

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
SEDE ATENAS

MEDICINA VETERINARIA CON ÉNFASIS EN BUIATRÍA

***IDENTIFICACIÓN DE OVINOS RESISTENTES, RESILIENTES Y  
SUSCEPTIBLES A NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN CUATRO  
FINCAS DE LA PROVINCIA DE ALAJUELA***

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA CON ÉNFASIS EN BUIATRÍA

ABIGAIL YEKENDIA CARVAJAL HERNÁNDEZ

ATENAS, COSTA RICA

2025

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Abigail Yekendia Carvajal Hernández, portadora de la cédula de identidad número 6-04440-790, estudiante de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría, conocedora de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el Director de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los dos días del mes de abril del 2025.

---

Abigail Yekendia Carvajal Hernández  
604440790

## HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría.

---

MV. Dr. Josué Rivera Castillo  
Director de Carrera

---

Dra. Ana Jiménez Rocha  
Tutora del TFG

---

MSc. Jorge Andrés Campos Alfaro  
Lector TFG

---

MV. Dr. Jose Andrés Cartín Rojas  
Lector TFG

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho a través del tiempo. Gracias por cada consejo, por creer en mí, por brindarme las oportunidades para hacer realidad este sueño. A mi pareja, por ser mi compañero de vida, por caminar a mi lado en este proceso, por motivarme a estudiar y aprender por mí misma, por recordarme siempre que soy capaz de alcanzar lo que me proponga. A mí, como reconocimiento a todo el esfuerzo, la disciplina y la valentía con la que he enfrentado cada dificultad. Y sobre todo a Dios, que sin él nada de esto podría haber sido posible, por darme la vida y la fortaleza para salir adelante.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, mi hogar, mi refugio, quien con amor incondicional y sacrificios incansables desde muy joven me brindó la oportunidad de alcanzar mi educación. A mi papá, por estar siempre presente, por no soltar mi mano en ningún momento de mi vida.

Infinitas gracias a mi tutora, Ana Jiménez, por creer en mí, por acompañarme en cada paso de este proyecto y brindarme su ayuda incondicional. A mi lector, Jorge Campos, por ser una pieza clave en este trabajo, por guiarme con paciencia, corregirme y aconsejarme en la parte analítica y estadística. A Jose Andrés Cartin, por su disposición y apoyo tanto en este proyecto como en mi formación profesional.

A la Dra. Katherine, gracias por abrirme las puertas de su veterinaria, por enseñarme con dedicación, formarme con excelencia y darme las herramientas para ejercer con pasión y compromiso como médico veterinario.

A Dios y a toda mi familia, en especial, a mi abuela Estrella, mi segunda mamá, quien con su cariño me ha cuidado desde que era niña, y a mi tía Desireth, por ser una hermana y una inspiración para mí.

A mis amigos, Jime, Dianna, Mau y Nati, gracias por su compañía y sus risas. A mis dos mejores amigas, Lucía y Yanin, por ser mi banda en el corazón.

Y a Isaac, mi bastón, mi gran apoyo y mi mayor admirador. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudé.

## RESUMEN

**Título:** Identificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales en cuatro fincas de la provincia de Alajuela.

**Autor:** Abigail Yekendia Carvajal Hernández

Las parasitosis gastrointestinales impactan negativamente la producción ovina y comprometen el bienestar animal. Esto ha impulsado la búsqueda de nuevos métodos de control, como la selección fenotípica de ovinos según su resistencia a los nematodos gastrointestinales.

Se identificó ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales en cuatro fincas de la provincia de Alajuela, utilizando la carta de evaluación del color de la mucosa ocular (FAMACHA), el conteo de huevos por gramo de heces (h.p.g.), hematocrito y la evaluación de condición corporal, durante el periodo de mayo del 2023 y abril del 2024. Además, evaluó los criterios de clasificación para conocer las diferencias en la distribución de los grupos en las fincas, mediante el método estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis.

El 61 % de los ovinos se clasificó como susceptible, el 26,26 % como resistente y el 12,12 % como resiliente. La Finca 1 presentó la mayor proporción de animales resistentes (57,10 %) y la Finca 2, la de susceptibles (75,68 %). Los criterios de clasificación mostraron diferencias entre los grupos, siendo FAMACHA y h.p.g. los parámetros con diferencias más marcadas. *Haemonchus* spp. y *Trichostrongylus* spp. fueron los géneros de nemátodos más frecuentes.

**Palabras clave:** Ovinos, nematodos gastrointestinales, resistentes, resilientes, susceptibles.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Problemática .....	8
1.2. Justificación.....	9
1.3. Antecedentes .....	10
1.3.1. Antecedentes internacionales .....	10
1.3.2. Antecedentes nacionales .....	14
1.4. Objetivos .....	16
1.4.1. Objetivo general .....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	16
1.5. Objeto de investigación .....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Parasitosis gastrointestinal en ovinos .....	18
2.3. Principales géneros de nemátodos gastrointestinales en ovinos .....	20
2.3.1. <i>Haemonchus</i> spp. ....	20
2.3.2. <i>Oesophagostomum</i> spp. ....	20
2.3.3. <i>Ostertagia</i> spp.....	21
2.3.4. <i>Trichostrongylus</i> spp.....	22
2.3.5. <i>Bunostomum</i> spp. ....	23
2.3.6. <i>Cooperia</i> spp.....	23
2.3.7. <i>Chabertia</i> spp.....	24
2.3.8. <i>Strongyloides</i> spp. ....	25
2.4. Técnicas de identificación y control de animales parasitados .....	26
2.4.1. FAMACHA .....	26
2.4.3. Evaluación de condición corporal .....	27
2.4.2. Determinación de hematocrito .....	28
2.4.4. Flotación de Sheather .....	29
2.5.2. Recuento de h.p.g.....	29
2.4.5. Coprocultivo e identificación de larvas .....	29
2.5. Métodos alternativos de control .....	30

2.5.1. Identificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles .....	30
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	33
3.1. Ubicación .....	33
3.2. Muestra .....	33
3.3. Métodos .....	34
3.3.1. Inspección clínica.....	34
3.3.1.1. FAMACHA.....	34
3.3.1.2. Sujeción y evaluación de condición corporal.....	34
3.3.2. Métodos laboratoriales.....	35
3.3.2.1. Muestra sanguínea y hematocrito .....	35
3.3.2.2. Toma de muestra de heces.....	35
3.3.2.3. Técnica de flotación de Sheather .....	36
3.3.2.4. Técnica McMaster .....	36
3.3.2.5. Coprocultivo e identificación de larvas .....	36
3.3.3. Criterios de clasificación .....	37
3.4. Análisis de datos y método estadístico .....	38
3.4.1. Prueba de Kruskal-Wallis.....	38
3.4.2. Prueba de chi-cuadrado.....	38
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	40
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....	48
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....	53
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES .....	54
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Criterios de evaluación de condición corporal en rumiantes menores ...	28
Figura 2. Clasificación porcentual de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales en las cuatro fincas evaluadas en el periodo mayo 2023-abril 2024 .....	41
Figura 3. Promedio de h.p.g registrado en las cuatro fincas evaluadas entre mayo de 2023 y abril de 2024, en función de la época de muestreo y la altitud de la zona .....	43
Figura 4. Valores de $p$ obtenidos mediante el test de Kruskal-Wallis para las variables h.p.g, FAMACHA, condición corporal y hematocrito de los distintos grupos .....	46
Figura 5. Relación entre el tipo de respuesta a la infección (resistente, resiliente y susceptible) y la finca de origen según la prueba de chi cuadrado .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de clasificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales .....	38
Tabla 2. Clasificación de los ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales según la finca de procedencia en el periodo mayo 2023-abril 2024 .....	41
Tabla 3. Identificación de géneros parasitarios y distribución de su presencia en las fincas evaluadas durante el periodo de mayo 2023-abril 2024 .....	44
Tabla 4. Valores $p$ de las variables h.p.g, FAMACHA, condición corporal y hematocrito a través del análisis de Kruskal-Wallis de los distintos grupos .....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Carta de FAMACHA .....	67
Anexo 2. <i>Guía de identificación de larvas L3 del Laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional de Costa Ric</i> .....	68

**ABREVIATURAS**

<b>CC</b>	Condición Corporal
<b>DE</b>	Desviación Estándar
<b>EOG</b>	Examen Objetivo General
<b>H.p.g.</b>	Huevos por Gramo de Heces
<b>NGI</b>	Nemátodos Gastrointestinales
<b>spp</b>	Todas las especies dentro de un mismo género

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Las parasitosis gastrointestinales y la resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes representan uno de los retos más importantes, tanto para el médico veterinario como para el productor costarricense (Castro, 2019). Las pérdidas económicas generadas por mano de obra, compra de antiparasitarios y disminución en los parámetros productivos o reproductivos limitan el crecimiento de las explotaciones destinadas al manejo de estas especies (Barbosa et al., 2019; Freitas et al., 2023).

Los nemátodos que con mayor frecuencia se identifican en ovinos son los del orden Strongylida, principalmente los géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum* (Tachack et al., 2022; Zajac y Garza, 2020). La presencia de estos parásitos junto con *Strongyloides* spp. han sido identificados como los más comunes y los responsables de las pérdidas en el bienestar de los animales en los hatos ovinos de Costa Rica (Castro, 2019; Maroto, 2009; Méndez, 2019).

Esta problemática ha conducido a la búsqueda de nuevos métodos alternativos para detectar animales naturalmente resistentes a la infección por nemátodos gastrointestinales. Un animal resistente es aquel que tiene la capacidad inmunitaria para prevenir y reducir el establecimiento de los parásitos. Los resilientes son aquellos que, teniendo altos niveles de infección, son capaces de permanecer saludables y productivos. Por último, los susceptibles son individuos que no logran combatir las infecciones adecuadamente y, en consecuencia, la

capacidad productiva y la salud se ven afectadas (Barbosa et al., 2019; Freitas et al., 2023; Morales et al., 2010).

Por lo tanto, el presente estudio tiene como finalidad identificar ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales a través de métodos clínicos, hematológicos y coprológicos. Además, pretende generar información que guíe el accionar de médicos veterinarios y contribuya a la generación de nuevas investigaciones.

### **1.1. Problemática**

El parasitismo gastrointestinal es una de las afectaciones que más pérdidas económicas ocasiona en hatos ovinos de países tropicales y subtropicales. La disminución en las ganancias de peso, baja fertilidad, aumento de mortalidad y morbilidad, presencia de signos clínicos como anemia, anorexia, diarrea, así como los costos del médico veterinario y tratamientos, son solo algunos de los factores implicados en el alza de los gastos productivos que deben sobrellevar los propietarios (Arauco et al., 2021; Castro, 2019; Cepeda, 2017; Freitas et al., 2023). En países europeos, los costos superan los €1,8 billones, de los cuales el 81,0 % se asocia a la producción y el 19,0 % a la terapia antihelmíntica (Freitas et al., 2023).

Además, el uso inadecuado de los antihelmínticos (aplicación en masa, sobredosificación, subdosificación) ha ocasionado el surgimiento de nuevas cepas parasitarias quimioresistentes e inclusive multiresistentes (Arauco et al., 2021; Castro, 2019; Morales et al., 2010; Morales et al., 2012), lo que ha promovido la necesidad de encontrar nuevos métodos terapéuticos y nuevas moléculas que

permitan combatir este problema. Sin embargo, se ha obstaculizado la investigación debido a los altos costos y a la dificultad de encontrar fármacos seguros y efectivos. Se estima que el costo de producción de una nueva molécula para animales de producción ronda los 400 millones de dólares (Abowga et al., 2017; Castro, 2019).

Las producciones de ovinos en Costa Rica no escapan de las pérdidas económicas debidas al parasitismo gastrointestinal ni a la resistencia antihelmíntica, lo cual ha quedado debidamente demostrado en años anteriores (Maroto, 2009; Castro, 2019).

## **1.2. Justificación**

Durante los últimos años, la ovinocultura ha venido desarrollándose con gran fuerza dentro del territorio costarricense, dedicándose principalmente a la producción de carne y a la tenencia por recreación (García et al., 2020; Mora-Valverde y Chacón-Villalobos, 2015). Para 2016, la producción de kilogramos de carne de cordero alcanzó los 500 474 kg y para 2018 se estimó un crecimiento del 56,0 % (García et al., 2020).

La identificación de animales según su respuesta a la infección parasitaria es una forma de control estratégico dentro de los hatos ovinos, ya que permite reconocer cuáles individuos están siendo inmunológicamente superiores ante una infección, sin que esta afecte sus parámetros productivos o reproductivos. La selección de animales resistentes permitirá obtener una primera generación con mayor tolerancia y resistencia a los parásitos, debido a su característica de heredabilidad (Cruz, 2020; Méndez, 2019; Morales et al., 2006; Saddiqi et al.,

2011). La resistencia a los nemátodos gastrointestinales tiene una heredabilidad entre 0,2 y 0,7, lo que indica que esta característica mejorará la salud y el bienestar animal de la descendencia (Cruz, 2020).

Además, los beneficios no solo se observan con respecto al individuo; la inversión económica en antihelmínticos se reduce sustancialmente al disminuir las dosis requeridas y el desperdicio de los productos, al igual que la contaminación de potreros, ya que los animales resistentes eliminarán una menor cantidad de huevos o larvas. También, la disminución en el uso de químicos favorecerá la fauna edáfica (moscas, escarabajos y avispas del estiércol) y evitará la aparición de resistencia antihelmíntica (Cruz, 2020; Beltrán y Villar, 2022; Méndez, 2019; Morales et al., 2012).

Por lo tanto, al comprender mejor las distintas respuestas a la infección por nemátodos gastrointestinales, se podrían implementar medidas de manejo y selección genética más efectivas para mejorar la salud y productividad de los rebaños ovinos.

### **1.3. Antecedentes**

Seguidamente, se expondrán los hallazgos más relevantes de estudios internacionales y nacionales enfocados en la identificación de animales resistentes, resilientes y susceptibles a parasitosis gastrointestinal, así como los principales géneros de larvas infectantes (L3).

#### **1.3.1. Antecedentes internacionales**

En Brasil, Santos et al. (2007) identificaron ovinos resistentes y susceptibles a los nemátodos gastrointestinales mediante la técnica de Faffa Malan (FAMACHA

hematocrito, técnica de McMaster y conteo de eosinófilos. Se realizó el experimento en 70 ovejas (Hampshire Down y mestizas), donde el 28,9 % resultaron resistentes y un 28,9 % susceptibles. El conteo de huevos por gramo de heces (h.p.g.) resultó mayor en animales monitoreados en periodo de lactancia (promedio de 435,2 y 3 924,0 en resistentes y susceptibles, respectivamente), en comparación con aquellas fuera de este periodo (80,0 y 354,4 para resistentes y susceptibles, respectivamente). Las larvas más identificadas a través del coprocultivo fueron *Haemonchus contortus* (86,0 %), *Trichostrongylus* spp. (13,0 %) y *Cooperia* spp. (1,0 %).

Por otra parte, Morales et al. (2010) realizaron un estudio en Venezuela donde se evaluaron 164 ovinos de distintas razas (Bergamasca, West African, mestizos Bergamasca x West African) para la discriminación de los tipos de animales según su respuesta a la infección (resistentes, resilientes y susceptibles) mediante FAMACHA, determinación de hematocrito y técnica de McMaster. Animales con FAMACHA 1-2, valores de hematocrito  $>23$  y cargas parasitarias negativas, leves (50-200 h.p.g.) o moderadas (200-800 h.p.g.) se consideraron resistentes; aquellos con FAMACHA 1-2, hematocrito  $>23$  y cargas altas ( $>800$  h.p.g.) fueron catalogados como resilientes; y los que presentaron FAMACHA 3-5, hematocrito  $<22$  y cargas altas fueron clasificados como susceptibles. Del total de los individuos, el 82,3 % se categorizó como resistente, un 12,8 % como resiliente y un 4,9 % como susceptible. Por coprocultivo, *Haemonchus contortus* fue la especie más identificada.

En Venezuela, Morales et al. (2012) evaluaron la relación entre el nivel de infección por parásitos estrogílicos y la condición corporal en bovinos. La muestra incluyó 107 animales de distintas razas (Criollo Limón, Brahman, Holstein, entre otras). Se aplicó la técnica de McMaster y la evaluación de condición corporal para clasificarlos como animales resistentes, resilientes y susceptibles. Aquellos con cargas parasitarias negativas, leves (50-200 h.p.g.) o moderadas (200-800 h.p.g.) y condición corporal >2,5 se consideraron resistentes; cargas altas (>800 h.p.g.) y condición >2,5 como resilientes; y cargas altas con condición <2,5 como susceptibles. Los porcentajes de resistencia según la raza fueron: 81,8 % en *Bos indicus*, 38,8 % en *Bos taurus* y 59,5 % en Criollo Río Limón. Se concluyó que hay una relación muy estrecha entre la condición corporal y el nivel de infección.

En México, Salgado-Moreno et al. (2017) determinaron la presencia de resistencia a nemátodos gastrointestinales en 10 hembras de raza Pelibuey. El estudio se realizó a través de FAMACHA, microhematocrito, técnica de McMaster y medición de condición corporal. Se muestrearon los 10 animales cada 15 días durante un año. La clasificación se realizó conforme a la metodología de Morales et al. (2010), expuesta anteriormente. Los resultados mostraron un 70,5 % de resistencia, un 20,3 % de resiliencia y un 9,3 % de susceptibilidad. Por coprocultivo, los géneros *Haemonchus contortus*, *Chabertia* spp., *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp. y *Trichostrongylus* spp. se identificaron en mayor porcentaje.

Puicón (2018) evaluó la resistencia natural a nemátodos gastrointestinales en 310 ovinos Corriedale pertenecientes a dos fincas de Perú. Se colectaron 534 muestras de heces entre febrero de 2014 y abril de 2016. Estas se sometieron a la técnica de McMaster modificada y a coprocultivo. Los criterios de clasificación

fueron: ovinos susceptibles, aquellos con cargas altas (>800 h.p.g.) sostenidas en todos los muestreos; resistentes, los que presentaron valores más bajos o recuentos nulos; e intermedios, aquellos que se desviaban del promedio de valores de h.p.g. normalizados. Se determinó un 4,4 % y 12,6 % de resistencia, un 63,1 % y 63,8 % de resiliencia, y un 26,5 % y 23,6 % de susceptibilidad en la Finca 1 y la Finca 2, respectivamente. Los parásitos más frecuentemente hallados en el coprocultivo fueron *Chabertia ovina*, *Oesophagostomum* spp., *Trichostrongylus* spp. y *Teladorsagia circumcincta*.

En Brasil, Barbosa et al. (2019) desarrollaron una categorización de 287 corderos y 123 ovejas de raza Morada Nova en relación con su respuesta a la infección por *Haemonchus contortus*. Se infectaron artificialmente los animales con larvas L3 y se monitorearon mediante hematocrito, McMaster y peso vivo. De acuerdo con sus promedios de conteo de huevos fecales, se clasificaron como resistentes (20 % con promedios más bajos), resilientes (60 % con promedios intermedios) y susceptibles (20 % con promedios más altos). En el coprocultivo predominaron los géneros *Haemonchus* (96,4 %), *Cooperia* (2,1 %) y *Trichostrongylus* (1,5 %). Se concluyó que, gracias a la caracterización fenotípica realizada, es posible introducir procedimientos para el control de parásitos y la mejora de la producción cárnica de esta raza.

En Perú se realizó una asociación entre el parasitismo gastrointestinal y los valores de FAMACHA y hematocrito en dos estaciones del año. En época seca se evaluaron 109 corderos y 98 ovejas en desarrollo; en época lluviosa, 89 corderos y 85 ovejas en desarrollo. Estos fueron evaluados mediante FAMACHA, hematocrito y McMaster. La clasificación de animales resistentes, resilientes o

susceptibles se realizó de acuerdo con la metodología utilizada por Morales et al. (2010). Se determinaron porcentajes de resistencia muy bajos (6,2 % en sequía y 1,0 % en lluvias), un mayor porcentaje de animales resilientes en ambos muestreos (82,6 % en sequía y 55,1 % en lluvias) y una susceptibilidad del 10,6 % en época seca y 23,2 % en época lluviosa. En el coprocultivo, los principales géneros parasitarios identificados fueron *Nematodirus* (50,0 %), *Trichostrongylus* (25,0 %) y *Ostertagia* (15,0 %) (Arauco et al., 2021).

Tachack et al. (2022) determinaron la prevalencia y los factores de riesgo asociados a parásitos gastrointestinales en 595 ovinos de Colombia, a través de la técnica de McMaster. Se halló una prevalencia global del 88,2 %, donde predominó el grupo *Strongylida* (83,2 %) y *Strongyloides* (41,0 %). En el coprocultivo, los géneros identificados fueron *Trichostrongylus* spp., *Strongyloides* spp., *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp., *Bunostomum* spp. y *Cooperia* spp. Además, se encontró una asociación significativa entre la condición corporal (valor  $p = 0,018$ ) y el método FAMACHA (valor  $p = 0,000$ ) con la carga parasitaria del grupo *Strongylid*.

### **1.3.2. Antecedentes nacionales**

Maroto (2009) llevó a cabo una investigación en siete fincas del territorio nacional con el fin de detectar resistencia antihelmíntica a lactonas macrocíclicas y benzimidazoles en nemátodos gastrointestinales de ovinos de distintas razas (Pelibuey, Barbados, Kathadin, entre otras). La resistencia antihelmíntica se determinó mediante la técnica de reducción de conteo de huevos. Las técnicas de Sheather, McMaster y coprocultivo se utilizaron para analizar cargas parasitarias e

identificar los principales géneros de nemátodos. Los resultados mostraron resistencia al albendazol (85,7 %) y a la ivermectina (71,4 %). Se identificaron larvas de *Haemonchus* spp., *Cooperia* spp., *Trichostrongylus* spp., *Strongyloides* spp., *Oesophagostomum* spp. y *Chabertia* spp. a través de coprocultivo. Se concluye que las desparasitaciones mayores a tres veces por año y el cálculo de dosis de forma subjetiva propician el desarrollo de resistencia antihelmíntica.

Castro (2019), dentro de su trabajo final de graduación, evaluó 137 ovinos de razas no descritas, pertenecientes al proyecto ARCAL-OIEA (“Disminución de la tasa de parasitosis en ovejas y cabras”) para determinar, por medio de FAMACHA, hematocrito, McMaster y condición corporal (CC), la presencia de animales resistentes, resilientes y susceptibles. Aquellos que mantuvieron, durante las tres visitas, un h.p.g. <1000 se consideraron resistentes; aquellos con FAMACHA  $\leq 3$ , hematocrito  $\geq 19$ , conteos mayores a 1000 h.p.g. y CC  $\geq 2,5$  se clasificaron como resilientes; y el resto, como susceptibles. Del total de individuos, un 40,9 % (56) resultó resistente, un 8,0 % (11) resiliente y un 51,1 % (70) susceptible. Además, identificó, a través del coprocultivo, larvas de *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Oesophagostomum* spp., *Cooperia* spp. y *Chabertia* spp. Concluyó que este conjunto de métodos logra identificar animales fenotípicamente resistentes a los nemátodos gastrointestinales.

Méndez (2019) realizó un estudio para evaluar parámetros hematológicos y coprológicos en 36 ovinos (razas no descritas) de cinco fincas del Gran Área Metropolitana. En estos se aplicaron la técnica FAMACHA, el examen objetivo general, hemograma, frotis sanguíneo, McMaster y coprocultivo. Los resultados mostraron desviaciones fuera del rango normal en la valoración con FAMACHA,

hematocrito disminuido en ciertas fincas y alteraciones en la morfología eritrocitaria y leucocitaria. Los parásitos gastrointestinales estuvieron presentes en todas las fincas; el grupo *Strongylida* fue el más identificado, junto con coccidias como *Eimeria* spp., *Skrjabinema ovis* y *Trichuris* spp. En el coprocultivo se identificaron larvas de *Haemonchus contortus*.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Identificar ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales en cuatro fincas de la provincia de Alajuela, mediante inspección clínica, técnicas hematológicas y coprológicas, para el conocimiento de su distribución según la finca de procedencia y los géneros de nematodos hallados.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Clasificar los ovinos como animales resistentes, resilientes y susceptibles mediante la evaluación de FAMACHA, hematocrito, condición corporal y carga parasitaria, para la determinación de la capacidad del hospedador de controlar la parasitosis gastrointestinal.

Evaluar los criterios de clasificación (FAMACHA, hematocrito, condición corporal y carga parasitaria) en la identificación de individuos resistente a los nematodos gastrointestinales, mediante la Kruskal-Wallis, para la identificación de diferencias en la distribución de los grupos entre las fincas evaluadas.

### **1.5. Objeto de investigación**

¿Cómo se distribuyen los ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales en cuatro fincas de la provincia de Alajuela, según criterios clínicos, hematológicos y coprológicos?

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Parasitosis gastrointestinal en ovinos

Los parásitos son organismos que invaden a otro ser vivo para obtener nutrientes, protección física, crecer y reproducirse, todo esto sin brindar algún beneficio para el huésped (Peña et al., 2017). En realidad, se ha considerado el parasitismo como una forma de depredación, porque, dependiendo del nivel de infección y la respuesta del hospedero, se desarrolla enfermedad e incluso la muerte (Villavicencio, 2021).

La frecuencia de las infecciones parasitarias en ovejas depende de múltiples factores, incluyendo aquellos relacionados con el hospedador y el medio que lo rodea. Los factores influyentes o perturbadores en la resistencia del hospedador a la infección parasitaria incluyen: condiciones climáticas (humedad, temperatura, precipitaciones), genética, edad del individuo, estado nutricional e inmunológico, estacionalidad de los pastos, entre otros (Piscoya, 2017; Rizwan et al., 2021; Saraiva et al., 2019; Vicente, 2020; Villavicencio, 2021).

Los protozoarios y helmintos (cestodos, trematodos y nemátodos) son los principales organismos relacionados con la parasitosis en ovinos de pastoreo, los nemátodos del orden *Strongylida* es el grupo más prevalente e importante, debido a los daños que producen en la salud animal y en la economía (Vicente, 2020; Villavicencio, 2021).

## 2.2. Generalidades de nemátodos gastrointestinales en rumiantes

Los nemátodos, también llamados nematelmintos, son gusanos redondos pertenecientes al reino de los vermes. Tienen forma cilíndrica, filiforme, simétrica, no segmentados; su cuerpo es de color blanco rosado y está cubierto por una cutícula de queratina (Barros, 2020; Salazar, 2021). El sistema digestivo es completo y poseen un pseudoceloma, donde se ubican el aparato reproductor, el sistema digestivo, excretor y nervioso (Barros, 2020).

Son organismos con reproducción dioica (sexos separados) o hermafrodita. Mediante la muda de la cutícula, pasan por cuatro fases para llegar a su etapa adulta: de primer estadio (L1), segundo estadio (L2), tercer estadio (L3 o infectante) al cuarto estadio (L4). La etapa adulta permite la producción de huevos de características redondas u ovaladas, con tamaños entre 50 y 130  $\mu\text{m}$ . Los huevos poseen tres capas: (1) interna o lipídica, (2) media o de quitina y (3) externa o vitelina (Barros, 2020).

Los nemátodos se clasifican en los siguientes órdenes: *Strongylida*, *Ascaridea*, *Trichinelloidea* y *Oxyuridea*. *Strongylida* contiene ocho superfamilias, entre las cuales *Trichostrongyloidea* incluye los géneros que con más frecuencia se identifican: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus* spp., *Ostertagia* spp. y *Cooperia* spp. Además, la familia *Strongyloidea* incluye los géneros *Oesophagostomum* y *Chabertia*. *Ancylostomatoidea* contiene el género *Bunostomum*. En el orden *Trichinelloidea* destaca *Trichuris ovis* y, en *Oxyuridea*, *Skrjabinema ovis* (Villavicencio, 2021).

## **2.3. Principales géneros de nemátodos gastrointestinales en ovinos**

### **2.3.1. *Haemonchus* spp.**

Nemátodo hematófago de mayor relevancia en ovinos. Es de color rojizo y se ubica en el abomaso o intestino de los rumiantes menores. Los machos tienen un tamaño entre 10,0 y 20,0 mm y poseen dos espículas cortas (Alcalá et al., 2019; Barros, 2020). Las hembras pueden alcanzar tamaños mayores, entre 18,0 y 30,0 mm. La cavidad bucal tiene una lanceta dorsal que funciona como órgano cortador de tejidos. Los huevos son ovalados, amarillentos, segmentados y miden entre 45 y 60 micras (Alcalá et al., 2019; Barros, 2020).

El ciclo biológico es directo e inicia cuando un animal infectado excreta las heces con huevecillos, los cuales eclosionan a L1 en 24 horas y se convierten en larvas L2 entre los días 4 y 6 (Barros, 2020; Villavicencio, 2021). Luego se desarrollan en larvas L3, que son capaces de nadar por gotas de agua que cubren los pastos, permitiendo estar disponibles cuando el hospedador se alimente o beba agua. El gusano llega al intestino, perfora la mucosa y se alimenta de los vasos sanguíneos adyacentes (es capaz de succionar 0,05 ml por día), provocando hipoproteinemia, edema, anemia, gastritis, debilidad, pérdida de peso e incluso muerte súbita en casos hiperagudos (Barros, 2020; Rober et al., 2013; Villavicencio, 2021).

### **2.3.2. *Oesophagostomum* spp.**

Localizado en forma de nódulos en el intestino grueso de ovicaprinos, bovinos y porcinos. Las hembras son más grandes que los machos; ellas miden entre 15,0 y 21,5 mm, y los machos, entre 12,0 y 16,5 mm. Presentan una cápsula

bucal de forma cilíndrica, estrecha, con una corona foliácea (Alcalá et al., 2019). Además, presentan un surco cervical transverso detrás del poro excretor; tienen envoltura gruesa y ondulada, tomando el aspecto de letra C. Los huevecillos miden entre 60 y 100 micras, y presentan una membrana exterior muy delgada (Barros, 2020).

Su ciclo es directo: los huevos eclosionan en el suelo en 24 horas, convirtiéndose en larva L2. Luego, mudan a L3 en un lapso de 5 a 7 días. Los ovinos se alimentan de pastos y agua contaminados con L3, permitiendo que la larva llegue al intestino delgado y forme un nódulo. Luego de una semana, abandonan dicha estructura y migran al intestino grueso para mudar a L4. Generalmente alcanzan su estadio adulto entre 17 y 22 días posteriores a la infestación. Los signos clínicos son similares al anterior; sin embargo, la colitis y la diarrea acuosa verde, oscura o negra se presentan con mayor frecuencia (Barros, 2020; Villavicencio, 2021).

### **2.3.3. *Ostertagia* spp.**

Se localiza en el intestino delgado de ovinos, caprinos y bovinos. Son helmintos de menos de 14,0 mm de largo (Barros, 2020), donde las hembras alcanzan tamaños de 8,3 a 9,2 mm y los machos, de 6,5 a 7,5 mm (Alcalá et al., 2019). Son de coloración parduzca, y la cavidad bucal es corta pero amplia. Los machos poseen 2 o 3 espículas cortas, finas y rectas; la bolsa de copulación presenta lobulaciones laterales, dorsales y accesorias simétricamente situadas a los lados. La vulva de las hembras solo está protegida por una solapa muy fina

(Barros, 2020; Villavicencio, 2021). Los huevos son asimétricos y miden entre 45 y 85 micras (Barros, 2020).

El ciclo es directo: los huevecillos eclosionan en el medio ambiente hasta formar larvas L3 (pueden sobrevivir hasta 14 meses), que se movilizan en gotas de agua por los pastos. El hospedero las consume de forma accidental durante su alimentación. Dentro de él, las L3 se convierten en L4 e invaden el abomaso, donde crean nódulos en la mucosa. Luego de dos semanas, se liberan y se movilizan a la mucosa del intestino, donde se adhieren y finalizan su desarrollo. Los signos son similares a los anteriormente descritos; no obstante, se ha descrito que la diarrea presenta un olor muy pútrido (Barros, 2020).

#### **2.3.4. *Trichostrongylus* spp.**

Estos nematodos se localizan en el intestino delgado de los ovinos y otros rumiantes. Presentan una coloración gris rojiza, son muy delgados, filamentosos, y alcanzan tamaños entre los 7 y 11 mm de largo (Barros, 2020). Las hembras miden entre 3,5 y 9,0 mm, mientras que los machos, entre 2,5 y 6,0 mm (Alcalá et al., 2019). La cápsula bucal no se observa fácilmente, pero sí su poro excretor en la porción esofágica. La cola de las hembras es afilada. Las espículas de los machos son cortas, gruesas y retorcidas. Los huevos son ovoides, con tamaños entre 40 y 80 micras (Barros, 2020; Villavicencio, 2021).

El ciclo de este género es directo. Luego de su liberación al entorno, se convierten en larvas L3 en un lapso de cinco días, pero pueden sobrevivir hasta seis meses en los pastos. Una vez ingeridas, llegan al intestino delgado, donde penetran las criptas del epitelio hasta que se desarrollan los adultos. Se liberan de

estas criptas los nematodos jóvenes, causando hemorragias, enteritis, hipoproteinemia, pérdida de peso, gastritis y edema (Barros, 2020; Villavicencio, 2021).

#### **2.3.5. *Bunostomum* spp.**

Este helminto parasita el intestino delgado de ovejas, cabras, ciervos salvajes y domésticos. Es el género de nematodos más grueso, y puede alcanzar en su etapa adulta entre 1 y 3 cm de longitud. Por lo general, los machos miden entre 12,0 y 17,0 mm, presentando espículas no filiformes, y las hembras alcanzan tamaños entre 20,0 y 25,0 mm. La cápsula bucal tiene forma de embudo con dos placas cortantes; son de coloración gris blanquecina o rojo grisácea (Barros, 2020; Villavicencio, 2021). Los huevecillos miden 85-100 × 45-60 micras (Barros, 2020).

El ciclo de vida es directo: los huevecillos eclosionan y se convierten en larvas L3 en menos de una semana, infectando los pastos, donde permanecen hasta 50 días para ser consumidos por el rumiante. También se ha visto que estas larvas pueden atravesar la piel y migrar desde los pulmones y la tráquea hasta la boca para poder ser ingeridas (Barros, 2020). Una vez en el intestino, se desarrollan a L4 y L5, para finalmente reproducirse y causar en el hospedero debilidad, palidez de mucosas, diarrea y edema submandibular (Shchebentovska et al., 2020; Villavicencio, 2021).

#### **2.3.6. *Cooperia* spp.**

Infecta principalmente el intestino delgado de ovinos, caprinos y bovinos. Son de coloración rojiza y presentan tamaños de hasta 10,0 mm. El macho presenta una longitud de 5,0 a 7,0 mm y la hembra, de 6,0 a 11,0 mm (Alcalá y

Figuroa, 2019). La cabeza es grande y su cuerpo tiene aristas longitudinales y estrías transversales (Alcalá et al., 2019; Barros, 2020; Salazar, 2021). Los huevos miden 40-80 micras y poseen paredes paralelas (Barros, 2020).

Su ciclo también es directo: eclosionan en 24 horas luego de caer a los pastos, donde pasan de L1 a L3 en cuatro días. Estas L3 pueden sobrevivir hasta 12 meses en el pasto y cinco meses en el hospedador hasta alcanzar la etapa adulta y reproductiva. La sintomatología se da principalmente en animales jóvenes, generándoles enteritis, diarrea acuosa, pérdida de peso e inapetencia (Salazar, 2021).

### **2.3.7. *Chabertia* spp.**

*Chabertia* spp, es un nematodo que logra infectar el colon de ovinos, caprinos y bovinos (Alcalá et al., 2019). También se le conoce como “lombriz de boca grande del intestino”, ya que tiene una cápsula bucal muy prominente, y alcanza tamaños de 13,0 a 14,0 mm en el macho y de 17,0 a 20,0 mm en la hembra (Alcalá et al., 2019).

Su ciclo es directo. Posterior a la ingestión, las L3 se liberan en el intestino delgado, penetran la mucosa y mudan a L4. Estas últimas migran y se acumulan en el ciego, donde se albergan y se desarrollan a L5. Los signos clínicos se relacionan con el daño en la mucosa del colon, en la cual se alimentan de sangre extravasada; provocan inflamación, hemorragias locales y pérdida de proteínas hacia el lumen intestinal (Villavicencio, 2021).

### **2.3.8. *Strongyloides* spp.**

*Strongyloides papillosus* es una de las especies importantes en ovicaprinos, ya que se localiza en la mucosa del intestino delgado de rumiantes domésticos y silvestres. La forma de su esófago es cilíndrica, es largo y llega a ocupar hasta la tercera parte de su cuerpo. Además, posee una apariencia de hebra retorcida, ya que el intestino y el útero se encuentran entrelazados (Cepeda, 2017).

Su ciclo es homogónico o heterogónico, alternando su vida libre y parasitaria. El ciclo homogónico ocurre cuando las hembras partenogénicas ponen huevos embrionados; estos salen a través de las heces y, en el ambiente, eclosionan al estadio L1. Luego de dos mudas (a las 26 y 28 horas), se convierten en larvas infectantes L3. En el ciclo heterogónico, los huevos eclosionan a L1 y, tras cuatro mudas, se convierten en larvas adultas de vida libre que se reproducen para producir nuevas larvas heterogónicas (Cepeda, 2017).

El hospedador es infectado una vez que ingiere las larvas, o bien, cuando estas ingresan a través de la piel. Las larvas migran por el sistema venoso hacia pulmones y tráquea, donde se desarrollan. En el intestino se convierten en hembras filariformes o entran en un estado de hipobiosis en los tejidos de los animales viejos. En estos, las larvas inhibidas pueden reactivarse y migrar a la glándula mamaria antes del parto, donde, a través de la ingestión del calostro y la leche, infectan a sus crías (Cepeda, 2017; Zapata, 2020).

Los animales pueden ser asintomáticos o, bien, en infecciones masivas, presentar diarrea sanguinolenta, debilidad, anemia, pérdida de peso, disminución de la tasa de crecimiento, anorexia, entre otros signos. Además, puede observarse dermatitis difusa, edema, tos, taquipnea, neumonía y urticaria (Cepeda, 2017).

## 2.4. Técnicas de identificación y control de animales parasitados

La identificación de ovejas con infecciones parasitarias puede lograrse mediante una inspección física detallada del animal y a través de técnicas de laboratorio. La observación de un pelo hirsuto (quebradizo y sin brillo), edema mandibular y zonas manchadas con heces en la parte caudal de los miembros posteriores brinda una primera sospecha de parasitosis (Bath y van Wyk, 2009).

No obstante, la identificación de huevecillos de nematodos y larvas infectantes se puede realizar a través de diversas técnicas cualitativas, como la flotación de Sheather y la sedimentación (Serrano, 2010; Puicón, 2018). Sin embargo, estas pruebas solo permiten determinar su presencia, ya que la cantidad de huevecillos observados no muestra la carga parasitaria del animal en cuestión (Puicón, 2018). La técnica de McMaster y el coprocultivo son técnicas cuantitativas: la primera cuantifica la carga parasitaria y la segunda, el porcentaje de L3 de *Strongylida*.

### 2.4.1. FAMACHA

Esta técnica fue creada a inicios de 1990 por el Dr. Faffa Malan en Sudáfrica. Puntúa frente a un conjunto estandarizado de cinco colores que van desde el rojo rosado (animal sano) hasta el blanco (anemia grave) (Bath y van Wyk, 2009; Prashanth et al., 2020). La puntuación es del 1 al 5, donde 1 es óptimo y 5, fatal (Prashanth et al., 2020; Prestes, 2018; Soto-Barrientos et al., 2018) (Anexo 1). Este método de campo es de fácil realización y permite la identificación de individuos infectados por *Haemonchus contortus*, pues evalúa de forma subjetiva la necesidad de realizar o no tratamientos individuales (Silveira, 2020).

No obstante, lo recomendable es utilizar este método junto con la medición de la condición corporal, exámenes coprológicos y el conteo de huevos fecales, con el fin de establecer un criterio de desparasitación más objetivo por parte del médico veterinario (Reyes-Guerrero et al., 2021).

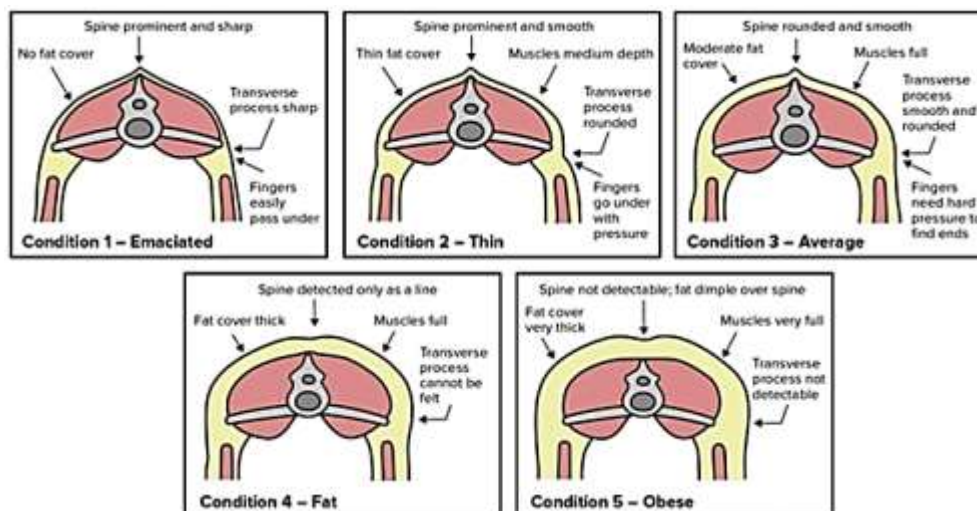
### **2.4.3. Evaluación de condición corporal**

La condición corporal en rumiantes menores se determina a través de la palpación de los procesos transversos y espinosos de la zona lumbar, con el fin de identificar la proporción de reserva de grasa corporal y la profundidad o área del músculo dorsal largo. La clasificación se brinda bajo una escala del 1 al 5, donde 1 es un animal emaciado y 5 es obeso (Pérez-Hernández et al., 2022; Steffen et al., 2021; Stockler et al., 2021) (Figura 1).

Este método es económico y sencillo, no necesita de ningún equipo para su realización y no se ve afectado por el estado fisiológico del animal. La técnica permite relacionar su resultado con el estado nutricional, el bienestar animal y el efecto de la parasitosis gastrointestinal (Morales, 2012; Olvera, 2014).

Figura 1

*Criterios de evaluación de condición corporal en rumiantes menores*



Fuente: Castaño y Parra (2019).

#### 2.4.2. Determinación de hematocrito

El hematocrito se define como la fracción del volumen que ocupan los glóbulos rojos en la sangre (Soriano, 2016). El valor se describe en porcentaje y, en el caso de los ovinos, oscila entre el 27,0 % y el 40,0 % (González, 2017). Es uno de los métodos más sencillos, pero, aun así, genera datos exactos y confiables (Abanto, 2017).

Diversos estudios han demostrado la asociación que existe entre la parasitemia por nematodos gastrointestinales y el porcentaje de hematocrito en ovinos. De esta manera, los animales con mayores cargas presentan una disminución más notable en la cantidad de glóbulos rojos, lo que los lleva a una anemia de tipo microcítica hipocrómica (Arauco, 2021; García, 2015).

#### **2.4.4. Flotación de Sheather**

La flotación de Sheather es una técnica enfocada en identificar la presencia de huevecillos de nemátodos, cestodos, acantocéfalos y ooquistes de coccidios (Odio, 2023). Esta se basa en aplicar una solución que sea de mayor densidad que la de los huevecillos, para que estos logren flotar y concentrarse sobre la superficie (Alvites y Cueva, 2020).

#### **2.5.2. Recuento de h.p.g.**

La determinación de la cantidad de h.p.g. se realiza a través de la técnica de McMaster (Puicón, 2018; Serrano, 2010; Vicente, 2020). Este es un método sencillo y rápido que permite establecer la carga parasitaria mediante el conteo de huevecillos en una cámara especial (cámara McMaster) con dos compartimentos. Cada compartimento consta de una altura de 0,15 cm y, en el cubreobjetos, tiene dibujado un cuadrado de un centímetro de lado con divisiones que facilitan el conteo. Por tanto, el volumen total analizado es de 0,30 ml (Serrano, 2010). No obstante, se debe tener claro que el resultado no siempre es una indicación exacta del número de nematodos presentes en el animal, ya que puede alterarse en individuos con gran cantidad de helmintos inmaduros o en aquellos con baja carga de huevos parasitarios (Puicón, 2018).

#### **2.4.5. Coprocultivo e identificación de larvas**

El coprocultivo permite la incubación de huevos del orden *Strongylida* para identificar el género del parásito implicado, ya que muchas veces la sola observación de los huevos no brinda información suficiente. El objetivo principal del cultivo de heces es brindar todas las condiciones de humedad y temperatura

para que el parásito logre eclosionar hasta alcanzar su estadio L3. Las características morfológicas y morfométricas de estas larvas permiten diferenciar con mayor facilidad los géneros de nematodos gastrointestinales (Serrano, 2010; Saraiva et al., 2016). Sin embargo, el proceso para la identificación de la especie implicada es más riguroso y costoso, ya que requiere del uso de pruebas moleculares (Pimentel, 2020).

## **2.5. Métodos alternativos de control**

En la actualidad, se han investigado nuevos métodos de control para la nematodiasis, los cuales surgen ante la necesidad de combatir la resistencia antihelmíntica y las pérdidas económicas dentro de los rebaños. Estas alternativas incluyen la desparasitación selectiva mediante FAMACHA, el manejo de pastoreo rotacional, el uso de plantas leguminosas con acción antihelmíntica, la selección genética y fenotípica de animales resistentes, entre otros (Reyes-Guerrero et al., 2021).

### **2.5.1. Identificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles**

Durante la infección de un rebaño por nematodos gastrointestinales, se presentan tres principales fenotipos en relación con el establecimiento del parásito y la respuesta del hospedero: resistencia, resiliencia y susceptibilidad (Barbosa et al., 2019). Los animales resistentes son aquellos que tienen la capacidad inmunológica para controlar o evitar la infección por parásitos gastrointestinales (Freitas et al., 2023).

Un animal resiliente se observa clínicamente sano y es eficiente reproductivamente, pero mantiene altos niveles de infección parasitaria. La

susceptibilidad, a su vez, es la incapacidad de prevenir y combatir los efectos del parasitismo, lo cual da como resultado una disminución en la producción y el deterioro de la salud (Barbosa et al., 2019).

La identificación de estas categorías dentro de los hatos permite la selección de individuos resistentes, considerándose así una estrategia de control a mediano plazo que beneficia la productividad del hato al mejorar la resistencia de la progenie dentro de los programas de crianza (Reyes-Guerrero et al., 2021). Diferentes estudios han determinado resistencia fenotípica y genética en razas Merino, Morada Nova, Polish, Romney, Santa Inés y Scottish (Barbosa et al., 2019; Talami, 2014). Asimismo, se cree que las razas Pelibuey y Panza Negra (*Blackbelly*) tienen la capacidad de infectarse con una menor cantidad de parásitos en comparación con las razas Kathadin y Dorper (Mendoza y Torres, 2023).

Se ha observado también que aquellos ovinos resistentes hacia un parásito específico comienzan a desarrollar esta característica hacia otras especies parasitarias (Talamini, 2014).

Por otra parte, la selección de ovinos resilientes no ha sido aceptada, debido a que, aunque estos animales mantienen buenos niveles de productividad, ante cualquier evento que genere inmunosupresión (nutrición o manejo inadecuado, enfermedad, estrés), pueden volverse susceptibles y sufrir todos los efectos negativos del parasitismo, incluida la muerte (Cruz, 2020).

Por lo tanto, la selección de ovejas resistentes es necesaria cuando se tiene como fin disminuir las cargas parasitarias dentro del sistema digestivo del huésped y en los mismos potreros. Pues, al alimentarse de pastos que también son contaminados e ingeridos por los susceptibles, logran eliminar los nematodos

dentro de su organismo, dando como resultado la interrupción de los ciclos parasitarios y la reducción de las generaciones (Talamini, 2014).

Es decir, la selección de ovinos resistentes permite obtener una descendencia con menor eliminación de nematodos adultos, una menor excreción de huevos al suelo y una menor contaminación del pasto por larvas infectivas (L3). Al disminuir las parasitosis dentro del hato, se espera mejorar los índices productivos, reducir la dependencia del uso de antihelmínticos y disminuir los residuos de antiparasitarios en carne, suelo y agua (Reyes-Guerrero, 2021).

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Ubicación**

La investigación se llevó a cabo en cuatro fincas ovinas de la provincia de Alajuela. Finca 1 se ubica en el cantón de Atenas, distrito Escobal. Finca 2 se localiza en el cantón de Orotina, distrito La Ceiba. Finca 3 se encuentra en el cantón de San Ramón, distrito Piedades Norte. Por último, Finca 4 pertenece al cantón de San Ramón, distrito Volio.

El cantón de Atenas se encuentra a una elevación de 450 msnm, presenta temperaturas medias anuales de 24,2 °C, precipitaciones promedio de 1950 mm anuales, y el porcentaje de humedad varía entre el 70,0 % y el 89,0 % (Alpízar, 2022). Por otra parte, Orotina se ubica a una elevación promedio de 380 msnm, presenta una temperatura promedio anual de 27,0 °C, precipitaciones entre los 2000 y 3000 mm anuales, y un porcentaje de humedad entre el 62,0 % y el 86,0 % (Rodríguez, 2008).

El cantón de San Ramón está a una elevación de 1057 msnm, presenta temperaturas promedio de 22,0 °C, precipitaciones anuales de 1950 mm y un porcentaje de humedad entre el 70,0 % y el 91,0 % (Arias y Jiménez, 2020).

### **3.2. Muestra**

En cada una de las fincas se evaluó el total de animales que cumplían con los siguientes criterios de inclusión: mayores de 1 año de edad, con acceso a pastoreo, sin exclusión de sexo o estado reproductivo, y que no hayan sido desparasitados en los últimos 40 días previos al muestreo. Se realizaron dos

muestreos: uno en temporada lluviosa (mayo-octubre 2023) y otro en época seca (enero-abril 2024).

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Inspección clínica**

##### **3.3.1.1. FAMACHA**

Se examinó la coloración de la conjuntiva del párpado inferior del ovino para compararla con la carta FAMACHA. En este procedimiento, se cubre el ojo con el pulgar, deslizando el párpado superior sobre el inferior; se realiza una presión leve procurando que las pestañas del párpado superior se curven sobre el pulgar. Por último, se desliza el párpado inferior hacia abajo para exponer la mucosa (Prashanth et al., 2020). Se compara la mucosa con la tabla FAMACHA (Anexo 2) y se anota el resultado.

##### **3.3.1.2. Sujeción y evaluación de condición corporal**

Antes de cualquier procedimiento, es necesaria la sujeción correcta del ovino. Se toma de la zona mandibular con una mano y la otra se coloca en la cola para guiarlo hacia un sitio seguro. Se recomienda colocar una mano detrás de las orejas, la otra en la zona mandibular y subir la cabeza para evitar que avance. Si es necesario, se colocará el animal contra una pared o baranda, realizando una presión moderada con la pierna sobre el flanco.

La evaluación de condición corporal se realizará según la Figura 1 (Castaño y Parra, 2019).

### **3.3.2. Métodos laboratoriales**

#### **3.3.2.1. Muestra sanguínea y hematocrito**

Se realizó punción yugular con una jeringa de 5 ml, aguja calibre 20 de 4 cm de largo, y la sangre se depositó en tubos de EDTA de 4 ml. Luego de la correcta rotulación, se transportó en un recipiente isotérmico de poliestireno con gel refrigerante para su posterior análisis en la Universidad Técnica Nacional de Atenas.

Para la determinación de microhematocrito, se llena un capilar hasta tres cuartas partes con la muestra sanguínea, inclinando cuidadosa del tubo de EDTA. Luego, se limpia el exterior del capilar con papel absorbente y se sella con plastilina a unos 2 mm del borde. El capilar se centrifuga durante 5 minutos a 10 000 rpm. Una vez finalizado el tiempo, se sitúa el capilar en el lector de microhematocrito, colocando el extremo superior del plasma con la línea superior de la escala y, de la misma manera, la línea inferior del paquete eritrocitario con la línea inferior de la escala (Toapanta, 2023).

#### **3.3.2.2. Toma de muestra de heces**

Las heces se recolectaron directamente del recto del animal con guantes de látex. Para la extracción, se realizan movimientos circulares con un dedo alrededor del ano para estimular la defecación; luego, se introducen dos dedos (uno después del otro) y se hacen movimientos envolventes para recolectar entre 5 y 10 gramos de materia fecal. Las heces se colocaron en bolsas debidamente rotuladas y en una caja isotérmica de poliestireno con geles refrigerantes para luego ser

transportadas al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional de Costa Rica.

### **3.3.2.3. Técnica de flotación de Sheather**

La presencia de huevos de nemátodos se determinó a través del método de flotación de Sheather (Odio, 2023). Para esto, se toman 2 gramos de heces, se agregan 58 ml de solución hipersaturada de azúcar, se macera y se homogeniza. Luego, se tamiza a otro *beaker*, se llena un recipiente hasta observarse una curvatura del líquido en la superficie y se coloca un portaobjetos sobre este. Se deja reposar durante 30 minutos para, posteriormente, observar al microscopio en 10X (Méndez, 2019).

### **3.3.2.4. Técnica McMaster**

A todos los individuos positivos a Sheather, se les realizó conteo de huevos fecales a través del método McMaster. Para esto, se mezclaron 2 gramos de heces con 28 ml de solución hipersaturada de azúcar en un *beaker*, macerando hasta homogenizar y tamizando la mezcla a otro recipiente. Con una pipeta, se llenaron ambos compartimentos de la cámara McMaster y se dejó reposar durante 5 minutos. El conteo se efectuó al microscopio con aumento de 10X. La cantidad de huevecillos se multiplica por 100 y se anota el resultado como h.p.g. (Castro, 2019; Pérez-Bautista et al., 2021; Soleda, 2017).

### **3.3.2.5. Coprocultivo e identificación de larvas**

Para el coprocultivo, se utilizó el método de Roberts y O'Sullivan (1950). Este se basa en mezclar con aserrín y agua destilada la muestra fecal, colocarla en un recipiente de vidrio e incubarla durante 7 días a una temperatura de 27,0 °C.

Pasado el tiempo, se llena el recipiente con agua destilada a 30,0 °C y se invierte rápidamente sobre una caja Petri con agua destilada hasta la mitad. Se deja reposar de 3 a 4 horas para permitir la migración de las larvas. Posteriormente, se extrae el líquido de la caja Petri, se coloca en tubos de ensayo y se refrigera durante 12 horas. Pasadas las 12 horas, se elimina el sobrenadante dejando un volumen de 3 a 4 cm. Con una pipeta se toma una gota del sedimento, se coloca en un portaobjetos, se agrega una gota de lugol, un cubreobjetos y se observa al microscopio en 10X y 40X (Castro, 2019; Lupaca, 2017; Méndez, 2019).

La identificación de larvas se realizó bajo la guía del Laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional (Anexo 2). Esta guía evidencia las características morfológicas de larvas L3, principalmente las pertenecientes al grupo *Strongylida* (Castro, 2019; Méndez, 2019).

### **3.3.3. Criterios de clasificación**

Los criterios de clasificación de animales resistentes, resilientes y susceptibles se realizaron según la Tabla 1 (Arauco et al., 2021; Castro, 2019; Morales et al., 2010; Salgado-Moreno et al., 2017). Se tomaron como ovinos resistentes y resilientes aquellos que mantuvieran su categoría en ambas visitas; los demás animales se considerarán como susceptibles (Castro, 2019).

**Tabla 1**

*Criterios de clasificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales*

<b>Clasificación</b>	<b>Carga parasitaria (h.p.g.)</b>	<b>Hematocrito (%)</b>	<b>FAMACHA</b>	<b>Condición corporal</b>
Resistente	Negativo, leve (0-50) o moderado (50-200)	≥23	1-2	≥2,5
Resiliente	Alta (>800)	≥23	≤3	≥2,5
Susceptible	Alta (>800)	<22	3-5	≤2,5

Fuente: Adaptado de Morales et al. (2010) y Castro (2019).

### **3.4. Análisis de datos y método estadístico**

Los datos fueron tabulados y procesados en Microsoft Excel. Se realizó un análisis estadístico que incluyó el cálculo de promedios de h.p.g. para cada grupo, finca y época del año. Porcentajes de animales clasificados como resistentes, resilientes y susceptibles y la distribución porcentual de los géneros parasitarios presentes en cada finca.

#### **3.4.1. Prueba de Kruskal-Wallis**

La prueba de Kruskal-Wallis se utilizó para la identificación de diferencias significativas entre las variables de h.p.g., hematocrito y FAMACHA de los grupos de clasificación (resistentes, resilientes y susceptibles). Se consideró un valor de  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo y  $p < 0,01$  como altamente significativo.

#### **3.4.2. Prueba de chi-cuadrado**

Se realizó la prueba de chi-cuadrado para la determinación de la relación entre los grupos y las distintas fincas, mediante el programa estadístico R. Se

consideró un valor de  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo y  $p < 0,01$  como altamente significativo.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

A nivel global, el 61 % (n = 61) de los ovinos fueron clasificados como susceptibles, el 26,26 % (n = 26) como resistentes y el 12,12 % (n = 12) como resilientes. En todas las fincas, la mayoría de los animales perteneció al grupo de los susceptibles, con excepción de la Finca 1. En la Finca 2, la cantidad de individuos resistentes fue considerablemente menor en comparación con los susceptibles, mientras que en la Finca 3 se observó una mayor representación de resilientes en relación con los demás grupos (Tabla 2).

Se identificó a la Finca 1 como la que presentó la mayor proporción de animales resistentes (57,10 %) y el menor porcentaje de susceptibles (35,70 %), lo que sugiere una mayor capacidad de sus ovinos para enfrentar la infestación parasitaria. En contraste, la Finca 2 mostró la mayor proporción de animales susceptibles (75,68 %) y el menor porcentaje de resistencia (18,92 %). La Finca 3 destacó por tener la mayor proporción de resilientes (24,14 %), lo que indica una capacidad considerable de los animales para soportar las cargas parasitarias sin afectar su productividad. Por último, la Finca 4 presentó una resistencia intermedia (31,58 %) frente a la parasitosis (Figura 2 y Tabla 2).

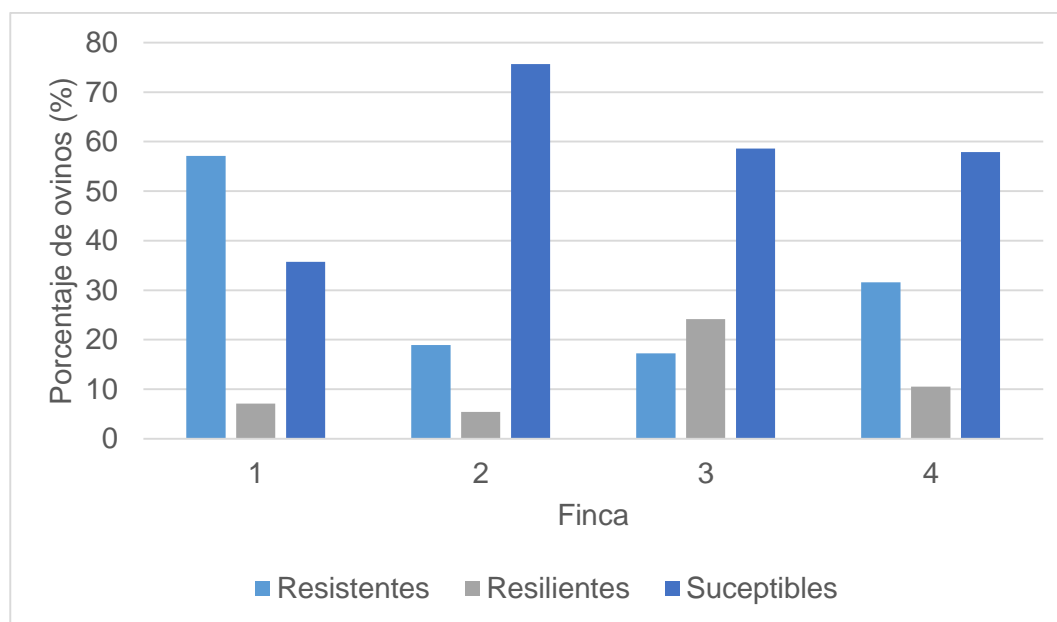
**Tabla 2**

*Clasificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales según la finca de procedencia en el periodo mayo 2023-abril 2024*

Finca	Resistentes	Resilientes	Susceptibles	Total
1	8 (57,10 %)	1 (7,10 %)	5 (37,7 %)	14
2	7 (18,92 %)	2 (5,40 %)	28 (75,68 %)	37
3	5 (17,24 %)	7 (24,14 %)	17 (58,62 %)	29
4	6 (31,58 %)	2 (10,53 %)	11 (57,89 %)	19
<b>Total</b>	26 (26,26 %)	12 (12,12 %)	61 (61,62 %)	99

**Figura 2**

*Clasificación porcentual de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a parásitos gastrointestinales en las cuatro fincas evaluadas entre el periodo mayo 2023-abril 2024*



El conteo de h.p.g. mostró una alta variabilidad entre los ovinos evaluados, con valores entre 0 y 52,800 h.p.g., este último registrado en la Finca 3 durante el invierno. Considerando las 198 mediciones individuales obtenidas en ambas épocas, se determinó una media general de 1019,70 h.p.g., con una desviación estándar (DE) de 4023,77, y una mediana de 100,00, lo que evidencia una distribución fuertemente asimétrica, con muchos animales sin carga detectable y algunos con cargas extremadamente altas.

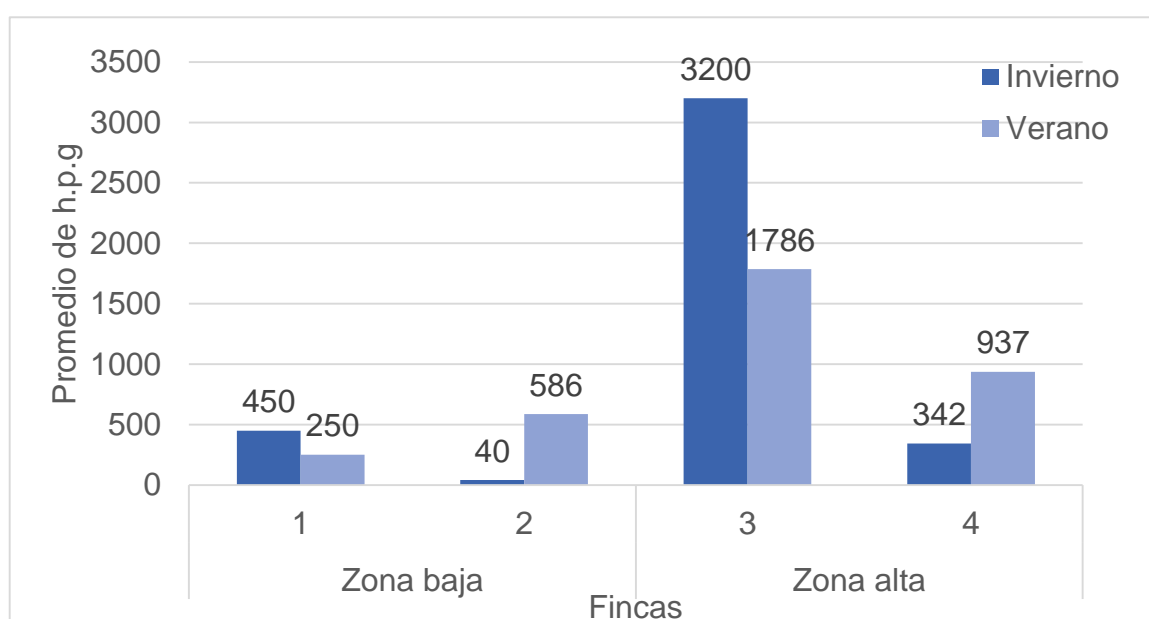
En el análisis por época del año, se observó que en invierno la media fue de 1081,82 h.p.g. (DE: 5435,66), mientras que en verano fue de 957,58 h.p.g. (DE: 1729,88), indicando una mayor dispersión en la estación lluviosa. No obstante, al analizar los datos por finca, se identificaron diferencias estacionales: las fincas 3 y 4 presentaron promedios más altos en verano, mientras que las fincas 1 y 3 lo hicieron en la época lluviosa. Asimismo, las fincas ubicadas en zonas de mayor altitud registraron las cargas parasitarias más elevadas, con una media de 3200,00 h.p.g. en invierno (Finca 3) y 936,84 h.p.g. en verano (Finca 4). Cabe destacar que la Finca 3 presentó los valores más altos de h.p.g. en ambas épocas del año (Figura 3).

Los valores de hematocrito en los ovinos evaluados mostraron una distribución variable, con un rango entre 10 % y 45 %. La media general fue de 31,62 % (DE: 5,23) y una mediana de 31,00 %. La mayoría de los animales presentó valores dentro del rango considerado fisiológicamente normal, aunque se observaron algunos casos con valores inferiores al 20 %, registrados en ambas épocas del año. Para FAMACHA, se encontraron valores entre 1 y 5, con una

media general de 2,57 (DE: 0,88) y una mediana de 2,50. Los valores de condición corporal oscilaron entre 1,75 y 5,00, con una media general de 3,02 (DE: 0,65) y una mediana de 3,00.

### Figura 3

*Promedio de h.p.g. registrado en las cuatro fincas evaluadas entre mayo de 2023 y abril de 2024, en función de la época de muestreo y la altitud de las zonas*



Los géneros parasitarios identificados en el coprocultivo incluyeron *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Strongyloides* spp., *Oesophagostomum* spp., *Cooperia* spp., *Chabertia* spp. y *Bunostomum* spp. *Haemonchus* spp. Es el género encontrado en el 100 % de las fincas, independientemente de la época del año. Seguido de *Trichostrongylus* spp., presente en el 100 % de las fincas, excepto en la época de invierno de la finca 1; los demás géneros solo estuvieron presentes en un 25 % de las fincas (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Identificación de géneros parasitarios y distribución de su presencia en las fincas evaluadas durante el periodo de mayo 2023-abril 2024*

<b>Finca</b>	<b>Época</b>	<b>Géneros parasitarios</b>	<b>Porcentaje de presencia</b>
1	Invierno	<i>Haemonchus</i> spp.	66 %
		<i>Strongyloides</i> spp.	34 %
1	Verano	<i>Haemonchus</i> spp.	60 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	40 %
2	Invierno	Cultivo negativo	0
2	Verano	<i>Haemonchus</i> spp.	85 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	8 %
		<i>Cooperia</i> spp.	4 %
		<i>Oesophagostomum</i> spp.	3 %
3	Invierno	<i>Haemonchus</i> spp.	93 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	3,5 %
		<i>Chabertia</i> spp.	3,5 %
3	Verano	<i>Haemonchus</i> spp.	95 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	2,5 %
		<i>Bonostomum</i> spp.	2,5 %
4	Invierno	<i>Haemonchus</i> spp.	94 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	6 %
4	Verano	<i>Haemonchus</i> spp.	98,5 %
		<i>Trichostrongylus</i> spp.	1,5 %

El análisis de Kruskal-Wallis mostró que tanto los valores de h.p.g. como los de FAMACHA presentaron diferencias altamente significativas entre los grupos (resistentes, resilientes y susceptibles), con  $p < 0,01$ . En el caso del hematocrito y la condición corporal, también se encontró una diferencia significativa, con un valor  $p$  de 0,030 y 0,417, respectivamente. Estos resultados indican que existen diferencias significativas entre dichos grupos, siendo las más notables las diferencias en los valores de h.p.g. y FAMACHA (Tabla 4).

Se observó una diferencia significativa en los valores de hematocrito entre los grupos resistentes y susceptibles, con un valor  $p$  de 0,01, lo que sugiere una variación considerable en los niveles de hematocrito entre estos dos grupos. Para h.p.g., las diferencias fueron significativas en todos los grupos, siendo particularmente destacadas las comparaciones entre susceptibles y resistentes ( $p < 0,01$ ) y resistentes y resilientes ( $p < 0,01$ ). La comparación entre susceptibles y resilientes también mostró una diferencia significativa ( $p = 0,0269$ ), aunque con un menor grado de significancia en comparación con las anteriores (Figura 4).

En cuanto a FAMACHA, se encontró una diferencia altamente significativa entre susceptibles y resistentes ( $p < 0,01$ ) y entre susceptibles y resilientes ( $p < 0,01$ ). En el caso de la condición corporal, también se encontró una diferencia significativa entre los grupos susceptibles y resilientes, con un valor  $p$  de 0,0260 (Figura 4).

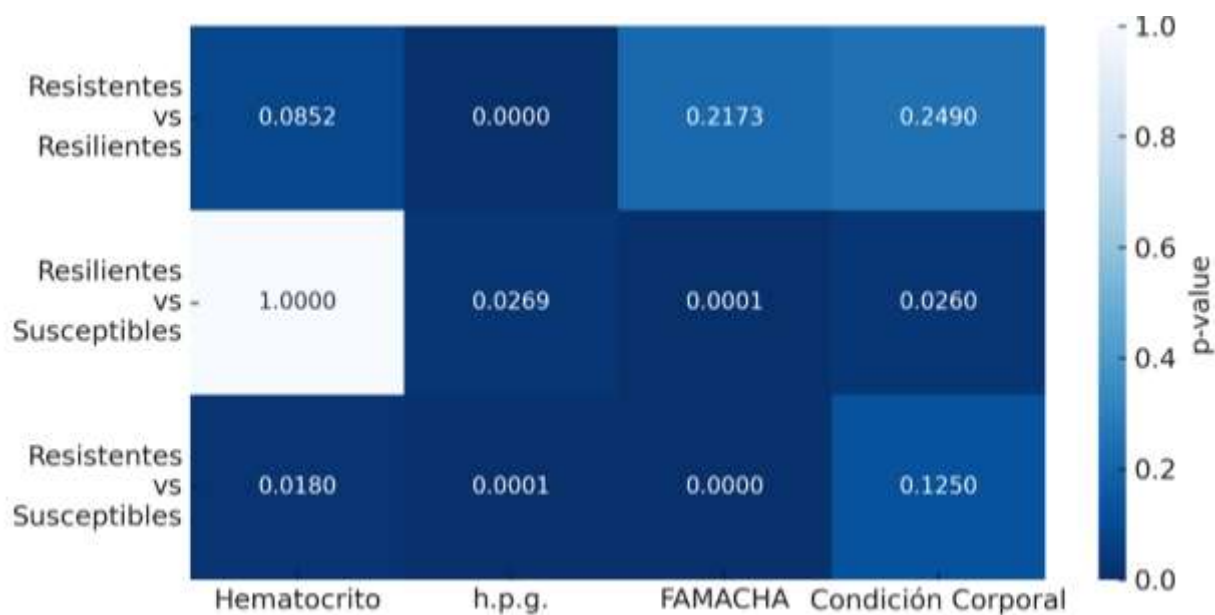
**Tabla 4**

Valores *p* de las variables h.p.g., FAMACHA, condición corporal y hematocrito a través del análisis Kruskal-Wallis de los distintos grupos

Variable	H (estadístico)	df	Valor <i>p</i>	Significancia
Hematocrito	7,01	2	0,030	Significativo
H.p.g	58,25	2	7,63e-14	Altamente significativo
FAMACHA	25,12	2	1,14e-06	Altamente significativo
Condición corporal	6,37	2	0,0417	Significativo

**Figura 4**

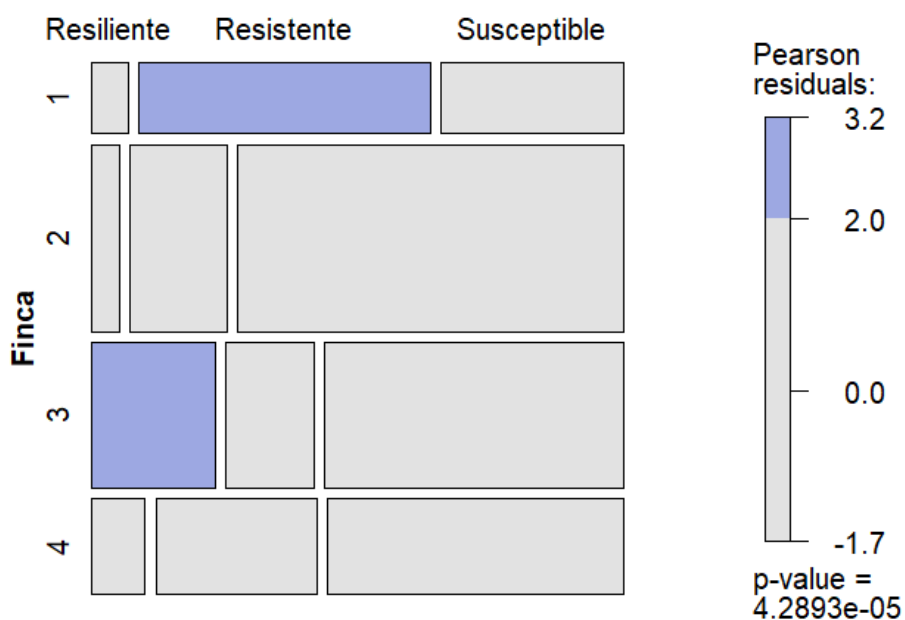
Valores de *p* obtenidos mediante el test de Kruskal-Wallis para las variables h.p.g., FAMACHA, condición corporal y hematocrito de los distintos grupos



Se identificó, además, una asociación significativa entre las fincas y los grupos de resistencia, con valores  $p < 0,01$ . Estos resultados indican que la distribución de los grupos de resistencia difiere significativamente entre las fincas. En la Figura 5 se ilustra cómo la cantidad de ovejas resistentes en la Finca 1 y resilientes en la Finca 3 difiere significativamente de las otras fincas evaluadas.

### Figura 5

*Relación entre el tipo de respuesta a la infección (resiliente, resistente y susceptible) y la finca de origen según la prueba de chi-cuadrado*



## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan una gran variabilidad en la respuesta de los ovinos frente a los parásitos gastrointestinales. Se describe una alta proporción de animales susceptibles en todas las fincas evaluadas, tal como lo reportaron Castro (2019) y Puicón (2018). La susceptibilidad de los hospederos a parásitos gastrointestinales es un fenómeno complejo, en el que factores intrínsecos del animal (edad, raza, condición corporal, etapa de la producción), manejo de la finca, nutrición y condiciones climáticas pueden influir en su ocurrencia (Moreira et al., 2021). Por ejemplo, se ha documentado que las condiciones climáticas, como la temperatura y la humedad, pueden alterar la supervivencia y dispersión de las larvas en ciertas épocas del año (González-Garduño et al., 2011).

Asimismo, Castells (2005) destaca la importancia de la genética como factor determinante en la resistencia a los parásitos, ya que ciertos genotipos ovinos presentan mayores capacidades para limitar el establecimiento y desarrollo de infecciones debido a mecanismos inmunológicos innatos más eficientes. Este hallazgo sugiere que la selección genética podría ser una herramienta viable para mejorar la resistencia en los rebaños, reduciendo así la dependencia de los antihelmínticos. Por otro lado, el manejo nutricional juega un papel clave en la modulación de la respuesta inmunitaria de los animales. Según Hoste et al. (2008), una dieta balanceada, rica en proteínas y minerales esenciales, puede mejorar significativamente la capacidad del hospedero para enfrentar las infecciones parasitarias. Además, Hoste et al. (2008) argumentan que la nutrición no solo afecta la respuesta inmunitaria directa, sino que también puede influir en la

inmunorregulación, lo que podría ser clave en el control de nematodos gastrointestinales.

En este estudio se determinó una mayor cantidad de animales con cargas parasitarias dentro de la época lluviosa en comparación con el verano. Sin embargo, los valores no son notables y, en algunas fincas, la cantidad de h.p.g. aumentó en la época de verano. Este hallazgo ha sido descrito por diversos autores, que, aunque atribuyen que la lluvia y las condiciones de humedad permiten la persistencia de las larvas en vida libre, señalan que la disminución en el aporte nutricional durante el verano compromete el sistema inmune del huésped, haciéndolo más susceptible a la infección parasitaria (Moreira et al., 2021; Rizwan et al., 2021; Villavicencio, 2021).

Los géneros de nematodos identificados concuerdan con los reportados en Costa Rica por Maroto (2009) y Castro (2019), determinando así que *Haemonchus contortus* es el parásito más prevalente, seguido de *Trichostrongylus* spp. Castro (2019) determina una mayor prevalencia de este último género en comparación con Maroto (2009), lo que también es observado en esta investigación. La permanencia de estas especies en el suelo costarricense puede deberse a diversos elementos, pero uno de los más importantes es la resistencia a los antihelmínticos. Ha sido descrito tanto por Maroto (2009) como por Castro (2019) que *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus* spp. son altamente resistentes al albendazol, ivermectina y, en menor medida, al levamisol, tres de los antiparasitarios más comúnmente utilizados por productores.

Una encuesta de la Universidad Nacional de Costa Rica sobre el manejo antihelmíntico en fincas ovinas del país reveló que el 58 % de las fincas

desparasitan de manera rutinaria cada seis meses, mientras que solo el 42 % lo hace según las necesidades o la etapa del animal. Solo el 10 % de los productores desparasitan basándose en una evaluación veterinaria. Otros factores, como la aplicación de dosis única y el uso de pesajes promediados o estimados, indican un manejo inapropiado de los productos antihelmínticos (Castro-Arnáez et al., 2019).

Estas prácticas erróneas no solo favorecen el desarrollo de resistencia a los nematodos gastrointestinales, sino que también aumentan el riesgo de incumplimiento de los periodos de retiro, lo que puede resultar en la presencia de residuos en tejidos ovinos destinados al consumo humano. Se ha demostrado que la ivermectina puede persistir en tejidos como el hígado y la grasa hasta 21 días después de su aplicación, lo que resalta la necesidad de aplicar tratamientos de forma responsable y respetando los tiempos de retiro establecidos (Núñez et al., 2007; Núñez, 2006).

El análisis de Kruskal-Wallis, aplicado para comparar los valores de h.p.g., FAMACHA, condición corporal y hematocrito entre los grupos, mostró diferencias significativas, indicando que estos grupos tienen perfiles fisiológicos distintos asociados a su nivel de respuesta a la infección por nematodos gastrointestinales. En particular, los valores de h.p.g. y FAMACHA presentaron la mayor significancia, reforzando su valor como indicadores clave en la clasificación de los ovinos en los diferentes grupos de respuesta como se ha reportado por Saddiqui et al. (2012). Asimismo, investigaciones previas han demostrado una correlación significativa entre el método FAMACHA, los valores de hematocrito y h.p.g., respaldando su utilidad en la identificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a infecciones parasitarias (Morales et al., 2010).

El conteo de h.p.g. evidenció diferencias significativas entre todos los grupos, con los ovinos resistentes presentando las cargas parasitarias más bajas, mientras que los susceptibles mostraron valores notablemente elevados. Esta diferencia concuerda con lo descrito por diversos autores, quienes señalan que el h.p.g. refleja el nivel de infección y la capacidad del hospedero para limitar la reproducción de los nematodos (Puicón, 2018).

Además, se encontró una diferencia significativa en los niveles de hematocrito entre los grupos resistentes y susceptibles, lo que sugiere que los ovinos resistentes mantienen valores de hematocrito más elevados. Este hallazgo es consistente con lo reportado en otros estudios, en los que los ovinos con mejor capacidad de resistencia mantienen su estado fisiológico a pesar de las infecciones parasitarias (Morales et al., 2006; Morales et al., 2010). En comparación, los ovinos susceptibles presentaron un descenso en los niveles de hematocrito, lo que refleja el impacto negativo de la parasitosis sobre su salud y rendimiento.

Asimismo, FAMACHA mostró diferencias significativas entre los grupos de resistencia, principalmente en ovinos resistentes frente a susceptibles y resilientes frente a susceptibles. Su valor como indicador ha sido validado por Elizondo (2009), quien reporta una alta correlación entre los valores de FAMACHA, el hematocrito y la carga parasitaria en ovinos, y destaca su aplicabilidad en estrategias de tratamiento selectivo para reducir el uso indiscriminado de antihelmínticos.

La condición corporal también mostró diferencias significativas entre los grupos resilientes y susceptibles. Aunque se trata de un indicador más subjetivo, estudios recientes confirman su relación con el estado parasitario del hospedero.

En una investigación realizada en Etiopía se encontró una correlación inversa entre la condición corporal y el h.p.g.; las ovejas con buena condición corporal presentaron cargas parasitarias considerablemente más bajas (127,98 h.p.g.) en comparación con aquellas en mala condición (2373,33 h.p.g.), sugiriendo un vínculo entre el estado nutricional y la capacidad del hospedero para afrontar la infección (Belina y Aragaw, 2017). Esto respalda el valor de la condición corporal como complemento en la evaluación fenotípica frente a nematodos gastrointestinales.

Aunque no fue un objetivo principal del estudio, se identificó una asociación significativa entre la finca de origen y la clasificación fenotípica de los ovinos ( $p < 0,01$ ), evidenciando que la distribución de animales resistentes, resilientes y susceptibles varió entre las unidades evaluadas. Este hallazgo coincide con estudios previos que han documentado diferencias en los porcentajes de resistencia fenotípica a nematodos gastrointestinales entre distintas fincas. Por ejemplo, Puicón (2018) reportó variaciones en la proporción de ovinos resistentes entre dos cooperativas en la puna central del Perú; no obstante, no realizó una asociación estadística entre estas localidades o factores influyentes. Si bien este estudio no abordó en detalle las causas de dichas diferencias, los resultados destacan la necesidad de considerar esta variabilidad y su posible aplicación en sistemas específicos.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Mediante la evaluación de carga parasitaria (h.p.g.), FAMACHA, condición corporal y hematocrito, se logró clasificar a los ovinos evaluados como resistentes, resilientes o susceptibles a nematodos gastrointestinales. Del total de animales analizados, el 26,26 % fueron resistentes, el 12,12 % resilientes y el 61,62 % susceptibles, evidenciándose la mayor proporción de animales con poca capacidad de combatir la infección parasitaria.

La evaluación de los criterios de clasificación mediante la prueba de Kruskal-Wallis permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre resistentes, resilientes y susceptibles en todas las variables analizadas, destacando FAMACHA y h.p.g. como las más discriminativas. No obstante, dado que cada criterio de evaluación aporta información distinta sobre la condición del animal frente a la parasitosis, su interpretación debe realizarse de forma integrada.

*Haemonchus* spp. fue el género de nematodo gastrointestinal más prevalente, presente en todas las fincas evaluadas y durante ambas épocas del año, seguido por *Trichostrongylus* spp. La identificación de estos géneros refuerza su importancia epidemiológica y la necesidad de control específico.

Se identificaron diferencias en la distribución de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles entre las fincas evaluadas. Aunque este estudio no incluyó el análisis de factores específicos que pudieran explicar estas diferencias, los resultados reflejan variabilidad entre fincas que podría estar asociada a condiciones propias de cada sistema de producción.

## CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere implementar esta metodología en futuras investigaciones para continuar identificando características relacionadas con la resistencia, resiliencia y susceptibilidad a nematodos gastrointestinales en los hatos de Costa Rica. Su aplicación a largo plazo podría favorecer la selección de reproductores, mejorar la genética de los rebaños y optimizar su adaptación a las condiciones ambientales.

Con el propósito de reforzar estos hallazgos, se recomienda replicar el estudio en diversas fincas de otras zonas del país, incluyendo una mayor cantidad de animales y la evaluación del manejo de cada finca. Esto permitiría evaluar con mayor precisión las variables que influyen en la resistencia de los animales y ajustar estrategias de selección según las particularidades de cada sistema productivo.

Se recomienda implementar programas de capacitación dirigidos a los productores ovinos sobre estrategias de control parasitario basadas en la selección genética y el manejo integrado. Estos programas deben incluir formación en la identificación de ovinos resistentes mediante técnicas como FAMACHA, la importancia del monitoreo de carga parasitaria y el uso adecuado de antihelmínticos.

## CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, G. (2017). *Relación de hemoglobina y hematocrito con el nivel de infección por nemátodos gastrointestinales y Fasciola hepatica en bovinos criollos conducidos al matadero de animales de abasto de la Municipalidad Provincial de Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1052>.
- Abongwa, M., Martin, R. y Robertson, A. (2017). A brief review on the mode of action of antinematodal drugs. *Acta Veterinaria*, 67(2), 137–152. 10.1515/acve-2017-0013.
- Alcalá, Y., Mendoza, I., Figueroa, J., Ibarra, F., Martínez, C., Pérez, A., Guadarrama, A., Romero, E., Vera, Y. y Zapata, A. (2019). *Diagnóstico de parásitos de interés en Medicina Veterinaria* (1 ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Alpízar, E. (2022). Zonas de vida de Costa Rica a partir de la aplicación de dos métodos de cálculo de la biotemperatura [Trabajo final de graduación, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23104>.
- Alvites, V. y Cueva, E. (2020). Comparación de tres métodos copararasitoscópicos para el diagnóstico de parasitosis intestinal en niños de 4 a 11 años del Colegio Virgen del Rosario, distrito de Ventanilla – 2018 [Tesis de grado, Universidad Norbert Wiener]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/4364>.

- Arauco, F., Unchupaico, I., Mayorga, N. y Cruz, D. (2021). Asociación de parasitismo gastrointestinal con parámetros fisiológicos en ovinos mejorados de la Región Junín, Perú. *Revista de Investigación de Perú*, 32(6), 1-9. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21677>.
- Arias, E. y Jiménez, M. (2020). Análisis estadístico, temporal y espectral de datos meteorológicos de la región de San Ramón, Alajuela. *Tópicos meteorológicos y oceanográficos*, 19(2), 68-82.
- Barbosa, J., Barbosa, I., Borsch, M., Giraldelo, L., Lopes, L., da Silva, M., Figueiredo, A., Esteves, S. y Souza, A. (2019). Morada Nova sheep breed: Resistant or resilient to *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology*, 276. <https://doi.org/10.1016/j.vpoa.2019.100019>.
- Barros, G. (2020). *Parasitosis gastrointestinal en ovinos de pelo (Ovis orientalis) en la hacienda "Medibac" cantón Lomas de Sargentillo* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio UAE. <https://cia.uagraria.edu.ec/>.
- Bath, G. y van Wyk, J. (2009). The Five Point Check© for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Ruminant Research*, 86: 6-13.
- Beltran, D., Villar, D. (2022). Side effects of ivermectin use in livestock: dung community in Colombia. *Ces. Med. Vet. Zootec*, 17(1), 58-77. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6591>.
- Castaño, R. y Parra, N. (2019). *Uso de medidas morfométricas para estimar peso vivo en un rebaño de ovejas Hampshire en el trópico alto colombiano* [Tesis

- de grado, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/464/>.
- Castells, D. (2005). Adaptación de genotipos a ambientes adversos: Resistencia genética de los ovinos a parásitos gastrointestinales. *Agrociencia*, 9(1-2), 587-593. <https://www.acuedi.org/ddata/5723.pdf>.
- Castro-Arnáez, I., Montenegro-Hidalgo, V., Vargas-Leitón, B. y Soto-Barrientos, N. (2019). Encuesta sobre manejo antihelmíntico en fincas ovinas de Costa Rica. *Boletín de Parasitología*, 20 (2).
- Castro, I. (2019). *Práctica dirigida: Diagnóstico de campo y laboratorial de parasitosis gastrointestinales en ovinos de Costa Rica* [Trabajo final de graduación, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/17232>.
- Cepeda, E. (2017). *Estudio parasitológico de nemátodos gastrointestinales en ovinos del Municipio de Ubaté, Cundinamarca* [Tesis de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorios latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3176741>.
- Cruz, A. (2020). *Identificación de ovinos Pelibuey resistentes a la infección por Haemonchus contortus en función de parámetros inmunitarios* [Tesis de grado, Colegio de Postgraduados]. Colpos digital. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4303>.
- Elizondo Salazar, J. (2009). *Uso del método FAMACHA como una herramienta de manejo integrado de parásitos gastrointestinales en ovinos y caprinos en condiciones tropicales* [Trabajo final de graduación, Universidad de Costa

Rica]. Repositorio Kérwá. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/c47298b7-e416-45d0-bfd9-785c7622a22f>

Freitas, L., Savegnago, R., Alves, A., Costa, R., Munaris, D., Stafuzza, N., Rosa, G. y Paz, C. (2023). Classification Performance of Machine Learning Methods for Identifying Resistance, Resilience, and Susceptibility to *Haemonchus contortus* Infections in Sheep. *Animals*, 13(374), 2-11. <https://doi.org/10.3390/ani13030374>.

García, J. (2015). Relación de algunos indicadores sanguíneos con la infestación de parásitos gastrointestinales en ovinos. *Rev Salud Anim*, 37(2):133-135.

García, M., Solís L. y Zúñiga, A. (2020). Análisis de segmentos de mercado de carne de cordero (*Ovis orientalis aries*) en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. *Revista e-Agronegocios*, 6(2), 1-18. <https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5212>.

González, A. (2017). *Evaluación de los cambios metabólicos y hematológicos producidos por el alza de lactación en ovejas Corriedale alimentadas a campo natural* [Tesis de grado, Universidad de la República]. Biblioteca Digital. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/1449>.

González-Garduño, R., Cruz-Romero, A. y López-Cruz, R. (2020). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(2), 345-355. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-50922011000200003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-50922011000200003&script=sci_arttext).

Hoste, H., Torres-Acosta, J. y Aguilar-Caballero, A. (2008). Nutrition-parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of

gastrointestinal nematodes? *Parasite Immunology*, 30(2), 79-88.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3024.2007.00994.x>

Lupaca, J. (2017). *Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos de la raza Hampshire down (Ovis aries) del distrito de Sama, Tacna 2016* [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1880>.

Maroto, R. (2009). *Evaluación de la resistencia antihelmíntica de nemátodos gastrointestinales en ovinos de Costa Rica* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/12989>.

Méndez, M. (2019). *Análisis hematológicos y parasitológicos en pequeños rumiantes* [Trabajo final de graduación, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/17663?show=full>.

Mendoza, P. y Torres, J. (2023). *Diagnóstico y control sustentable de nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos en la era de la resistencia antihelmíntica* (1ª ed.). Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Morales, G., Guillen, A., Pinho, A., Pino, L. y Barrios, F. (2010). Clasificación por el método FAMACHA y su relación con el valor de hematocrito y recuento de h.p.g. en ovinos criados en condiciones de pastoreo. *Zootecnia Tropical*, 28(4), 545-555.

Morales, G., Pino, L., Sandoval, E., Jiménez, D. y Morales, J. (2012). Relación entre la condición corporal y el nivel de infestación parasitaria en bovinos a

- pastoreo como criterio para el tratamiento antihelmíntico selectivo. *Revista de Investigación Veterinaria de Perú*, 23 (1):80-89.
- Morales, G., Pino, L., Sandoval, E., Florio, J. y Jiménez, D. (2006). Nivel de infestación y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. *Zootecnia Tropical*, 24(3), 333-334.
- Mora-Valverde, D. y Chacón-Villalobos, A. (2015). La ovinocultura en Costa Rica caracterización sectorial año 2014. *Nutrición Animal Tropical*, 9 (2), 124-155.
- Navarro, A. y Rodríguez, J. (2019). Comportamiento productivo y composición de la canal de ovinos (*Ovis aries*) en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Agroinnovación en el Trópico Húmedo*, 2(1), 31-41.
- Núñez, M., Palma, C., Araneda, M., Cabezas, I. y Pérez R (2007). Validación de un Método Analítico y Determinación de Residuos de Ivermectina en Tejidos de Ovino. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, 17(6), 557-565.
- Núñez, O. (2006). *Efecto del parasitismo gastrointestinal sobre la concentración de residuos de ivermectina en tejidos de ovinos* [Tesis de grado, Universidad de Concepción de Chile]. Repositorio UDEC. <https://repositorio.udec.cl/items/b2976132-1a99-479d-ac19-f01891b8ce8e>.
- Odio, L. (2023). *Pasantía en el laboratorio de parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional y en el Instituto de Parasitología, Universidad de Medicina Veterinaria Hannover* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/25112>.

- Olvera, J. (2014). *Cambio de peso y condición corporal en ovejas rambouillet del parto al destete en sistema estabulado* [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí]. Repositorio institucional. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3454>.
- Peña, I., Vidal, F., del Toro R, A., Hernández, A. y Zapata, M. (2017). Zoonosis parasitarias causadas por perros y gatos, aspecto a considerar en Salud. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10):1-11.
- Pérez-Bautista J., Martínez-Martínez, R., Hernández-Mogica, M., González-Lemus, M., Austria-Hernández, I. y Mendoza-Pedroza, S. (2021) Identificación y conteo de parásitos gastrointestinales en ovinos dorper, en Atlapexco, Hidalgo, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2). 10.19136/er aa8nll.2873.
- Pérez-Hernández, R., Salazar-Cuytun, R., García-Herrera, R., López-Duran, S., Herrera-Camacho, J. y Chay-Canul, A. (2022). Condición corporal en ovejas Pelibuey en el trópico de México. *Publicación semestral*, 8(16), 31-35.
- Pimentel, S. (2020). *Puesta a punto y validación de metodologías basadas en ADN para diagnóstico de nemátodos gastrointestinales en ovinos de Uruguay* [Tesis de grado, Universidad de la República de Uruguay]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27248>.
- Piscoya, C. (2017). *Frecuencia de helmintosis intestinal de ovinos en un centro de beneficio de animales de abasto en el distrito de ATE* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1093>.

- Porras, G. (2018). *Plan de restauración ecológica en la finca La Lucha, San Cristóbal de Desamparados, San José Costa Rica* [Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10333>.
- Prashanth, V., Kiran, H., Kumar, R., Patil, S. y Prakash, V. (2020). The “FAMACHA” chart- An Alternate to Manage Haemochosis in Small Ruminants- A Review Article. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(4), 1908-1913.
- Prestes, A. (2018). *Avaliacao do opg como gerramenta na seleção de ovelhas da raça Santa Inês resistentes a helmintose gastrintestinal e do método FAMACHA® na redução de tratamentos antihelmintícos* [Tesis de grado, Universidade Federal de Rondonia]. Repositorio Institucional. <https://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2809>.
- Puicón, V. (2018). *Evaluación de la resistencia natural a nemátodos gastrointestinales en alpacas y ovinos en praderas de la puna central del Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3704>.
- Quiroga-Calderón, E., Gatica-Colima, A. y Carlo-Rojas, Z. (2021). Factores de riesgo asociados a parásitos gastrointestinales en animales de producción. *Cultura Científica y Tecnológica*, 18(3). Doi: <https://doi.org/10.20983/culcyt.2021.3.21.1>.
- Reyes-Guerrero, D., Olmedo-Juárez, A. y Mendoza-de Gives, P. (2021). Control and prevention of nematodiasis in small ruminants: background, challenges

- and outlook in Mexico. *Rev Mex de Cienci Pecuarias*, 12(3).  
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>.
- Rizwan, H., Sajid, M., Shamim, A., Abbas, H., Qudoos, A., Maqboll, M., Malik, M. y Amin, Z. (2021). Sheep parasitism and its control by medicinal plants: A review. *Parasitologist United Journal*, 14(2), 112-121. doi:10.21608/puj.2021.70534.1114.
- Roberts, F. y O'Sullivan, P. (1950). Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1(1), 99. doi:10.1071/ar9500099.
- Rodríguez, O. (2008). Propuesta de acciones y proyectos para incrementar la cobertura vegetal en la ciudad de Orotina. [Archivo PDF]. Consultado el 12 de noviembre, 2020. <https://muniorotina.go.cr/media/attachments/2019/11/06/PlanarborizacionOrotina.pdf>.
- Saddiqi, H., Jabbar, A., Sarwar, M., Iqbal, Z., Muhammad, G., Nisa, M. y Shahzad, A. (2011). Small ruminant resistance against gastrointestinal nematodes: a case of *Haemonchus contortus*. *Parasitol Res*, 109: 1483-1500. 10.1007/s00436-011-2576-0.
- Saddiqi, H., Jabbar, A., Sarwar, M., Iqbal, Z., Muhammad, G., Nisa, M. y Shahzad, A. (2012). Markers/parameters for the evaluation of natural resistance status of small ruminants against gastrointestinal nematodes. *Animal (6)* 6: 994-1004. doi:10.1017/S1751731111002357.
- Salazar, Y. (2021). *Caracterización de parásitos gastrointestinales y externos en ovinos (Ovis aries) en tres fincas del Municipio de Sotorá-Cauca* [Tesis de

- grado, Universidad Antonio Nariño]. Repositorio UAN. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4597>.
- Salgado-Moreno, S., Carrillo-Díaz, F., Escalera-Valente, F. y Delgado-Camarena, C. (2017). Pruebas para identificar ovinos resistentes a parásitos gastrointestinales en San Pedro Lagunillas Nayarit. *Abanico Veterinario*, 7(3), 63-71. 63-71. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.73.7>.
- Santos, C., Moreira, L., Tangleica, L., Kaiber, B. y de Souza, F. (2007). Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrintestinais. *Rev. Acad. Curitiba*, 5(4):397-412: 397-412.
- Saraiva, K., Dourado, W., Gomes, J., Shigaki, L., Rabelo, T., Nagase, C., Ferraz, L. y Noriyuki, C. (2016). Aspects of epidemiology and control of gastrointestinal nematodes in sheep and cattle-Approaches for its sustainability. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(3), 664-669. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16028>.
- Serrano, F. (2010). *Manual práctico de parasitología veterinaria* (1ª ed.). Universidad de Extremadura, España.
- Shchebentovska, O., Golubtsova, M., Danko, M., Zakrevska, M., Kostynyuk, A. K., Zon, G... y Risovaniy, V. (2020). Morphological changes in sheep organs caused by *Bunostomum trigonocephalum* infestation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 50–53. [https://doi.org/10.15421/2020\\_276](https://doi.org/10.15421/2020_276)
- Soleda, M. (2017). *Parásitos gastrointestinales y pulmonares en rutas de trashumancia* [Tesis de grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional. <https://zaguan.unizar.es/record/63800?ln=es>.

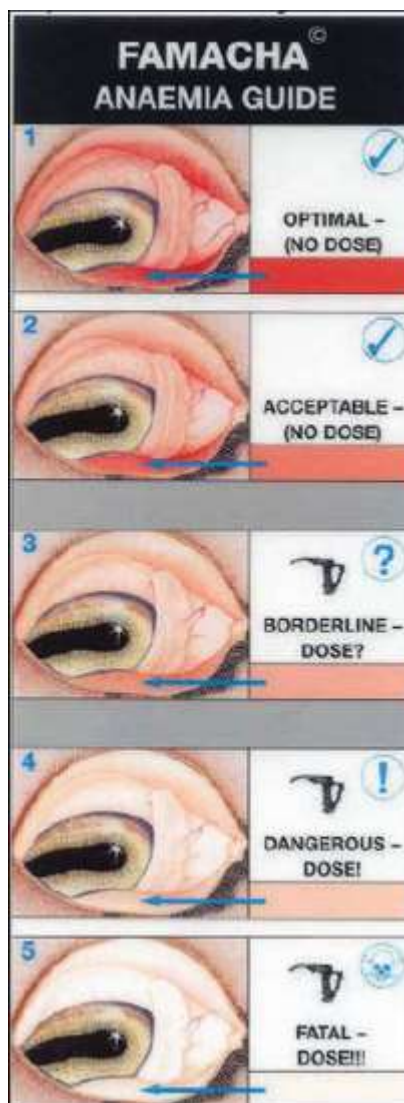
- Soriano, M. (2016). *Estudio de las alteraciones hematológicas en ovejas afectadas por diferentes patologías* [Trabajo final de grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional. <https://zaguan.unizar.es/record/63800?ln=es>.
- Soto-Barrientos, N., Chan-Pérez, J., España-España, E., Novelo-Chi, L., Palma-Ávila, I., Ceballos-Mendoza, A., Sarabia-Hernández, J., Santo-Ricalde, R., Cámara-Sarmiento, R. y Torres-Acosta, J. (2018). Comparing body condition score and FAMACHA to identify hair-sheep ewes with high faecal egg counts of gastrointestinal nematodes in farms under hot tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 167: 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.08.011>.
- Steffen, K., Arias, R., Gortari, L. y Moré, G. (2021). Relación del grado de FAMACHA, la condición corporal y edad en la producción diaria de leche de cabras Saanen en la provincia de Buenos Aires. *Analecta Veterinaria*, 42(1). <https://doi.org/10.24215/15142590e062>.
- Stockler, R., Stockler, J., Shipley, C. y Pugh, D. (2021). Physical examination, handling, and restraint of sheep, goats, and cervids. *Sheep, Goat, and Cervid Medicine*, 1–14. 10.1016/b978-0-323-62463-3.00010-4.
- Tachack, E., Oviedo, T., Oviedo, M., Pérez, L., Herrera, Y., Rugeles, C. y Vergara, O. (2022). Status of gastrointestinal nematode infections and associated epidemiological factors in sheep from Córdoba, Colombia. *Tropical Animal Health and Production*, 54(171). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03170>.
- Talamini, A. (2014). *Os parasitas de ovinos* (1ª ed.). Ediciones Unesp Digital, São Paulo.

- Toapanta, K. (2023). *Identificación de un factor de corrección para hematocrito y hemoglobina, realizado entre un método automatizado y un método manual* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37809>.
- Vicente, L. (2020). *Helmintofauna gastrointestinal ovina (Ovis aries) en el caserío Rondobamba, Huánuco-2019* [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermillo Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6201>.
- Villavicencio, B. (2021). *Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos en la Parroquia Guangaje Cantón Pujilí* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7699>.
- Zajac, A. y Garza, J. (2020). Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 36(1), 73-87. 10.1016/j.cvfa.2019.12.005.
- Zapata, L. (2020). *Descripción histológica de algunos parásitos platelmintos y nematelmintos que afectan a la población bovina en el trópico* [Tesis de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA]. Repositorio institucional. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3510>

## ANEXOS

### Anexo 1

Carta de FAMACHA



## Anexo 2

Guía de identificación de larvas L3 del Laboratorio de Parasitología de la  
Universidad Nacional de Costa Rica

Características de larvas de 3 <sup>er</sup> est. (o L.inf.) de nematodos (rumiantes)				
GENERO	Tipo de cauda	comp. total	Forma de Cauda	Reg. ant. de algunas particularidades
Trichostrongylus sp	corta	± 650 μ		
Ostertagia sp	corta	± 840 μ		
Bunostomum sp	media	± 600 μ		Dilatación de esófago en la parte distal. Coram se ben com Lugol 
Haemonchus sp	media	± 720 μ		
Cooperia sp	media	± 800 μ		2 cuerpos refringentes en la región anterior 
Oesophagostomum	larga	760 μ a 1100 μ		cutícula rugosa. celulas intestinales poligonales 
Chabertia sp	larga	724 μ a 890 μ		celulas intestinales rectangulares 
Nematodi-	larga	920 μ a 1130 μ		So e encontrado em cultura de mais de 10 dias 
Strongyloides sp		± 580 μ		Sem. bainha Cauda bifida

San José, 18 de mayo de 2025

Señores

Medicina Veterinaria

Universidad Técnica Nacional

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del documento titulado **“Identificación de ovinos resistentes, resilientes y susceptibles a nemátodos gastrointestinales en cuatro fincas de la provincia de Alajuela”**, presentado por Abigail Yekendia Carvajal Hernández, para optar por el grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria con énfasis en Buiatría.

Con las correcciones y recomendaciones aplicadas en este trabajo de investigación, es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA  
SIRLENE CHAVES  
BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MARGARITA SIRLENE  
CHAVES BONILLA (FIRMA)  
Fecha: 2025.05.18 18:18:25  
-06'00'

Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)