



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE NEMÁTODOS
GASTROINTESTINALES A LA IVERMECTINA EN GANADO
BOVINO DE DOS HACIENDAS DEL CANTÓN BALZAR**
TESIS DE GRADO

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

AUTOR
SÁNCHEZ VELASCO DIEGO ALBERTO

TUTORA
LCDA. VET. LÓPEZ COLOM PAOLA, PHD.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Lcda. Vet. PAOLA LÓPEZ COLOM, PhD., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación “DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES A LA IVERMECTINA EN GANADO BOVINO DE DOS HACIENDAS DEL CANTÓN BALZAR”, realizado por el estudiante SÁNCHEZ VELASCO DIEGO ALBERTO; con cédula de identidad N° 0955288725 de la carrera MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 4 de mayo del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES A LA IVERMECTINA EN GANADO BOVINO DE DOS HACIENDAS DEL CANTÓN BALZAR”, realizado por la estudiante SÁNCHEZ VELASCO DIEGO ALBERTO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**ARCOS ALCIVAR FABRIZIO
PRESIDENTE**

**JORGGE BARQUET NAHIM
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**CHACON MORALES MARIELLA
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 4 de mayo del 2022

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres Luisa Velasco y Alberto Sánchez y a mi tía Erika Quinto y su esposo Paul Peña por ser el apoyo incondicional que me han brindado en cada paso que he dado, recordándome siempre la importancia de ser una persona luchadora incansable en todo lo que realice y siempre manteniendo la calidad humana que me han inculcado como forma de vida.

Agradecimiento

A Dios principalmente por ser quien me ha proporcionado las herramientas necesarias para cumplir todos los objetivos que me he propuesto, a mis padres por ser el apoyo incondicional y el amor puro e incondicional, en conjunto a mis hermanos que son mi razón de seguir adelante sin mirar atrás. Mis profesores por ser los mejores mentores sobre la ética profesional y en especial a la Dra. Paola López, al Dr. Wellington Coloma y al Dr. Eduardo Hablich por guiarme en este proceso de titulación. Agradecido con todas las personas que han confiado en mi potencial y sobre todo a mí que nunca me rendí durante mi preparación profesional.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **SÁNCHEZ VELASCO DIEGO ALBERTO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES A LA IVERMECTINA EN GANADO BOVINO DE DOS HACIENDAS DEL CANTÓN BALZAR”** para optar el título de **MÉDICO VETERINARIA Y ZOOTECNISTA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 4 de mayo del 2022

SÁNCHEZ VELASCO DIEGO ALBERTO

C.I 0955288725

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Resumen	12
Abstract	13
1. Introducción	14
1.1 Antecedentes del problema	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos	17
1.7 Hipótesis	17

	8
2.2.1 Parasitosis gastrointestinales más comunes en bovinos.	19
2.2.2.1 <i>Ostertagia ostertagi</i>	20
2.2.2.2 <i>Cooperia</i> spp.	21
2.2.2.3 <i>Haemonchus placei</i>	22
2.2.2.4 <i>Trichostrongylus</i> spp.	22
2.2.2.5 <i>Oesophagostomum</i> spp.	23
2.2.2.6 <i>Nematodirus</i> spp.	23
2.2.2.8 <i>Trichuris</i> spp.	24
2.2.3 Factores que favorecen la presentación de parásitos	24
2.2.4 Nematicidas usados para el control parasitario.	25
2.2.5 Ivermectina	26
2.2.6 Resistencia antihelmíntica	27
2.2.8 Estrategias para retardar el desarrollo de resistencia	28
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	29
2.3.2 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria	30
2.3.3 Normas para el registro, control, comercialización y uso de Productos Veterinarios	33
3.1 Enfoque de la investigación	34
3.1.1 Tipo de investigación	34
3.1.2 Diseño de investigación	34
3.2 Metodología	34

	9
3.2.1 Variables	34
3.2.1.1 Variable independiente	34
3.2.1.2 Variable dependiente	35
3.2.3 Recolección de datos	35
3.2.4 Recursos	35
3.2.4.1 Equipos de laboratorio	35
3.2.4.2 Materiales de campo	36
3.2.4.3 Materiales de oficina	36
3.2.4.1 Métodos y técnicas	36
3.2.4.1.2 Recolección y procesado de muestras	37
3.2.4.2.3 Población y muestra	38
3.2.5 Análisis estadístico	38
4. Resultados	40
4.1 Carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales	40
4.2 Identificación del género de nematodos gastrointestinales	41
4.3 Relación de la carga parasitaria con factores: sexo y edad	41
5. Discusión	43
6. Conclusiones	47
7. Recomendaciones	48
8. Bibliografía	49
9. Anexos	58

9.1 Anexo. Trabajo de campo y laboratorial	58
--	----

Anexo 9.2 Identificación de larvas al microscopio	60
---	----

Índice de tablas

Tabla 1. Factores intrínsecos del animal que favorecen la presentación de parásitos.....	25
Tabla 2. Recuento de huevos (promedio de huevos por gramo de heces y desviación estándar) de estrongílicos y coccidios a los días 0 y 14 con respecto al tratamiento con ivermectina	40
Tabla 3. Géneros de estrongílicos y Strongyloides spp. (porcentajes promedio y desviaciones estándar) encontrados en las heces a los días 0 y 14 con respecto al tratamiento con ivermectina.	41
Tabla 4. Recuento de huevos (promedio de huevos por gramo de heces y desviación estándar; el número de animales se indica entre paréntesis) encontrados en las heces de acuerdo al sexo y edad de los bovinos, al inicio del estudio (día 0).....	42

Resumen

Para combatir a los nematodos gastrointestinales (NGI) en el ganado vacuno se ha recurrido al uso repetitivo de los mismos desparasitantes, como la ivermectina, representando un riesgo para la aparición de resistencias. El objetivo del estudio fue determinar la resistencia de NGI a la ivermectina en ganado bovino, de diferentes edades y sexos, de dos haciendas de Balzar mediante la carga parasitaria y el porcentaje de reducción de la ovoposición (FECR). Los recuentos de huevos fueron altos y una elevada variabilidad (entre 27 hpg y 401 hpg). Los géneros que se identificaron, por orden, fueron *Ostertagia* sp. (60%), *Strongyloides* spp. (20%), *Haemonchus* sp. (8%), *Oesophagostomum* sp. (3%) y *Trichostrongylus* sp. (1%). A nivel global, los machos presentaron mayores recuentos de huevos de estrongídeos que las hembras (318 ± 553 vs 112 ± 133 hpg, $p = 0.03$), sin embargo, ello se asoció a que en una de las haciendas los recuentos fueron superiores en animales jóvenes que en adultos (494 ± 69 vs 45 ± 51 hpg, $p = 0.01$), siendo la mayoría de los terneros machos. Finalmente, la eficacia de la ivermectina fue preocupantemente baja, asociándose a la existencia de resistencias ($< 95\%$). Concretamente, el FECR fue del 41% para los estrongídeos. En conclusión, la carga parasitaria fue muy alta en ambas haciendas mientras que el FECR de la ivermectina en estrongídeos se mantuvo por debajo del umbral considerado como eficaz. Se debe mejorar los programas de desparasitaciones y buscar opciones de manejo y alimentación para controlar la aparición de resistencias en los NGI.

Palabras clave: *estrongídeos, resistencias, ivermectina, nematodos gastrointestinales.*

Abstract

The reiterative use of dewormers against gastrointestinal nematodes (GIN) in cattle, such as ivermectin, has led to the rise of anthelmintic resistances. Thus the objective of this study was to determine the resistance of GIN to ivermectin in cattle from two different farms from Balzar by quantifying the egg numbers in feces and the reduction of oviposition through the fecal egg count reduction test (FECRT). The egg counts were high and very variable (between 27 and 401 hpg). In order of prevalence, the genera that were identified were *Ostertagia* sp. (60%), *Strongylides* spp. (20%), *Haemonchus* sp. (8%), *Oesophagostomum* sp. (3%) and *Trichostrongylus* sp. (1%). Globally, male cattle had greater counts of strongylid eggs compared to female (318 ± 553 vs 112 ± 133 hpg, $p = 0.03$), however, this was associated with greater counts in young animals than in adults in one of the farms (494 ± 69 vs 45 ± 51 hpg, $p = 0.01$), which in turn were mostly male calves. Finally, the activity of ivermectin was considerably low, with values under the threshold considered as effective ($< 95\%$), associated with GIN resistance. More specifically, in the FECRT the reduction of strongylides was 41%. In conclusion, the numbers of GIN eggs were very high in both farms and the FECR for ivermectin was under the levels required to be effective. In this regard, deworming programs should be optimized and alternatives in husbandry practices and feeding strategies should be considered to control the rise of anthelmintic resistances.

Keywords: *strongylides, resistance, ivermectin, gastrointestinal nematodes.*

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En los climas tropicales y subtropicales la presencia de nematodos gastrointestinales (NGI) es un serio problema debido a que los pastos son la base fundamental en la alimentación del bovino. A esto se le agrega que las condiciones climáticas como la temperatura y la humedad favorecen la eclosión y el desarrollo de los huevos hasta las fases infectantes durante todo el año (Soca et al., 2005). Por ende, se considera que las explotaciones ganaderas en la zona del trópico se ven mayormente afectadas por NGI los cuales lesionan la mucosa del abomaso e intestinos, impidiendo la absorción de nutrientes e influyendo directamente sobre los parámetros productivos de los bovinos (Mukul et al., 2014).

Actualmente existe una extensa gama de productos antihelmínticos en el mercado los cuales se han venido utilizando de manera indiscriminada provocando la resistencia antihelmíntica tanto en ovinos como en bovinos (Fiel, 2013). En el estudio de Márquez et al. (2008) se indica que los factores que se asocian con el origen y la evolución de la resistencia antihelmíntica son los tratamientos frecuentes, la subdosificación, el tamaño de la población de parásitos y las rotaciones inadecuadas de los compuestos químicos. Según Pereira de Souza et al. (2008) los ganaderos siguen las pautas que recomiendan los fabricantes de los productos veterinarios, sin embargo, no cuentan con una información exacta en cuanto a la frecuencia del tratamiento y de los antihelmínticos usados de acuerdo a la epidemiología del sector.

Por otro lado, en Europa se registra mayor resistencia en nematodos de ovinos y caprinos y en pocas ocasiones en equinos (Toro et al., 2014). En

cambio, en Estados Unidos se han reportado resistencia antihelmíntica en pocas ocasiones, salvo algunos casos conocidos en los estados de Luisiana y Florida a los benzimidazoles y a las ivermectinas en ovinos. En Sudamérica la resistencia antihelmíntica en ovinos es preocupante, debido a que países como Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay poseen altos niveles de resistencia a los antihelmínticos (Márquez, 2007).

En bovinos son pocos los reportes de resistencia antihelmíntica en comparación con los rumiantes menores, sin embargo, relativamente reciente se han reportado resistencia en *Cooperia* spp a la ivermectina (Márquez et al., 2008), lo que es un indicador de que este problema puede ser más común de lo que se cree en realidad. La resistencia antihelmíntica en nematodos del ganado bovino está cobrando importancia en países de Sudamérica como Brasil y Argentina. En Brasil también se han manifestado resistencias en *Haemonchus* spp y *Cooperia* spp a la ivermectina (Márquez, 2007).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El uso de antihelmínticos en las explotaciones ganaderas es la base fundamental y eficaz para el control de parásitos gastrointestinales en animales de producción; debido a la eficacia de estos, las explotaciones ganaderas fundamentan los protocolos de prevención en su uso indiscriminado, lo que ha conllevado al desarrollo de resistencia antihelmíntica (Toro et al., 2014).

Según Torres et al. (2007) normalmente las explotaciones ganaderas optan por el uso del antihelmíntico más eficaz por tiempos prolongados, subdosificados o también varían productos por cortos periodos de tiempo, por lo

cual dicha práctica puede ser ineficaz para el control de parásitos gastrointestinales y de tal manera facilita al desarrollo de resistencia antihelmíntica.

La resistencia antihelmíntica provoca problemas en la productividad de toda explotación ganadera, lo cual se ve reflejado en la ganancia de peso, productividad, actividad reproductiva y estado de salud del animal (Torres et al., 2007). Por tal motivo, en el estudio de Márquez (2007) se hace referencia que actualmente la resistencia antihelmíntica se ha convertido en un problema importante y preocupante para las explotaciones ganaderas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Existe resistencia a la ivermectina en nematodos gastrointestinales del ganado bovino ubicado en el cantón Balzar?

1.3 Justificación de la investigación

Los parásitos gastrointestinales son una amenaza para las explotaciones ganaderas, ya que son capaces de afectar la mucosa del abomaso e intestinos, así como también afectan a la absorción de nutrientes, lo cual se verá reflejado en la ganancia de peso del animal. Para esto, la ivermectina ha demostrado ser un antiparasitario eficaz para el control de nematodos gastrointestinales, por lo que los productores optan por el uso del fármaco de manera indiscriminada y sin criterio médico, lo que puede favorecer al desarrollo de resistencia antihelmíntica (Colina et al., 2013).

Actualmente en el Ecuador existen pocos reportes que indiquen la existencia de resistencia de NGI a la ivermectina en el ganado bovino, lo cual

dicha información es necesaria para que los controles antiparasitarios sean más eficaces. De esta manera, el presente estudio tiene como objetivo brindar información sobre la existencia de resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Dos haciendas del cantón Balzar, provincia del Guayas.
- **Tiempo:** diciembre 2021 – enero 2022.
- **Población:** Bovinos pertenecientes a dos haciendas del cantón Balzar.

1.5 Objetivo general

Determinar la resistencia de nemátodos gastrointestinales a la ivermectina en ganado bovino de dos haciendas de Balzar.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar la carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales.
- Identificar el género de nematodos gastrointestinales.
- Relacionar la carga parasitaria con factores: edad, sexo y condición corporal.

1.7 Hipótesis

Existe resistencia de nemátodos gastrointestinales a la ivermectina en el ganado bovino de las haciendas ubicadas en el cantón Balzar.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

La resistencia a la ivermectina ha sido muy estudiada a nivel mundial debido a la gran cantidad de casos reportados en los últimos años. En un estudio realizado por Ramos et al. (2016) en el estado de Rio Grande, en Brasil, se obtuvieron datos preocupantes ya que se reportó la presencia de poblaciones de nematodos multirresistentes; así mismo, se reportó que en el 60% de las granjas muestreadas al menos nueve de los diez antihelmínticos probados tuvieron eficacias menores al 90%. Kaplan (2020) expresó que, dada las características biológicas y genéticas de los nematodos, estos tienden a desarrollar resistencia a ciertos fármacos por lo que hay que modificar los tratamientos antihelmínticos usados para combatirlos.

Se ha reportado resistencia de nematodos en bovinos, pero también en otros rumiantes pequeños; en este tipo de animales se opta por mejorar la genética de los huéspedes de modo las cabras y ovejas sean resistentes a su presencia, sin embargo, a pesar de todos los métodos de prevención y erradicación, estos parásitos continúan generando pérdidas económicas (Zvinorova et al., 2016; Garza y Zajac, 2019). Por otra parte, en los equinos se ha demostrado que el uso intensivo de antihelmínticos ha generado resistencia en nematodos de las familias de ascáridos y de ciatostómidos a los benzimidazoles y a las lactonas macrocíclicas (Raza et al., 2018).

En América Latina la resistencia que han desarrollado los parásitos gastrointestinales ha sido documentada en varios países. Soto et al. (2007) describen en ese año el primer caso de diagnóstico de resistencia a la ivermectina en Nicaragua después de muestrear a 700 bovinos cuyos últimos

tres años habían sido tratados solo con lactonas macrocíclicas, observando una eficacia del 84,2% con el albendazol, pero del -10.5% con la ivermectina. Toro et al. (2014) en Chile evaluaron la resistencia a la ivermectina de los nematodos encontrándose con eficacias del 34% a los 7 días de aplicar el producto y del 77% a los 15 días en bovinos.

Durante los últimos cinco años en el Ecuador apenas se han realizado estudios sobre la resistencia a la ivermectina de los nematodos gastrointestinales, y más bien se han realizado investigaciones sobre la prevalencia e incidencia de estos parásitos en diferentes poblaciones bovinas del país como en el cantón Vinces (Pérez, 2017), en la península de Santa Elena (García, 2020) y en la ciudad de Cuenca (Chuchuca, 2019). En estos estudios se ha encontrado nematodos como *Cooperia* spp, *Bunostomum* spp, *Haemonchus* spp y *Trichuris* sp. Una investigación referente al tema fue publicada por Amaya y Araujo (2019) donde estudiaron la eficacia antihelmíntica de la ivermectina al 1% y el fenbendazol al 10% demostrando una baja acción antiparasitaria ya que luego de la aplicación de los tratamientos se obtuvo entre el 2.73% y el 24.4% de disminución de huevos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Parasitosis gastrointestinales más comunes en bovinos.

Alrededor del mundo la prevalencia de parásitos gastrointestinales en la especie bovina ha sido ampliamente estudiada ya que es una de las principales causas de pérdidas económicas en cuanto a la sanidad animal y los parámetros productivos, indiferentemente del destino de los animales (Pinilla et al., 2017; Garza y Zajac, 2019). Se ha documentado diferentes géneros con mayor prevalencia parasitaria en bovinos, tales como *Eimeria* spp perteneciente al

grupo de los protozoarios, *Toxocara* sp, *Strongyloides* spp, *Bunostomum* sp y *Oesophagostomum* spp, pertenecientes a los nematodos (Domínguez et al., 2003). La mayoría de parásitos que se alojan en el sistema digestivo de los bovinos son nematodos, esto debido a las características que posee este grupo de parásitos en cuanto a su ciclo biológico ya que parte de este se da en las pasturas que son la principal fuente de alimentación de muchos rumiantes, tanto menores como mayores (Soca et al., 2005).

Además, todos los nematodos gastrointestinales (NGI) tienen un ciclo de vida directo. Los huevos salen al exterior a través de las heces del hospedador donde van mudando constantemente durante 1 a 2 semanas, pasando de larva L1 a la larva L3, siendo esta el estado infectivo siempre y cuando se presenten las condiciones ambientales idóneas. Una vez que L3 es consumida por el hospedador llega al rumen donde se desenvaina y avanza dependiendo de la especie de NGI, hacia la mucosa del abomaso o de los intestinos. Después de aproximadamente 3 semanas y dos mudas adicionales, la larva L3 se convierte en adulta y emerge hacia la superficie de la mucosa en la que se halla establecido para reproducirse y terminar su ciclo (Charlier et al., 2020).

2.2.2.1 *Ostertagia ostertagi*

Tiene el nombre común de gusano marrón, se encuentra esparcido en todo el continente americano, pero sobre todo se desarrolla en los países de climas templados. La morfología de estos parásitos, en cuanto a su tamaño, alcanza a medir hasta 8 mm mientras que los huevos son largos y asimétricos (Zapata, 2020).

En el ganado bovino es un parásito especial ya que dependiendo del grupo etario se presenta una enfermedad distinta: en el ganado joven bajo pastoreo se denomina ostertagiasis estival, mientras que en el ganado adulto es ostertagiasis invernal ya que es el momento en que las larvas se reactivan. *Ostertagia ostertagi* invade el abomaso de los rumiantes y da lugar a diarrea con moco o líquida de mal olor, descompensación general, deshidratación, edema a nivel submandibular, pero también se observan cambios en el comportamiento como el número de pasos dados y el tiempo que destinan a estar de pie y acostados (Szyska et al., 2013). En un estudio realizado por Chaparro (2011) se pudo constatar que este parásito aún puede ser atacado con el uso de antihelmínticos ya que la cantidad de huevos por gramo en la materia fecal puede reducirse en su totalidad.

2.2.2.2 *Cooperia* spp.

Cooperia spp. son características de las zonas templadas y con mayor prevalencia en animales jóvenes. Al momento de la necropsia los bovinos afectados por este parásito tienen el duodeno afectado (Olivares et al., 2006). Asociado a la lesión intestinal los síntomas que se presentan son inapetencia y adelgazamiento producido por la mala absorción de nutrientes de forma que se ve afectada la condición corporal y aparece moco en las heces. Los parásitos adultos de las hembras de *Cooperia* spp son de color rojo claro mientras que a los machos se los diferencia porque tienen una bolsa grande (Rangel et al., 2005).

2.2.2.3 *Haemonchus placei*

Existen varias especies de *Haemonchus* que parasitan a los rumiantes, sin embargo, las que afectan a los bovinos son *Haemonchus placei* y *Hamonchus similis*. La infestación de estos en el ganado bovino se da mayoritariamente en los animales jóvenes, terneros, a nivel del abomaso (Fávero et al., 2016), y debido a su hábito hematófago provoca un estado característico de anemia grave lo que puede terminar en la muerte del hospedador, pudiéndose agravar su estado físico con presentación de edema submandibular, cabello hirsuto y caquexia (Felipelli et al., 2014).

Con *Haemonchus* spp tiene especialmente interés la presencia de resistencias a los tratamientos antihelmínticos. Felipelli et al. (2014) realizaron un estudio en el sur de Brasil y encontraron que los niveles más altos de resistencia a la ivermectina se dieron en *H. placei*, por encima de *Cooperia punctata* y *Oesophagostomum radiatum*, a pesar de las dosis crecientes del antihelmíntico.

2.2.2.4 *Trichostrongylus* spp.

Afectan a los rumiantes menores y mayores ya que se localizan en la mucosa del abomaso, aunque en el caso de animales monogástricos realizan una migración isotrópica ya que se adhiere a la mucosa del intestino delgado. No obstante, presentan una parasitosis con gran variabilidad, encontrándose en bovinos y búfalos faenados entre 100 y 1700 ejemplares de adultos (Shapiro et al., 2017). Por lo que se puede afirmar que los adultos de este parásito se desarrollan en grandes poblaciones dentro de los rumiantes.

2.2.2.5 *Oesophagostomum* spp.

Oesophagostomum spp se encuentra disperso en la población bovina y porcina alrededor del mundo, pero estos parásitos se desarrollan mejor en zonas con climas cálidos con gran humedad. Dentro del grupo de los NGI, *Oesophagostomum* spp es uno de los géneros que más se encuentran en el ganado bovino, junto con *Cooperia* spp y *Haemonchus* spp, incluso resistiendo a la aplicación de los tratamientos antihelmínticos (Encalada et al., 2008).

Los adultos pueden llegar a medir 20 mm y los huevos tienen una membrana muy fina que protege a 7 blastómeros en su interior. Parasitan el intestino delgado y grueso de los hospedadores, los síntomas que se presentan son fiebre, falta de apetito y diarrea con presencia de moco (Soca et al., 2005).

2.2.2.6 *Nematodirus* spp.

Afecta únicamente a los animales de producción, como bovinos, ovinos y caprinos, y no se encuentra en animales de compañía como los perros y gatos, se creía que eran parásitos con poca afección dañina sobre sus hospedadores, pero actualmente se resalta que, aunque no se alimenten de sangre, pueden atravesar la mucosa intestinal y causar daños mayores cuando se asocian con otros nematodos. Se encuentra dentro de la familia de los Molineidae el cual puede parasitar a diversos mamíferos que se alimenten principalmente de hojas, frutos y raíces. Es un parásito del intestino delgado el cual se caracteriza anatómicamente por poseer una prominente dilatación cefálica. Los machos se diferencian de las hembras debido a ciertas hendiduras y espículas, y en el caso de las hembras poseen una leve hendidura en la espina terminal y los machos poseen espículas y una bursa copulatrix. Los machos de esta especie miden de

11 a 16 mm y las hembras son más grandes con una longitud de 17 a 24 mm (Samuel et al., 2001).

2.2.2.8 *Trichuris* spp.

Son parásitos redondos del intestino que pueden parasitar a bovinos y otros animales de abasto como las ovejas, cabras, cerdos, entre otros. Los climas que prefieren para su desarrollo son los tropicales y subtropicales donde hasta el 50% de animales suele estar contagiados con alguna especie de *Trichuris* spp (Zapata, 2020).

En el caso de los bovinos existen las especies *Trichuris globulosa*, *Trichuris discolor* y *Trichuris bovis*. Los adultos pueden llegar a medir de 3 a 8 cm de largo y tienen un color entre amarillo y grisáceo, su forma es muy particular en los adultos ya que tienen el cuerpo grueso en la parte posterior y filiforme en la parte anterior. Los huevos de *Trichuris* spp también presentan características muy particulares al ser observados por microscopio que se denota la forma ovalada (Zapata, 2020).

2.2.3 Factores que favorecen la presentación de parásitos

Los factores que pueden favorecer a la parasitosis son sobre todo las condiciones climáticas ya que la humedad por encima del 80% y temperaturas cálidas de 25 a 27°C ayudan a que los huevos o larvas de parásitos continúen con su ciclo de vida; en cambio, las condiciones que no favorecen a la supervivencia de los parásitos son la época de sequía y los climas fríos (Cruz et al., 2010). Fuera de estas condiciones ambientales otros factores que favorecen el desarrollo y diseminación de los NGI se nombran en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores intrínsecos del animal que favorecen la presentación de parásitos.

Edad	Terneras de 1 a 12 meses (Briones, 2020)
Raza	Europeas y mestizas europeas (Chuchuca, 2019)
Estado nutricional	Baja condición corporal provocado por la mala cantidad y calidad de pasturas (Chuchuca, 2019)

Sánchez, 2022

Quiroga et al. (2021) realizaron un estudio de identificación y determinación de los factores de riesgo en animales de producción basados en los principios de libertad de Welfare Quality donde tomaron en cuenta seis criterios, de los que destacó la ausencia de pediluvios, falta de desparasitación, pastoreo mixto y animales nuevos sin cuarentena, este último menciona que cuando llegan animales de otras zonas son ingresados siempre y cuando las manifestaciones de malestar no sean visibles en la inspección simple, sin embargo, la OIE manifiesta que para evitar las enfermedades infecciosa y parasitarias se debe tener un buen manejo de cuarentena en el nuevo ingreso de animales para contribuir a la bioseguridad animal y pública (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2019).

2.2.4 Nematicidas usados para el control parasitario.

Actualmente se usan tres grupos de fármacos que se usan de rutina para el control de los nematodos y parásitos en general: las lactonas macrocíclicas, levamisoles y benzimidazoles. Dentro de estos grupos los más usados son el albenzol, fenbendazol y la ivermectina (Pereira et al., 2008).

2.2.5 Ivermectina

La ivermectina pertenece al grupo de las lactonas macrocíclicas y es obtenida a partir de la fermentación de la bacteria *Streptomyces avermitilis*. Su mecanismo de acción radica en la activación de los canales de cloro que se encuentran en las células musculares de los parásitos de forma que se produce parálisis tónica y consecuentemente la muerte del parásito adulto (Rodríguez, 2005).

En bovinos, la dosis recomendada o estándar es de 200 µg/mL al 1%, la administración debe ser subcutánea. Actualmente, las dosis dependen de la respuesta que reflejen los animales tratados debido a la constante evidencia de la resistencia demostrada en diversos parásitos gastrointestinales por lo que se recomienda un estudio de la situación (Galván et al., 2016). El pico más alto de concentración plasmática se da a las 4 horas después de su dosificación oral ya que por el tracto digestivo es de rápida absorción. Su distribución es del 93% al unirse con la albúmina, y se concentra en el hígado y el tejido adiposo (Coure et al., 2016).

Debido a la toxicidad, una vez aplicado el fármaco los bovinos no pueden tener libre acceso a estanques ya que provocaría la muerte de animales acuáticos e insectos (AEMPS, 2012). De hecho, Iglesias et al. (2005) estudiaron el efecto de este fármaco en la coprofauna y la degradación de las heces que son depositadas por los animales tratados encontrando que la diversidad de artrópodos se reduce en las heces de animales tratados aun después de 21 días de la dosificación.

2.2.6 Resistencia antihelmíntica

Se dice que un fármaco tiene resistencia antihelmíntica cuando una población de parásitos, en este caso los nematodos, no se ve afectado por el principio activo usado perdiendo la sensibilidad al mismo. Además, la resistencia al ser de naturaleza genética tiende a desarrollarse en las generaciones subsiguientes de parásitos (Márquez, 2007). Este fenómeno se desarrolla debido a la aplicación periódica de ivermectina sin variar la fórmula y usando dosis no recomendadas, de forma que con el tiempo los fármacos que antes eran buenos tratamientos antihelmínticos en la actualidad ya no lo son (Iglesias et al., 2005).

Para los años 2000 varios eran los países de América Latina que empezaron a reportar la resistencia a la ivermectina en ganado bovino, ovino y demás rumiantes menores. En Brasil, Paiva et al. (2001) reportaron una baja reducción de huevos por gramo de heces analizados de *Haemonchus placei* y *Cooperia punctata*, de alrededor del 80%. En Chile, Sievers y Alocilla (2007) determinaron en uno de los dos predios estudiados una reducción de la ovoposición del 73.5% lo que se traduce en resistencia a la ivermectina usada en el tratamiento. En México, se reportó el primer caso de resistencia a la ivermectina en NGI en el 2008 (Encalada et al., 2008).

Desde la introducción de los antihelmínticos frente a diferentes parásitos, se ha ido introduciendo nuevos compuestos químicos y los buenos resultados de todos estos descubrimientos garantizaron un buen control de parásitos gastrointestinales. Sin embargo, actualmente muchos parásitos tienen la capacidad de evadir los efectos letales de estos antihelmínticos representando una amenaza a nivel mundial. Esta resistencia puede tener dos razones, uno es

que sea intrínseca dado que el parásito es naturalmente insensible a fármacos específicos, pero también puede ser adquirida cuando un parásito que antes respondía a la acción terapéutica deja de hacerlo gracias a alteraciones genéticas que fueron heredadas de su generación y que serán heredadas a su progenie (Márquez, 2003).

2.2.8 Estrategias para retardar el desarrollo de resistencia

Fiel et al. (2001) estableció los factores que favorecen a que los parásitos gastrointestinales desarrollen resistencia, siendo las condiciones climáticas, el manejo de las pasturas, la alta carga de parásitos por unidad animal y los programas de control de parásitos, con el uso indiscriminado y sin variación del compuesto activo. También se ha observado que el tipo de ciclo de vida del parásito interfiere en la facilidad de desarrollar resistencia, ya que aquellos que tienen un ciclo directo sin necesidad de hospedadores intermediarios tienen una mejor capacidad de adquirir resistencia a los tratamientos antihelmínticos (Sangster, 1999).

No obstante, debido a los factores que predisponen a la aparición de dichas resistencias, es lógico deducir que algunas de las prácticas que se realizan para evitar el aumento de las resistencias en los parásitos gastrointestinales tienen que ver con el manejo de los animales, como la selección de animales resistentes, ya que algunos rumiantes menores y mayores han demostrado ser capaces de resistir el ataque de los parásitos gastrointestinales (Díaz, 2000), o a un mejoramiento nutricional, como el uso de suplementos alimenticios (Ketzis, 2005). También, la disminución del número de tratamientos antihelmínticos hace que el parásito tenga un menor contacto con

los fármacos y así permite controlar la aparición de la resistencia. También existe la posibilidad, la más novedosa de todas, de llevar a cabo un buen control biológico de los vermes mediante el uso de algunas leguminosas como *Holcus lanatus* y *Lotus pedunculatus* que mejoran la digestión en los bovinos y se ven asociados a una mejor respuesta inmune debido a que hay una producción más baja de huevos y un incremento de eosinófilos en los hospedadores (Márquez et al., 2008).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución del Ecuador es su Sección primero sobre el Ambiente sano señala en su artículo 14 lo siguiente:

Art. 14.- *“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.*

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

Así mismo en la sección séptima sobre Salud en su artículo 32 dice:

Art. 32.- *“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.*

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)”

Luego en el capítulo tercero de la soberanía alimentaria la Constitución del Ecuador recalca que:

Art. 281.- *“La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.”* En su literal 7. Nombra: *“Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.”*

2.3.2 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Establece en el Título Preliminar que:

Art. 1.- Objeto. – *“La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario”* (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

Luego en el artículo siete del Título I y Capítulo uno, de la Rectoría:

Art. 7.- *“De las competencias. - En materia de sanidad agropecuaria corresponde a la Autoridad Agraria Nacional las siguientes competencias:*

c) Establecer principios y estándares para la aplicación de buenas prácticas de sanidad animal y vegetal que garanticen el uso adecuado de los recursos agropecuarios;

e) Promover y orientar la investigación científica en el área de sanidad vegetal y animal; en coordinación con el ente rector de investigación;” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

En el Artículo 13 sobre las funciones del a Agencia de control Fito y Zoosanitario establece en sus literales:

c) “Prevenir el ingreso, establecimiento y diseminación de plagas, así como controlar y erradicar las plagas y enfermedades cuarentenarias y no cuarentenarias reglamentadas de los vegetales y animales;

d) Diseñar y promover normas de buenas prácticas de sanidad agrícola y pecuaria; e) Regular y controlar el uso de medicamentos veterinarios y de sus residuos en productos primarios de origen animal y la aplicación preventiva de antibióticos, y otros competentes que puedan afectar la salud humana;”

q) “Identificar y determinar áreas y zonas de riesgo fito y zoosanitario;” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

En esta misma ley se escriben las obligaciones en el artículo 18 de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, provinciales, municipales y metropolitanos ya que estos deben presentar información siguiente:

“d) Areas y zonas libres y de riesgo, de plagas, enfermedades vegetales y animales;

e) *Certificación de fincas que aplican buenas prácticas sanitarias agrícolas y pecuarias, estándares de bienestar animal;*

f) *Guías y manuales de buenas prácticas sanitarias agropecuarias;*"
(Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

En los literales del artículo 22 señala que:

Art. 22.- *"De las medidas fitosanitarias. - Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio:*

c) *Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales;*

d) *Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario;*

e) *Cuarentena cuando se detecte una o varias plagas que represente un riesgo fitosanitario;*

f) *Áreas libres de plagas y de escasa prevalencia de plagas;"*

Art. 30.- *"De las medidas zoonosanitarias. - La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario con la finalidad de proteger la vida, salud y bienestar de los animales, y asegurar su estatus zoonosanitario implementará las siguientes medidas:*

a) *Formular requisitos zoonosanitarios;*

b) *Realizar vigilancia e investigación epidemiológica;* c) *Realizar campañas zoonosanitarias y de bienestar animal, de carácter preventivo, de control y erradicación de enfermedades;*

d) *Implementar medidas de movilización, transporte, importación y exportación de animales y mercancías pecuarias que estén contemplados en un programa de control o vacunación oficial;*

e) *Aplicar medidas de saneamiento y desinfección de animales, mercancías pecuarias, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que puedan ser portadores de enfermedades o agentes patógenos que representen un riesgo zoonosario;*

f) *Inmunizar a los animales para evitar la diseminación de las enfermedades de control oficial;*

g) *Establecer un sistema de alerta y recuperación de animales y mercancías pecuarias cuando constituyan un riesgo zoonosario;”* (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

2.3.3 Normas para el registro, control, comercialización y uso de Productos Veterinarios

En esta normativa es necesario reconocer las únicas personas que tienen la capacidad de usar productos farmacológicos veterinarios

Artículo 52.- *“Las personas naturales o jurídicas que tengan la titularidad del registro y los establecimientos donde se realicen las actividades previstas en el Artículo 8 de la presente Decisión, están obligados a tener un responsable Técnico registrado ante la Autoridad Nacional Competente. Esta responsabilidad técnica estará a cargo de profesionales universitarios: Médico Veterinario, Químico, Bioquímico o Químico Farmacéutico legalmente habilitados para ejercer su profesión en el País Miembro, según lo estipulen las normas nacionales correspondientes.”* (Comisión de la Comunidad Andina, 2021).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue de campo, descriptiva y correlacional ya que se procedió a observar y detallar el ambiente natural en el que se desenvuelve la población de estudio mientras se toman muestras para establecer la presencia de parásitos gastrointestinales; así mismo se determinó si existe dependencia entre la carga parasitaria de nematodos y la edad y el sexo de los animales muestreados.

3.1.2 Diseño de investigación

Se trata de un estudio no experimental de corte transversal ya que las variables estudiadas no fueron manipuladas por el investigador, sino que fueron observadas y descritas tal y como suceden en su contexto natural, obteniendo datos de las mismas durante un tiempo definido.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1 Variable independiente

- Sexo
- Edad
- Tratamiento ivermectina

VARIABLE INDEPENDIENTE			
Tipo de Variable	Componente	Descripción	Escala

Cualitativa	Sexo	Se describe como la condición orgánica que diferencia a los machos de las hembras.	Machos Hembras
Cualitativa	Edad	Se define como la edad en meses de los animales muestreados.	Tenera (1 a 12 meses) Adulta (> 12 meses)
Cualitativa	Tratamiento ivermectina	Se aplica al animal de acuerdo con su estado al tratamiento.	Pretratamiento Postratamiento

3.2.1.2 Variable dependiente

- Carga parasitaria
- Resistencia a la ivermectina

VARIABLE DEPENDIENTE			
Tipo de Variable	Componente	Descripción	Escala
Cuantitativa	Carga parasitaria	Se define como el número de huevos de parásitos contados por gramo de heces.	Recuentos
Cuantitativa	Resistencia a la ivermectina	El porcentaje de reducción de la ovoposición.	Porcentual

3.2.3 Recolección de datos

3.2.4 Recursos

3.2.4.1 Equipos de laboratorio

- Microscopio
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Tubo de ensayo

- Paletas
- Gramera
- Gradilla
- Gasas
- Mascarilla
- Pipeta
- Vasos desechables
- Hojas de laboratorio
- Sulfato de Zinc
- Cámara de McMaster
- Placa de Petri
- Centrífuga
- Placas de cultivo
- Yodo

3.2.4.2 Materiales de campo

- Guantes desechables
- Overol
- Botas
- Frascos estériles para muestras de heces
- Hoja de campo
- Esferos
- Gel lubricante
- Hielera

3.2.4.3 Materiales de oficina

- Hojas de papel bond A4
- Calculadora
- Computadora
- Cámara fotográfica

3.2.4.1 Métodos y técnicas

El estudio constó de dos fases, la primera fue de recolección de muestras y análisis de laboratorio pretratamiento (día 0) y la segunda fase fue de recolección de muestras y análisis de laboratorio postratamiento (día 14) en dos haciendas del cantón Balzar (H1 y H2).

3.2.4.1.2 Recolección y procesado de muestras

Se seleccionaron animales al azar de los cuales se obtuvieron heces (aproximadamente 50 g) directamente del recto del animal de manera cuidadosa. Las muestras tomadas fueron almacenadas y transportadas en una hielera con destino al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Agraria del Ecuador en cada una de las dos tomas (pre y postratamiento).

Al finalizar el primer muestreo, los animales que entraron en el estudio recibieron una dosis antiparasitaria de ivermectina al 3% en la H1 y al 1% en la H2 a razón de 200 µg/kg vía subcutánea.

Para el recuento de huevos en heces se aplicó la técnica de recuento de huevos con cámara de McMaster (Axon, 2010) utilizando el sulfato de zinc como solución de flotación. Brevemente, se mezclaron 3 g de heces con la solución de sulfato de zinc al 33%, se tamizaron y la suspensión final (0.3 mL) se dispensó en la cámara de McMaster para contar el número de huevos de strongílidos (y de coccidios) al microscopio con un aumento de 10x (Axon, 2010).

En paralelo, se realizó el coprocultivo para la recuperación de las larvas L3 de nematodos (Roberts y O'Sullivan, 1950) para la posterior identificación a nivel de género según Coles et al. (2006). Para ello, se llenaron frascos con aproximadamente 30-40 g de heces, adicionando heces estériles en caso de heces muy líquidas, y se dejaron en coprocultivo durante 10 días a temperatura ambiente. Se recolectaron las larvas mediante la técnica de Baermann modificada consistente en invertir el recipiente sobre una placa de Petri con agua de llave durante 12 h (Roberts y O'Sullivan, 1950). Finalmente, para identificar el género, se siguió la guía de van Wyk et al. (2004) y de Gibbons et al. (2005).

3.2.4.2.3 Población y muestra

Ambas haciendas estaban conformadas por un total de 77 bovinos de diferentes edades, siendo la muestra estimada de 65 bovinos, obtenida a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2(p*q)}{e^2 + \frac{z^2(p*q)}{N}}$$

En donde:

- n= Tamaño de la muestra
- z= 1.96 bajo un nivel de confianza deseado de 95%
- p= probabilidad de éxito del 50%
- q= probabilidad de fracaso del 50%
- e= Nivel del error del 5%
- N= 77 animales totales (población)

Criterios de inclusión

- Bovinos de dos haciendas del cantón Balzar seleccionados al azar.

Criterios de exclusión

- Animales con otras enfermedades.

3.2.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de la muestra y de los resultados. Los recuentos de huevos por gramo de heces (hpg) se presentaron como promedios y desviaciones y los géneros identificados de nematodos en porcentajes. Se

calculó también el porcentaje de reducción de huevos (*fecal egg reduction*, FECR) debido al tratamiento con ivermectina, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{FECR} = (\text{hpg}_0 - \text{hpg}_{14}) / \text{hpg}_0$$

En donde:

- hpg₀: hpg a día 0 (previo tratamiento)
- hpg₁₄: hpg a día 14 postratamiento

Además, se realizó el análisis de la variancia para comparar los hpg en función de las características de los animales (edad y sexo). Las diferencias entre grupos con p-valores inferiores a 0,05 se consideraron estadísticamente significativas.

<https://doi.org/10.1080/1745039x.2019.1641376>

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados respondiendo a cada uno de los objetivos planteados en la tesis.

4.1 Carga parasitaria de nematodos gastrointestinales y coccidios

En la Tabla 2 se presenta el resumen de los recuentos de huevos de estrongílicos, y también de coccidios, encontrados en cada una de las haciendas (H1 y H2), y el promedio total, correspondientes al día 0 del experimento, previo al tratamiento de ivermectina, y a los 14 días tras el tratamiento. Como se puede observar, al día 0 los recuentos de estrongílicos fueron superiores a 100 hpg, pero con una elevada variabilidad. También se destaca que los valores fueron superiores en la H2 comparado con la H1, pero los valores de coccidios se mostraron de manera inversa, siendo superiores en la H1. Por otra parte, la eficacia de la ivermectina fue inferior al 95% en cualquiera de las haciendas, siendo menor en la H2 que en la H1, con eficacias del 27% y 61%, respectivamente.

Tabla 2. Recuento de huevos (promedio de huevos por gramo de heces y desviación estándar) de estrongílicos y coccidios a los días 0 y 14 con respecto al tratamiento con ivermectina.

	Estrongílicos			Coccidios		
	Día 0 (hpg)	Día 14 (hpg)	FECR (%)	Día 0 (hpg)	Día 14 (hpg)	FECR (%)
H1	133 ± 134	52 ± 72	61	27 ± 50	23 ± 69	17
H2	245 ± 505	178 ± 343	27	5 ± 13	4 ± 16	21
Promedio	182 ± 349	107 ± 239	41	18 ± 40	15 ± 53	17

H1: hacienda número 1, H2: hacienda número 2, hpg: huevos por gramo de heces, FECR: *fecal-egg count reduction*.

Sánchez, 2022

4.2 Identificación del género de nematodos gastrointestinales

En la Tabla 3 se presenta los géneros de estrongílicos y *Strongyloides* spp. en porcentajes, y entre paréntesis la desviación estándar, en los días 0 y 14 del tratamiento. Se puede observar que el género más prevalente, independientemente de la granja de origen, fue *Ostertagia* spp., representando valores superiores al 40%. De la misma manera, *Strongyloides* spp. se encontró como el segundo género mayoritario en ambas granjas, seguido por *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp. y *Trichostrongylus* spp., que se encontraron en proporciones minoritarias (≤ 3 %). Con respecto al cambio de proporciones en el tratamiento de ivermectina, se mantuvieron similares que a día 0. Se puede observar que los géneros predominantes fueron *Ostertagia* spp. y *Strongyloides* spp. mientras que el resto de los géneros encontrados llegaron a porcentajes nulos (0%).

Tabla 3. Géneros de estrongílicos y *Strongyloides* spp. (porcentajes promedio y desviaciones estándar) encontrados en las heces a los días 0 y 14 con respecto al tratamiento con ivermectina.

Especies	H1		H2		Promedio	
	Día 0	Día 14	Día 0	Día 14	Día 0	Día 14
<i>Ostertagia</i> spp. (%)	70 $\pm$ 21	58 $\pm$ 45	46 $\pm$ 33	43 $\pm$ 41	60 $\pm$ 29	51 $\pm$ 44
<i>Oesophagostomum</i> sp. (%)	3 $\pm$ 8	0 $\pm$ 0	3 $\pm$ 14	0 $\pm$ 0	3 $\pm$ 11	0 $\pm$ 0
<i>Haemonchus</i> spp. (%)	4 $\pm$ 6	0 $\pm$ 0	14 $\pm$ 24	0 $\pm$ 0	8 $\pm$ 17	0 $\pm$ 0
<i>Trichostrongylus</i> spp. (%)	0.4 $\pm$ 2	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 1	0 $\pm$ 0
<i>Strongyloides</i> spp. (%)	21 $\pm$ 23	11 $\pm$ 23	19 $\pm$ 24	12 $\pm$ 17	20 $\pm$ 23	12 $\pm$ 21

H1: hacienda número 1, H2: hacienda número 2.

Sánchez, 2022

4.3 Relación de la carga parasitaria con factores: sexo y edad

En la Tabla 4 se muestran los recuentos de huevos de estrongílicos y de coccidios para cada granja en función del sexo y la edad. La condición corporal no se tuvo en cuenta debido a que, dentro de cada hacienda, prácticamente

todos los animales presentaron la misma condición corporal (entre 2 y 3 considerando una escala del 1 al 5).

En términos generales, los machos presentaron recuentos de huevos de estrongídeos superiores a las hembras (promedio en machos 318 ± 553 hpg vs. promedio en hembras 112 ± 133 hpg; $p = 0.03$). De hecho, según se puede apreciar en la tabla 4, en la H2 dichas diferencias fueron significativas ($p = 0.01$). En cuanto a la edad, no se observaron diferencias entre el recuento de huevos de nematodos en general, sino sólo a nivel de la hacienda H2, siendo superiores en los animales jóvenes (menores al año de edad) ($p = 0.01$). El número de huevos de coccidios no se afectaron, ni a nivel general, por el sexo (en hembras 23 ± 46 hpg vs. en machos 7 ± 19 hpg; $p = 0.15$) o por la edad (en terneras 24 ± 48 hpg vs. en adultas 7 ± 15 hpg; $p = 0.35$), ni segregado por haciendas.

Tabla 4. Recuento de huevos (promedio de huevos por gramo de heces y desviación estándar; el número de animales se indica entre paréntesis) encontrados en las heces de acuerdo al sexo y edad de los bovinos, al inicio del estudio (día 0).

	H1		H2	
	Nemátodos (hpg)	Coccidios (hpg)	Nemátodos (hpg)	Coccidios (hpg)
Sexo				
Macho	136 ± 100 (13)	10 ± 23 (13)	614 ± 834^a (8)	3 ± 9 (8)
Hembra	131 ± 152 (22)	38 ± 57 (22)	89 ± 108^b (19)	6 ± 15 (19)
Edad				
Tenera	122 ± 140 (27)	33 ± 55 (27)	494 ± 69^a (12)	7 ± 17 (12)
Adulta	171 ± 107 (8)	7 ± 12 (8)	45 ± 51^b (15)	2 ± 7 (15)

H1: hacienda número 1, H2: hacienda número 2, hpg: huevos por gramo de heces, ^{a,b} indica diferencias estadísticamente significativas (p -valor < 0.05).

5. Discusión

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar las poblaciones de nematodos gastrointestinales (NGI) en rebaños bovinos de dos haciendas de Balzar y determinar si finalmente eran o no susceptibles al tratamiento con ivermectina que se utiliza de manera rutinaria en sus programas de desparasitación. En primer lugar, se pudo comprobar unas altas cargas de nemátodos gastrointestinales, muy variables, habiendo recuentos de entre 52 y 505 hpg. En cuanto a los géneros observados, independientemente del predio, se encontraron proporciones similares donde *Ostertagia* spp. estuvo en un porcentaje mayor al 40%, el segundo género mayoritario de manera global fue *Strongyloides* spp. mientras que el resto de NGI fueron *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp. y *Trichostrongylus* spp., en porcentajes menores o iguales al 3%. En un estudio realizado por Vinuesa et al. (2021) en diferentes ciudades del Ecuador, el género que se presentó en mayor porcentaje fue *Cooperia* spp., entre el 53 hasta el 99%, seguido por *Haemonchus* spp. y *Oesophagostomum* spp., con porcentajes iguales o menores al 10%, sin embargo, cabe mencionar que los animales de su estudio fueron todos terneros entre tres a diez meses de edad, pudiendo ser la causa de las divergencias con el presente estudio. De hecho, el género *Cooperia* spp. es el más común en bovinos jóvenes (Stromberg et al., 2012). Sin embargo, Fernández et al. (2015) realizaron un estudio con 240 animales de 10 ranchos diferentes con distintas edades y observaron que el género más prevalente fue *Cooperia* spp. con el 49% y *Ostertagia* spp. y *Trichuris* sp., con el 15% en ambos casos.

En cuanto a la relación de la carga parasitaria con las variables de estudio, se descartó evaluar la influencia de la condición corporal debido a que los animales

se encontraban con valores muy similares, entre 2 y 3. En el caso de la influencia del sexo o de la edad, las diferencias que se observaron a nivel global se debieron a la respuesta de los animales de la hacienda 2. Es interesante observar que los machos, en esta hacienda, presentaron mayores recuentos de estrongídeos comparado con las hembras. Ello puede deberse a que en esta hacienda la edad también afectó sobre dichos recuentos y precisamente gran parte de las hembras eran también adultas (79%), mientras que la población total de machos eran terneros. Esto concuerda con el conocimiento general de la edad, sabiéndose que los terneros son más susceptibles que los adultos a la presentación de parasitosis (García et al., 2018).

Mediante el trabajo también se pudieron identificar en ambas haciendas, además de estrongídeos, coccidios, siendo mayor su presencia en la segunda hacienda. Según los datos del presente estudio, los recuentos de huevos de estrongídeos y coccidios presentaron una relación proporcional puesto que mientras mayor cantidad de huevos había de estrongídeos en una hacienda menor eran la de coccidios y viceversa. En otros estudios publicados, la relación de estrongídeos y de coccidios van en paralelo, como el de Pfunkenyi et al. (2007) con una prevalencia del 43% de estrongídeos y del 19.8% de coccidios en bovinos de nueve diferentes áreas, de Husain et al. (2012) con 9.8% de estrongídeos y un 6.6% de coccidios, y de Waruiru et al. (2000) con una prevalencia del 85.5% de estrongídeos y un 30.9% de coccidios. Un mayor número de huevos de estrongídeos que de coccidios puede deberse al tipo de manejo de los animales. En ambas haciendas del presente estudio los animales se mantenían bajo pastoreo y no se realizaba estabulación en ningún periodo del día, y es durante el pastoreo que los bovinos tienen una mayor exposición a

los pastos contaminados con las larvas infectantes de los nematodos (Afzan y Muhammad, 2016). En cambio, en el caso de los coccidios, la ingesta de los ooquistes esporulados es más probable en el agua contaminada (García y Rivera, 2017).

Los estudios sobre la resistencia a la ivermectina en Ecuador son pocos, siendo el más reciente por Vinueza et al. (2021) quienes observaron que el FECR de terneros muestreados en 5 granjas de distintas regiones osciló entre el 0 y el 60%, a dosis de 0.2 mg/kg de ivermectina al 1% vía subcutánea. En otro estudio, de Amaya y Araujo (2019), los FECR en terneros fueron del 2,73% y 24,4% al día 14 y 21 después de la aplicación de ivermectina al 1%. En este estudio, según lo reportado por otros autores, se obtuvieron resultados similares, con la ivermectina al 1 y al 3% y dosis de 200 µg/kg vía subcutánea, mostrando resultados diferentes, pero igualmente asociados a la ineficacia del antihelmíntico contra los estrongílidos (61 y de 27% en cada granja, y 41% en promedio). Estos valores están por debajo del 95% de reducción requerida para garantizar que el desparasitante está siendo efectivo (Organización Mundial de la Salud, 2013), aunque cabe añadir que la ineficacia fue superior en la segunda hacienda. Ello podría ser otorgado a los diferentes protocolos de desparasitación y concentración de ivermectina que se presentaban en ambas haciendas. En el caso de H1, antes del estudio la desparasitación se realizaba con doramectina y para el estudio se aplicó ivermectina al 3% a razón de 200 µg/kg vía subcutánea mientras que en H2 se realizaba la desparasitación con ivermectina al 1% y se procedió a colocar el mismo fármaco bajo la misma dosis. Otra diferencia en las granjas fue el tipo de animal que se manejaba en cuanto a su raza, puesto que en la H1 eran razas de carne de cruces con Brahman mientras que en la H2 eran

animales mestizos con más aptitud lechera. Esto también podría deberse a que las razas con cruces de Brahman han desarrollado resistencia y tolerancia a parásitos y enfermedades en detrimento de su capacidad reproductiva y productiva (Núñez et al., 2016), cosa que a su vez podría llevar a un tratamiento más reiterado y a un mayor riesgo de aparición de resistencias.

Si bien la baja eficacia de la ivermectina contra los NGI ha sido reportada desde hace varias décadas (Requejo et al., 1997; Shoop, 1993), los porcentajes de FECR de la ivermectina reportados en el presente estudio son preocupantes ya que, de forma global, están por debajo del 50%, con un máximo del 61% en la H1. En países vecinos como Nicaragua la eficacia de la ivermectina es más baja con un reporte de hasta el -10.5% (Soto et al., 2007), mientras que en Chile la eficacia de este fármaco en bovinos varía con los días de aplicación, del 34% a los 7 días postratamiento y del 77% a los 15 días (Toro et al., 2014). Finalmente, en el caso del FECR, la reducción de huevos fue menor para los coccidios, con porcentajes similares entre haciendas (entorno al 20%). De todos modos, cabe recalcar que la ivermectina no es el antiparasitario de elección contra estos protozoarios (Richards et al., 2016), los cuales no han mostrado susceptibilidad frente a la misma (Northover et al., 2017).

6. Conclusiones

En el estudio presente se observó una importante carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales en las haciendas del cantón Balzar, con una elevada variabilidad entre individuos, debido en parte a la mayor infestación en los animales jóvenes. Ello se acompañó de la existencia de resistencia hacia la ivermectina por parte de los nematodos gastrointestinales, que, sin importar el género identificado, todos presentaban una importante resistencia a la ivermectina después de los 14 días post tratamiento con una eficacia muy reducida. Posiblemente pueda deberse al uso reiterado de la misma, especialmente cuando no se aplican prácticas de rotación de desparasitantes y estos son de peor calidad o menor concentración.

7. Recomendaciones

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda la realización de más estudios sobre la resistencia de los a la ivermectina, así como a otros desparasitantes utilizados de rutina, como los benzimidazoles, en los nematodos gastrointestinales, pero en ectoparásitos, debido a que durante la revisión bibliográfica no se encontraron muchos estudios que indicaran la existencia de poblaciones resistentes a esta droga siendo estos el motivo más común de su aplicación. Ello permitirá crear estrategias de manejo para combatir la parasitosis, como es el caso de la implementación de sistemas rotativos de pasturas y la alternancia con productos alternativos desparasitantes.

8. Bibliografía

- Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. (2012). Ficha técnica o resumen de las características del producto. *Departamento de medicamentos veterinarios*, 1-9.
- Arnaud, R. y Alonso, M. (2012). Unidades de producción bovina con nematodos gastrointestinales resistentes al albendazol (benzimidazoles) en México. *Revista Científica FCV-LUZ*, 22, 300-315.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2008). Constitución de la República del Ecuador. 1-136.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2017). LEY ORGANICA DE SANIDAD AGROPECUARIA. *Gobierno Nacional del Ecuador*, 1-24.
- Batista, R. et al. (2009). Dinâmica da eliminação de ovos por nematódeos gastrintestinais, durante o parto de vacas de corte, no Estado do Pará. *Rev. Bras. Parasitol. Vet. Jaboticaba*, 18, 49-52.
- Briones, C. et al. (2020). Prevalencia y carga parasitaria mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos lecheros de dos distritos del Valle del Mantaro, Junín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(2), 56-68.
- Cayo, F. et al. (2013). Distribución y viabilidad de cisticercos de *Taenia saginata* en los cortes de carne de la canal de bovinos naturalmente infectados. *Archivos de medicina veterinaria*, 45(2), 207-212.

- Coles, G. et al. (2006). The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 136, 167-185.
- Colina, J. et al., (2013). Prevalencia e intensidad del parasitismo gastrointestinal por nematodos en bovinos, *Bos taurus*, del Distrito Pacanga (La Libertad, Perú). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, 33(2), 76-83.
- Comisión de la Comunidad Andina. (2021). Normas para el registro, control, comercialización y uso de Productos Veterinarios. 1-48.
- Combar-ca.eu. (2021). Faecal egg count reduction test (FECRT) protocol Gastrointestinal nematodes - SHEEP and GOATS. *Combar*, 15, 1-5.
- Descarga, C. (2015). Ostertagiasis en vacas de rodeos de crías y tambo del sur de Córdoba. *Información para Extensión en Línea N° 31*, 1-11.
- Encalada M. et al., (2008). Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales. *Veterinaria México*, 39(4), 423-427.
- Fernández, A. et al. (2015). Prevalencia de nemátodos gastroentéricos en bovinos doble propósito en 10 ranchos de Hidalgotitlán Veracruz, México. *Abanico veterinario*, 5, 25-36.
- Fiel, C. (2013). Parasitosis gastrointestinal de los bovinos: Epidemiología, control y resistencia a antihelmínticos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-12.

- Fiel, C. et al. (2001). Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnóstico y profilaxis. *Vet. Arg.*, 17, 21-33.
- Figueroa, A. et al., (2018). Parásitos gastrointestinales de ganado bovino y caprino en Quechultenango, Guerrero, México. *Agro productividad*, 11(6), 97-104.
- Figueróa, C. et al. (2000). Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. *Veterinaria México*, 31(4), 308-312.
- Galván, W. et al. (2016). Eficacia de ivermectina 1% por diferentes vías y dosis frente a parásitos gastrointestinales resistentes en bovinos. *Vet. Arg*, 29, 1-13.
- Garza, J. y Zajac, A. (2019). Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 36(1), 1-31.
- García, D. et al. (2018). Prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de parásitos gastrointestinales en bovinos del municipio de Ventaquemada (Boyacá). *Revista Infometrica*, 1(1), 53-65.
- Gastón, F. et al. (2020). Actividad antihelmíntica in vivo de hojas de *Acacia cochliacantha* sobre *Haemonchus contortus* en cabritos Boer. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(1), 138-150.

- González, G. et al. (2013). Descripción morfológica de *Haemonchus contortus* y *Mecistocirrus digitatus* de ovinos y bovinos en Tabasco, México. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 28(2), 76-85.
- Guerra L. et al. (2014). Eficacia antihelmíntica de Labiomec (Ivermectina 1%) en rebaños bovinos de Camaguey, Cuba. *Revista de Salud Animal*, 36(1), 58-61.
- Hernández, J. et al. (2019). Frecuencia de trematodos en bovinos en un clima cálido húmedo de México. *Pastos y Forrajes*, 42(3), 31-37.
- Hidalgo, A. et al. (2017). Primer registro de *Nematodirus helvetianus* may 1920 (nematoda: molineidae), en bovinos del sur de Chile. *Neotropical Helminthology*, 11(1), 17-23.
- Husain, A. et al. (2012). Prevalence of coccidiosis and other gastrointestinal nematode species in buffalo calves at Hyderabad, Sindh, Pakistan. *Academic Journals*, 6(33), 6291-6294.
- Iglesias, L. et al. (2005). Impacto ambiental de la ivermectina eliminada por bovinos tratados en otoño, sobre la coprofauna y la degradación de la materia fecal en pasturas (Tandil, Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 34, 83-103.
- Kaplan, R. (2020). Biology, Epidemiology, Diagnosis, and Management of Anthelmintic Resistance in Gastrointestinal Nematodes of Livestock. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 36(1), 17-30.

- Márquez , D. et al. (2008). Control sostenible de los nematodos gastrointestinales en rumiantes. *Revista Corpoica* , 9, 113-123.
- Mukul, J. et al. (2014). Parásitos gastrointestinales y ectoparásitos de ungulados silvestres en condiciones de vida libre y cautiverio en el trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(4), 459-469.
- Northover, A. et al. (2017). Evaluating the Effects of Ivermectin Treatment on Communities of Gastrointestinal Parasites in Translocated Woylies (*Bettongia penicillata*). *EcoHealth*, 14(Suppl 1), 117–127.
- Olivares, J. et al. (2006). Prevalencia de nematodos gastroentéricos en terneros predestete del trópico de Guerrero, México, durante la época lluviosa. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(11), 1-5.
- Paiva, F. et al. (2001). Resistência a ivermectina constatada em *Haemonchus placei* e *Cooperia punctata* em bovinos. *Hora veterinaria* 120, 29-34.
- Pereira S. et al. (2008). Resistência de helmintos gastrintestinais de bovinos a anti-helmínticos no Planalto Catarinense. *Ciência Rura*, 38(5), 1363-1367.
- Pérez, O. et al. (2006). Prevalencia de nematodos gastroentericos en terneros predestete del trópico de Guerrero, México, durante la época lluviosa. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(11), 1-6.
- Pfunkenyi, D. et al. (2007). Epidemiological studies of parasitic gastrointestinal nematodes, cestodes and coccidia infections in cattle in the highveld and lowveld communal grazing areas of Zimbabwe. *Onderstepoort J Vet Res.*, 74(2), 56-68.

- Pinedo, R. et al. (2010). Prevalencia de tremátodos de la familia Paramphistomatidae en bovinos del distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, Loreto. *Rev. investig. vet. Perú*, 21, 49-62.
- Pinilla, J. et al. (2018). Prevalencia del parasitismo gastrointestinal en bovinos del departamento Cesar, Colombia. *Revista de investigaciones veterinarias de Perú*, 29(1), 278-287.
- Quiroz, H. (2011). Cestodosis por Moniezia, Thysanosoma y la larva de Taenia. *Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos*, 224-234.
- Ramos, F. et al. (2016). Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of beef cattle in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 6(1), 93-101.
- Rangel, V. et al. (2005). Resistência de Cooperia spp. e Haemonchus spp. às avermectinas em bovinos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 57(2), 186-190.
- Raza, A. et al. (2018). Anthelmintic resistance and novel control options in equine gastrointestinal nematodes. *Parasitology*, 146(4), 425-437.
- Richards, D. et al. (2016), *Coccidiosis Treatment and Prevention in Cattle—Oklahoma State University*. (2016, enero 10). <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/coccidiosis-treatment-and-prevention-in-cattle.html>

Faecal egg count reduction test (FECRT) protocol Gastrointestinal nematodes—

SHEEP and GOATS. (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2022, de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RHJTxlXZp0sJ:https://www.combar-ca.eu/sites/default/files/FECRT_PROTOCOL_sheep_goats_March%25202021.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec

Roberts, F. y O'Sullivan, P. (1949). Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal. *Dision of Animal Health and Production, C.S.I.R.O.*, 1(1), 99-105.

Rodríguez V. et al. (2010). Helmintos gastrointestinales que afectan la salud de los animales. *Biodiversidad*, 301-302.

Rodríguez, R. et al. (2001). Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. *Revista Biomédica*, 12(1), 19-25.

Rojas, S. et al. (2010). Eficacia del febendazol al 10% sobre el control de nematodos gastrointestinales en vacas cebu-suizo, *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11(7), 1-7.

Sánchez, N. et al. (2009). Presencia de *Cotylophoron cotylophorum* (Trematoda, Taramphistomidae) en bovinos de Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 141-142.

Sangster, N. (1999). ¿Pharmacology of Antihelmintic Resistance in Cyathostomes: will it occur with the avermectine/milbemycis? *Vet. Parasitol*, 85(2-3), 189-204.

- Shapiro, J. et al. (2017). Estudio de las cargas de parásitos gastrointestinales de bovinos y búfalos faenados en el frigorífico de Gobernador Virasoro y su relación con la excreción de huevos por gramo de materia fecal y coprocultivo. *USAL*, 4, 20-39.
- Sievers, G. y Alocilla, A. (2011). Determinación de resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nematodos del bovino en dos predios del sur de Chile. *Archivo de Medicina Veterinaria*, 39(1), 67-39.
- Soca, M. et al. (2005). Epizootiología de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes*, 28(3), 175-185.
- Soto, J. et al. (2007). Primer diagnóstico de resistencia a ricobenzole e ivermectina en nemátodos gastrointestinales parásitos de bovinos en Nicaragua. *REDVET*, 8, 1-5.
- Shoop, W. (1993). Ivermectin resistance. *Parasitology Today*, 9(5), 154-159.
- Stromberg, C. et al. (2012). *Cooperia punctata*: Effect on cattle productivity? *Veterinary Parasitology*, 183(3-4), 284-291.
- Tereshima, A. et al. (2009). Técnica de sedimentación en tubo de alta sensibilidad para el diagnóstico de parásitos intestinales. *Rev. gastroenterol. Perú*, 29(4). 45-59.
- Toro, A. et al. (2014). Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de ovinos tratados con ivermectina y fenbendazol. *Arch Med Vet*, 46, 247-252.

- Torres P. et al. (2007). Resistencia antihelmíntica en los nemátodos gastrointestinales del bovino. *Revista de Medicina Veterinaria*, (13), 59-76.
- Vinueza, P. et al. (2021). Widespread resistance to macrocyclic lactones in cattle nematodes. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*, 23, 1-19.
- Waruiru, R. et al.(2000). The Prevalence and Intensity of Helminth and Coccidial Infections in Dairy Cattle in Central Kenya. *Veterinary Research Communications*, 24, 39-53.
- Zvinorova P. et al. (2016). Breeding for resistance to gastrointestinal nematodes – the potential in low-input/output small ruminant production systems. *Veterinary Parasitology*, 30, 19-28.

9. Anexos

9.1 Anexo. Trabajo de campo y laboratorio



9.1.1 Toma de muestra de heces en la hacienda 1 (H1).



9.1.2 Toma de muestra en la hacienda 2 (H2)



9.1.3 Preparación de las muestras en cámara de McMaster



9.1.4 Estudiante analizando las muestras



9.1.5 Preparación de cultivo de larvas

Anexo 9.2 Identificación de larvas al microscopio



9.2.1 Identificación de larva de *Strongyloides* spp. al microscopio (40X).



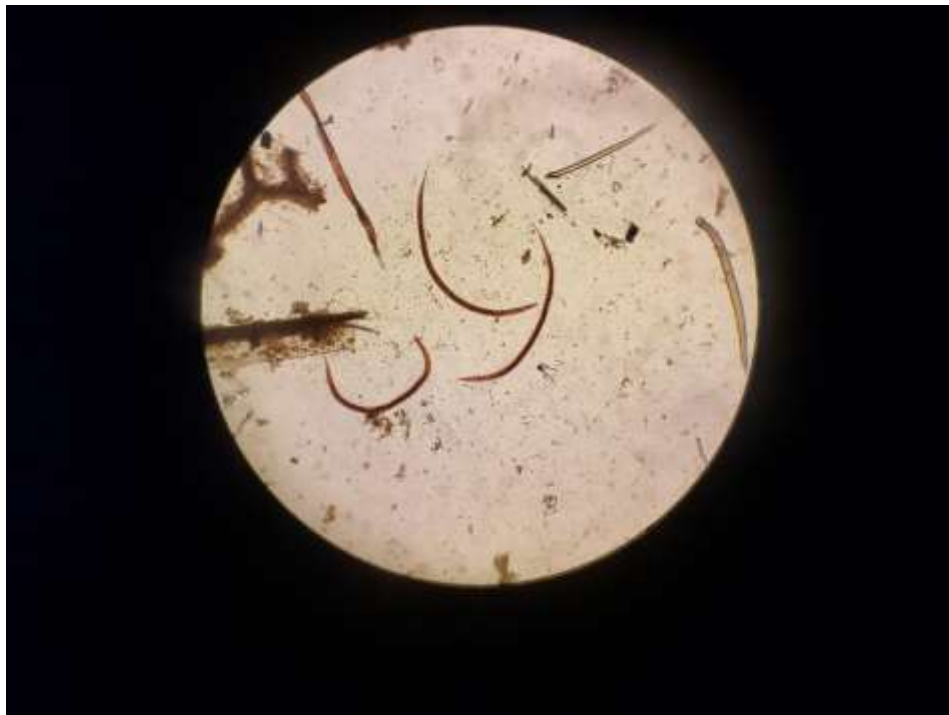
9.2.2 Identificación cola de larva de *Ostertagia* spp. (40X)



9.2.3 Identificación de larva *Oesophagostomum* spp. al microscopio (40X).



9.2.4 Identificación de larva *Haemonchus* spp. al microscopio (40X)



9.2.5 Grupo de larvas *Ostertagia* spp. al microscopio (10X)

