

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA  
FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN  
TESIS DE LICENCIATURA**

**TÍTULO:**

**CARGA PARASITARIA Y ESTRATEGIAS DE  
CONTROL DE NEMÁTODES  
GASTROINTESTINALES EN BOVINOS  
PRODUCTORES DE CARNE  
(Zona sureste de Santa Cruz)**

**PROFESIONAL GUÍA:  
MVZ. ENRIQUE GONZALES APAZA**

**POSTULANTE:  
MARIA FERNANDA ORTIZ BAENY**

**PREVIA OPCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIATURA EN  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA  
2021**

## HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **CARGA PARASITARIA Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE NEMÁTODES GASTROINTESTINALES EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE (Zona sureste del departamento de Santa Cruz)** realizada por **MARIA FERNANDA ORTIZ BAENY**, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha sido aceptado como requisito para optar el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia, previa exposición y defensa del mismo.

## COMITÉ DE TESIS

.....

.....

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
2021**

## TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **CARGA PARASITARIA Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE (Zona sureste del departamento de Santa Cruz)** realizada por **MARIA FERNANDA ORTIZ BAENY**, como requisito para optar el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha sido aprobado por el siguiente tribunal.

.....

.....

.....

.....

.....

Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
2021

## DEDICATORIA

**A DIOS**, por generar mucha fe y el espíritu de trabajo y superación constante en mi persona. Gracias a ello, mi profesión será un instrumento de fe y desarrollo personal y social.

**A mis queridos Padres**, por su lucha y constancia de superación.

**A mis hermanas**, por apoyarme y guiarme en todo este tiempo transcurrido.

## AGRADECIMIENTOS

- A **DIOS**, por ser el creador de este hermoso mundo y generar, fe, esperanza, y fortaleza en el ser humano
- A mi **Familia** por el apoyo incondicional
- A la **Universidad Evangélica Boliviana**, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por darme la oportunidad de profesionalizarme
- A las autoridades de la carrera de Medicina Veterinaria y zootecnia, **Dra. Patricia Bravo y Dr. Wiman Guzmán**, por su calidez humana y profesional.
- A mi asesor de tesis, el Doctor **Enrique Gonzales Apaza** por su colaboración y asesoramiento.
- Al tribunal por la revisión de este trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Hoja de aprobación .....	ii
Tribunal calificador .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Índice de contenido .....	vi
Índice de tablas .....	ix
Resumen.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.5. Planteamiento de Hipótesis.....	4
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Definiciones y generalidades de parasitología .....	5
2.1.1. Parasitismo .....	5
2.1.2. Parásito .....	5
2.1.3. Acción de los parásitos .....	6
2.1.4. Susceptibilidad animal a la parasitosis gastrointestinales .....	6
2.2. Nemátodos.....	8
2.2.1. Definición .....	8
2.2.2. Características morfológicas .....	8
2.2.3. Ciclo evolutivo de los nematodos.....	9
2.3. Parásitos gastrointestinales .....	10
2.4. Diagnóstico de parasitismo .....	11
2.4.1. Recogida y almacenamiento de muestras fecales .....	12
2.4.2. Técnica de Gordon y Whitlock, modificada .....	12
2.4.3. Cálculo de H.P.G. ....	13

2.4.4. Técnica de cultivo e identificación de larvas en materia fecal .....	14
2.5. Epidemiología de nematodos gastrointestinales en bovinos .....	17
2.5.1. Trichostrongylus .....	17
2.5.2. Haemonchus .....	18
2.5.3. Ostertagia.....	19
2.5.4. Cooperia.....	20
2.5.5. Oesophagostomum .....	21
2.6. Drogas antihelmínticas .....	21
2.6.1. Características que debe reunir un buen antihelmíntico .....	21
2.7. Control del parasitismo gastrointestinal .....	22
2.7.1. Control del hospedero .....	22
2.7.2. Control ambiental .....	25
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Delimitación geográfica y temporal del estudio .....	26
3.2. Métodos de investigación .....	27
3.3. Unidad de muestreo .....	27
3.4. Método de campo .....	27
3.5. Método de laboratorio .....	27
3.6. Variables de estudio.....	28
3.7. Análisis estadístico.....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
4.1. Carga parasitaria.....	30
4.2. Identificación de larvas de parásitos gastrointestinales .....	33
4.3. Estrategias de control de parásitos gastrointestinales .....	35
4.3.1. Antecedentes .....	35
4.3.2. Problemas de los actuales tratamientos y métodos de control .....	36
4.3.3. Criterios actuales que se deben considerar para diseñar un programa de control .....	37
4.3.4. Propuesta de un programa integrado para el control de parásitos gastrointestinales en bovinos .....	38
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
5.1. Conclusiones.....	42

5.2. Recomendaciones .....	43
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nemátodos gastrointestinales en bovinos, según el municipio estudiado (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia) .....	30
Tabla 2. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nematodos gastrointestinales por rango de edad de bovinos.....	31
Tabla 3. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nematodos gastrointestinales según la condición racial de los bovinos .....	31
Tabla 4. Distribución porcentual del grado de infestación con larvas de nematodos gastrointestinales en bovinos .....	32
Tabla 5. Distribución porcentual de larvas identificadas de nemátodos gastrointestinales en bovinos.....	33
Tabla 6. Distribución porcentual de larvas de nemátodos gastrointestinales según la edad de los bovinos.....	34
Tabla 7. Distribución porcentual de larvas de nemátodos gastrointestinales según la condición racial de los bovinos .....	34
Tabla 8. Control de parásitos gastrointestinales en bovinos a nivel de hospedero .....	39

**Institución:** Universidad Evangélica Boliviana  
**Carrera:** Medicina Veterinaria y Zootecnia  
**Modalidad:** Tesis de Licenciatura  
**Nombre:** MARIA FERNANDA ORTIZ BAENY  
**Título:** CARGA PARASITARIA Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE (Zona sureste del departamento de Santa Cruz)

## RESUMEN

Este trabajo de investigación, realizó un estudio de la carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales en bovinos productores de carne en el departamento de Santa Cruz, periodo enero a junio de 2021. Para ello, se trabajó en propiedades ganaderas de bovinos productores de carne ubicadas en las provincias Cordillera y Chiquitos del departamento de Santa Cruz, las cuales son asesoradas por la empresa FARMAVET. El estudio se realizó a través de una investigación de tipo exploratorio y transversal. El muestreo se realizó por conveniencia de cada hato bovino, extrayendo una muestra representativa (10 %) de cada categoría del hato bovino (toros, toretes y terneros). La técnica de laboratorio utilizada fue la de Gordon Whiltlock modificada (Mac Master), a través de la cual se determina la presencia de huevos y larvas de nemátodos. Los resultados se analizaron a través de la prueba de Chi-cuadrado y ANAVA para medir la significancia estadística de la prevalencia de larvas y la carga parasitaria (HPG), respectivamente. Los resultados indican: Se registró una carga parasitaria a nemátodos gastrointestinales promedio de 288 HPG. Por municipio, la carga fue significativo ( $p < 0,05$ ); siendo el municipio Charagua el de mayor carga parasitaria, seguido de Pailón y Cabezas. Por rango de edad, se verificó diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ), siendo los animales mayores a los 36 meses de edad los de mayor HPG. Asimismo, la condición racial, también demostró significancia estadística ( $p < 0,05$ ), siendo los bovinos de la raza Senepol los de mayor carga parasitaria en relación a la carga registrada en Nelore y mestizo. En directa relación a la carga parasitaria, el grado de infestación fue: Grave 13,1 %, moderado 11,1 % y leve 40,3 %. Los géneros de mayor prevalencia en el cultivo de larva infectiva fueron: *Trichostrongylus* spp, 44,4 %; *Strongylus* spp, 6,9 %; *Strongyloides* spp, 5,6 % e infestación mixta, 8,4 %. La identificación de larvas infestivas, según el rango de edad de los bovinos difirió estadísticamente ( $p < 0,05$ ), no así según la condición racial de los bovinos, la cual no registró diferencias estadísticas. Finalmente, se recomienda ejecutar un programa de control de nemátodos gastrointestinales de tipo integral y sostenible, iniciando con controles periódicos de la carga parasitaria, la aplicación de antiparasitarios, de acuerdo a la carga, la rotación de los mismos para evitar resistencia; asimismo, las buenas prácticas de manejo son esenciales, como la rotación de potreros y manejo sostenible de las pasturas.

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia 2021**

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Los parásitos internos y externos del ganado continúan siendo una de las principales causas de pérdidas económicas en América Latina como en otras regiones pecuarias del trópico y subtrópico del mundo. Durante las últimas cuatro décadas el mejoramiento de acaricidas, Insecticidas y antihelmínticos de gran eficacia, amplio espectro y poder residual ha permitido al productor ganadero disponer de un instrumento de control práctico y adaptable a diferentes sistemas de producción. Sin embargo, se tiene que evaluar la carga parasitaria con tratamientos estratégicos con antiparasitarios.

El primer informe de resistencia de *Haemonchus contortus* a Fenotiazina se dio en Estados Unidos 1957, en 1987 eran muy pocos los países que presentaban datos de resistencia a los antihelmínticos, en tanto que en 1999 la FAO señala que la evidencia de resistencia en 48 países de 161 investigados donde se puede observar que el problema se ha generalizada a escala mundial. A la fecha sabemos que los helmintos parásitos han desarrollado resistencia a todos los grupos antiparasitario disponible en ovinos, caprinos, bovinos, equinos, porcinos y aun en el hombre (Rojas, 2008).

Las enfermedades parasitarias requieren atenta consideración, por su influencia negativa con los balances de las explotaciones, las posibles restricciones a la explotación de animales y sus productos, o por la presencia de fármacos antiparasitarios en carnes, derivados lácteos, etc. (Cordero del Campillo y col., 1999).

Los rumiantes en pastoreo y sus parásitos internos llevan miles de años evolucionando conjuntamente; se cree que la relación huésped parásito surgió

cuando organismos de vida libre (saprófitos) que ocurrían en los pastos, se adaptaron al ciclo alimenticio de los animales (vía oral-fecal), sin embargo la relación ecológica que los caracteriza es la de convivencia; el mejor ejemplo de esta situación es el caso de los rumiantes salvajes del África (Ñus, Gacelas, Búfalos, etc.) los cuales poseen importantes poblaciones parasitarias, pero difícilmente conocemos de casos donde se justifique el tratamiento antiparasitario de estas especies de rumiantes. El problema se inicia cuando el hombre interviene alterando los equilibrios naturalmente establecidos (Benavides y Romero, 2008).

Los nematodos producen efectos negativos sobre la nutrición del animal, que generan en el bovino un menor desarrollo corporal, por ende menores pesos al destete y menor ganancia de peso para llegar a la edad de la pubertad y al primer parto, un gran efecto sobre el metabolismo energético y proteico, que se asocian a índices reproductivos más bajos, que en animales no infestados desparasitados (Villar, 2009).

Respecto a trabajos en el área de investigación, se cita a Arando y col., (2012), quienes en la cabaña de bovinos Nelore “Todos Santos Hirtner”, dependiente de la Facultad de Ciencias Veterinarias - UAGRM, se evaluó la carga parasitaria de los animales durante cuatro meses correspondientes a la época seca y parte de la época de lluvia para determinar el momento óptimo de realizar la aplicación del antiparasitario respectivo contra estos helmintos. La carga parasitaria media de los siete lotes fueron (1): 246,66; (2):196,2, (3):240,0; (4):183,8; (5):136,5; (6):92,3 y (7):35,8. Donde el II con valor  $P < 0.05$  y los lotes I, III, IV y V con  $P > 0.05$  y el lote VII con valor de  $P < 0.001$ . En el cultivo de larvas se observó un mayor porcentaje de larvas correspondientes al género ***Trichostrongylus*** (43%), seguida de ***Cooperia*** (24%), ***Ostertagia*** (22%), ***Haemonchus*** (9%) y ***Oesophagostomum*** (2%).

Por tanto, con este trabajo de investigación se pretendió actualizar estos resultados a nivel de todas las propiedades ganaderas que brinda asistencia técnica la empresa Farmavet, sobre todo en la zona sureste de Santa Cruz.

## **1.2. Planteamiento del problema**

No se evidencian estudios actuales sobre la carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales en bovinos en la zona de influencia ganadera del departamento de Santa Cruz, lo que imposibilita la formulación de estrategias de control de estas parasitosis gastrointestinales.

## **1.3. Justificación**

Las afecciones parasitarias son consideradas como causas importantes de pérdidas económicas en la productividad ganadera, debido a daños tales como: morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción y productividad, alteraciones reproductivas y altos costos del control, entre otros.

También es importante determinar y cuantificar las cargas parasitarias de nemátodos gastrointestinales en bovinos y su porcentaje, ya que algunos parásitos pueden encontrarse en gran número de animales sin alcanzar grados de infestación patológica, mientras otros son menos frecuentes pero pueden conformar poblaciones numerosas y ocasionar pérdidas económicas de importancia.

Finalmente, con este trabajo se pretende generar destrezas y competencias en el diagnóstico y control de enfermedades parasitarias gastrointestinales que afectan a los bovinos; además, fortalecerá el trabajo de servicio técnico que imparte la empresa Farmavet a nivel de ganadería bovina productora de carne.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de la carga parasitaria y formular estrategias de control de nemátodos gastrointestinales en bovinos productores de carne en el departamento de Santa Cruz, periodo enero a junio de 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en bovinos.
- Identificar el tipo de larvas de parásitos gastrointestinales.
- Formular estrategias de control de estas parasitosis y socializar las mismas a nivel del sector ganadero.

## **1.5. Planteamiento de Hipótesis**

Ho: La carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales en bovinos productores de carne, varía en función de la condición racial y edad de los animales.

Ha: La carga parasitaria de nemátodos gastrointestinales en bovinos productores no está relacionada a las variables condición racial y edad de los animales

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Definiciones y generalidades de parasitología**

La parasitología es una rama de la biología que estudia organismos que viven a costa de otros. La forma de vida denominada como parasito se encuentra muy extendida en el mundo animal y vegetal. A este respecto, teniendo en cuenta su situación taxonómica existen dos grandes grupos de parásitos, los pertenecientes al reino vegetal y los pertenecientes al reino animal, es decir los fitoparásito y zooparásito (Pardo, 2005).

#### **2.1.1. Parasitismo**

Una relación aún más estrecha en el cual una especie (el parasito) vive en otra especie (el hospedero) que le provee de nutrición, guardia, y una serie de señales biológicas para dirigir su desarrollo, de las cuales el parasito carece. La dependencia del parasito es tan estrecha que no puede sobrevivir (como especie) sin el hospedero. Además el hospedero siempre causa cierto perjuicio al hospedador (Barriga, 2002).

#### **2.1.2. Parásito**

Se denomina parasito a todo organismo vegetal (fitoparasito) o animal (zooparasito) que aprovecha o explota a otro organismo (hospedero) como fuente de alimentación o como ambiente para su vida, requerimiento parcial o totalmente del mismo en dependencia de las regulaciones de sus relaciones con el ambiente exterior. La finalidad del parasito es aprovecharse de su hospedero mediante la ganancia repentina o continua de alimento, teniendo como objetivo también asegurar su desarrollo y garantizar la existencia de su especie (Pardo, 2005).

### **2.1.3. Acción de los parásitos**

Existen parásitos que pueden ocasionar a sus hospederos numerosas acciones patógenas, en tanto que otros sólo algunas de ellas. Como principales acciones patógenas de los parásitos están consideradas las siguientes acción expoliatriz, toxica, mecánica, necrosante e infecciosa (Pardo, 2005).

### **2.1.4. Susceptibilidad animal a la parasitosis gastrointestinales**

El efecto o el impacto que los nematodos gastrointestinales ocasionan en el ganado dependen de la susceptibilidad de estos a aquellos, está asociado a factores como los referidos a continuación.

#### **Edad y tipos de parásitos**

Con la edad se produce un incremento de la resistencia a la infección por estrongílicos que está muy marcado en el vacuno, algo menos en el ovino y bastante menos en las cabras. La resistencia propia de la edad puede desmoronarse cuando la infección es muy importante o como resultado secundario de una nutrición deficitaria o una enfermedad. Las ovejas viejas pueden sucumbir a la estrongilosis cuando pierden los dientes (Bowman y Col., 2004).

Se ha detectado una mayor prevalencia de endoparásitos del orden strongylida en terneros de tres a nueve meses edad, fenómeno que puede asociarse al mayor consumo de forrajes contaminados en la época del destete (Márquez, 2003).

#### **Nutrición animal**

Está demostrado que los animales alimentados correctamente son capaces de tolerar mejor el parasitismo que los animales malnutridos, el ganado vacuno

puede crecer razonablemente si la carga de tricostrongídeos es moderada, incluso aunque haya cierta pérdida de proteína (Urquhart y col., 2001).

### **Exposición previa del huésped a los endoparásitos**

La exposición previa de los animales a los parásitos determinan más adelante el grado de inmunidad que estos desarrollen, la cual está asociada, en lo fundamental, al manejo de las praderas que se practique en un sistema de producción determinado. De esta manera, los bovinos que han sido expuestos de manera gradual a desafíos parasitarios desarrollaran, en la misma forma, inmunidad a los nematodos gastrointestinales, en especial a partir del primer año de edad (Márquez, 2003).

### **Raza**

En los últimos 20 años se ha estudiado y establecido la posibilidad de explotar la variación genética en la resistencia de los rumiantes a los nematodos, a través de procesos de selección con resultados contundentes, según los cuales algunas razas, sobre todo las cebuinas, han demostrado resistencia a las infecciones parasitarias, así como a ciertos individuos de una misma raza (Márquez, 2003).

### **Capacidad de respuesta inmune del hospedador**

Los parásitos helmintos tienen una habilidad singular para estimular las respuestas de tipo th2 y la producción de inmunoglobulina E. La IgE puede haber evolucionado como un anticuerpo antiparasitario, los vermes parásitos poseen una gruesa cutícula que los protege al daño por la mayoría de las células defensivas. Sin embargo, los eosinófilos parecen ser los únicos capaces de producir un daño y destruir los helmintos (Tizard, 2009).

## **2.2. Nemátodes**

### **2.2.1. Definición**

Los nemátodes son gusanos redondos, no segmentados, especies libres y parasitarias, cuya morfología es básicamente semejante, aunque las últimas presentan adaptaciones a la forma de vida parasitaria. El cuerpo es filiforme, con simetría bilateral, pero las hembras de algunas especies desarrollan dilataciones corporales más o menos globulosas, como en *Tetrámeres* y *Simodsia*. El tamaño de los nematodos varía desde pocos milímetros (algunos *Oxiuros*), hasta más de 1m de longitud (hembras de *Diectophyma renale*). Poseen aparato digestivo, sexos separados y ciclos vitales directos o indirectos (Cordero del Campillo y Col., 1999).

### **2.2.2. Características morfológicas**

#### **Cutícula**

La cubierta corporal consta de dos capas: cutícula e hipodermis, la superficie externa se halla cubierta por una envoltura adicional, esta envoltura se denomina capa superficial externa o glucocáliz. Es rica en carbohidratos y se supone que puede tener un importante papel en los mecanismos de evasión de la respuesta inmunitaria de los hospedadores. El estudio de la ultra estructura de la cutícula ha demostrado la existencia de varias capas. La más externa es la epicutícula, por debajo se encuentra la cutícula, cuyas capas se pueden agrupar básicamente en la llamada cortical, media y basal (Cordero del Campillo y Col., 1999).

#### **Musculatura**

La capa muscular procede de la hipodermis y está formada por células que tienen una parte contráctil o fibras estriadas oblicuamente y otra citoplásmica afibrilar contráctil, donde se halla el núcleo. La musculatura, el pseudocele y la

cutícula funcionan como un esqueleto hidrostático, para los movimientos independientes del esófago y el movimiento ondulatorio del gusano (Cordero del Campillo y Col., 1999).

### **Canal alimentario**

Consiste en las siguientes partes: boca, cavidad bucal, faringe, esófago, intestino y el recto (Cordero del Campillo y Col., 1999).

### **Sistemas**

Excretor, nervioso y reproductor (Cordero del Campillo y Col., 1999).

### **2.2.3. Ciclo evolutivo de los nematodos**

Los huevos son del tipo estrongilo y salen con las deposiciones. Bajo condiciones apropiadas de temperatura humedad, sombra y aireación, rápidamente se forma una L1 que abandona el huevo y vive como gusano de vida libre. Esta muda a una L2, también de vida libre, y esta a su vez, muda a una L3. La L3 infectante para el hospedero y está encerrada en la cutícula de la L2 de modo que no puede comer y sobrevive con las reservas alimenticias que acumulo la L2. Bajo condiciones ideales (20 a 25 °C y > 85% de humedad relativa), las L3 empiezan a aparecer en el suelo a los 6 a 9 días (Barriga, 2002).

Cuando la L3 son ingeridas con el forraje, se liberan de la cutícula de la L2 en el rumen o en el estómago mudan a L4 en la primera semana, a juveniles en la segunda, y empiezan a poner huevos en la tercera (Barriga, 2002).

Las L3 de Haemonchus se desarrollan a L4 dentro de la mucosa gástrica pero las L4 rápidamente salen al lumen y empiezan a chupar sangre. Las L3 de

Ostertagia y de Hyostrongylus invaden las glándulas gástricas, se desarrollan allí durante todo el estadio de L4, y regresan al lumen como juveniles. Las L3 de Trichostrongylus penetran bajo el epitelio gástrico o intestinal y pueden permanecer allí durante todo su desarrollo. Las larvas de Cooperia y Nematodirus se desarrollan en las criptas intestinales y algunas pueden penetrar en la mucosa (Barriga, 2002).

### **2.3. Parásitos gastrointestinales**

Los parásitos gastrointestinales se encuentran localizados por todo el tracto gastrointestinal de los rumiantes siendo los más comunes:

*Cooperia spp*: estos nematodos infectan el intestino delgado de los bovinos. Existe varias especies: *C. oncophora*, *C. punctata* y *C. pectinata*, siendo estas dos últimas las que más predominan en las zonas tropicales y están asociadas a cuadros de gastroenteritis en los terneros. Los daños sobre el intestino delgado incluyen pérdida de vellosidades intestinales, respuesta inflamatoria intensa y pérdida de proteínas plasmáticas.

*Haemonchus spp*: es uno de los más importantes por su capacidad hematófaga debido a su alto potencial reproductivo, desarrollándose grandes cargas parasitarias que se pueden incrementar en las épocas secas y calurosas, pudiendo llevar a la muerte de los animales. Causa daños severos en la mucosa abomasal originando anemia, disturbios en la digestión, hipoproteinemia y diarrea.

*Ostertagia spp*: es un parasito común en todas regiones del mundo y más en lugares de lluvias, estas son adecuadas para su transmisión y supervivencia, es de los pocos parásitos que afecta a jóvenes y adultos. La adquisición de resistencia frente a la infección por parte del parasito, requiere de un periodo de

tiempo más largo en comparación con la resistencia adquirida frente a los otros grupos de parásitos.

La ostertagiosis es causada por *Ostertagia spp*, la cual presenta dos tipos: La ostertagiosis Tipo I: se presenta en animales jóvenes destetados y no destetados cuando son introducidos por primera vez en praderas altamente contaminadas, con larvas infectantes L3, se caracteriza por alta morbilidad y baja mortalidad. La ostertagiosis tipo II: se origina por la reanudación del desarrollo de larvas inhibidas (Hipobiosis), como respuesta a condiciones ambientales favorables para su supervivencia, al final de los periodos secos y calientes, y al inicio de las épocas de lluvias. En este caso, las larvas acumuladas en las glándulas abomasales salen en masa, ocasionando una patología mucho más severa que la del tipo I.

*Oesophagostomum spp*: estos parásitos se localizan en cualquier lugar del tracto gastrointestinal, desde el píloro al recto, formando ovillos sobre la capa muscular de la mucosa, produciendo estructuras quísticas de las paredes de la porción final del intestino producen nodulaciones a nivel de colon en torno de la larva que se desarrolla (L4), diez días después las larvas abandonan las nodulaciones y migran a la mucosa del ciego y del colon, el día 19 termina su desarrollo pasando a adulto. Los huevos se encuentran en las heces 32-42 días pos infección.

Otros nematodos como *Dictycaulus*, *Strongyloides*, *Neoascaris* y *Bunostomum* se pueden encontrar en pequeñas cantidades, dependiendo de la región, aunque al parecer, estos helmintos no son causantes de mayores problemas sanitarios (Torres y Col., 2007).

#### **2.4. Diagnóstico de parasitismo**

El examen fecal para el diagnóstico de las infecciones parasitarias es probablemente el procedimiento más común de laboratorio realizado en la

práctica veterinaria. Relativamente barato y no invasivo, el examen fecal puede revelar la presencia de parásitos en varios sistemas del organismo (Zajac y Conboy, 2012).

#### **2.4.1. Recogida y almacenamiento de muestras fecales**

Las heces deben ser recolectada por las mañana, directamente del recto del animal. Si es difícil obtener muestras directamente del recto en la práctica se acepta que estas se recolecten desde el suelo cuando se ve el animal defecando. Solo se tomara la muestra que se encuentra en la capa superior del excremento Esto se puede hacer con un guante de plástico y tan pronto se recolecte la cantidad necesaria de heces, el guante es volteado hacia dentro y de esta forma sirve como recipiente de recolección. Se debe cerrar cuidadosamente e identificando correctamente con todos los datos necesarios (Rodríguez y col., 2005).

El proceso de desarrollo y eclosión de los huevos comunes estrogilidos puede ser frenado por la refrigeración. El desarrollo también se reduce cuando el aire está excluido de la muestra mediante la colocación de las heces recogidas en una bolsa de plástico y presionando el aire antes de sellar la bolsa (Zajac y Conboy, 2012).

#### **2.4.2. Técnica de Gordon y Whitlock, modificada**

Esta técnica es de uso común para el conteo de H.P.G. de huevos de nematodos gastrointestinales de rumiantes y requiere de una lámina denominada “Cámara de McMaster” (Ueno y Goncalves, 1998).

#### **Materiales**

- Balanza simple para pesar heces

- Solución hipersaturada de NaCl o azúcar (requerimiento para la técnica de flotación simple)
- Colador de malla fina de 0,5 mm de apertura
- Instrumento para mezclar (espátula)
- Crisol de porcelana, cemento, vidrio u otros recipientes similares
- Pipeta Pasteur con pera de goma
- Pobrete
- cronometro
- Cámara MacMaster
- Microscopio compuesto (Ueno y Goncalves, 1998).

### **Técnica**

Pesar 4 g de heces colectadas directamente del recto y colocarlos dentro de un recipiente, añade 58 ml de solución hipersaturada de NaCl o azúcar disgregar la materia fecal con una espátula hasta que no queden grumos o un mortero, Filtrar la suspensión fecal con un colador de malla fina (0.5 mm de apertura) hacia adentro de un segundo recipiente, Homogenizar la suspensión fecal con una pipeta Retirar una pequeña cantidad y llenar en las dos áreas de la cámara. Esperar de 1-2 minutos, para realizar el conteo, para la observación microscópica usar objetivo de 10x. Contar los huevos encontrados en ambas áreas (Ueno y Goncalves, 1998).

#### **2.4.3. Cálculo de H.P.G.**

Del total de huevos encontrados en el área izquierda más el total del área derecha, multiplicando por 100. De los resultados de H.P.G. los huevos de nematodos gastrointestinales, encontrados en las dos áreas de la cámara MacMaster. Cada género tiene sus características de patogenicidad y sus hembras oviponen en cantidad diferente según la especie (Ueno y Goncalves, 1998).

Género parasitario y huevos diarios por hembra: *Haemonchus* y *Oesophagostomum*, 5.000 a 10.000; *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, 100 a 200; *Cooperia*, 500 a 1000, y *Nematodirus*, 50 a 100.

#### **2.4.4. Técnica de cultivo e identificación de larvas en materia fecal**

Los huevos de distintas especies de estrongilídeos que parasitan rumiantes, equinos y porcinos son similares. El conocimiento de la composición específica de los huevos es importante en infecciones mixtas. La fecundidad y el poder patógeno de los parásitos son diferentes. La técnica que se describe a continuación para materia fecal bovina complementa los estudios cualitativos, y consiste en el acondicionamiento de los huevos en la materia fecal para obtener las larvas 3, cuyas características morfológicas facilitan la identificación específica (Ueno y Goncalves, 1998).

#### **Técnica de Roberts y O` Sullivan (modificada)**

##### **Materiales:**

- Envase de vidrios de 300 ml con tapa
- Telgopor en copos o aserrín o vermiculita
- Agua destilada o potable desclorinada
- Estufa de cultivo a 24-27 °C
- Tubo de centrifuga de 50 ml
- Pipeta
- Porta objeto o cámara
- Centrifuga-lugol

##### **Procedimiento:**

- Homogenizar las muestras de materia fecal del mismo grupo de animales.

- Colocar en un envase 50-100 g de materia fecal mezclada con el telgopor
- Mantener en estufa de cultivo durante 12 días
- Finalizado el periodo de cultivo llenar con agua el envase hasta el borde
- Cubrir con una placa de petri
- Invertir el envase, y dejar 12 horas hasta que las larvas migren hacia el agua, aproximadamente en media hora podrán verse las primeras larvas en el agua
- Recoger en tubo de centrifuga de 50 ml
- Centrifugar 5 minutos a 2500 r.p.m.
- Tomar una gota del fondo del tubo con una pipeta
- Descargar la pipeta en un portaobjeto o en una cámara
- Fijar con lugol diluido
- Observar al microscopio
- Identificar y contar 100-200 ejemplares; establecer la distribución porcentual en el cultivo (Vignau y col., 2005).

### **Identificación de larvas 3:**

Las larvas 3 de nematodos gastrointestinales se clasifican según el tamaño y las características morfológicas. Las claves prácticas de mayor uso consideran la presencia o ausencia de la vaina de la segunda muda, forma y tamaño, el largo total del parásito (LT), la cantidad de células intestinales y al aspecto de la cavidad oral o del esófago (Vignau y col., 2005).

### **Larvas sin vaina:**

*Strongyloides*: los nematodos Rhabditidos pueden o no presentar vaina, la larva 3 de este género no la tiene luego de la segunda muda LT: 550-650  $\mu\text{m}$ . el esófago fácilmente ocupa 1/3 a 1/2 de la longitud del cuerpo. La cola de la larva

termina en tres pequeños bulbos distinguible. A 20-25 °C la larva es infectante en 30-70 horas (Vignau y col., 2005).

#### **Larvas con cola corta:**

*Bunostomum*: larva muy corta. LT: 500-640 µm. LCV: 120-170 µm, terminación muy fina. Cavidad bucal cónica, esófago fuerte y con el bulbo posterior bien marcado las células intestinales no son evidentes. A 22-24 °C incuba en 6-7 días (Vignau y col., 2005).

*Trichostrongylus*: larva relativamente corta. LT: 580-780 µm, más cortas las de *T. axei* que las de *T. colubriformis*. Las colas de las vainas son cónicas. LCV: 80-110 µm. La abertura oral no presenta cavidad visible. El intestino tiene 16 células triangulares. La extremidad de la larva en las diferentes especies puede o no presentar pequeños bulbos. A 22-24 °C incuba en 6-8 días (Vignau y col., 2005). *Ostertagia*: larva de aspecto delgado. LT: 730-930 µm. LCV: 90-125 µm (en *O. circumcincta* es algo menor). La cápsula bucal es cónica, a menor aumento se ve pequeña, algo más larga que ancha y opaca. Con 16 células intestinales pentagonales. La cola de la larva termina redondeada. A 22-24 °C incuba en 7-8 días (Vignau y col., 2005).

#### **Larvas con cola mediana:**

*Cooperia*: son diferentes según las especies, aunque todas poseen cápsulas bucales cónicas y anchas (siempre más anchas que profundas). La cápsula bucal está revestida por una cutícula gruesa por lo que su contorno aparece marcado y refringente. *C. oncophora* es la de mayor tamaño, LT: 760-1000 µm, LCV: 160-180 µm; la cápsula bucal tiene forma de lira y la refringencia de la cutícula en la base toma el aspecto de dos puntos muy marcados cuando se observa con menor aumento. Otras especies de *Cooperia* (*punctata*, *curticei* y *mc masteri*) son más pequeñas, LT: 670-980 µm, LCV: 130-180 µm. El contorno

de sus cápsulas bucales es menos marcado pero igualmente refringente y ancho, en lugar de observarse dos puntos refringentes en la base de la cápsula suele verse una pequeña banda estrecha. Todas las especies tienen 16 células intestinales pentagonales. A 22-24 °C incuba en 7-8 días (Vignau y col., 2005).

*Haemonchus*: larvas delgadas. LT: 600-860 µm (son algo más cortas y robustas las de *H. contortus* que las de *H. placei*). LCV: 120-190 µm; la vaina termina muy fina especialmente en *H. placei*. Cápsula bucal poco evidente, de forma tubular. Con 16 células intestinales triangulares. A 27- 28 °C incuba en 6-7 días (Vignau y col., 2005).

### **Larvas con cola larga:**

*Oesophagostomum*: larvas medianas. LT: 740-1150 µm (*O. radiatum* más cortas que *O. venulosum*). LCV: 170 a 270 µm, variable entre especies. La cavidad oral es recta y de paredes gruesas. Con 16 a 32 células intestinales pentagonales. A 24 °C incuba en 7-8 días (Vignau y col., 2005).

*Nematodirus*: larvas muy grandes. LT: 930-1300 µm. LCV: 260-370 µm. Cápsula bucal recta y de contorno marcado. El extremo caudal con distintas formaciones según la especie. Con 8 células intestinales de forma trapezoidal o rectangular según las especies. La incubación y desarrollo hasta larva 3 ocurre dentro del huevo (Vignau y col., 2005).

## **2.5. Epidemiología de nematodos gastrointestinales en bovinos**

### **2.5.1. Trichostrongylus**

Tiene en común con los demás trichostrongílidos parásitos que el desarrollo y la supervivencia de las fases de la vida libre de *Trichostrongylus spp.* Dependen de las condiciones atmosféricas y de los pastos. En general, las fases

infectantes se producen en 4-6 días en condiciones óptimas, a 27 °C. La temperatura mínima para el desarrollo oscila entre 10 a 15 °C. El desarrollo se realiza más rápidamente en verano, alcanzándose un máximo de carga parasitaria en los pastos en 6 a 8 semanas, lo que conduce a infestaciones intensas de los corderos a partir del mes de septiembre.

Las larvas infectantes, si bien son más susceptibles al frío que las de *Ostertagia* spp, muestran una cierta capacidad de invernar con lo que pueden vivir en los pastos hasta abril o junio del año siguiente. Esta capacidad de las larvas para invernar puede manifestarse en la aparición de parasitosis por *Trichostrongylus* spp. En los corderos en los meses de junio y julio. Por el contrario, las larvas son incapaces de sobrevivir en condiciones de alta temperatura y baja humedad, de tal manera que se ha demostrado que una temperatura del suelo de 21-27 °C es inhibitoria para *T. axei*. Sin embargo, las larvas infectantes de *T. Colubriformis* pueden resistir la desecación.

En efecto, la supervivencia de las larvas depende de la época de deposición de los primeros calores de verano. Las formas parásitas de *Trichostrongylus* spp. Parecen capaces de sobrevivir a las condiciones adversas, principalmente como gusanos adultos en el interior de su hospedero. La infestación induce inmunidad a la reinfección. Tanto la infestación de larvas infectantes como la presencia de gusanos adultos están implicados en la respuesta inmune, y la inmunidad es específica; al menos, a nivel genérico. Aunque hay algunos antígenos comunes entre algunas especies de *Trichostrongylus*, la reinfección de los ovinos con larvas infectantes induce la reacción de autocura (Vaca, 1997).

### **2.5.2. Haemonchus**

El desarrollo pre-parasitario de *H. contortus* es muy similar al de otros strongilídeos. En condiciones ambientales adecuadas se alcanza el estado

infectante en 4 a 6 días. Las bajas temperaturas retardan el desarrollo y por debajo de 9 °C hay poco desarrollo o ningún desarrollo. Los huevos que alcanzan el estado de pre-eclosión son más resistentes a las condiciones adversas y pueden resistir la congelación y la desecación con más facilidad que otras fases. Sin embargo, los huevos y larvas infectantes de *H. contortus* no resisten la desecación ni las bajas temperaturas. Así, en regiones de veranos lluviosos y áreas con inviernos suaves, la presencia de las larvas tienden a incrementarse a fines de primavera, alcanzando un máximo en la segunda mitad del verano y decrece durante el invierno.

En general, los niveles de supervivencia en el invierno son bajos. Por el contrario, en zonas de invierno lluvioso, las larvas no resisten el calor y el estiaje del verano, aunque las larvas infectantes poseen una considerable capacidad de supervivencia a ciclos sucesivos de desecación y rehidratación. *H. contortus* sobrevive a las condiciones ambientales adversas, aunque detiene su desarrollo en el hospedador (Vaca, 1997).

Hace muchos años se observó que algunas ovejas infectadas con *Haemonchus* se curaban espontáneamente de su parasito después de sufrir un reinfección masiva. Estos cambios drásticos en el ambiente donde moran los parásitos son capaces de expulsar a los nematodo presentes, aunque estos sean de una especie distinta a la que causo la respuesta inmune (Barriga, 2002).

### **2.5.3. Ostertagia**

El desarrollo y la supervivencia de las fases de vida libre son similares, en esencia a los de otros tricostrongílicos gastrointestinales. Así, la velocidad de desarrollo de los huevos hasta el tercer estado larvario depende de que la temperatura media ambiental sea superior a 10 °C. El desarrollo comienza lentamente en la primavera, alcanza un máximo a la mitad del verano y

comienza a descender hacia el otoño; los huevos depositados al final del otoño no alcanzan el tercer estado larvario hasta la primavera siguiente. Las larvas de *Ostertagias* spp. Son muy resistentes al frío, y las larvas infectantes procedentes de huevos depositados en la hierba en la estación anterior pueden invernar y sobrevivir en el pasto hasta mayo. Datos recientes han demostrado que las larvas pueden sobrevivir, presumiblemente en el suelo, durante un largo periodo y salir a la hierba desde julio en adelante. Las larvas infectantes no están resistentes a la desecación. Un máximo de larvas están dispuestas en los pastos hacia finales de invierno. Este número decrece rápidamente en primavera y pocas larvas resisten en calor y la falta de humedad de los meses de verano. Los corderos se infectan en otoño e invierno y aquellos nacidos en otoño, infectantes a finales de invierno, pueden portar importantes cargas parasitarias en los meses de verano. Los corderos nacidos en primavera, infestados al comienzo de la estación desarrollan una importante resistencia adquirida en esa época (Vaca, 1997).

#### **2.5.4. Cooperia**

Es similar a la de otros tricostrongílicos gastrointestinales. Las larvas infectantes pueden sobrevivir en los pastos de 9 a 26 semanas y resisten fácilmente al paso del invierno. Además, los parásitos son capaces de detener su desarrollo de manera similar a como lo hace *O. ostertagi*, con el fin de sobrevivir en condiciones ambientales adversas. Los gusanos penetran en la mucosa del intestino delgado. Una infestación ligera no tiene consecuencias pero los animales jóvenes pueden verse seriamente afectados por infestaciones intensas, que pueden adquirir en pastos húmedos. Los signos clínicos y las lesiones son similares a los de la tricostrongilosis (Vaca, 1997).

### **2.5.5. Oesophagostomum**

Los huevos y larvas se desarrollan entre 10 y 40 °C, con un rango óptimo de 20 a 25 °C. Las larvas suelen sobrevivir los inviernos en climas templados, pero mueren rápidamente con temperaturas bajo 0 °C o con humedad debajo de 75%. En climas tropicales, las larvas en el pasto se desarrollan continuamente todo el año pero sobreviven solo 3 a 7 semanas. Algunas L4 sobreviven el otoño y el invierno como larvas hipobioticas en el intestino, y reasumen el desarrollo y contaminan los pastos en la primavera siguiente (Barriga, 2002).

### **2.6. Drogas antihelmínticas**

Son sustancias capaces de matar o eliminar los nematodos, trematodos, cestodos, y artrópodos ya sea intestinales o de tejidos. Los antihelmínticos tienen por misión actuar sobre los parásitos que viven en el tubo digestivo y estructuras asociadas. De acuerdo a lo manifestado, estas drogas pueden provocar la muerte de los helmintos o bien su expulsión del organismo huésped sin exterminarlo (Sumano y Ocampo, 2006).

#### **2.6.1. Características que debe reunir un buen antihelmíntico**

Un antihelmíntico ideal debe tener las siguientes propiedades:

- Tener un amplio margen terapéutico
- Ser potente y rápido
- Ser fácil de administrar
- De efecto residual
- Sin efectos colaterales indeseables
- Muy toxico para el parasito y seguro para el huésped
- Que sea económico.
- Que no genere resistencia

- Con una relación costo-beneficio favorable (Sumano y Ocampo, 2006).

## **2.7. Control del parasitismo gastrointestinal**

Puesto que la erradicación de los parásitos no es muy práctica, el objetivo del control de los nematodos gastrointestinales debe dirigirse a limitar el contacto hospedero parásito, desarrollando sistemas de producción en los cuales la población de parásitos no exceda los niveles compatibles con los niveles de producción económica en esto es, que no afecten la salud o el óptimo desempeño productivo de los bovinos. En los sistemas de producción ganaderos, el control de los nematodos gastrointestinales en rumiantes abarca dos niveles: el del hospedero y el del ambiente (Márquez, 2003).

### **2.7.1. Control del hospedero**

#### **a) Control mediante el uso de antihelmínticos**

Para el control de los nematodos con antihelmínticos existen diferentes estrategias destacándose las siguientes:

**Tratamiento preventivo extensivo.** Basado en la aplicación de tratamientos durante largos periodos, determinados en lo fundamental por la persistencia del antiparasitario empleado, por ejemplo, los antihelmínticos usados mediante el sistema de liberación lenta, que tienen la doble desventaja de seleccionar para resistencia por no mover el 100% de los parásitos adultos, y la persistencia de residuos en los productos de origen animal (Márquez, 2003).

**Tratamiento curativo,** de salvamento o de emergencia: dirigido a la aplicación de tratamientos solo a los animales clínicamente enfermos, y cuya desventaja

es el riesgo de muerte de los animales o el incremento de pérdidas indirectas (Márquez, 2003).

**Tratamiento táctico.** Tiene como objeto tratar los animales cuando van a ser trasladados a otras áreas o praderas recién formadas, para evitar así el aumento de la contaminación ambiental. El tratamiento táctico requiere del conocimiento de los ciclos de los parásitos internos y de los factores que desencadenan los procesos de traslación de larvas infectivas en las pasturas (Márquez, 2003).

**Tratamiento estratégico.** En relación con este programa, es necesario precisar que el tratamiento estratégico es un concepto estadístico que se basa en la probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos epidemiológicos en ciertas épocas el año en las condiciones normales de una región, por lo cual estos esquemas precisan del conocimiento de la dinámica de la traslación de las larvas y de la identificación de las épocas críticas de los tratamientos, con el objeto de interrumpir este proceso. Además, este tipo de control tiene en cuenta la menor cantidad de larvas de endoparásitos existentes en las pasturas durante las épocas secas del año en las condiciones normales de la una región (Márquez, 2003).

## **b) Uso de animales resistentes**

Algunas razas de rumiantes han demostrado poseer la característica deseable de ser resistente por naturaleza a los nematodos gastrointestinales. El nivel de excreción de huevos fecales ha demostrado ser heredable, sugiriéndose la práctica de selección de animales resistentes en fincas como uno de las alternativas para el control de endoparásitos (Márquez, 2003).

Además, se han realizado estudios que demuestran la existencia de familias resistentes frente a parásitos gastrointestinales dentro de un rebaño, con

heredabilidades del carácter que pueden llegar al 0,3%, aunque existe variación en la resistencia a distintos tipos de parasitosis, observándose en muchas ocasiones un gran aporte genético (García, 2006).

### **c) Mejoramiento nutricional**

Una alimentación correcta, adaptada a las necesidades fisiológicas y/o reproductivas del rebaño en principios inmediatos y agua, así como equilibrada en las relaciones proteína/energía y con un balance mineral-vitamínico adecuado, es fundamental para mantener un buen nivel sanitario, con un control óptimo de los parásitos. Una alimentación bien balanceada que proporcione una nutrición correcta es sinónimo de mayor resistencia a las patologías parasitarias (García, 2006).

### **d) Etnoveterinaria**

Los medicamentos antihelmínticos provienen del uso de extractos y productos de plantas. En este sentido existen reportes sobre las propiedades antihelmínticas de algunas plantas como las leguminosas por las altas concentraciones de taninos condensados en estas dicotiledóneas, los cuales pueden afectar a los nematodos gastrointestinales y mejorar la productividad de los bovinos (Márquez, 2003).

### **e) Uso de vacunas**

En el futuro el control de las enfermedades parasitarias puede estar basado en el desarrollo de vacunas constituidas por antígenos recombinados de los parásitos. En la actualidad ya se han desarrollado algunas de estas vacunas, por ejemplo las vacunas frente a *Taenia ovis*, o están en la última fases de desarrollo como por ejemplo las vacunas frente a *Babesia bovis* y *Boophilus microphilus* en bovinos y *Haemonchus contortus* en ovejas (Urquhart y col., 2001).

### **2.7.2. Control ambiental**

**Manejo de praderas.** Basados en conocimientos epidemiológicos, donde las variaciones estacionales y la disponibilidad de larvas en la pastura son elementos clave, es posible el manejo del pastoreo para obtener un control parasitario. El objetivo de todas estas estrategias consiste en la obtención de pasturas seguras, que son aquellas que presentan bajos niveles de contaminación parasitaria y por ello no representan un riesgo parasitario inmediato para los animales que allí pastorean (FAO, 2003).

Desde el punto de vista del manejo, praderas “libres de parásitos”, “descontaminadas” o parasitológicamente “controladas” pueden obtenerse mediante sistemas de pastoreo rotacional y/o pastoreo alterno (Márquez, 2003).

**Control biológico.** Se definen el control biológico como un método ecológico por el hombre para disminuir las poblaciones parasitarias a un nivel subclínico aceptable, conservado estas poblaciones en un nivel no perjudicial gracias a antagonistas vivos naturales. Entre los distintos organismos estudiados como posibles agentes de control biológico se encuentra artrópodos coprófagos, bacterias y hongos. En estos últimos, existen hifomicetos (conocidos como hongos nematófagos) capaces de atrapar y digerir las formas libres de los nematodos en el suelo. Muchos de estos hongos producen esporas de resistencia o tienen fases saprofitas en ausencia de sus hospedadores, además no son patógenos para los organismos que no son su blanco (Sagüés y col., 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Delimitación geográfica y temporal del estudio**

El estudio se realizó en propiedades ganaderas de bovinos productores de carne ubicadas en las provincias Cordillera y Chiquitos del departamento de Santa Cruz.

La provincia Cordillera tiene una extensión territorial de 86.245 km<sup>2</sup>, ocupa el 23,27 % del departamento de Santa Cruz y es la provincia más extensa de Bolivia. Geográficamente, se puede inscribir en un rectángulo entre los 632 30' de longitud Oeste y los 592 de longitud Este; y los 182 de latitud al Norte, y 202 30' de latitud Sur. El comportamiento de la temperatura está relacionado fundamentalmente con la altitud; por lo general los meses más fríos corresponden a los periodos de tendencia seca pero se acentúa los meses de julio y agosto que corresponden a los meses de los vientos; la misma varía de entre 19 °C al Oeste y 23 °C al Este de promedio anual, con mínimas de 3 °C (mínima extrema de -1.6 °C. Las precipitaciones pluviales también son variables, van desde los 560 mm hasta los 922 mm. Su altura promedio es de 1.240 msnm (Subgobernación provincia Cordillera, 2021).

Referente a la provincia Chiquitos se encuentra en la parte oriental del departamento de Santa Cruz, forma parte de los territorios de la Chiquitania, que quedan al naciente del río Grande o Guapay; la componen tres municipios, Pailón San José de Chiquitos y Roboré. Tiene una superficie de 31.429 km<sup>2</sup>, ocupa el 8,5 % de la superficie total del departamento. Está a una altura de 296 msnm, en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 17° 39' 31" Sur y Longitud: 62° 43' 35" Oeste. La temperatura promedio es de 25,4 °C, con rangos de 22 a 36 °C, y una precipitación pluvial de 804,5 mm (CEPAD, 2017).

Referente al límite temporal, el trabajo se realizó en un periodo de cinco meses, de febrero a junio del año 2021, concerniente al trabajo de campo, de laboratorio y elaboración del informe final de investigación.

### **3.2. Métodos de investigación**

Corresponde a un trabajo de tipo exploratorio y transversal. Es exploratorio, porque a través de una técnica laboratorial de diagnóstico coproparasitológico se cuantificó la carga parasitaria e identificó larvas de nemátodos gastrointestinales en bovinos. Es transversal, porque se realizó en un determinado periodo de tiempo (febrero a junio de 2021).

### **3.3. Unidad de muestreo**

La población de estudio correspondió a los bovinos existentes en cuatro propiedades ganaderas que brinda asistencia técnica la empresa FARMAVET. El muestreo se realizó por conveniencia de cada hato bovino, extrayendo una muestra representativa (10 %) de cada categoría del hato bovino (vacas, toretes y terneros).

### **3.4. Método de campo**

El muestreo se realizó en las primeras horas de la mañana, utilizando para tal caso bolsas de plástico para la recolección de las muestras (heces fecales) de los bovinos, ya sea directamente del recto o al momento que la defecación. La muestra se tomó en una cantidad aproximada de 20 g, luego fueron identificadas, refrigeradas y trasladadas al laboratorio para su análisis.

### **3.5. Método de laboratorio**

El diagnóstico se ejecutó en los laboratorios de la empresa FARMAVET y en laboratorios propios de las propiedades ganaderas.

La técnica de laboratorio utilizada fue la de Gordon Whittlock modificada (Mac Master), a través de la cual se determina la presencia de huevos y larvas de nemátodos. Además, con este método se cuantificó la carga parasitaria, es decir el número de huevos por gramo (HPG).

La lectura de HPG y el grado de infestación, se realizó de acuerdo al siguiente criterio: Leve, 100 a 200 HPG; moderada, 300 a 600 HPG; grave, mayor a 700 HPG (Ueno, 1998).

### **3.6. Variables de estudio**

#### **Variables dependientes o de respuesta:**

- Carga parasitaria, expresada en huevos por gramo (HPG).
- Tipo de larvas de nemátode gastrointestinal identificado.

#### **Variable independiente o factor:**

- Municipio de estudio, con tres niveles: Charagua, Cabezas y Pailón.
- Rango de edad del bovino, con cuatro niveles: menor a 12; de 13 a 19; de 19 a 36 y mayor a 36 meses.
- Condición racial: Nelore, Mestizo y Senepol.

### **3.7. Análisis estadístico**

Los resultados se analizaron a través de la prueba de Chi-cuadrado para determinar la significancia estadística del tipo de larvas, en función de los factores en estudio. A la existencia de significancia, se utilizó el test de Duncan para la comparación múltiple de proporciones, aceptándose un nivel de confiabilidad de 0,05.

Asimismo, se utilizó ANAVA para medir la significancia estadística de la carga parasitaria (HPG) por efecto de los factores de estudio. Al evidenciarse significancia, se utilizará la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) aceptándose un nivel de confiabilidad de 0,05.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Carga parasitaria

Los valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nemátodos gastrointestinales en bovinos, según el municipio estudiado, fue estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ). En el municipio Charagua, se evidenció la mayor carga parasitaria (620 HPG), seguido de Pailón (364 HPG) y en Cabezas (62 HPG), registrando una carga parasitaria a nemátodos promedio de 288 HPG para los tres municipios (Tabla 1).

**Tabla 1. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nemátodos gastrointestinales en bovinos, según el municipio estudiado**

(Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)

<b>Municipio</b>	<b>N</b>	<b>HPG</b>	<b>EEM</b>
Charagua	20	620	124,46
Pailón	17	364	96,09
Cabezas	35	62	15,05
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>288</b>	<b>49,94</b>

Significancia (p < 0,05)

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

La relación de factores concomitantes al nivel o grado de la carga parasitaria se analiza a continuación.

Analizando la variable rango de edad, se verificó que los animales mayores a los 36 meses de edad, registran la mayor carga parasitaria (705 HPG), seguido de los bovinos de 13 a 19 meses de edad (620 HPG), luego, los menores a 12 meses (109 HPG) y finalmente animales entre los 19 a 36 meses (84 HPG),

indicando por tanto, diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ), tal como se refiere en la tabla 2.

**Tabla 2. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nematodos gastrointestinales por rango de edad de bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

<b>Rango de edad (meses)</b>	<b>N</b>	<b>HPG</b>	<b>EEM</b>
Menor a 12	11	109	47,05
De 13 a 19	20	620	124,46
De 19 a 36	35	84	17,35
Mayor a 36 meses	6	705	200,7
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>288</b>	<b>49,94</b>

Significancia (p < 0,05)

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

El factor condición racial, también demostró significancia estadística ( $p < 0,05$ ), siendo los bovinos de la raza Senepol los de mayor carga parasitaria (705 HPG), en relación a la carga registrada en Nelore (463 HPG) y mestizo (62 HPG), (Tabla 3).

**Tabla 3. Valores promedios de carga parasitaria (HPG) para nematodos gastrointestinales según la condición racial de los bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

<b>Condición racial</b>	<b>N</b>	<b>HPG</b>	<b>EEM</b>
Nelore	31	463	89,79
Mestizo	35	62	15,05
Senepol	6	705	200,73
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>288</b>	<b>49,95</b>

Significancia (p < 0,05)

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

De acuerdo al grado de infestación de la carga parasitaria, se registró la siguiente distribución: Grave 13,1 %, moderado 11,1 % y leve 40,3 % (Tabla 4).

**Tabla 4. Distribución porcentual del grado de infestación con larvas de nematodos gastrointestinales en bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

<b>Grado de infestación</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Grave	10	13,9
Moderado	8	11,1
Leve	29	40,3
Ninguna	25	34,7
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

Comparando los resultados de este trabajo con otros realizados en el departamento de Santa Cruz, se cita a Arando y col., (2012), quienes determinaron la carga parasitaria y estrategias de control de nematodos gastrointestinales en Bovinos Nelore de Todos Santos Hirtner en la provincia Obispo Santistevan de Santa Cruz.

Estos autores, refieren que los machos y hembras de 12 a 24 meses registraron un promedio de 210  $\pm$ 22 HPG, no existiendo diferencia estadística ( $p > 0,05$ ); los machos y hembras de 24 a 36 meses registraron un promedio de 114  $\pm$ 19 HPG, tampoco se evidenció diferencias estadísticas; sin embargo, las hembras mayores a 36 meses de edad, con un promedio de 36  $\pm$ 4 HPG indican diferencia estadística muy significativa en relación a las demás categorías ( $p < 0,01$ ).

## 4.2. Identificación de larvas de parásitos gastrointestinales

La distribución porcentual de larvas de parásitos gastrointestinales en bovinos fue la siguiente: *Trichostrongylus* spp, 44,4 %; *Strongylus* spp, 6,9 %; *Strongyloides* spp, 5,6 %; e infestación mixta, 8,4 %. Asimismo, no se identificaron larvas en el 34,7 %, de los casos (Tabla 5).

**Tabla 5. Distribución porcentual de larvas identificadas de nemátodos gastrointestinales en bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

Tipo de larvas	N	Distribución (%)
<i>Strongylus</i> spp	5	6,9
<i>Trichostrongylus</i> spp	32	44,4
<i>Strongyloides</i> spp	4	5,6
Mixta	6	8,4
Sin parásitos	25	34,7
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

La identificación de larvas infestivas, según el rango de edad de los bovinos difirió estadísticamente ( $p < 0,05$ ), registrándose en animales menores de 12 meses mayor número de casos de *Trichostrongylus* spp; en bovinos de 13 a 19 meses, prevaleció la infestación de larvas de *Strongylus* spp; de 19 a 36 meses, se registró una mayor presencia de larvas de *Trichostrongylus* spp; y en animales mayores a 36 meses, *Strongyloides* spp (Tabla 6).

**Tabla 6. Distribución porcentual de larvas de nemátodos gastrointestinales según la edad de los bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

Tipo de larvas	N	Menor a 12	%	De 13 a 19	%	De 19 a 36	%	Mayor a 36 meses	%
<i>Strongylus spp</i>	5	0	0,0	4	80,0	1	20,0	0	0,0
<i>Trichostrongylus spp</i>	32	4	12,5	9	28,1	17	53,1	2	6,3
<i>Strongyloides spp</i>	4	0	0,0	2	50,0	0	0,0	2	50,0
Mixta	6	0	0,0	5	166,7	0	0,0	1	33,3
Sin parásitos	25	7	28,0	0	0,0	17	68,0	1	4,0
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>11</b>	<b>15,3</b>	<b>20</b>	<b>27,8</b>	<b>35</b>	<b>48,6</b>	<b>6</b>	<b>8,3</b>

Significancia (p < 0,05) (p < 0,05) (p < 0,05) (p < 0,05)

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

La distribución porcentual de larvas de nemátodos gastrointestinales según la condición racial de los bovinos no registró diferencias estadísticas (p > 0,05), tal como se detalla en la tabla 7.

**Tabla 7. Distribución porcentual de larvas de nemátodos gastrointestinales según la condición racial de los bovinos (Febrero a junio de 2021, Santa Cruz - Bolivia)**

Tipo de larvas	N	Nelore	%	Mestizo	%	Senepol	%
<i>Strongylus spp</i>	5	4	80,0	1	20,0	0	0,0
<i>Trichostrongylus spp</i>	32	16	50,0	14	43,8	2	6,3
<i>Strongyloides spp</i>	4	2	50,0	0	0,0	2	50,0
Mixta	6	5	166,7	0	0,0	1	33,3
Sin parásitos	25	4	16,0	20	80,0	1	4,0
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Significancia (p > 0,05) (p > 0,05) (p > 0,05)

Fuente: Elaboración propia con datos de FARMAVET, 2021

Al respecto, Arando y col., (2012), indican que en el cultivo e identificación de larvas, se registró las siguientes proporciones: ***Trichostrongylus*** (43%). ***Cooperia*** (24%). ***Ostertagia*** (22%). ***Haemonchus*** (9%). ***Oesophagostomum*** (2%),

También, Ribera, (2010) realizó un trabajo de evaluación de un programa de control contra nematodos gastrointestinales en novillos Nelore en tierras bajas del este, donde señala que las cargas parasitarias estuvieron dentro del rango de infestación leve, donde se observó que el género más predominante fue de ***Cooperia*** (79,4%), ***Ostertagia*** (8%), ***Trichostrongylus*** (6,1%), ***Haemonchus*** (2,8%), ***Bunostomum*** (2,3%) y ***Oesophagostomum*** (1,5%).

Finalmente, se puede indicar que al haber comprobado que las categorías más afectadas son las jóvenes, ya que los animales de más de 2 años desarrollan inmunidad contra la infestación de estos parásitos. Es así que los terneros destetados son los más susceptibles. Las medidas de manejo que se realizan en esta categoría como el destete, la castración, el descorne, agregado a factores como el cambio de alimentación y a época del año (generalmente fines de otoño e invierno), generan un stress adicional que muchas veces acentúa el impacto negativo que ocasionan estos parásitos. Los sobreaños mudando de dientes es otra categoría susceptible.

### **4.3. Estrategias de control de parásitos gastrointestinales**

#### **4.3.1. Antecedentes**

El tratamiento de las patologías asociadas a la presencia de parásitos se basa principalmente en el uso de drogas químicas; situación que ha generado resistencia antihelmíntica (Kaplan y Vidyashankar, 2012). Ante este escenario se ha intensificado la búsqueda de alternativas terapéuticas para el tratamiento o control de dichos agentes parasitarios.

Márquez y Jiménez (2017), refieren que cómo en muchas zonas del mundo, la presión por los recursos como la tierra, ha traído un corrimiento de las explotaciones ganaderas de zonas de alto potencial a zonas más marginales, haciéndose un uso cada vez más intenso de las superficies ganaderas. Esto trae como consecuencia en los sistemas pastoriles un “amontonamiento” de animales, lo que en general tiende a producir una limitación de la producción, ya que cada vez más los vacunos compiten por el alimento y se exponen a contraer diversas enfermedades.

Es así que en este nuevo marco, atender y controlar las enfermedades que atentan contra esta producción, es esencial, teniendo especial relevancia en sistemas de pastoreo directo aquellas que provocan los parásitos gastrointestinales (Márquez y Jiménez, 2017).

Por tanto, y a decir de Craig (1996), puesto que la erradicación de los parásitos no es muy práctica, el objetivo del control de los nematodos gastrointestinales debe dirigirse a limitar el contacto hospedero parásito, desarrollando sistemas de producción en los cuales la población de parásitos no exceda los niveles compatibles con los niveles de producción económica en estos sistemas, esto es, que no afecten la salud o el óptimo desempeño productivo de los bovinos (Márquez y Jiménez, 2017).

#### **4.3.2. Problemas de los actuales tratamientos y métodos de control**

Hasta ahora, el método de control de mayor aplicación es el uso irracional de medicamentos antihelmínticos, situación que ha conducido al surgimiento de la resistencia a estas sustancias en las poblaciones de nematodos (Saravia, 2020). Para compensar esto, los productores recurren a incrementar la frecuencia de los tratamientos, sobre todo con drogas de actividad persistente, situación que ha agravado el problema del parasitismo en las fincas a causa de la insostenibilidad económica y ambiental de esta práctica, y producido estos resultados:

- a) Magnificación del problema parasitario en fincas.
- b) Gasto innecesario de productos antiparasitarios.
- c) Riesgo para la salud humana por la presencia de residuos químicos en productos de origen animal.
- d) Alto riesgo de aparición de resistencia en los nematodos a los compuestos químicos de mayor frecuencia de uso.
- e) Contaminación del medio ambiente debido al uso de lactonas macrocíclicas (avermectinas), (Saravia, 2020).

#### **4.3.3. Criterios actuales que se deben considerar para diseñar un programa de control**

Al margen de las alternativas empleadas para el control de los parásitos gastrointestinales, un programa adecuado de control de helmintos requiere del conocimiento local o regional de los siguientes aspectos:

- a) La fluctuación en el tiempo de la carga parasitaria en los animales, la prevalencia de los distintos géneros de parásitos en los predios y las épocas de mayor contaminación de las praderas.
- b) El conocimiento de la bioecología de los parásitos, es decir, el conocimiento de los estados de vida libre en el estiércol y en las praderas.
- c) Períodos en los cuales los animales se afectan por el incremento de los efectos de los parásitos internos.
- d) La influencia de los sistemas de pastoreo sobre la dinámica de las enfermedades en los animales (Saravia, 2020).

Por otra parte, refiere Saravia (2020), puesto que cada especie de parásito debe considerarse como un sistema complejo de interacciones entre el huésped, el parásito y el medio ambiente de un sistema de producción determinado, el control de los parásitos internos depende también de:

- a) Sistema de producción (leche, carne, doble propósito).
- b) Clima: templado o tropical.
- c) Manejo practicado en fincas: sistemas de pastoreo.
- d) Especies de helmintos involucrados (Saravia, 2020).

#### **4.3.4. Propuesta de un programa integrado para el control de parásitos gastrointestinales en bovinos**

Se utiliza el criterio de Márquez y Jiménez (2017), quienes sostienen que en los sistemas de producción ganaderos, el control de los nematodos gastrointestinales en rumiantes abarca dos niveles: el del hospedero y el del ambiente.

##### **a) Control en el hospedero**

Este se efectúa con el uso de antihelmínticos, de vacunas, de animales resistentes, con el mejoramiento de la nutrición animal o suplementación alimenticia y la etnoveterinaria (Márquez y Jiménez, 2017), de acuerdo al detalle de la tabla 8.

##### **b) Control ambiental**

Este método está enfocado a interrumpir el ciclo biológico de los NGI y su importancia se encuentra en la reducción de larvas infectantes (L3) en las zonas de pastoreo. Este principio está basado en la prevención que consiste en llevar animales libres de parásitos a áreas de pastoreo no contaminadas y en la evasión transfiriendo a animales tratados con AHs de praderas contaminadas a áreas de pastoreo libres de nematodos (Márquez y Jiménez, 2017).

**Manejo de praderas o del pastoreo.** Puesto que los pastos constituyen un puente de unión entre los estados de vida libre de los endoparásitos y los huéspedes, el eje central del manejo de praderas es diseñar esquemas que reduzcan las posibilidades de contacto entre las larvas infectivas de los

parásitos en los pastos y el hospedero. Debe ser una práctica ideal en los esquemas de control de parásitos siempre que las situaciones particulares de los predios lo permitan.

**Tabla 8. Control de parásitos gastrointestinales en bovinos a nivel de hospedero**

Método de control	Características importantes
Uso de antihelmínticos	Tratamiento preventivo extensivo: tratamientos durante largos periodos con antihelmintos de liberación lenta
	Tratamiento curativo, de salvamento o de emergencia: aplicado únicamente a los animales clínicamente enfermos
	Tratamiento táctico: previo traslado a otras áreas de pastoreo (de acuerdo al ciclo de los parásitos)
	Tratamiento estratégico: basados en proyecciones estadísticas epidemiológicos (épocas críticas para efectuar el control)
Uso de vacunas	Ventaja de que es una condición no química de control
	Uso de antígenos recombinantes en algunas especies de parásitos
	No hay vacunas comerciales para bovinos
Uso de animales resistentes	Algunas razas de rumiantes han demostrado poseer la característica deseable de ser resistentes por naturaleza a los nematodos gastrointestinales.
	Resistencia se entiende la habilidad de algunos animales para prevenir o limitar el establecimiento o el subsecuente desarrollo de infección por helmintos
	El nivel de excreción de huevos fecales ha demostrado ser heredable
	Selección de animales resistentes en fincas
Mejoramiento nutricional	Relación sinérgica entre el nivel de infección por helmintos y la malnutrición
	Animales que reciben suplementación alimenticia reducen el número de huevos de helmintos por gramo de heces
	Pérdidas de producción y las tasas de mortalidad debidas al parasitismo gastrointestinal disminuyen en los sistemas de producción de bovinos alimentados en forma adecuada
Etnoveterinaria	Medicamentos antihelmínticos provienen del uso de extractos y productos de plantas, como los aceites de castor y el quenopodio
	Existen reportes sobre las propiedades antihelmínticas de algunas plantas como las leguminosas por las altas concentraciones de taninos condensados en estas dicotiledóneas
	Pueden afectar a los nematodos gastrointestinales y mejorar la productividad de los bovinos

Fuente: Elaboración propia, adaptada de: Márquez y Jiménez, (2017).

Con esto se logra reducir los estados de vida libre de los nemátodos por falta de alimento al no haber hospederos disponibles, disminuyéndose las posibilidades de contacto entre los animales y las larvas infectivas, obteniéndose, al final, pasturas seguras con bajos niveles de contaminación parasitaria. Desde el punto de vista del manejo, praderas “libres de parásitos”, “descontaminadas” o parasitológicamente “controladas” pueden obtenerse mediante sistemas de pastoreo rotacional y/o pastoreo alterno (Márquez y Jiménez, 2017).

**Control biológico.** El control biológico de los nematodos parasíticos está orientado al control de los estados de vida libre de los endoparásitos, en contraste con los quimioterapéuticos que atacan la fase parasítica en los hospederos. Hasta ahora, es *Duddingtonia flagrans*, el hongo que ha demostrado tener mayor habilidad para reducir las larvas de parásitos trichostrongylidos en heces de animales (Saravia, 2020).

**Silvopastoreo.** Los sistemas silvopastoriles pueden mitigar el impacto de los endoparásitos en el ganado directa e indirectamente por el estado de confort y mejoramiento nutricional de los animales, en particular por Soca y col., (2001):

- 1) El mayor volumen de biomasa comestible producido, lo cual le permite a los animales hacer una mejor selección de los alimentos.
- 2) La alimentación de los animales con las partes más altas de las plantas (ramoneo) disminuye los consumos cercanos al suelo y, por tanto, los niveles de infección con endoparásitos, pues es conocido que la mayor cantidad de larvas L3 se localizan entre 0 – 25 cm de altura de los pastos.
- 3) La altura de la biomasa debajo de estos sistemas es superior a los 35 cm, dificultando la traslación de estas larvas a los ápices de estas plantas, lo cual disminuye las posibilidades de infección de los huéspedes.

- 4) El mayor desarrollo de una fauna coprófaga contribuye a la descomposición rápida de las excretas, impidiendo, por lo tanto, el desarrollo de las larvas a estados infectivos.

Por tanto, y de acuerdo a lo indicado previamente, el control de parásitos gastrointestinales en la ganadería bovina de Santa Cruz, se debe ejecutar a través de una estrategia de Control Integrado de Parásitos (CIP).

De acuerdo a Márquez y Jiménez (2017), el CIP es definido como el uso racional de medidas de control biológicas, biotecnológicas y no químicas con prácticas de manejo o estrategias de selección de razas, con el propósito de reducir el uso de agentes químicos a un mínimo absoluto.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Se registró una carga parasitaria a nemátodos gastrointestinales promedio de 288 HPG. Por municipio, la carga fue significativo ( $p < 0,05$ ); siendo el municipio Charagua el de mayor carga parasitaria, seguido de Pailón y Cabezas. Por rango de edad, se verificó diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ), siendo los animales mayores a los 36 meses de edad los de mayor HPG. Asimismo, la condición racial, también demostró significancia estadística ( $p < 0,05$ ), siendo los bovinos de la raza Senepol los de mayor carga parasitaria en relación a la carga registrada en Nelore y mestizo. En directa relación a la carga parasitaria, el grado de infestación fue: Grave 13,1 %, moderado 11,1 % y leve 40,3 %.

Los géneros de mayor prevalencia en el cultivo de larva infectiva fueron: *Trichostrongylus* spp, 44,4 %; *Strongylus* spp, 6,9 %; *Strongyloides* spp, 5,6 %; e infestación mixta, 8,4 %. La identificación de larvas infestivas, según el rango de edad de los bovinos difirió estadísticamente ( $p < 0,05$ ), no así según la condición racial de los bovinos, la cual no registró diferencias estadísticas.

El control de parásitos gastrointestinales en la ganadería bovina de Santa Cruz, se debe ejecutar a través de una estrategia de Control Integrado de Parásitos (CIP); ya que permite hacer un uso racional de medidas de control biológicas, biotecnológicas y no químicas con prácticas de manejo o estrategias de selección de razas, con el propósito de reducir el uso de agentes químicos a un mínimo absoluto.

## **5.2. Recomendaciones**

El control de nemátodos gastrointestinales en bovinos tiene que asumir una estrategia integral, iniciando con controles periódicos de la carga parasitaria, la aplicación de antiparasitarios, de acuerdo a la carga, la rotación de los mismos para evitar resistencia; asimismo, las buenas prácticas de manejo son esenciales, como la rotación de potreros y manejo sostenible de las pasturas.

Asimismo, se recomienda analizar con mayor profundidad los factores que más inciden en la presentación y nivel de prevalencia de estos parásitos en la ganadería bovina, considerando las condiciones propias de manejo de cada propiedad ganadera, así como las condiciones ambientales que impera en la región.

Para diseñar y aplicar un programa de control de parásitos gastrointestinales, los ganaderos de nuestra región deberán considerar que el éxito del mismo, depende de muchos factores; sin embargo, va como recomendación, que un programa de control de estos parásitos en la ganadería bovina, debe ser integral y sostenible, en lo económico, productivo y ambiental.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASANA 2019.** Estación Meteorológica. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia.
- ARANDO CASTRO, DAVID; JOSÉ LUIS VACA ROQUE; PAOLA P. ESPINOZA CARIOLA Y EZEQUIEL JIMÉNEZ CARREÑO. 2012.** Carga parasitaria y estrategias de control de nematodos gastrointestinales en Bovinos Nelore de Todos Santos Hirtner (Prov. Obispo Santistevan - Santa Cruz). Tesis de grado, carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Veterinarias. UAGRM. Documento.
- BENAVIDES O, E, Y ROMERO N. A. 2008.** El control de los parásitos internos del ganado en sistemas de pastoreo en el trópico.
- BARRIGA, O. O. 2002.** Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en América Latina. Editorial Germinal. Santiago-Chile. pp. 95-114
- BOWMAN, D. D. 2004.** Parasitología para veterinarios. 8ed. Elsevier. Madrid-España. pp. 163-181
- CEPAD, 2017.** Desarrollo Económico Local en la Provincia Chiquitos. Disponible en: [https://dhis.hegoa.ehu.eus/uploads/resources/4717/resource\\_files/Desarrollo\\_Econ%C3%B3mico\\_Local\\_en\\_Chiquitos.pdf?v=63736107299](https://dhis.hegoa.ehu.eus/uploads/resources/4717/resource_files/Desarrollo_Econ%C3%B3mico_Local_en_Chiquitos.pdf?v=63736107299)
- CORDERO DEL CAMPILLO, M., Y COL. 1999.** Parasitología Veterinaria. Mc Graw- Hill- Interamericana. Madrid. España. pp. 113-123
- CRAIG, T.M.; WIKSE, S.E. 1996.** Control programs for internal parasites of beef cattle in the southern United States. Department of Veterinary pathobiology, Texas. 1-6. Citado por: Márquez y Jiménez (2017).

**FAO, 2003.** Resistencia a los antiparasitarios Estado actual con énfasis en América Latina

**GARCIA ROMERO C. 2006,** Control de las helmintosis en ganadería ecológica. Hojas divulgadoras. 2118. pp. 16-20

**KAPLAN, R.M., VIDYASHANKAR, A.N., 2012.** An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*. 186, 70-78. Citado por: Márquez y Jiménez (2017).

**LARSEN, M. 2000.** Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious micro fungi. *Parasitology*. Vol. 120. p. 121-131. Citado por: Márquez y Jiménez (2017).

**MÁRQUEZ, L. D. 2003.** Nuevas tendencias para el control de los parásitos de bovinos en Colombia. Editorial. Corpoica. Colombia. pp. 28-38

**MÁRQUEZ LARA, DILDO Y JIMÉNEZ PALLARES, GABRIEL. 2017.** Epidemiología y control del parasitismo gastrointestinal en bovinos. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_bovinos/215-Epidemiologia\\_y\\_control.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/215-Epidemiologia_y_control.pdf)

**PARDO, C. M. 2005.** Parasitología veterinaria I. universidad nacional agraria. Facultad de ciencias animal. Mangua-Nicaragua. pp. 5-11

**RIBERA, G. A. 2010.** Evaluación de un programa de control de nematodos gastrointestinales en novillos nelore en las tierras bajas del este, U.A.G.R.M. facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis de grado.

**RODRÍGUEZ, V. R. y COB, G. L. 2005.** Técnicas diagnósticas en parasitología veterinaria. Segunda edición. Ediciones de la universidad autónoma de Yucatán. Yucatán-México. pp. 39-40

**ROJAS M. J. 2008.** Resistencia de *Haemonchus spp* y *Trichostrongylus spp* de los bovinos a benzimidazoles (fenbendazol, albendazol) e imidazotiazoles (levamisol)

**SAGÜÉS, M. F. Y COL. 2011.** Hongos nematofagos para el control de nematodos gastrointestinales en el ganado y sus formas de administración. Revista Iberoamericana de Micología. pp. 143-147.

**SARAVIA, ALEJANDRO. 2020.** Control de parásitos gastrointestinales: afinando la estrategia. Disponible en: [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R128/R\\_128\\_36.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R128/R_128_36.pdf)

**SOCA, M.; SIMÓN, L.; ROCHE, Y.; SÁNCHEZ, S.; AGUILAR, A.; GÓMEZ, E. 2001.** Parasitological dynamics of bovine dropping under silvopastoral system conditions. En: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress on Agroforestry and Livestock Production. Compilador: Ibrahim, M. San José de Costa Rica. Abril de 2001. p. 122-126. Citado por: Márquez y Jiménez (2017).

**SUBGOBERNACIÓN provincia Cordillera. 2021.** Disponible en: <http://subgobernacioncordillera.blogspot.com/2021/01/provincia-cordillera.html>

**SUMANO, L. H.; OCAMPO, C. L. 2006.** Farmacología Veterinaria. 3ed. Interamericana McGraw-Hill. Impresión en México. pp. 277-280.

**TIZARD, I. 2009.** Inmunología Veterinaria. 8ed. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F. pp. 249-257.

**TORREZ, V. P Y COL. 2007.** Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales del bovino. Revista de medicina veterinaria. Número 013. Bogotá-Colombia. pp. 59-76

**UENO, H. Y GONCALVES, P.C. 1998.** Manual para el diagnóstico de las helmintos de rumiantes. Cuarta edición. Tokio, Japón. pp. 23-24

**URGUHART, G. M. Y COL. 2001.** Parasitología veterinaria. 2ed. Acribia, S.A. Zaragoza-España. pp. 293-300

**VACA, J. L. 1997.** Apuntes de Parasitología Veterinaria. U.A.G.R.M. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Santa Cruz – Bolivia. pp. 25-31.

**VIGNAU, M. L., Y COL. 2005.** Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. UNLP. Buenos Aires, Argentina. pp. 162-168.

**VILLAR CL.C. 2009.** Efecto de los parasitismos sobre la reproducción bovina

**ZAJAC, M. A. Y COMBOY, A. G. 2012.** Veterinary clinical parasitology. 8ed. American association of veterinary parasitologists. Wiley-Blackwell. pp. 3-52

# ANEXOS

## Anexo1.

### PROCEDIMIENTO DE PARASITOLOGIA

#### TECNICA GORDON Y WHITLOCK MODIFICADA MC. MASTER

##### 1.- PRINCIPIO DEL MÉTODO

El fundamento de este método consiste en el uso de mayor densidad, solución Saturada de Cloruro de Sodio o de Azúcar, de manera que los huevos por su menor peso suben hacia la Superficie y las partículas fecales caen hacia el fondo.

##### 2.- EQUIPOS

- Refrigerador
- Microscopio
- Cámara Mc. Master

##### 3.- MATERIALES

- Vaso Becker de vidrio de 100 ml
- Vaso Becker de plástico 500 ml
- Espátula
- Colador
- Pipeta Pasteur

##### 4.- REACTIVO

- Cloruro de Sodio
- Preparación de la Solución Saturada: pesar 400g de ClNa , diluir en 1000 ml de Agua

##### 5.- PROCEDIMIENTO

5.1 Pesar 4 g de heces Bovino

5.2 Colocar las heces en un vaso de plástico de 500 ml, y adicionar 56 ml de Solución Saturada y mezclar bien con la Espátula

5.3 Colar el contenido en un vaso de vidrio de 100 ml, y se espera 5 minutos

5.4 Luego con una pipeta Pasteur, se alza el contenido de la superficie y se carga la cámara Mc.Master, se espera 3 minutos.

5.5 Observar al Microscopio con Objetivo de 10 X, luego se cuenta y se suma los huevos de los dos lados de la cámara, se divide entre 2 y se multiplica por 100.

## Anexo 2

### Criterios de la HPG e identificación de larvas

#### GRADO DE INFESTACIÓN HUEVO POR GRAMO (HPG)

ESPECIE	LEVE	MODERADA	GRAVE
Bovinos	100.....200	300.....600	≥ 700
Ovinos / Caprinos	100.....500	600.....1000	≥ 1000
Equinos	100.....500	600.....1000	≥ 1000
Porcinos	100.....500	600.....1000	≥ 1000



### Anexo 3

#### Informes de resultados de parasitología

Codigo de Muestra:		2151 /2021		RESULTADOS	
N°	IDENTIFICACION DEL ANIMAL	GASTROINTESTINALES /Hpg	OBSERVACION		
1	POOL 36-106-150	150/Hpg Tipo Strongylus spp y Moniezia spp			
2	POOL 33-34-76	1100/Hpg Trichostrongylus spp y Strongyloides spp.			
3	POOL 29-31-80	150/Hpg Strongyloides spp. 200/Hpg Eimeria spp.			
4	POOL 26-27-28	250/Hpg Trichostrongylus spp.			
5	POOL 17-19-26	400/Hpg Trichostrongylus spp.			
6	POOL 11-12-13	100/Hpg Tipo Strongylus spp.			
7	POOL 14-15-38	100/Hpg Trichostrongylus spp.			
8	POOL 23-24-25	No se observó huevos de Parasitos u Ooquistes.			
9	POOL 20-21-22	700/Hpg Moniezia spp. Y Trichostrongylus spp.			
10	06	1700/Hpg Trichostrongylus spp. Y Moniezia spp.			
11	04	1800/Hpg Trichostrongylus spp. 200/Hpg Moniezia spp.			
12	01	900/Hpg Trichostrongylus spp.			
13	10	600/Hpg Trichostrongylus spp.			
14	75	1400/Hpg Trichostrongylus spp.			
15	05	No se observó huevos de Parasitos u Ooquistes.			
16	02	1300/Hpg Trichostrongylus spp.			
17	03	250/Hpg Tipo Strongylus spp.			
18	08	600/Hpg Trichostrongylus spp.			
19	07	200/Hpg Tipo Strongylus spp.			

Fuente: FARMAVET, 2021

**Propietario:** Jose Pedro Simon  
**Propiedad:** San Pedro  
**Solicitud:** Oscar Sanabria  
**Localización:** Sanja Honda  
**N°PE:** 24050/P  
**Fecha Recepción:** 2/3/2021  
**Fecha Resultado:** 4/3/2021

**Entrada Lab.:** 1546-1561  
**N°de Muestras:** 15  
**Muestra:** Heces  
**Especie:** Bovino  
**Raza:** Mestizo  
**Sexo:** Macho  
**Edad:** 2 años

Nro.	Identificación	Resultado	Tipo de Infestación
1	A-1	80 Huevos tipo Trichostrongylus	Leve
2	A-2	160 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
3	A-3	200 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
4	A-4	120 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
5	A-5	40 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
6	B-1	No se observaron huevos	Ninguna
7	B-2	40 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
8	B-3	No se observaron huevos	Ninguna
9	B-4	No se observaron huevos	Ninguna
10	B-5	120 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
11	C-1	No se observaron huevos	Ninguna
12	C-2	No se observaron huevos	Ninguna
13	C-3	No se observaron huevos	Ninguna
14	C-4	40 huevos tipo Trichostrongylus	Leve
15	C-5	80 Huevos tipo Trichostrongylus	Leve

**Propietario:** Jose Pedro Simon  
**Propiedad:** San Pedro  
**Solicitud:** Dr. Oscar Zanabria  
**Localización:** Zanja Honda  
**N°PE:** 23171/P  
**Fecha Recepción:** 01/10/2020  
**Fecha Resultado:** 02/10/2020

**Entrada Lab.:** 1380-1383  
**N°de Muestras:** 5  
**Muestra:** Heces  
**Especie:** Bovino  
**Raza:** Mestizo  
**Sexo:** Macho  
**Edad:** 2 años

Nro.	Identificación	Resultado	Tipo de Infestación
1	S/N	200 Huevos tipo trichostrongylus	Leve
2	S/N	240 Huevos tipo trichostrongylus	Leve
3	S/N	280 Huevos tipo trichostrongylus	Leve
4	S/N	200 Huevos tipo trichostrongylus	Leve
5	S/N	240 Huevos tipo trichostrongylus	Leve

Fuente: FARMAVET, 2021

## Anexo 4

### Análisis estadístico HPG por municipios

#### Descriptivos hpg por municipio

hpg

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Charagua	20	620,0000	556,62517	124,46517	359,4914	880,5086	100,00	1800,00
Pailon	17	364,1176	396,18586	96,08919	160,4177	567,8176	,00	1300,00
Cabezas	35	62,2857	89,01704	15,04663	31,7073	92,8641	,00	280,00
Total	72	288,4722	423,82783	49,94859	188,8776	388,0669	,00	1800,00

#### ANOVA

hpg

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4086103,037	2	2043051,518	16,264	,000
Dentro de grupos	8667628,908	69	125617,810		
Total	12753731,944	71			

#### hpg

Duncan<sup>a,b</sup>

Municipio	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Cabezas	35	62,2857		
Pailon	17		364,1176	
Charagua	20			620,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 21,835.

Fuente: elaboración propia

## Anexo 5

### Análisis estadístico HPG por rango de edad de los bovinos

#### Descriptivos HPG por rango de edad

hpg

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
De 13 a 19	20	620,000 0	556,62517	124,46517	359,4914	880,5086	100,00	1800,00
De 19 a 36	35	84,0000	102,64731	17,35056	48,7394	119,2606	,00	320,00
Menor a 12	11	109,090 9	156,04195	47,04842	4,2605	213,9213	,00	400,00
Mayor a 36 meses	6	705,000 0	491,68079	200,72784	189,0127	1220,9873	,00	1300,00
Total	72	288,472 2	423,82783	49,94859	188,8776	388,0669	,00	1800,00

#### ANOVA

hpg

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5056451,035	3	1685483,678	14,890	,000
Dentro de grupos	7697280,909	68	113195,307		
Total	12753731,944	71			

#### hpg

Duncan<sup>a,b</sup>

Edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
De 19 a 36	35	84,0000	
Menor a 12	11	109,0909	
De 13 a 19	20		620,0000
Mayor a 36 meses	6		705,0000
Sig.		,856	,540

Fuente: elaboración propia

## Anexo 6

### Análisis estadístico HPG por condición racial de los bovinos

#### Descriptivos HGP por condición racial de los bovinos

hpg

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					Nelore	31		
Mestizo	35	62,2857	89,01704	15,04663	31,7073	92,8641	,00	280,00
Senepo	6	705,0000	491,68079	200,72784	189,0127	1220,9873	,00	1300,00
Total	72	288,4722	423,82783	49,94859	188,8776	388,0669	,00	1800,00

#### ANOVA

hpg

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3778287,382	2	1889143,691	14,523	,000
Dentro de grupos	8975444,562	69	130078,907		
Total	12753731,944	71			

hpg

Duncan<sup>a,b</sup>

Raza	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Mestizo	35	62,2857	
Nelore	31		463,2258
Senepol	6		705,0000
Sig.		1,000	,090

Fuente: elaboración propia

## Anexo 7

### Análisis estadístico tipo de larvas por edad y raza de los bovinos

Tabla cruzada

Recuento		Edad				Total
		De 13 a 19	De 19 a 36	Menor a 12	Mayor a 36 meses	
Parasitos	Sin parásitos	0	17	7	1	25
	Strongylus spp	4	1	0	0	5
	Trichostrongylus spp	9	17	4	2	32
	Strongyloides spp	2	0	0	2	4
	Moniezia spp	2	0	0	1	3
	Mixta	3	0	0	0	3
Total		20	35	11	6	72

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	44,685 <sup>a</sup>	15	,000
Razón de verosimilitud	49,077	15	,000
Asociación lineal por lineal	3,785	1	,052
N de casos válidos	72		

a. 20 casillas (83,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,25.

Fuente: elaboración propia

**Tabla cruzada**

Recuento		Raza			Total
		Nelore	Mestizo	Senepol	
Parasitos	Sin parásitos	4	20	1	25
	Strongylus spp	4	1	0	5
	Trichostrongylus spp	16	14	2	32
	Strongyloides spp	2	0	2	4
	Moniezia spp	2	0	1	3
	Mixta	3	0	0	3
Total		31	35	6	72

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	31,792 <sup>a</sup>	10	,000
Razón de verosimilitud	31,747	10	,000
Asociación lineal por lineal	3,515	1	,061
N de casos válidos	72		

a. 14 casillas (77,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,25.

## Anexo 8

### Análisis estadístico por grado de infestación por edad y raza de los bovinos

Tabla cruzada

Recuento

		Edad				Total
		De 13 a 19	De 19 a 36	Menor a 12	Mayor a 36 meses	
Gradoinfest	Grave	7	0	0	3	10
	Leve	9	17	3	0	29
	Moderado	4	1	1	2	8
	Ninguna	0	17	7	1	25
Total		20	35	11	6	72

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	40,392 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitud	51,052	9	,000
Asociación lineal por lineal	2,029	1	,154
N de casos válidos	72		

a. 12 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,67.

**Tabla cruzada**

Recuento

		Raza			Total
		Nelore	Mestizo	Senepol	
Gradoinfest	Grave	7	0	3	10
	Leve	14	15	0	29
	Moderado	6	0	2	8
	Ninguna	4	20	1	25
Total		31	35	6	72

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	33,171 <sup>a</sup>	6	,000
Razón de verosimilitud	41,150	6	,000
Asociación lineal por lineal	1,146	1	,284
N de casos válidos	72		

a. 8 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,67.

## Anexo 9

### Análisis estadístico por grado de infestación por tipo de larva

#### Grado infest\*Parasitos tabulación cruzada

Recuento

		Parásitos						Total
		Sin parásitos	Strongylus spp	Trichostrongylus spp	Strongyloides spp	Moniezia spp	Mixta	
Grado infest	Grave	0	0	4	2	1	3	10
	Leve	0	4	22	1	2	0	29
	Moderado	0	1	6	1	0	0	8
	Ninguna	25	0	0	0	0	0	25
Total		25	5	32	4	3	3	72

#### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	98,403 <sup>a</sup>	15	,000
Razón de verosimilitud	109,920	15	,000
Asociación lineal por lineal	39,643	1	,000
N de casos válidos	72		

a. 20 casillas (83,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,33.

## Anexo 10.

### Imágenes del trabajo de campo

