



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Trabajo de Tesis

**Resistencia de helmintos gastrointestinales a
Ivermectina al 1% en bovinos de la Finca
Santa Rosa, Managua, 2023.**

Autores

Br. Abner Francisco Angulo Torrez
Br. Cairo Javier Valle Siles

Asesor

Lic. Junior Raxa Chavarría Rivera

Managua, Nicaragua
Octubre, 2023



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Resistencia de helmintos gastrointestinales a
Ivermectina al 1% en bovinos de la Finca
Santa Rosa, Managua, 2023.**

Autores

Br. Abner Francisco Angulo Torrez
Br. Cairo Javier Valle Siles

Asesor

Lic. Junior Raxa Chavarría Rivera

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Médico Veterinario en grado de licenciatura

Managua, Nicaragua
Octubre, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Médico Veterinario en grado de licenciatura

Miembros del Comité Evaluador

MS.c. Deleana del Carmen Vanegas

Presidente

MS.c. Martha Noemí Rayo Rodríguez

Secretario

MS.c. Karla Marina Ríos Reyes

Vocal

Lugar y fecha:

Managua, Nicaragua, 5 de octubre 2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, primeramente, por haberme brindado salud, sabiduría, vida y mucha perseverancia, para poder haber logrado cumplir unas de tantas metas que tengo en mi vida, su infinita bondad y amor, me ayudaron a la realización de este estudio permitiéndome lograr llegar hasta el final de mi carrera como profesional.

De igual forma dedicó esta tesis a mi madre y a mi mita, que fueron parte fundamental para la realización de esta tesis, por su soporte tanto económico como moral, por haberme apoyado en todo momento, por los valores y consejos que permitieron aportar a mi educación y aprendizaje superior, pero más que nada, por su amor y paciencia que tuvieron todo este tiempo.

Cairo Javier Valle Siles

A mis padres, por guiarme y su invaluable esfuerzo para motivarme a luchar por mis sueños y enseñarme que cada día es regalo para luchar y alcanzar todo lo que me proponga en la vida.

A mi esposa, por su tolerancia y paciencia en muchas ocasiones difíciles que requerí de su apoyo incondicional.

A mis maestros, cada uno de ellos dieron lo mejor de sí mismos para iluminar mi mente y que el aprendizaje fuese integral.

A mis compañeras y compañeros cercanos, por qué fueron especiales en mi vida emocional al enlazar una verdadera amistad y por ende logré una etapa más agradable durante los años compartidos.

Abner Francisco Angulo Torrez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme dar un paso más adelante y tan importante en mi vida, porque a pesar que existían momentos difíciles, siempre me protegía día a día.

A mi mamá por siempre apoyarme en el transcurso de mi carrera, le agradezco por su demostración de ser una persona ejemplar para mi educación superior.

A mi mita me enseñó sobre todo a perseverar y tener fe que, con la ayuda de Dios todo es posible.

A mis compañeros de clase más cercanos por haberme apoyado cuando los necesitaba. durante el transcurso de mi carrera, pase muchas pruebas difíciles que sin la ayuda de Dios y de mis amigos no fuera podido lograrlo.

A mi tutor, Lic. Junior Raxa Chavarría Rivera por su gran dedicación, esfuerzo y paciencia que mantuvo durante todo el tiempo que necesito mi estudio de investigación de tesis.

¡GRACIAS A TODOS!

Cairo Javier Valle Siles

A Dios por darme el entendimiento y la sabiduría de culminar mi carrera, creo firmemente que nunca me abandonó durante este proceso, le doy mi gratitud completa; por guardarme en cada viaje que realizaba desde mi pueblo hacia la capital.

A mi tutor, el profesor Junior Chavarría por su rigurosa labor desde el día uno hasta finalizar este trabajo, por su honestidad, bondad, sencillez, y su peculiar estilo de enseñar lo más complejo de la elaboración de tesis.

A mis padres, por brindarme los medios necesarios que requerí en este proceso, sin reproches ni condiciones.

Abner Francisco Angulo Torrez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii-iv
ÍNDICE DE CUADRO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1-2
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Helmintos gastrointestinales en bovinos	4
3.1.1 Taxonomía	4
3.1.2 <i>Haemonchus spp</i>	5-6
3.1.3 <i>Ostertagia spp</i>	6-7
3.1.4 <i>Trichostrongylus spp</i>	7-8
3.1.5 <i>Cooperia spp</i>	8-9
3.1.6 <i>Oesophagostomum spp</i>	9-10
3.1.8 <i>Strongyloides spp</i>	10-12

3.2 Resistencia antihelmíntica	12
3.3 Desarrollo de la resistencia	12
3.4 Especies más propensas a desarrollar resistencia	12
3.5 Mecanismo de la inmunidad adquirida en bovinos	13
3.6 Mecanismo de acción de la ivermectina	13
3.7 Mecanismo de la resistencia antihelmintica	14
IV. MATERIALES Y METODOS	15
4.1. Ubicación del estudio	15
4.2 Diseño metodológico	16
4.3 Manejo del ensayo	16-17
4.4 Variables evaluadas	18
4.5 Análisis de datos	18
4.6 Materiales y equipos	19
V. RESULTADO Y DISCUSIÓN	20
5.1. Identificación de helmintos gastrointestinales	20-21
5.2. Cargas parasitarias	22-25
5.3. Resistencia Antihelminfos	26-28
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. LITERATURA CITADA	31-38
IX. ANEXOS	39-44

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Clasificación taxonómica de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos	4
2.	VARIABLES A EVALUAR	18
3.	Materiales y equipos de laboratorio	19
4.	Resistencia antihelmíntica en vacas y terneros lactantes de la finca Santa Rosa, 2023	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Localización del área del estudio	15
2.	Huevecillos de nemátodos gastrointestinales	20
3.	Cargas parasitarias categoría de terneros	22
4.	Cargas parasitarias categoría de vacas lactantes	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Recolección de datos	36
2. Diagnóstico coprológico	36
3. Categoría de vacas lactantes	37
4. Categoría de terneros	38
5. Imágenes del procedimiento de análisis de las muestras	39-41

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la resistencia de helmintos gastrointestinales a Ivermectina 1% , en bovinos de las categorías de terneros y vacas lactantes del centro de formación práctica de la UNA, se aplicó el método del test de reducción del conteo de huevos sugerido por Fiel et al (2001), el cual incluye la aplicación de pruebas parasitológicas cualitativas y cuantitativas, antes y después de la aplicación de la molécula. En total se incluyeron en el ensayo 20 terneros y 19 vacas lactantes que representaban el 100 por ciento de esas categorías al momento del estudio. En los análisis cualitativos se identificaron dos tipos de estructuras asociadas a nemátodos gastrointestinales, uno asociado a huevos de tipo *Trichostrongilido* y otro con características de género de *Strongyloides sp*. Las cargas parasitarias en terneros se encontraron ligeras en un 80% antes del tratamiento con ivermectina 1% y ligeras en un 90 % después del mismo, no se encontraron cargas graves en esta categoría. En la categoría de vacas lactantes se encontraron cargas ligeras en un 100% antes y después del tratamiento. La oscilación de las cargas fue escasa y no hubo reducción total de las mismas lo que probablemente se ve favorecido por el principio de reinfección. En cuanto a la resistencia estimada a partir del porcentaje de reducción se encontró que en ambas categorías las poblaciones de nematodos eran resistentes con una reducción 45% en terneros y -33.33% en vacas lactantes fenómeno que puede ser atribuido a causas diversas siendo las principales las que se vinculan con el mal manejo de la molécula por el uso continuo y sin rotación que según los autores genera condición de resistencia.

Palabras Claves: Coprológico, Nemátodos, Ternero, Vaca lactante, Desparasitante, Cargas parasitarias, Reducción de ovoposición.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the resistance of gastrointestinal helminths to 1% Ivermectin, in bovines of the categories of calves and lactating cows of the UNA practical training center, the method of the egg count reduction test suggested by Fiel et al. al (2001), which includes the application of qualitative and quantitative parasitological tests before and after the application of the molecule. A total of 20 calves and 19 lactating cows representing 100 percent of those categories at the time of the study were included in the trial. In the qualitative analyzes, two types of structures associated with gastrointestinal nematodes were identified, one associated with Tricostrongylid eggs and the other with Strongyloides sp. The parasite loads in calves were light in 80% before treatment with ivermectin 1% and light in 90% after it, no serious loads were found in this category. In the category of lactating cows, light loads were found in 100% before and after treatment. The oscillation of the loads was little and there was no total reduction of the same, which is probably favored by the principle of reinfection. Regarding the estimated resistance from the reduction percentage, it was found that in both categories the nematode populations were resistant with a 45% reduction in calves and -33.33% in lactating cows, a phenomenon that can be attributed to various causes, the main ones being that are linked to the mishandling of the molecule due to continuous use and without rotation, which according to the authors generates a condition of resistance.

Key words: Coprological, Nematodes, Calf, Lactating cow, Deworming, Parasite loads, Oviposition reduction.

I. INTRODUCCIÓN

Según la Comisión Nacional Ganadera “En la actualidad la actividad ganadera es uno de los principales rubros económicos del país” (CONAGAN, 2020, párr. 1), por lo tanto, es de suma importancia que se desarrollen planes de manejo adecuados que controlen “La alta incidencia de parasitosis y otras enfermedades que registra el hato, esto incide en la productividad, inocuidad y calidad de la producción láctea y cárnica.” (Baca, 2017, párr.1).

El uso de medicamentos químicos conocidos como “antihelmínticos”, es el único método de control de esas parasitosis y su utilización es indispensable sobre todo en regiones tropicales donde la alta prevalencia de parásitos pone en riesgo la salud del ganado; Asimismo, los antihelmínticos derivados de los benzimidazoles e Imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas han sido considerados como los compuestos químicos de mayor efectividad en contra de nemátodos gastrointestinales (NGI) en rumiantes. (Encalada, 2008, p. 424).

“La ivermectina es una lactona macrocíclica semisintética introducida en medicina veterinaria en 1981. Es ampliamente utilizada como desparasitante ya que tiene gran eficacia contra parásitos internos y externos, por su acción sistémica y su efecto prolongado” (Girón, 2016, p.13-17).

A pesar de los notables esfuerzos que se hacen en la actualidad para identificar y desarrollar nuevos antihelmínticos, hay incertidumbre sobre la aparición en un futuro cercano de un producto con un mecanismo de acción diferente en el área de la ganadería. La pregunta es si el desarrollo y la disponibilidad de nuevos antihelmínticos se verán inevitablemente afectados por el problema en curso de la resistencia. (Márquez, 2007, p.25).

La resistencia antiparasitaria es la capacidad genética de los parásitos para sobrevivir al tratamiento, que en el pasado por lo general era eficaz contra esos parásitos. Después de tratar a un animal con un medicamento antiparasitario, los parásitos susceptibles mueren y los parásitos resistentes sobreviven para transmitir los genes de resistencia a su descendencia. (Food and Drug Administration[FDA], 2022, párr. 1).

Los resultados de Soto et al (2006) describen “por primera vez la presencia de cepas de *Haemonchus* sp, resistentes a Ivermectina y Levamisol parásitos de Ovinos Pelibuey en Nicaragua” (p. 150).

En 2005, Rimbaud et al, comprueba la presencia del fenómeno de resistencia a antihelmínticos en vermes gastrointestinales parasitando bovinos en Nicaragua, Se encontraron resistentes a Ricobenzole (25.79% de resistencia) e Ivermectina (100% de resistencia o resistencia neta).

Con el presente estudio se pretende evaluar la resistencia de helmintos gastrointestinales a la molécula de Ivermectina al 1% en el ganado bovino de la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la resistencia de helmintos gastrointestinales a Ivermectina 1% en bovinos de las categorías de terneros y vacas lactantes, mediante el test de reducción de conteo de huevos (TRCH), en la finca santa rosa perteneciente a la UNA.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar la presencia de helmintos gastrointestinales, haciendo uso de pruebas básicas de concentración de parásitos.

Cuantificar el número de huevos de helmintos por gramos de heces (HPG) mediante la técnica Mac Master modificada, en las categorías de terneros y vacas lactantes de la finca Santa Rosa.

Determinar la resistencia antihelmíntica a Ivermectina al 1% por medio del test de reducción de conteo de huevos (TRCH), en las categorías de terneros y vacas lactantes.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Helminths gastrointestinales en bovinos

3.1.1 Taxonomía

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	SÚPER FAMILIA	GÉNERO
	Secernentea	Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Haemonchus</i>
	Secernentea	Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Ostertagia</i>
	Secernentea	Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Trichostrongylus</i>
Nematoda	Secernentea	Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Cooperia</i>
	Secernentea	Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Nematodirus</i>
	Secernentea	Strongylida	Strongyloidea	<i>Oesophagostomum</i>
	Secernentea	Rhabditida	Strongyloidea	<i>Strongyloides</i>

Fuente: Cuadro elaborado a partir de lo recomendado por Dwight (2011). pp.154-155

3.1.2 *Haemonchus spp*

Características morfológicas

Con una longitud de hasta 30 mm, poseen una cavidad bucal armada con una lanceta. Los machos tienen una costilla dorsal asimétrica en la bolsa y espículas cortas con forma de cuña. El útero blanco y lleno de huevos de las hembras se enrolla en espiral alrededor del intestino lleno de sangre, dando lugar a la aparición del llamado «poste del barbero». La vulva se localiza a una distancia de la cola equivalente a un cuarto de la longitud del cuerpo, y puede estar protegida o no por ensanchamientos cuticulares de formas diversas. (Dwight, 2011, p.162)

Ciclo biológico

Los huevos son morulados y puestos por las hembras dentro de sus hospedadores, se liberan al medio ambiente con la materia fecal. De los 10 a 12 °C se forma dentro del huevo una larva de primer estado (L1) que eclosiona espontáneamente. Muda a L2, luego a L3 y conserva la cutícula del estado anterior y se denomina L3 envainada, resistente que cualquier otro estado a las condiciones ambientales. La L3 no se alimenta y pese a su gran actividad, puede sobrevivir hasta un año si las condiciones son adecuadas. Una vez formada la L3 deberá permanecer en el pasto para acceder a la ingestión. (Vignau et al., 2005, p. 106)

Patogenia

Las infestaciones con predominio de *Haemonchus* producen anemia, edema y emaciación. La mucosa gástrica está inflamada y cubierta de petequias que algunas llegan a ser úlceras. La cuenta de eritrocitos disminuye a 2.5 millones por ml y la hemoglobina disminuye 60%. Las lesiones más marcadas se encuentran aproximadamente el día 19 de la infestación. El contenido del estómago es de color café chocolate debido a la sangre semidigerida. (Quiroz, 1990, p. 445)

Signos clínicos

Se caracteriza por anemia intensa con sus secuelas: agotamiento, alteraciones metabólicas, inapetencia alternante, adelgazamiento. Los animales más jóvenes suelen estar intensamente parasitados. Por lo general eliminan las heces de consistencia normal y con ellas cantidades elevadas de huevos del parásito. (Meana y Rojo, 2013, p.30)

3.1.3 *Ostertagia spp*

Características morfológicas

Suelen medir menos de 14 mm y son de color parduzco, con una cavidad bucal corta y amplia (dos o tres espículas cortas). Por lo general, el extremo distal de la hembra adulta es anillado; en el oviyector anfidelfo se encuentran los típicos huevos estrongilados, y la vulva está protegida por una expansión cuticular denominada solapa vulvar. (Dwight, 2011, p.159)

Ciclo biológico

Es semejante al ciclo biológico del *Haemonchus*. Difiere en condiciones de temperatura adecuada de 8 °C para iniciar con el primer estadio, es de los parásitos más resistentes a bajas temperaturas. Se ha definido la *Ostertagiosis* como Tipo I, cuando responde a un ciclo normal de evolución en 3 semanas (sin hipobiosis), y de Tipo II, cuando se produce en relación a la desinhibición de larvas inhibidas preexistentes (con hipobiosis). (Vignau et al., 2005, p. 108)

Patogenia

Las lesiones son en primer lugar gastritis nodular, la mucosa está cubierta por pequeñas elevaciones de 1 a 3 mm que pueden estar edematosas. Se pueden observar pequeños coágulos en el lugar del estómago. Hay además anemia y edema en la región intermaxilar. Las lesiones que siguen a la salida de las larvas de las glándulas son necrosis y abultamiento de la superficie epitelial formando membranas difteroides, con descamación celular. Los ganglios linfáticos regionales están aumentados de tamaño debido a una reacción de hiperplasia, algunas veces con linfaadenitis purulenta. (Quiroz, 1990, p. 445)

Signos clínicos

Los que destacan una menor ganancia peso, mal estado general, inapetencia y, frecuentemente, diarrea. Asimismo, como hipoalbuminemia con disminución de la concentración de las proteínas totales, y la anemia. La anemia es un signo característico de las infecciones por especies hematófagas, aunque puede observarse anemia en animales que padecieron un cuadro crónico causado por especies no hematófaga. En este caso, sería más una consecuencia de deficiencias nutritivas asociadas a la anorexia y a la excesiva pérdida de proteínas plasmáticas a través de la mucosa digestiva que a una pérdida real de sangre. (Cordero et al., 1999, p. 246)

3.1.4 *Trichostrongylus spp*

Características morfológicas

“Son vermes filamentosos muy pequeños, de menos de 7 mm de longitud, sin dilataciones cefálicas y prácticamente sin cápsula bucal; las espículas son cortas, curvadas, y por lo general, puntiagudas” (Dwight, 2011, p.158).

Ciclo biológico

Es semejante al ciclo biológico del *Haemochus*. También se manifiesta la tendencia al retraso de la duración del ciclo en el período de L4. Este estado denominado hipobiosis puede durar hasta 6 u 8 meses. Es una característica genéticamente predeterminada y está asociada a la adaptación de las poblaciones parasitarias a variaciones estacionales de las condiciones climáticas de cada región. Su ciclo normal de evolución es de 18 a 21 días. (Vignau et al., 2005, p. 107)

Patogenia

Incluyen inflamación, pequeñas zonas semejantes a tiña, arrugas en la mucosa, aumento del epitelio, hiperemia e infiltración linfocítica. La mucosa puede aparecer con marcada hiperemia, con puntos rojos con descamaciones y placas de material necrótico de color blanquizo adheridas a la superficie. En animales con infestaciones de más de 8 a 12 semanas las lesiones tienden a la cronicidad. En general hay infestaciones mixtas con varias especies a veces con predominio de una de ellas. La intensidad de las lesiones depende por una parte de la cantidad de larvas que causan la infestación y por otra de la susceptibilidad del huésped y el estado o grado de inmunidad. (Quiroz, 1990, p. 445)

Signos clínicos

Suele ser de carácter crónico y curso lento. Si la intensidad de la infección es fuerte puede haber anemia y, principalmente diarrea, con heces de color grisáceo, oscuro, pastosa o incluso fundas, que ensucian el tercio posterior de los animales parasitados. Como consecuencia de las alteraciones digestivas hay adelgazamiento, debilidad y, si la alimentación no es adecuada, estados caquéticos. (Meana y Rojo, 2013, p.31)

3.1.5 *Cooperia spp*

Características morfológicas

Miden menos de 9 mm. La cutícula de la región del estómago está estriada transversalmente y ligeramente abombada, la cavidad bucal es muy pequeña, las espículas son cortas y de punta redondeada, y la costilla dorsal de la bolsa tiene forma de lira. (Dwight, 2011, p.162)

Ciclo biológico

Es semejante al ciclo biológico del *Haemochus*. Difiere en el periodo de prepatencia que anda entre 11-14 días y se localizan en intestino delgado, se alimentan de secreciones y células descamadas del epitelio. Pueden hallarse en cargas muy elevadas en animales menores de un año de zonas templadas y cálidas. Sus larvas pueden entrar en hipobiosis en alguna época del año. (Vignau et al., 2005, p. 104)

Patogenia

Las lesiones por *Cooperia* están confinadas principalmente al duodeno y consisten en inflamación catarral con fino exudado de material fibrinonecrótico, hemorragias y engrosamiento de la pared intestinal. Los gusanos están presentes en la mucosa y en la serosa, y producen la congestión del duodeno, placas de Peyer y edema del abomaso y mesenterio. *Cooperia* también causa enteritis aguda. (Quiroz, 1990, p. 445)

Signos clínicos

Los síntomas de una cooperiosis solo pueden considerarse útiles para el proceso de diagnóstico en zonas endémicas en las que, periódicamente, aparecen brotes estacionales en terneros. En esos casos tienen valor clínico la pérdida de apetito y de peso, la emaciación y el edema submaxilar, junto con una diarrea profusa que suele ser intermitente. (Meana y Rojo, 2013, p.30)

3.1.6 *Oesophagostomum* spp

Características morfológicas

“Existe un pliegue transverso de la cutícula («surco ventral», en la cara ventral del cuerpo, justo posterior a la cápsula bucal. La cápsula bucal varía en tamaño, desde pequeña a muy grande” (Dwight, 2011, p.176).

Ciclo biológico

Las L3 pierden la vaina en el intestino delgado y las larvas penetran en la pared del intestino enroscándose sobre la muscularis mucosae y produciendo quistes en cualquier tramo del intestino, al cuarto día mudan a L4, luego de 7 días regresan a la luz intestinal y se localizan en el colon donde se produce la última muda y evolución hasta adulto, el período prepatente es de unos 28-34 días según la especie. Los adultos pueden alimentarse de material de la lámina propia. (Vignau et al., 2005, p. 105)

Patogenia

El daño se puede analizar en dos etapas, la fase larvaria de localización submucosa y la de adulto en el lumen. Las larvas ejercen acción traumática e irritativa durante el proceso de entrada y salida; en la submucosa se comportan como cuerpos extraños dando lugar a una reacción inflamatoria subaguda con la formación de nódulos patognomónicos. La cuarta larva punciona y el nódulo aparece lleno de sangre, la acción expoliatriz en este momento es hematófaga. La acción bacterífera durante esta etapa permite la introducción de bacterias provocando la formación de abscesos en varios nódulos. (Quiroz, 1990, p. 472)

Signos clínicos

Cuando las infecciones son masivas, el proceso cursa de forma aguda, con manifestaciones clínicas a los 7-8 días del contagio. Los signos más frecuentes son anorexia, hipertermia y abatimiento; también puede haber cólicos, presentando los animales el lomo arqueado y cara de angustia. El signo más típico es la diarrea incoercible con heces de tonos oscuros, olor fétido, a veces, acompañadas de estrías sanguinolentas. Pueden producirse algunas muertes entre los afectados. Es más frecuente la forma crónica en la que los signos más característicos son diarrea, acompañada de expulsión violenta de heces verdosas. (Cordero et al., 1999, p. 251)

3.1.7 *Strongyloides spp*

Características morfológicas

No existen parásitos machos. El esófago de las hembras es casi cilíndrico y al menos mide la cuarta parte de la longitud del cuerpo; la forma alargada del esófago es la razón por la que la hembra es denominada «filariforme». El huevo embrionado, la larva rhabditiforme (denominada así por el típico cuerpo, istmo y bulbo de los Rhabditida), y el tercer estadio de la larva infectante filariforme (con un esófago largo) son los estadios más importantes para el diagnóstico. (Dwight, 2011, p. 193)

Ciclo biológico

En el intestino delgado las hembras, de sólo algunos milímetros de longitud constituyen la forma parasitaria que se reproduce por partenogénesis, penetran el epitelio intestinal y se localizan en la lámina propia, su conformación cromosómica es triploide, pone huevos larvados, de cáscara fina y transparente, las larvas que nacen pueden continuar su desarrollo hasta larvas 3 e infectar a otro hospedador, o dar lugar en 48 h al desarrollo de machos adultos de vida libre (haploides) y hembras adultas de vida libre (diploides), los que copulan varias veces. Las hembras pueden poner hasta 35 huevos (Vignau et al., 2005, p. 105).

En condiciones adversas sólo las larvas 3 triploides sobreviven con facilidad. Estas larvas no poseen la vaina del segundo estado y son capaces de infectar al hospedador penetrando a través de la piel, por ingestión y penetración de las mucosas. Luego de penetrar activamente alcanzan los capilares venosos llegan al pulmón y realizan una migración traqueal, tras la cual llegan al intestino delgado y completan el ciclo en 5-7 días. (Reyes, 2008, p. 40)

Patogenia

Al penetrar por la piel y los diferentes tejidos llegan al pulmón y romper la pared capilar y alveolar. Ejercen acción tóxica por medio de enzimas proteolíticas, mecánica por obstrucción en los pequeños vasos y mecánica por presión sobre los tejidos circunvecinos. La acción expoliatriz es histófaga, de exudado tisular y de sangre según el sitio de localización. El arrastre de bacterias del medio ambiente cuando penetra por vía cutánea cuando se trata por *S. papillosus*. Las larvas, durante su migración, ejercen acción antigénica que se manifiesta en individuos expuestos a reinfestación a nivel cutáneo y pulmonar. (Quiroz, 1990, p. 510)

Signos clínicos

En animales jóvenes hay diarrea, a menudo con sangre y mucus, anorexia, debilidad, postración, deshidratación, anemia ligera a moderada, pelo áspero, pérdida de peso y menor ritmo de crecimiento. Cuando la infección es masiva, existen síntomas cutáneos. En principio se observa una reacción eritematosa. Las continuas exposiciones pueden originar dermatitis difusa en costados y abdomen, inflamación, edemas o urticaria. Los síntomas pulmonares son taquipnea, tos, estertores y en algunos casos neumonía, favorecida por infecciones bacterianas secundarias. (Cordero et al., 1999, p.236)

3.2 Resistencia antihelmíntica

La resistencia antihelmíntica se refiere a la disminución de la eficacia de un compuesto químico contra una población de parásitos que por lo general es sensible a esa droga, y es de naturaleza genética, por lo que es transgeneracional, lo cual hace que el problema sea persistente. (Márquez 2007, como se citó en Ramírez-Hernández, 2017, p.3)

3.3 Desarrollo de la resistencia

El surgimiento y la velocidad de desarrollo de la resistencia es un fenómeno complejo que involucra factores internos (propios del parásito) y externos u operacionales antrópicos, controlados por el ser humano. (Jack-son, 1993 como se citó en Márquez 2003, p. 61)

3.4 Especies más propensas a desarrollar resistencia

Resistencia antihelmíntica se ha descrito en los nematodos de ovinos, caprinos y equinos. Una de las razones que en esas especies se desarrolle más rápido la resistencia antihelmíntica puede deberse a la longevidad de sus parásitos, que supera los 150 días. De esta manera, al aplicar un producto sobre la población parasitaria, sobreviven algunos individuos y son sólo ellos los que producen la contaminación de las áreas de pastoreo durante un tiempo largo. En cambio, en la especie bovina los nemátodos sólo viven 11 a 21 días como parásitos dentro del animal. (Anderson, 1992 como se citó en Sievers, 2007, p. 68)

3.5 Mecanismo de la inmunidad adquirida en bovinos

La inmunidad adquirida frente a los helmintos según Tizard (2009), indica que:

Los vermes parásitos inducen una potente respuesta de tipo Th2, producción de altos niveles de IL-4, anticuerpos de clase IgE y un elevado número de eosinófilos y mastocitos. La expulsión está acompañada por una infiltración de la mucosa por mastocitos, eosinofilia intestinal, elevados niveles séricos de IgE y altos niveles de IgG1 específicas. Las citoquinas Th2 también tienen un efecto sobre las poblaciones parasitarias. Las contracciones de la musculatura intestinal y el incremento de la permeabilidad de los capilares intestinales, que producen la extravasación de fluido hacia la luz intestinal, ocasionan el desprendimiento y la expulsión de muchos parásitos. (p.321)

3.6 Mecanismo de acción de la ivermectina

Laboratorios Ermas, S.A (s.f) describe el mecanismo de acción de la Ivermectina de la siguiente manera:

Ataca a las células nerviosas de nemátodos y a las células nerviosas y musculares de artrópodos. En estado normal, el Glutamato se une a un receptor pos-sináptico, provocando la apertura de los canales para la entrada natural de Cloro a la célula del parásito. Ivermectina se une al complejo glutamato-canal y mantiene abierta la entrada de Cloro. Al aumentar el Cloro intracelular, se cambia la carga eléctrica de la membrana celular y se bloquea la neurotransmisión, causando la parálisis o muerte. (párr.14)

3.7 Mecanismo de la resistencia antihelmíntica

En 2003, Márquez indica que la resistencia antihelmíntica se puede dividir en tres fases:

La mutación del ADN de la célula susceptible es alterada afectando la función normal de este, impidiendo que la droga produzca su acción farmacológica. La amplificación genética que es causada por la producción exagerada de genes que conllevan a una producción incrementada de ciertas sustancias cruciales en la acción de un fármaco convirtiéndolas en resistentes a las concentraciones normales de la droga que son efectivas en condiciones normales. En la transferencia genética las células o solo una célula del PGI susceptible puede adquirir un material genético de otro ambiente u organismo, introduciéndolo en su cromosoma, induciendo así resistencia a los antihelmínticos o a una droga en especial. (p. 63)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la finca Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria, esta se encuentra ubicada en la región norte de la ciudad de Managua exactamente de la zona franca las Mercedes tres kilómetros al sur.

La finca cuenta con una extensión de 126 manzanas. Colinda al norte con el Aeropuerto Augusto Cesar Sandino, al sur con Sabana Grande, al este con Ciudad Belén y al oeste con Villa Dignidad (Baquedano y Porras, 2017 como se cita en Vallecillo y Rostrán, 2018, p. 03). Se encuentra con las coordenadas geográficas 12°08'14" latitud norte y 86°10'01" longitud oeste y a una altitud de a 83 msnm. (Google Earth, 2023)

El estudio se desarrolló con animales del Centro académico de Formación Práctica Bovina, (CAFOP - Bovino); la cual consiste en una unidad de producción lechera con fines didácticos que cuenta con un hato de aproximadamente 90 animales y que se categorizan en vacas de producción, toretes, receladores y vacas horras.



Figura 1. La imagen muestra la localización de la Finca Santa Rosa de la Facultad de Ciencia Animal. Fuente: Google Earth (2023)

4.2 Diseño metodológico

El presente es un estudio experimental, de alcance descriptivo y corte transversal, el cual consistió en la determinación de la resistencia de helmintos gastrointestinales a Ivermectina 1% en terneros y vacas lactantes del CAFOP Bovino de la UNA; haciendo uso de la técnica tes de reducción del conteo de huevos (T.R.C.H), sugerido por Fiel et al (2001).

4.3 Manejo del ensayo

El ensayo se dividió en dos fases:

- La primera fase consistió en el diagnóstico, identificación y cuantificación inicial de cargas de parásitos gastrointestinales en el 100% de los animales que se encontraban en las categorías de terneros y vacas lactantes; 20 y 19 respectivamente.

En esta fase se aplicaron pruebas básicas de coproparasitoscópica de tipo cualitativas (Flotación de Sheather) y cuantitativas (Conteo en Cámara de Mc master modificada), para conocer los parásitos presentes y la cantidad de Huevos por gramos (HPG) en cada animal en ambas categorías; Todas las técnicas fueron realizadas según lo recomendado por Vignau et al (2005).

Esta fase concluyó con la aplicación de Ivermectina al 1% a dosis de un mililitro por cada 50 kilogramos de peso, por vía subcutánea, según lo recomendado por el laboratorio fabricante.

- La segunda fase consistió en el monitoreo comparativo de las cargas parasitarias mediante una prueba coproparasitoscópica cuantitativa veinte días después de la aplicación del tratamiento, esta modificación se realizó por lo recomendado por Anziani et al (2004) que menciona que “cuando se utilicen lactonas macrocíclicas las evaluaciones post tratamiento deberían demorarse preferentemente hasta los día 18 a 20 para aumentar la especificidad del método y evitar la posibilidad de falsos negativos”
p. 05

Para estimar la reducción de huevecillos en la materia fecal (como indicador para la estimación de resistencia y eficiencia de la Ivermectina al 1%), se usó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Reducción de conteo de huevos} = \frac{C - T}{C} \times 100$$

Dónde:

T: Media aritmética del grupo tratado

C: Media aritmética del grupo control sin tratamiento

En cuanto a la interpretación se consideraron resistentes aquellos que se encuentren por debajo del 90% (Maday 2013, como se citó en Ramírez -Hernández, 2017, p.5).

4.4 Variables evaluadas

Cuadro 2. Variables a evaluar

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Sub variables	Formas de medición
Presencia de helmintos	Hallazgo de huevos del parásito en materia fecal	Presencia de helmintos en las pruebas de flotación	Si No	Prueba de flotación de Sheather
Grado de infección por Categoría	Cantidad de huevos por gramos de heces	Cantidad de huevos por gramos de heces antes y después de la aplicación de Ivermectina	Ligero (≤ 200) moderada (201-799) Grave (≥ 800)	Método de Mc Master Modificado
Resistencia antihelmíntica a Ivermectina 1%	Disminución de la eficacia de un compuesto químico contra una población de parásitos (Marquez, 2007 como cito en Ramírez-Hernández, 2017, p.3)	Reducción de ovoposición en la materia fecal bovina posterior a la aplicación de Ivermectina 1%	Sensible (Reducción mayor al 90%) Resistente (Reducción menor al 90%)	Test de reducción de conteo de huevos (T.R.C.H)

4.5 Análisis de datos

Todos los datos recolectados fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel del paquete Office® para su posterior análisis haciendo uso de cálculos de porcentajes de reducción.

4.6 Materiales y equipos

Cuadro 3. Materiales y Equipos

Materiales	Equipos
Frascos recolectores	Microscopio
Azúcar	Centrifuga
Agua destilada	Hot-plate
Guantes	Cámara Macmaster
Tapa boca	
Paletas estériles	
Coladores	
Vasos descartables	
Papel toalla	
Bolsas	
Mascarillas	
Refrigerantes	
Termos	
Marcadores	
Porta objeto	
Cubre objeto	
Beaker	

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1. Identificación de helmintos gastrointestinales

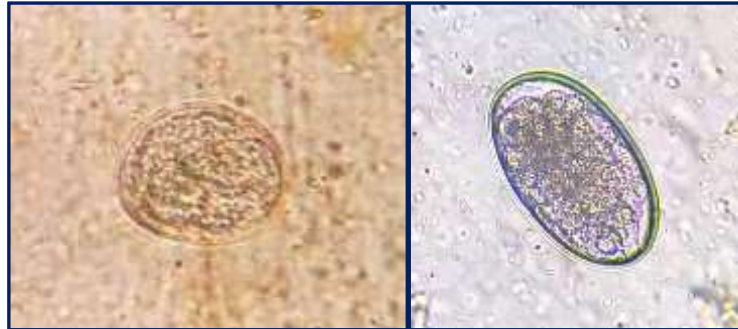


Figura 2. Huevecillos de nemátodos gastrointestinales asociado a Strongyloide 40x (izquierda) y huevecillo tipo Trichostrongilidos 40x (derecha).

Se identificaron dos estructuras de huevecillos asociados a nematodos gastrointestinales: Uno de ellos con morfología ovalada, mórula indiferenciada, pared delgada, observable en objetivos 10x y 40x y que se encontraban en ambas categorías; por sus características, se determina que estos pertenecen al grupo de los “Trichostrongilidos” que según lo descrito por Dwight (2011):

Los típicos huevos estrongilados son de superficie lisa y cápsula elipsoidal que contienen un embrión en fase de mórula cuando se depositan y se eliminan con las heces. Todos los miembros del orden Strongylida producen estos huevos, por tanto, se denominan correctamente huevos estrongílicos (p.157).

Gallo (2014), menciona que en este grupo se encuentran los géneros: Haemonchus sp, Ostertagia sp, Trichostrongylus sp, y Cooperia sp; todos son huevos ovales, con dimensiones variables, y que por la observación no es posible diferenciarlos; por lo tanto, el diagnóstico será “Trichostrongilidosis” (p.187).

También se identificó una segunda estructura de huevecillo, únicamente en la categoría de vacas lactantes, estos poseían forma redondeada y una larva móvil encerrada en una cápsula delgada, observable a 40x y que sus características corresponden a huevos del género Strongyloide.

El hallazgo concuerda con lo descrito por Gallo (2014), que menciona que “El huevo de

Strongyloides es pequeño, pálido, oval, cápsula muy delgada, contiene un embrión móvil desarrollado” (p.182). Por su parte Quiroz (1990), confirma que “las hembras *Strongyloide* que viven en el intestino ponen los huevos embrionados y estos salen por las heces” (p. 509).

Las identificaciones realizadas, son cercanas a lo encontrado por Guevara (2015), quien, en la misma finca del presente estudio, confirmo la presencia de huevecillos asociados a *Cooperia spp* y *Strongylidus spp*, en pequeños rumiantes.

Los parásitos encontrados en el presente estudio han sido frecuentemente reportados en la ganadería del país: Sobalvarro (2006), reportó la presencia de nemátodos del género *Strongyloides* en el municipio de Muy Muy, Matagalpa; por su parte, Valera (2007), confirmo la presencia de estos mismos en el Municipio de San Pedro de Lóvago– Chontales y Gonzales (2015), en cuatro fincas de la comarca San Esteban, municipio de Jinotega.

En cuanto a los huevecillos tipo trichostrongilidos: Sequeira (2016), realizó un estudio de en el departamento de León reportando la presencia de *Cooperia spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Ostertagia spp* y *Haemonchus spp*; y Torrez (2016), en Jalapa-Nueva Segovia confirmo la infestación de nemátodos *Trichostrongylus spp*, y *Strongyloides spp*.

También se han descrito la presencia de estos parásitos en la región: En Costa Rica (Vargas, 2020); en El Salvador (Bonilla et al 2007); En Guatemala (Caná, 2020).

Los constantes reportes de estos parásitos en el país y en la región pueden ser producto de lo mencionado por Jiménez (2020) que indica que “existen diversos factores correlacionados, entre los que podemos destacar: el clima, zona geográfica, la variación estacional, densidad de población animal, manejo de los hatos, presencia de vectores, estado inmune de los animales, edad y tipo de explotación”. (párr. 3).

Las parasitosis se presentan todo el año, pero son más comunes o agudas durante la época de lluvias, dado que las larvas necesitan calor y humedad para sobrevivir (Virbac, s.f, párr. 7), sin duda este factor generó influencia en la aparición de parásitos, las cuales tendrán más importancia en los valores cuantitativos y la densidad parasitaria ya que el estudio se realizó en época seca.

5.2 Cargas parasitarias

Según Zarate (2007) como se citó de gallo, (2014), Las cargas de infecciones mixtas por parásitos gastrointestinales en bovinos se evalúan por grado de infección (HPG) en Ligeros, moderadas y graves; en este estudio como ya fue mencionado se determinaron estas cargas antes del tratamiento (HPG at) y después del tratamiento (HPG dt).

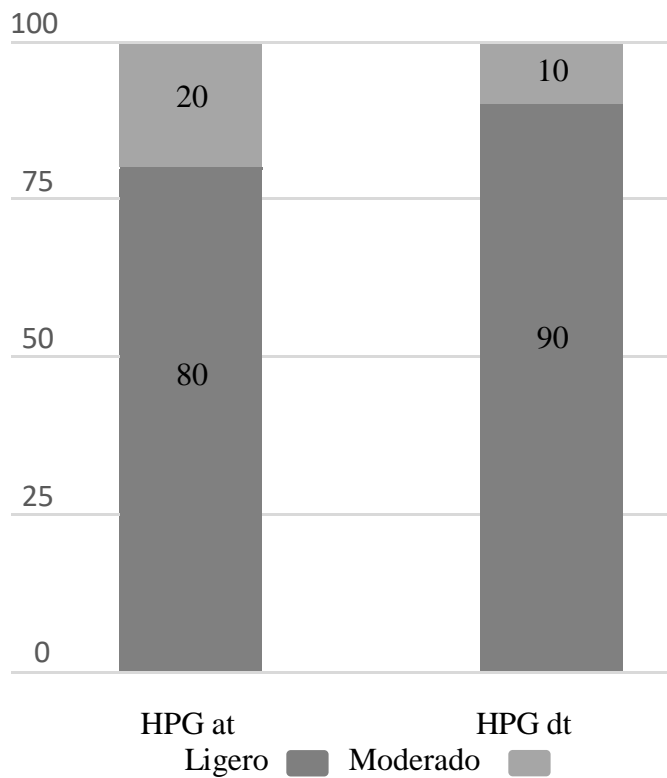


Figura 3. se evidencia un 80% como cargas ligeras y después del tratamiento ascendió hasta el 90% de cargas ligeras. No encontrándose cargas graves en esta categoría.

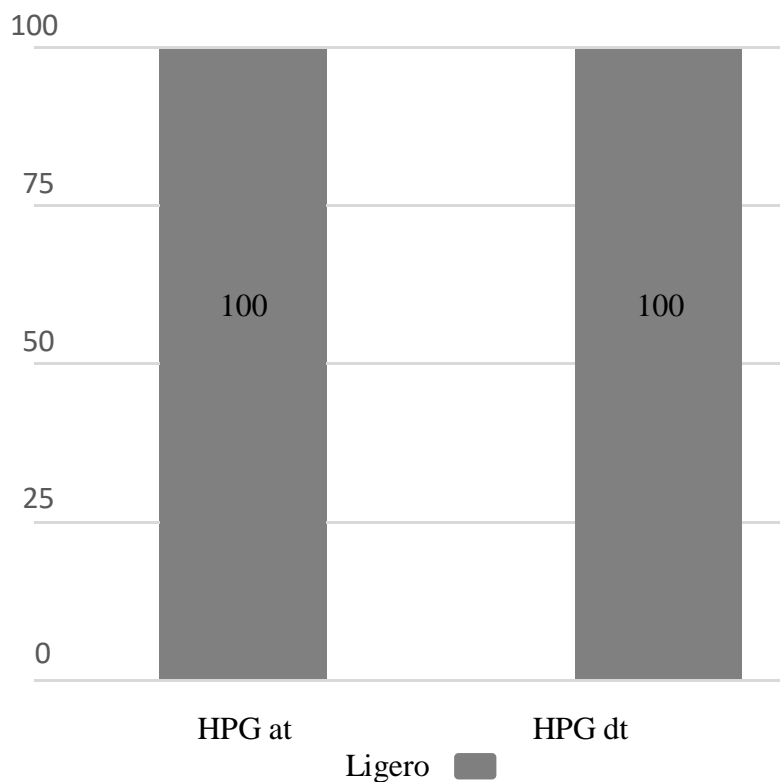


Figura 4. En la categoría de vacas lactantes se encontraron las cargas parasitarias en un 100% como cargas ligeras sin variación antes y después del tratamiento con Ivermectina al 1%.

Es válido mencionar que a pesar del tratamiento con la molécula de Ivermectina 1% en ambas categorías siempre se encontraron formas parasitarias en las pruebas de concentración. Del mismo modo en cuanto a cargas existe cierta similitud en la categoría de vacas lactantes con la categoría de terneros observándose que la mayoría de individuos se encuentran en grado ligero de infección.

Pueden existir muchas causas (extrínsecas e intrínsecas), que expliquen el comportamiento de las cargas parasitarias expresadas en la figura 3 y 4; Las intrínsecas dependen del animal, entre ellas se encuentran: “el sexo, edad, raza y sus características genéticas” (Tizard, 2015, p.315) y las extrínsecas podrán depender del ambiente o de las características específicas de los parásitos.

El factor edad puede influir en la carga parasitaria, Fenómeno que se puede visualizar en la presencia de cargas moderadas en la categoría de terneros y que se encontraban ausentes en las vacas adultas; podríamos confirmar, basados en este resultado que a mayor edad mayor experiencia inmune que limita el desarrollo de los parásitos.

Furlóng como se cita en Soca et al (2005), menciona que las incorporaciones tempranas al pastoreo favorecen la infestación de los animales debido al poco desarrollo del sistema inmunológico ya que hasta que los bovinos alcanzan una edad por encima de dos años crean un nivel de resistencia natural y una inmunidad innata lo suficientemente apta para persuadir a los parásitos. (p.182.).

Fiel (2013), afirma que “los terneros son los animales más susceptibles a las parasitosis, por su falta de inmunidad y a pesar de ello son expuestos, por cuestiones de manejo, a pasturas con alta contaminación e infectividad” (p.40). Hecho que también es confirmado por Fedegan (2021) al afirmar que “la mayor o menor capacidad de respuesta de los rumiantes a los nematodos gastrointestinales está relacionada con la inmunidad que desarrollen, la cual los capacita para enfrentar con éxito los desafíos parasitarios” (parr.11).

Aunque los animales pueden resistir las infecciones por helmintos mediante múltiples mecanismos, es obvio, que estas defensas no son muy efectivas. Los parásitos helmintos bien adaptados sobreviven y actúan en presencia de un sistema inmunitario del hospedador totalmente funcional. (Tizard, 2015, p. 320)

Basado en lo antes mencionado podemos considerar que el principio de reinfección cíclica en conjunto con la resistencia desarrollada, o pre-existentes en las especies de parásitos, son factores extrínsecos que se deben valorar para dar explicación a la persistencia de poblaciones parasitarias aun en presencia de moléculas para su tratamiento que son reportadas en el presente estudio.

Referente a esto Hansen y Perry (1994), como se cita en Soca et al (2005) asegura que los géneros de *Haemonchus spp.* y *Oesophagostomum spp.*, son parásitos muy prolíferos (Entre 5 000 y 10 000 huevos por día) y por lo tanto poseen un alto grados de reinfección.

Uno de estos géneros (*Haemonchus spp.*) está incluido en el grupo de parásitos identificados en el presente estudio por lo que podríamos deducir que las capacidades de reinfección son una de las muchas causas que favorecen las resistencias a moléculas antihelmínticas y en consecuencia dan lugar a la persistencia de parásitos en el ganado aun después de la desparasitación.

Finalmente, el fenómeno de cargas mayormente ligeras antes y después de la desparasitación, aunque puede ser explicado desde muchas perspectivas es válido destacar la variable intrínseca Raza, que en el presente estudio se reportan resultados de ganado mayormente Raza Reina el cual según algunos autores se considera como una raza nativa de Centroamérica, con gran adaptación al medio y resistencia tanto al stress generado por el clima tropical como a ecto y endoparásitos (AMCROLET 1998, González *et al.* 2009 como se citan en Vilaboa et al p.168)

5.3. Resistencia Antihelminfos

Cuadro 4. Resistencia antihelmíntica en vacas lactantes y terneros de la finca Santa Rosa, 2023.

Categoría	Promedio HPG At	Promedio HPG Dt	% Reducción	Resistencia Antihelmíntica A Ivermectina 1%
Terneros	80	44	45	Resistente
Vacas lactantes	15.789	21.052	-33.33	Resistente

Nota. Resultados obtenidos resistencia antihelmíntica.

Se encontró que tanto en terneros como en vacas lactantes existía resistencia antihelmíntica a la ivermectina al 1% basados en los resultados de reducción que se encontraron de 45 y de -33.33 respectivamente. En ninguna de las dos categorías el porcentaje de reducción de HPG superó el 90% para ser considerados sensibles como lo recomienda Maday como se citó en Ramírez (2017).

Soto et al., (2006) reportó el estado de resistencia antihelmíntica al determinar un -10.53 % de reducción de HPG posterior al uso de Ivermectina 1% en un grupo de bovinos de la ciudad de Tipitapa. Rimbaud (2005a, 2005b) reportó también resistencia en explotaciones ovinas de la ciudad de Granada. Ambos estudios concuerdan con los resultados encontrados donde no se reportan “sensibles” a los tratamientos a la ivermectina 1%.

En comparación con la región se reporta resistencia antihelmíntica por Maroto (2009) en Costa Rica con un 84% de reducción de HPG; Pilet et al (2012) en Panamá con un 86%; Ramírez (2017) en El Salvador con un 53.05% y 75.62%.

También reportan resistencia a ivermectina 1% Encalada et al (2014), en México con un 60% de reducción de HPG; Marquez (2008), en Colombia con un 66% y Toro et al., (2014) En Chile con un 38%.

Múltiples son las causas a las que se le puede atribuir la resistencia antihelmíntica a ivermectina al 1% y muchas de ellas concuerdan con las prácticas y manejo que se aplican en la granja utilizada para el presente estudio; sin duda alguna una práctica muy común que se debe considerar es el uso continuo sin la rotación del principio activo que según Sales (2018) “Genera una condición de resistencia en los parásitos, que puede llevar a niveles de ineficacia de los medicamentos” p. 3.

Además de la aplicación frecuente de una molécula la infra dosificación de las mismas, al no atender el peso exacto de los animales, según la FDA (2023) “Puede dar lugar a un tratamiento ineficaz y aumentar el riesgo de resistencia a los antiparasitarios” situación que también es descrita por Schettino y Doeyo (2018).

Ya que la resistencia ocurre como un fenómeno pre-adaptativo de los parásitos, en los cuales el gen o genes que confieren resistencia existen ya en un rango fenotípico de las especies, la introducción y el continuo uso de los antihelmínticos confiere cierta ventaja de supervivencia a aquellos nemátodos portadores de genes de resistencia (Jackson 1993, como se citó en Márquez, 2003).

En continuidad de lo antes mencionado el uso de una droga elimina a los susceptibles y la próxima generación de parásitos consistirá en una minoría resistente, la cual transmitirá esta habilidad de supervivencia a su progenie.

En cuanto a medidas de manejo, la falta de rotación periódica de los potreros, como es conocido, permite la reinfestación parasitaria; la cual, se convierte en un proceso cíclico en las unidades de producción extensivas; este fenómeno puede modificar los resultados de las cargas y la resistencia basados en la densidad parasitaria presente en las pasturas.

FAO (2003) describe este fenómeno asegurando que “la población de parásitos que sobrevive a un tratamiento debe desarrollarse y competir con los individuos que no fueron tratados; de modo que el tamaño de esa población en refugio tiene una implicación directa en el grado de selección para la resistencia”.

Es válido mencionar que en la finca del presente estudio sí se realizan rotaciones de potrero; sin embargo, no existe un plan sistemático del mismo lo que favorece los grados de reinfestación parasitaria del ganado y posiblemente haya influido en los resultados reportados debido a que la estimación de resistencia está basada en la reducción de HPG post-tratamiento.

Cuando muchos de estos factores están presentes, los helmintos desarrollan la llamada resistencia antihelmíntica, proceso el cual lo describe Márquez, (2003) en tres fases: Mutación, amplificación y transferencia génicas.

VI. CONCLUSIONES

Se identificaron dos estructuras asociadas a nematodos gastrointestinales en las dos categorías de bovinos en estudio del Centro Formación Práctico de la UNA; el primero encontrado concuerda con huevos de tipo Tricostrongilido, cuyo grupo encierra a *Haemonchus sp*, *Ostertagia sp*, *Trichostrongylus sp*, y *Cooperia sp* pero que por simple observación no es posible diferenciarlos. El segundo encontrado era un huevecillo compatible con el género de *Strongyloides sp*. que se caracteriza por poseer un embrión móvil desarrollado en su interior.

En cuanto a la cuantificación de cargas parasitarias se encontraron cargas ligeras en un 80% antes del tratamiento y 90% después del tratamiento con Ivermectina al 1% en la categoría de terneros; en esta categoría no se reportaron cargas graves. En la categoría de vacas lactantes se encontraron cargas ligeras antes y después del tratamiento en el 100% de animales.

Las cargas parasitarias oscilaron escasamente aun después del tratamiento con Ivermectina al 1%; sin embargo, no hubo reducción total en ninguna de las categorías, fenómeno que puede tener múltiple causalidad algunas extrínsecas que dependen del ambiente y de las características de los parásitos y otras intrínsecas como el sexo, la edad, la inmunidad y la genética; como señalan algunos autores. Sin embargo, uno de los factores posiblemente más influyentes son los vinculados al principio de reinfección que depende totalmente de las cargas de formas infectantes que se encuentran en las pasturas.

Existe resistencia antihelmíntica a Ivermectina 1% en las poblaciones de nematodos gastrointestinales que parasitan las categorías de terneros y vacas lactantes del CAFOP bovino de la UNA, con un porcentaje de reducción del 45% y el -33.33% respectivamente.

Múltiples son las causas a las que se le puede atribuir la resistencia antihelmíntica a Ivermectina al 1% pero las principales pueden estar vinculadas directamente con el manejo de sustancias antihelmínticas en el CAFOP bovino; algunos autores sugieren que el uso continuo sin la rotación del principio activo genera una condición de resistencia.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios sobre el comportamiento de la resistencia antihelmíntica y las cargas parasitarias de los nematodos gastrointestinales en diferentes épocas del año para medir la influencia real del principio de reinfección en diferentes condiciones climáticas.

Realizar investigaciones con otros antihelmínticos utilizados en el CAFOP bovino para conocer la influencia farmacológica de estas moléculas en las cargas parasitarias del ganado.

Identificar las especies de parásitos que se encuentran en el CAFOP bovino para generar acciones más adecuadas que atiendan las características de estos, haciendo uso de pruebas más sensibles.

Suspender el uso de la molécula de ivermectina al 1% permanentemente (animales estudiados).

VIII. LITERATURA CITADA

- Administración de Alimentos y Medicamentos. (24 de abril de 2023). Resistencia antiparasitaria. <https://www.fda.gov/animalveterinary/safetyhealth/resistenciaantiparasitaria#:~:text=La%20infradosificación%20puede%20dar%20lugar,de%20resistencia%20a%20los%20antiparasitarios.>
- Anziani O. S. y Fiel C.A. (2004). Estado actual de la resistencia antihelmíntica (nematodos gastrointestinales) en bovinos de la Argentina. Sitio argentino de producción animal. [mmhttps://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/38-estado_de_la_resistencia_antihelmintica.pdf.](https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/38-estado_de_la_resistencia_antihelmintica.pdf)
- Baca Castellón, L. (3 de agosto de 2017). Hato enfermo es menos productivo. La prensa. <https://www.laprensani.com/2017/08/03/economia/2273823-hato-enfermoigualmenos-productividad.>
- Bonilla Martínez, F. R., Ar Luna, E. M. y Rivas Menéndez, F. J. (2007). Determinación del grado de infestación de parásitos gastrointestinales en ganado bovino, porcino y aves de corral, en diez municipios del departamento de Üsulijtan, El Salvador. [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. [https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/17310/1/13100289.pdf.](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/17310/1/13100289.pdf)
- Caná Matzer, L. (2020). Determinación de la prevalencia de nemátodos gastrointestinales en bovinos en el municipio de Tejar, Chimaltenango, Guatemala 2020. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. [https://core.ac.uk/download/pdf/386948929.pdf.](https://core.ac.uk/download/pdf/386948929.pdf)
- Comisión Nacional Ganadera de Nicaragua. (10 de diciembre de 2020). Actividad ganadera de Nicaragua. [https://conagan.org/noticias/actividad-ganadera-en-nicaragua/.](https://conagan.org/noticias/actividad-ganadera-en-nicaragua/)

Cordero del Campillo, M., Rojo, F. A., Martínez, A.R., Sánchez, M. C., Hernández, S., Navarrete, I., Diez Baños, P., Quiroz Romero, H y Carvalho Varela, M. (1999). Parasitología veterinaria. McGRAW-HILL-INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.

Dwight, D. B. (2011). Georgis Parasitología para veterinarios. (9na. ed). Elsevier España S, L.

Encalada Mena, L. A., López Arellana, M.E., Mendoza de Gives, P., Liébano Hernández, E., Vázquez Prats, V. y Vera Ycuspina, G. (2008). Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nemátodos gastrointestinales. SciELO. Vet. Méx, 39 (4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000400006.

Encalada, L. A., López, M. E., Mendoza de Gives, P., Liébano, E., Vázquez, V. Y Vera, G. (2008). Notas de investigación: Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nemátodos gastrointestinales. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Campeche, México]. <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n4/v39n4a6.pdf>.

FAO. (2003). Resistencia a los antiparasitarios Estado actual con énfasis en América Latina.

Fedegán. (15 de febrero de 2021). Factores que hacen más susceptibles a los animales a ser infectados por parásitos. contexto ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/factores-que-hacen-mas-susceptibleslosanimalesserinfectadosporparasitos#:~:text=La%20mayor%20o%20menor%20capacidad,con%20éxito%20los%20desaf%C3%ADos%20parasitarios>.

- Fiel, C. A. (2013). Parasitosis gastrointestinal de los bovinos: epidemiología, control y resistencia a antihelmínticos. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/53-Parasitosis_gastrointestinal.pdf.
- Fiel, C., Anziani, O., Suárez, V, Vázquez, R., Eddi, C., Romero, J., Caracostantógolo, J., Saumell, C., Mejía, M., Costa, J. y Steffan, P. (2001). Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnóstico y profilaxis. Sitio Argentino de Producción Animal, pp 1-7. https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/11-resistencia_antihelmintica_en_bovinos.pdf.
- Gallo, C. A. (2014). Manual de Diagnostico con Énfasis en Laboratorio Clínico Veterinario [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2745/1/tnl70g172m.pdf>.
- Girón Galdámez, C. M. (2016). Determinación De La Presencia De Residuos De Ivermectina En Leche Fluida De Bovinos A Través De Cromatografía Líquida De Alta Resolución En Centros De Acopio De Leche Fluida, Supervisadas Por El Viceministerio De Sanidad Agropecuaria Y Regulaciones Del Maga [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos, Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10323.pdf.
- González Herrera, J. M. y Prado Castillo, S. A. (2015). Prevalencia de Strongyloides en ganado bovino de 4 fincas ubicadas en la comarca San Esteban, municipio de Jinotega en el período junio-octubre 2015 [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL Autónoma de Nicaragua] <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4085/1/230062.pdf>.

- Guevara, D. A y Mendoza Orozco, M. E. (2015). Efecto de la Monensina Sódica sobre la carga parasitaria y el comportamiento productivo en ovejas (Ovisaries) de la finca Santa Rosa, abril- junio,2015 [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA]. <https://repositorio.una.edu.ni/3234/1/tnl73g939.pdf>
- Jimenez, A. (Julio 2020). Tiempo de lluvia, tiempo de parásitos. BM editores. <https://bmeditores.mx/ganaderia/cuidado-con-la-lluvia-se-vienen-la-lluvia-y-con-ella-los-parasitos/>.
- Laboratorios Erma S.A. (s.f). Ivermectina al 1%. <https://www.laboratorioserma.com/producto/ivermectina-1-10ml/#:~:text=Ivermectina%201%25%2DErma%20%C2%AE%20se%20une%20al%20compl%20ejo%20glutamato,causando%20la%20par%C3%A1lisis%20o%20muerte>
- Maroto, R. (2009). Evaluación de la resistencia antihelmíntica de nemátodos gastrointestinales en ovinos de Costa Rica [Tesis de grado, Universidad Nacional de Costa Rica].<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12989/Randal-Maroto-Corella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Marquéz Lara, D. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control Corpoica,4(1).https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi34qHGyOT_AhWmkoQIHQtDesQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5624648.pdf&usg=AOvVaw1DbgrK6uaYZXKI7LkoBX-W&opi=89978449
- Márquez, D. Jimenez, G., García, F. y Garzón, C. (2008). Resistencia a los antihelmínticos en nemátodos gastrointestinales de bovinos en municipios de Cundinamarca y Boyacá. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria, 9 (1). <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945024013.pdf>.

- Márquez, L, D. septiembre (2003). Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. CORPOICA, 4 (1). Dialnet-ResistenciaALosAntihelminticos-5624648.pdf
- Marquéz, P. (2007). Resistencia a los antihelmínticos en nemátodos de rumiantes y estrategias para su control. Produmedios. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15457/43446_54911.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meana, A. y Rojo, F. A. (2013). 60 QyA sobre parasitología bovina Libro de preguntas y repuestas. Servet Editorial.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f). <https://www.fao.org/3/y4813s/y4813s03.htm>
- Pile, E., Higuera, G., Pérez, A., Pérez, D. Y Torres, A. (2012). Resistencia Antihelmíntica De Nemátodos Gastrointestinales En Pequeños Rumiantes. Scientia, 24(1), pp.69-75. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/611/600>
- Quiroz, H. (1990). Parasitología. Editorial LIMUSA, S. A.
- Ramírez, A. F. (2017). Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco ganaderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador [Tesis de pregrado, Universidad De El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14872/1/13101647.pdf>
- Reyes, E. A. (2008). Diagnóstico de Gastroenteritis Verminosa por la Técnica de Stoll en ovejas de la Aldea Xejuyup del Municipio de San Andrés Sajcabaja, El Quiché. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://core.ac.uk/download/pdf/35294081.pdf>

- Rimbaud, E., Pineda, N., Soto, J. L., Luna, L., Morales, X., Rivera, G. y Picado, L. (2005b). Primer diagnóstico de resistencia a ricobendazole y albendazole en nemátodos gastrointestinales parásitos de bovinos en Nicaragua. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(9), pp. 1-4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612675004>
- Rimbaud, E., Zúniga, P., Doña, M., Pineda, N., Luna, L., Rivera, G., Molina, L Gutiérrez, J. y Vanegas, J. (2005a). Primer Diagnóstico De Resistencia A Levamisol Y Lactonas Macroclínicas En Nemátodos Gastrointestinales Parásitos De Ovinos En Nicaragua. *La Calera*, 5(5), pp. 49–51. <https://repositorio.una.edu.ni/2281/1/pp172s718.pdf>
- Sales, F. (2018). Importancia del correcto uso de antiparasitarios en bovinos en Magallanes. Ministerio de agricultura, Instituto de investigaciones agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4934/Informativo%20INIA%20N°%2084?sequence=1&isAllowed=y>
- Schettino, S. y Doeyo, T. (2018). Cómo utilizar una rotación adecuada de principios activos para controlar las parasitosis bovinas. CREA. https://www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2018/07/Informe_Tecnico_Ganaderia_Nro1.pdf
- Sequeira Valle, E. J. y Concepción Canales, K. T. (2016). Prevalencia de vermes gastrointestinales en fincas de producción bovina en los municipios de León, Malpaisillo y Nagarote del departamento de León, marzo - julio 2016 [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA]. <https://repositorio.una.edu.ni/3522/1/tnl73s479.pdf>
- Sievers, A. (2007). Determinación de resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nematodos del bovino en dos predios del sur de Chile. *Arch. Med. Vet*, 39 (1). 1. Artículo Determinacion de resistencia antihelmintica. G Sievers1 A Alocilla1.pdf

- Sobalvarro Urbina, J. E. y Tapia Potosme, E. M. (2006) Estudio preliminar de la utilización del ajo (*Allium sativum* L.) como desparasitante interno en terneros menores de un año, en el municipio de Muy Muy, Matagalpa. [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1365/1/tnl70s729.pdf>.
- Soca, M, Roque, E, Soca, M. (2005). Epizootiología de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes*, 28(3),175-185. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121675001.pdf>
- Soto, J. L., George, N., Rimbaud, E., Morales, X., Rivera, G., Caballero, P., Lacayo, F., Gutiérrez, M., Zepeda, N., Sandoval, M, L., Torres, I y Vanegas, J. (2006). Primer Diagnóstico De Resistencia A Ricobenzole E Ivermectina En Nemátodos Gastrointestinales Parásitos De Bovinos En Nicaragua. *La Calera*, 8 (9), pp.71-73. <https://repositorio.una.edu.ni/2281/1/ppl72s718.pdf>.
- Tizard, I. (2015). *Inmunología Veterinaria* (10.^a ed.). Elsevier España
- Tizard, I. *Introducción a la inmunología veterinaria*. (8va edi;). Elsevier España
- Toro, A., Rubilar, L., Palma, C. y Pérez, R. (2014). Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de ovinos tratados con ivermectina y fenbendazol. *SciELO*, 46 (2). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2014000200010.
- Tórrez Luna, W. J. (2016). Prevalencia de Nematodos Gastrointestinales en hembras bovinas criollas, en Jalapa- Nueva Segovia. [Tesis de maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5381/1/231801.pdf>.

- Varela Rojas, P. M. y Aguilera Suárez, E. M. (2007). Estudio Epidemiológico de la prevalencia e identificación de parásitos gastrointestinales en terneros de 2 a 6 meses de edad del Municipio de San Pedro de Lóvago– Chontales [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1352/1/tnl73v293.pdf>.
- Vargas Muñoz, M. (2020). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos cebú en explotaciones de ganado de cría en Costa Rica: estudio preliminar. [Tesis de grado, Universidad Nacional Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18248/Tesis%20Mariana%20Vargas%20Muñoz%20final%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Vignau, M. L., Venturini, L. M., Romero, J. R., Eiras, D. F. y Basso, W. U. (2005). Parasitología Práctica y Modelos de Enfermedades Parasitarias en los animales domésticos. (1a. ed). Autoedición. Universidad Nacional de la Plata.
- Virbac (s.f). Pérdida de rentabilidad en el ganado por un bajo desempeño. <https://mx.virbac.com/enfermedades/parasitosis-interna#:~:text=Las%20parasitosis%20se%20presentan%20todo,calor%20y%20humedad%20para%20sobrevivir.&text=El%20diagnóstico%20se%20hace%20a,huevecillos%20de%20los%20parásitos%20presentes>.
- Vilaboa, J. Quirós, O. Díaz, P. Jones, R. Brower, N. Córdoba, P. (2012). los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical (Reyna) en costa rica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1):167-178. https://www.mag.go.cr/rev_mesov23n01_167.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Recolección de datos

Categoría _____

Nº	Identidad	Especie	Sexo	Raza	Peso Kg

Anexo 2. Diagnóstico coprológico

Categoría _____

Nº de muestra	Nº de chapa	Identificación de huevos	Conteo HPG

Anexo 3. Categoría de vacas lactantes

N°	Identidad	Especie	Sexo	Muestreo I Cámara McMaster (Hpg)	Muestreo II Cámara Mc Master (Hpg)	% Reducción	Resistencia A Ivermectina 1%
1	4147	Bovino	H	20	0	100%	No
2	1258	Bovino	H	0	0	0%	-
3	1318	Bovino	H	20	0	100%	No
4	1311	Bovino	H	0	0	0%	-
5	2142	Bovino	H	40	0	100%	No
6	9681	Bovino	H	0	0	0%	-
7	9673	Bovino	H	60	100	0%	Si
8	1265	Bovino	H	0	0	0%	No
9	9670	Bovino	H	0	0	0%	No
10	9217	Bovino	H	20	60	0%	Si
11	9661	Bovino	H	0	0	0%	0
12	1306	Bovino	H	0	0	0%	0
13	9108	Bovino	H	40	80	0%	Si
14	4150	Bovino	H	0	0	-	-
15	6111	Bovino	H	0	0	-	-
16	9676	Bovino	H	0	0	-	-
17	1314	Bovino	H	0	0	-	-
18	1260	Bovino	H	20	0	100%	No
19	1298	Bovino	H	80	160	0%	Si

Anexo 4. Categoría de terneros

N°	Identidad	Especie	Sexo	Muestreo I Cámara Mc Master (Hpg)	Muestreo II Cámara Mc Master (Hpg)	% Reducción	Resistencia A Ivermectina 1%
1	1821	Bovino	M	20	-	-	-
2	1221	Bovino	H	20	280	0	Si
3	0121	Bovino	H	20	-	-	-
4	9693	Bovino	M	40	280	0	Si
5	6108	Bovino	H	240	-	0	-
6	0821	Bovino	M	220	-	0	-
7	1021	Bovino	H	40	-	0	-
8	0321	Bovino	M	240	0	100	No
9	1321	Bovino	H	40	-	0	-
10	0421	Bovino	H	20	-	0	-
11	1421	Bovino	H	20	-	0	-
12	0221	Bovino	H	20	-	0	-
13	0721	Bovino	H	20	-	0	-
14	0621	Bovino	H	140	-	-	-
15	1121	Bovino	H	260	40	15.38	No
16	0521	Bovino	H	20	200	0	Si
17	1521	Bovino	H	140	40	28.57	No
18	1621	Bovino	H	20	-	-	-
19	0921	Bovino	M	20	40	0	Si
20	1721	Bovino	H	40	-	-	-

Anexo 5. Muestras de heces en solución de Sheather



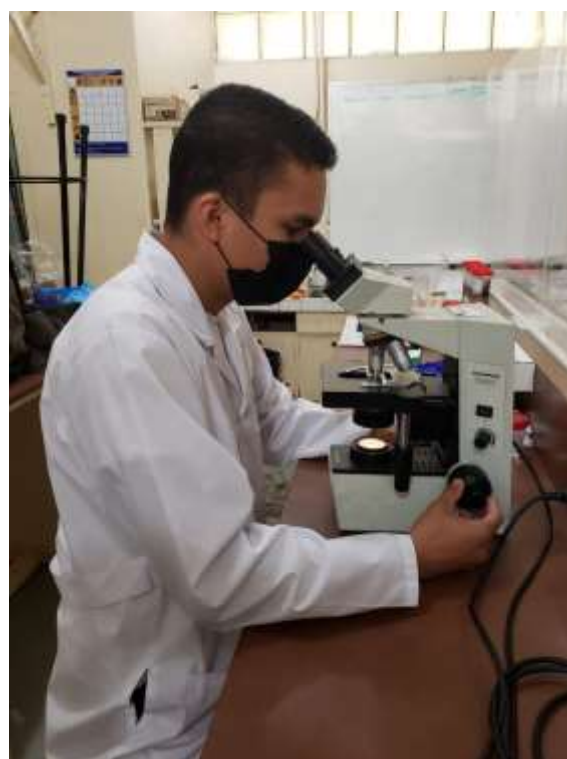
Anexo 6. Proceso de filtración de la muestra



Anexo 7. Muestras filtradas



Anexo 8. Identificación de parásitos gastrointestinales



Anexo 9. Identificación de
huevecillos *Trichostrongilidos*



Anexo 10. Identificación de
huevecillo embrionado *Strongilidos*



Anexo 11. Identificación de
huevecillo *Trichostrongilidos*



Anexo 12. Identificación de
huevecillos en cámara Mc Master



Anexo 13. Preparación de solución de Sheather



Anexo 14. Muestras montadas en cámara Mc Master para su posterior análisis



Anexo 14. Toma de muestras

Anexo 15. Animales muestreados

