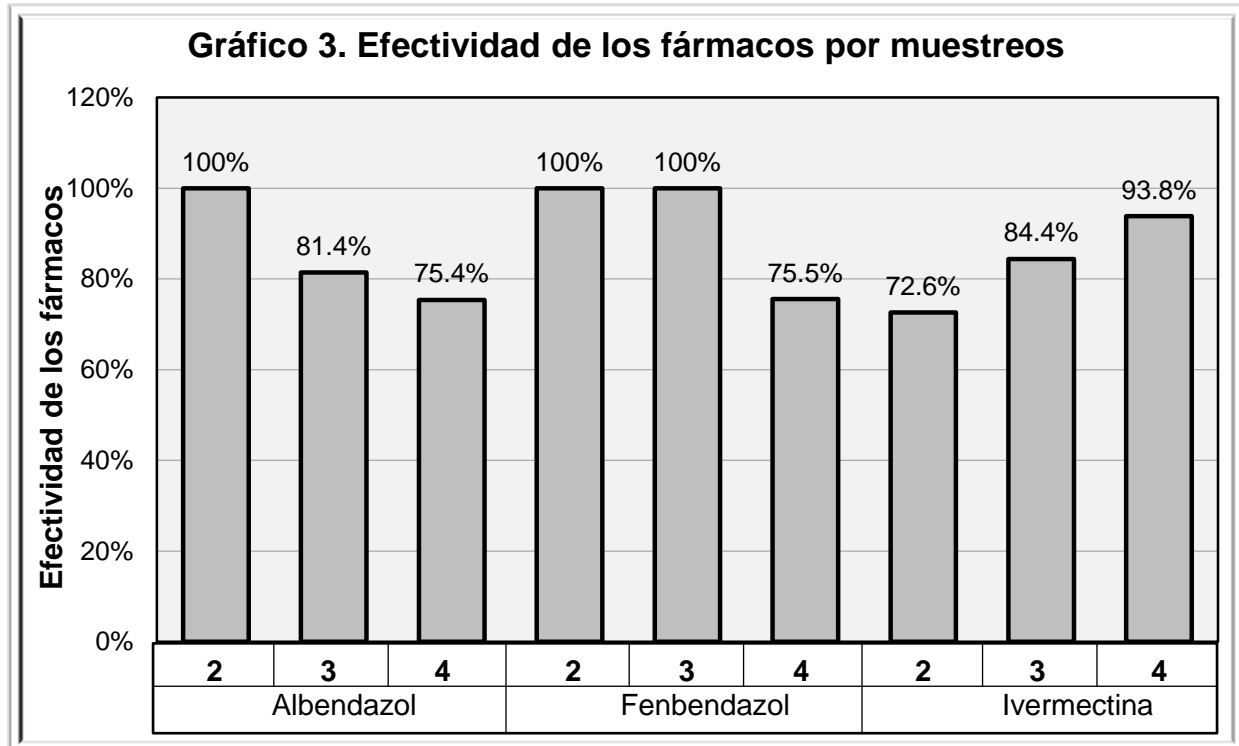
9. RESULTADOS



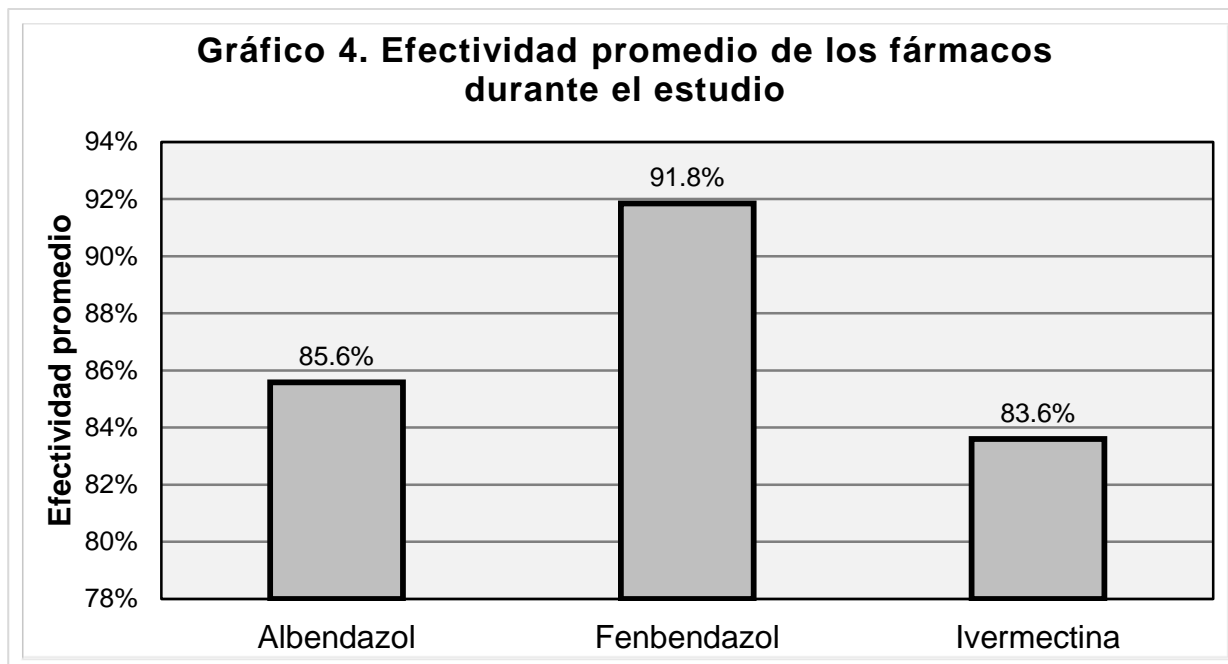
Este gráfico está basado en la identificación de los parásitos previo a la administración de los antiparasitarios (primer muestreo). Se puede observar que el nematodo gastrointestinal que presentó mayor frecuencia fue el *Trichostrongylus* spp. con un 55%, seguido de *Haemonchus* spp. con el 35%.



Este gráfico representa las medias de las cargas parasitarias de los animales distribuidos por grupos de estudio y por cada uno de los cuatro muestreos realizados. Se puede apreciar que la carga promedio de los grupos en el primer muestreo la más baja es la del grupo Albendazol y la más alta la del grupo control, observándose la misma situación en el cuarto muestreo. Se observa que el grupo Fenbendazol presenta una carga igual a cero tanto en el segundo como en el tercer muestreo, en el grupo Albendazol se observa esta situación solamente en el segundo muestreo, en cambio el grupo Ivermectina en ninguno de los muestreos se aprecia una carga igual a cero, observándose la menor carga parasitaria en el cuarto muestreo, siendo ésta de 127.



Este gráfico representa la efectividad de los fármacos en estudio, basado en la reducción de la carga parasitaria de los animales durante los tres muestreos posteriores a la aplicación de los fármacos. Se puede apreciar que el Fenbendazol presentó una efectividad del 100% tanto en el segundo como en el tercer muestreo. El Albendazol también presentó una eficacia del 100% en el segundo muestreo la cual fue disminuyendo hasta alcanzar una eficacia de 75.4% en el cuarto muestreo. La Ivermectina presentó una tendencia inversa al Albendazol ya que aumentó su eficacia del segundo al cuarto muestreo de 72.6% al 93.8% respectivamente.



Este gráfico, muestra la eficacia promedio de los fármacos en estudio. Esta eficacia promedio se obtuvo del gráfico anterior. Se observa claramente que el Fenbendazol obtuvo la mejor eficacia durante el estudio siendo ésta de 91.8%, seguido del Albendazol con una eficacia del 85.6%.

Tabla 1. Prueba de Kruskal Wallis

	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
P-valor	0.000	0.004	0.883

Esta tabla muestra los valores de significancia estadística obtenidos mediante la realización del modelo estadístico Kruskal Wallis para los muestreos 2, 3 y 4 representados en el gráfico 3. Para el contraste de hipótesis se tomó como referencia un nivel de significancia $p < 0.05$. Los p-valores de los muestreo 2 ($p = 0.000$) y muestreo 3 ($p = 0.004$) indican que los fármacos presentaron una eficacia antiparasitaria diferente entre ellos estadísticamente significativa en esos muestreos, pero el p-valor del muestreo 4 ($p = 0.883$) indica que la diferencia de eficacia antiparasitaria observada entre los antiparasitarios estadísticamente no es significativa, por lo que se considera que los fármacos presentaron una eficacia similar durante este último muestreo; siendo éste (muestreo) tomado como base para no aceptar la hipótesis alternativa planteada, ya que es este muestreo que marca el fin de nuestro estudio.



10. DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio concuerdan con los obtenidos por Rodríguez S., en el 2011 al comparar la efectividad antiparasitaria de *Nicotina tabacum*, Ivermectina y Fenbendazol en ovinos, obteniendo que el Fenbendazol obtuvo la mayor efectividad. También se coincide que la eficacia que presentó el Fenbendazol podría deberse a que es la primera vez que se administra el desparasitante a los animales en estudio.

El estudio realizado por Hernández M., *et al.* 2015, en el cual compararon la eficacia del Albendazol e Ivermectina en 30 hembras ovinas demostraron que la eficacia mayor la presentó la Ivermectina con 98.2% y el Albendazol 97.6%; este valor está calculado respecto a la reducción de la carga parasitaria a los 10 días posteriores a la aplicación de los fármacos. Si nos basamos en la eficacia que presentaron estos fármacos a los 8 días postratamiento en nuestro estudio (Gráfico 3), la Ivermectina presentó una eficacia de 72.6% y el Albendazol 100% pero, si nos basamos en la eficacia promedio durante el estudio (Gráfico 4), la Ivermectina presentó una eficacia de 83.6% y el Albendazol 85.6%; por tanto nuestro estudio no concuerda con los resultados de Hernández M. *et al.* ya que en su estudio la Ivermectina supera al Albendazol en eficacia. Otra diferencia, es que ellos encontraron una prevalencia de *Ostertagia* spp. 71%; y *Trichostrongylus* spp., 29%, en cambio en nuestro estudio *Trichostrongylus* spp., presentó una frecuencia de 55%, seguido de *Haemonchus* spp., 35%, *Cooperia* spp 8% y *Bunostomun* spp 2%. (Gráfico 1).

Al observar el Gráfico 2, se puede apreciar que el grupo control en el primer muestreo presentó una carga parasitaria promedio alta (2,419) y el grupo Albendazol una carga parasitaria promedio baja (577), esta notable diferencia se debe a que el grupo Albendazol estaba conformado sólo por animales adultos y el grupo control la mayoría eran terneros. Con estos datos se pueden afirmar que los terneros presentan siempre una carga parasitaria mayor que los adultos (Fig. 11., en los anexos), afirmación que concuerda con los resultados del estudio realizado por Cárcamo Carolina en el 2010.¹⁰



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



Respecto a la evolución de la carga parasitaria del grupo control, se aprecia que ésta disminuye en el segundo y tercer muestreo, pero sufre un pequeño aumento en el cuarto muestreo. Esto podría deberse a que la reinfestación es menor durante el segundo y tercer muestreo ya que los animales tratados disminuyeron su carga parasitaria en estos períodos, pero en el cuarto muestreo aumentan su carga parasitaria por lo que predispone la reinfestación del grupo control.

De acuerdo a los resultados de la efectividad de fármacos por muestreo (gráfica 3), se puede apreciar que la Ivermectina presentó su mejor eficacia en el último muestreo (93.8%), Albendazol (100%) y Fenbendazol (100%) la presentaron en el segundo muestreo, siendo la efectividad de estos últimos en el cuarto muestreo inferior a la eficacia de la Ivermectina, esto concuerda con la literatura citada de farmacología de Sumano Ocampo, afirman que la Ivermectina permanece en el organismo un tiempo más prolongado que el Albendazol y Fenbendazol.

La diferencia de la eficacia antiparasitaria en el segundo muestreo entre Ivermectina y Albendazol-Fenbendazol, podría deberse a la acción ovicida que poseen estos últimos, en cambio Ivermectina solamente es larvicida y adulticida, tomando en cuenta que el cálculo de la eficacia antiparasitaria está basada en la reducción en el recuento de huevos.⁶

Existe una tendencia diferente entre la efectividad antiparasitaria del Albendazol con respecto al Fenbendazol; puesto que la efectividad del Albendazol desciende gradualmente desde el segundo al cuarto muestreo, mientras que la efectividad del Fenbendazol desciende drásticamente del tercer al cuarto muestreo, este efecto que se observa en el comportamiento de la eficacia en ambos fármacos se puede deber a que en el grupo Albendazol sólo habían adultos y en el grupo Fenbendazol habían terneros y adultos, por lo que se deduce que los terneros podrían haber influenciado en el comportamiento de la eficacia del Fenbendazol, ya que ellos poseen una respuesta inmunitaria menor frente a las parasitosis en comparación a los adultos.³⁰



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



11. CONCLUSIONES.

Durante el periodo de estudio el fármaco que presentó una eficacia promedio mayor fue el Fenbendazol 91.8%, seguido de Albendazol 85.6% e Ivermectina 83.6%.

Los nematodos identificados fueron *Trichostrongylus* spp. 55%, *Haemonchus* spp. 35%., *Cooperia* spp. 8% y *Bonostomum* spp. 2%.

Los terneros presentaron una carga parasitaria mayor en comparación a los adultos.



12. RECOMENDACIONES

Para la realización de futuras investigaciones:

Evitar el contacto entre el grupo control y los grupos tratamientos, para que no ocurran reinfestaciones entre los grupos en estudio.

Comparar la efectividad de los fármacos entre las diferentes especies, para saber si existe diferencia entre las mismas.

Comparar la eficacia de los fármacos por categorías de edad de los animales para saber si existe diferencia de la eficacia respecto a ésta.

Se aconseja prolongar el estudio por más tiempo, para observar la efectividad máxima de los antiparasitarios y conocer de esta manera, en que momento los animales alcanzan la carga parasitaria inicial que poseían antes de la aplicación de los fármacos.

Para la elaboración de un plan calendario:

Emplear un calendario de desparasitación de acuerdo al diagnóstico parasitológico.

Practicar siempre la rotación de los antiparasitarios, para evitar la aparición de la resistencia parasitaria.

Para realizar un mejor control de las parasitosis gastrointestinales es necesario implementar la rotación de potreros, ya que esta acción disminuye la reinfestación de los animales.

Implementar medidas higiénico-sanitarias en la finca, como la limpieza del corral, bebederos y comederos.



13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Restrepo S J G. *Terapéutica Veterinaria 2013-2015*. 4ª ed. Medellín-Colombia: CIB; 2013.
2. Cordón M A. *Sanidad e inocuidad pecuaria en Centroamérica y República Dominicana: Una agenda prioritaria de políticas e inversiones*. Nicaragua: RUTA; 2012. [Consultado 4 Septiembre 2015]. Disponible en: http://www.ruta.org/docs_Estudio_Sanidad_Inocuidad/Informe%20Nacional%20-%20Nicaragua.pdf
3. Soulsby E J L. *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. 7a ed. México: Interamericana; 1987.
4. Mederos A, Banchemo G. *Parasitosis gastrointestinales de ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación*. INIA. 2013. [Consultado 15 Septiembre 2015];34:10-15. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_ovinos/21-gastrointestinales_avances.pdf
5. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Instituto Nacional Tecnológico. *Manejo sanitario eficiente del ganado bovino: principales enfermedades*. Managua-Nicaragua: 2010. [Consultado 15 Septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/as497s/as497s.pdf>
6. Angulo C F J. *Nematodosis gastrointestinales*. Maracaibo-Venezuela. s.f. [Consultado 30 Septiembre 2015]. Disponible en: http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion5/articulo16-s5.pdf
7. Aguirre B J D, Tórrez L W J. *Comparación de la efectividad de la Ivermectina, Fenbendazol y Albendazol, para el control de los parásitos nematodos*



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



- gastrointestinales, en equinos criollo, en el municipio de El Sauce, departamento de León. [Tesis]. León: UNAN-León; 2005.
8. Rodríguez S K E. Comparación de la efectividad antiparasitaria de *Nicotina tabacum*, Ivermectina y Fenbendazol en ovinos de la comarca Las Lomas, municipio de Malpaisillo, León, en el periodo de Septiembre y Octubre 2011. [Tesis]. León: UNAN-León; 2012.
 9. Hernández M D, Roque L E, Meireles T, Peñate I, Demedio J. Evaluación de la eficacia de Albendazol e Ivermectina en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos pelibuey. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2015; 9(1):53-57. [Consultado 19 Julio 2016]; Disponible en: http://www.cimaminag.cu/wa_files/Douglas_20Hern_C3_A1ndez.pdf
 10. Cárcamo N C. Manual de parásitos más comunes del occidente de Nicaragua. León; 2010.
 11. Caraballo B L. Historia de la parasitología. s.f. [Consultado 20 Abril 2016]. Disponible: <https://es.scribd.com/doc/20820711/HISTORIA-DE-LA-PARASITOLOGIA#scribd>
 12. Quiroz R H. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 1^a ed. México DF: LIMUSA; 1990.
 13. Parasitología veterinaria. [Consultado 14 Marzo 2016]. Disponible en: <http://elygomez.aprenderapensar.net/files/2016/01/TEMA-1-2-Y-3-GENERALIDADES-sin-color-de-fondo.pdf>
 14. Alonso V, Cribb P, Manarin R, Perdomo V. Parasitología. 2015. [Consultado 30 Marzo 2016]. Disponible en:



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



<http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/4178/course/section/1580/Guia%20Farmacia%20oct%202015.pdf>

15. Thienpont D, Rochette F, Vanparijs O F J. Diagnósticos de las helmintiasis por medio del examen coprológico. 2^a ed. Beerse-Bélgica: Janssen Research Foundation 1986.
16. Anónimo. Clasificación de los parásitos. s.f. [Consultado 4 Mayo 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/Parasitologico/clasificacin-de-los-parsitos-6085793>
17. Bowman D D. Georgis Parasitología para Veterinarios. 8^a ed. Madrid-España: ELSEVIER SAUNDERS; 2004.
18. Vignau M L, Venturini L M, Romero J R, Eiras D F, Basso W U. Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 1^a ed. Argentina: UNPL; 2005.
19. López A M E. Diagnóstico parasitológico en rumiantes: Técnicas tradicionales y avances en biología molecular. México; 2003. [Consultado 3 Mayo 2016]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/45-diagnostico_parasitologico.pdf
20. Barriga O O. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América Latina. 1^a ed. Santiago-Chile: Germinal; 2002.
21. Aparicio P, Rodríguez E, Gárate T, Molina R, Soto A, Alvar J. Terapéutica antiparasitaria. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2003;21(10):579-94. [Consultado 25 Mayo 2016]. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-terapeutica-antiparasitaria-13054552>



*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



22. Sumano L H S, Ocampos C L. Farmacología Veterinaria 3^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
23. Torres P, Prada G A, Márquez D. Resistencia antihelmíntica en los nematodos gastrointestinales del bovino. Revista de Medicina Veterinaria 13. 2007.
24. Botana L L M, Landoni F, Jiménez T M. Farmacología y terapéutica veterinaria. 1^a ed. Madrid-España: McGraw-Hill Interamericana; 2002.
25. Sangster N. Managing parasiticide resistance. Veterinary Parasitology. 2001:98.
26. FAO. Guidelines, Resistance Management and integrated parasite control in ruminants. 2004. En: Soto J L, George N, Rimbaud E, et al. Primer diagnóstico de resistencia a ricobenzole e ivermectina en nemátodos gastrointestinales parásitos de bovinos en Nicaragua. REDVET. 2007; Vol III (2). [Consultado 25 Mayo 2016]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/aq014e/aq014e00.pdf>
27. Valencia C S. Uso responsable de antihelmínticos y resistencia. [Consultado 25 Mayo 2016]. Disponible en: <https://www.bimectin.com/uso-responsable-y-resistencia/uso-responsable-de-antihelminticos-y-resistencia>
28. Plumb D C. Plumb Manual de farmacología veterinaria. 6^a ed. Buenos Aires-Argentina: Interamericana; 2010.
29. Bowman D D. Georgis Parasitología para Veterinarios. 9^a ed. Madrid-España: ELSEVIER SAUNDERS; 2011.
30. Crudeli S. Parásitos y resistencia a los antiparasitarios. [Consultado 1 Julio 2016]. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vye_nro33_parasitos_y_resistencia_a_los_antipara.pdf



14. ANEXOS



Fig. 1. Finca en estudio



Fig. 2. Extracción de muestras

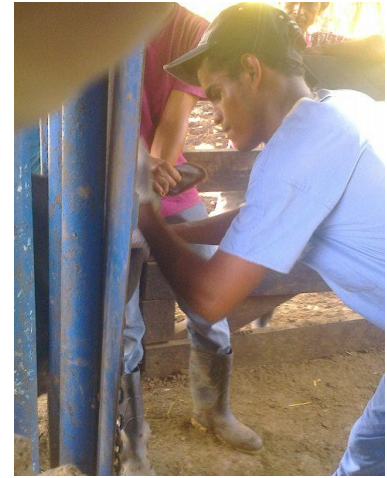


Fig. 3. Aplicación de fármaco



Fig. 4. Aplicación de fármaco



Fig. 5. Lectura de muestras

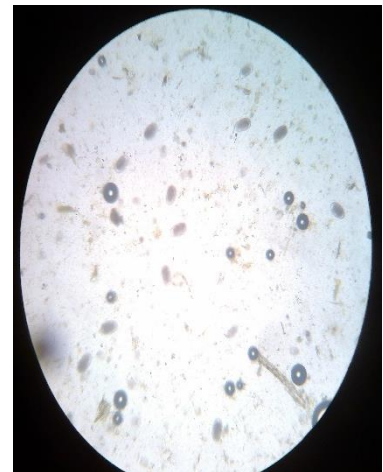


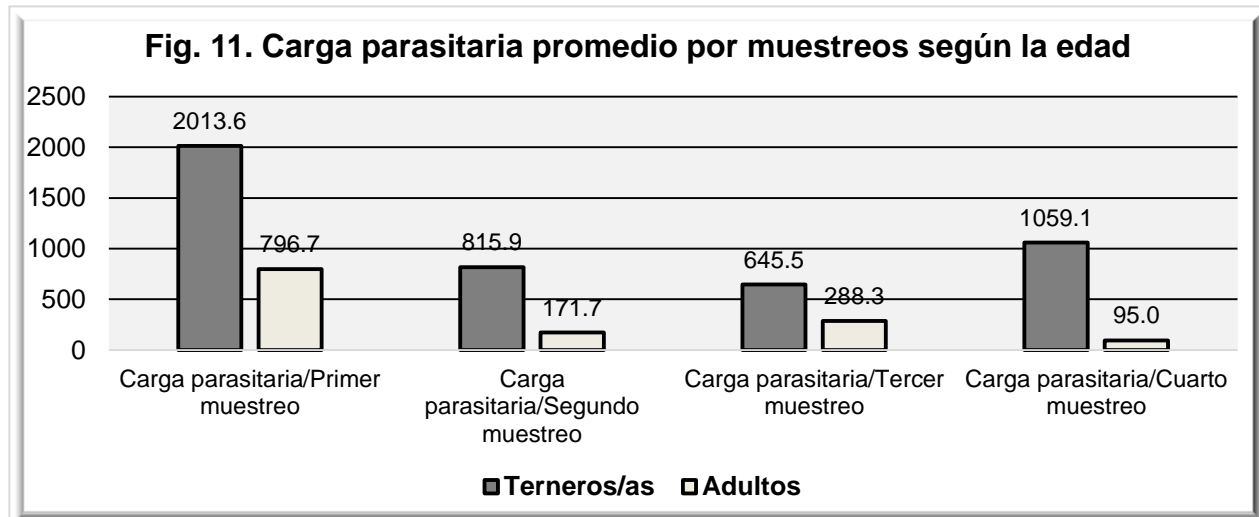
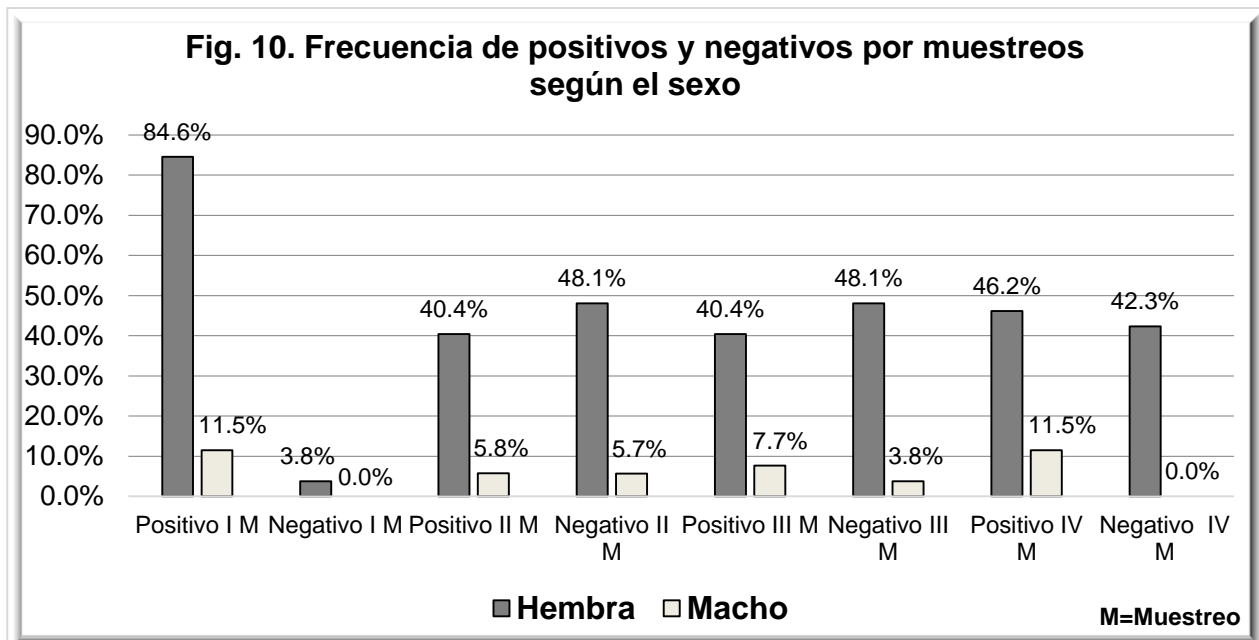
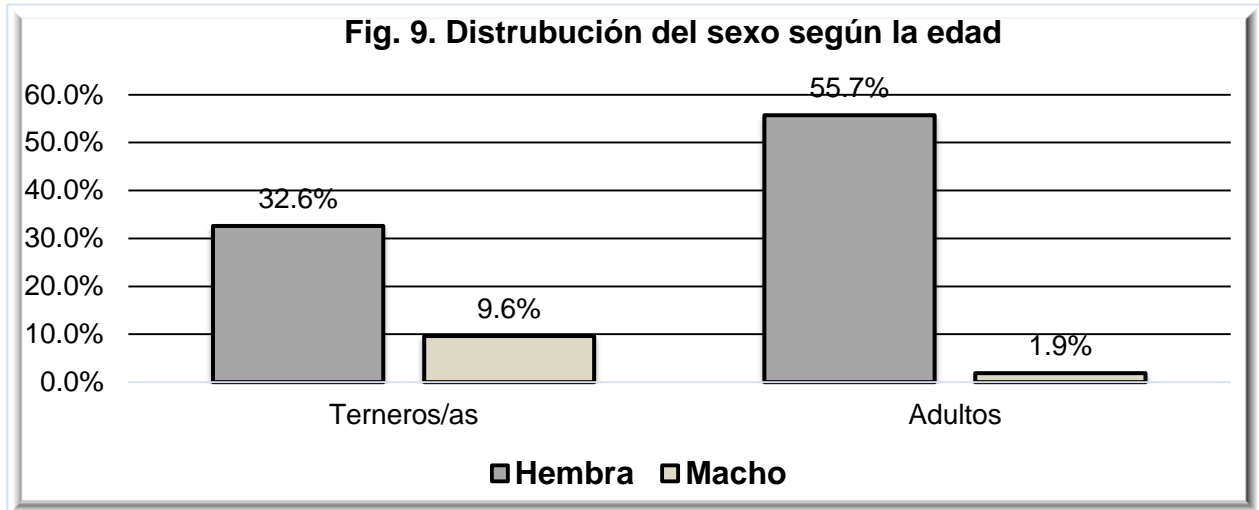
Fig. 6. Huevos de parásitos



Fig. 7. Huevo de parásito



Fig. 8. Antiparasitarios utilizados





*Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol
e Ivermectina*



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León

Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias

ENTREVISTA

Fecha: ____/____/____

Datos generales.

Nombre del propietario: _____

Departamento: _____ Municipio: _____

Comarca: _____ Nombre de la finca: _____

Dirección: _____

Descripción de la finca.

Área total (mz): _____ Área destinada al pastoreo (mz): _____

Cantidad de potreros: _____ Finalidad: Carne () Leche () Doble propósito ()

Tipo de explotación: _____ Total de bovinos: _____

Vacas paridas: _____ Vacas secas: _____ Vaquillas: _____ Novillos: _____

Terneros/as: _____ Sementales: _____

Fuente de agua: Rio () Pozo () Represa () Quebrada () Potable () Otros ()

Situación sanitaria de la finca.

Frecuencia de la limpieza del estiércol de sus corrales: _____

Frecuencia de la limpieza de los bebederos y comederos: _____

Exámenes coprológicos pre-desparasitación: Si () No (). Frecuencia: _____

Realiza desparasitaciones: Si () No (). Frecuencia: _____

Tiempo transcurrido desde la última desparasitación: _____

Desparasitantes utilizados: _____, _____, _____

Realiza vacunación de los animales: Si () No (). Vacunas utilizadas: _____

_____, _____, _____

Enfermedades frecuentes: _____, _____, _____

Entrevistado

Entrevistador