

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria



**Eficacia de la ivermectina en vacunos
infectados por nematodos
gastrointestinales en el fundo Huacariz,
del valle de Cajamarca**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Presentada por

Pierina Elizabeth Caro Flores

Asesor

Dr. Juan de Dios Rojas Moncada

Cajamarca – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Caro Flores Pierina Elizabeth
DNI: 70836136
Escuela Profesional: Medicina Veterinaria
2. **Asesor:** Dr. Juan de Dios Rojas Moncada
3. **Facultad:** Ciencias Veterinarias
4. **Grado académico o título profesional:** Título Profesional
5. **Tipo de Investigación:** Tesis
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "Eficacia de la ivermectina en vacunos infectados por nematodos gastrointestinales en el fundo Huacariz, valle de Cajamarca"
7. **Fecha de Evaluación:** 05 febrero del 2025
8. **Software Antiplagio:** Turnitin
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 6%
10. **Código Documento:** oid:3117:426817706
1. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** Aprobado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
UNIVERSIDAD LICENCIADA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las once horas del día veinticuatro de enero del dos mil veinticinco, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca los integrantes del jurado calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis titulada: **“Eficacia de la ivermectina en vacunos infectados por nematodos gastrointestinales en el fundo Huacariz, valle de Cajamarca”**, asesorada por el docente **Dr. Juan de Dios Rojas Moncada** y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **PIERINA ELIZABETH CARO FLORES**.

Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el jurado calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las doce horas y diez minutos del mismo día, el presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.


Dr. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES
PRESIDENTE


Dr. RAÚL ALBERTO BARRANTES HEREDIA
SECRETARIO


Mg. M.V. CRISANTO JUAN VILLANUEVA DE LA CRUZ
VOCAL


Dr. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis amados padres. Su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios han sido el pilar fundamental de mi vida. Desde mis primeros pasos en la educación, ustedes han estado a mi lado, motivándome a perseguir mis sueños y recordándome la importancia de la perseverancia y la dedicación. Gracias por creer en mí y por ser mi mayor fuente de inspiración. Sin su aliento y apoyo, este logro no habría sido posible.

Pierina

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco profundamente a mi asesor, Dr. Juan de Dios Rojas Moncada, por su invaluable guía y apoyo. Su dedicación, paciencia y experiencia han sido esenciales a lo largo de este proceso, brindándome no solo conocimientos académicos, sino también herramientas para enfrentar los desafíos que se presentaron. Su compromiso con mi crecimiento profesional y personal me ha inspirado y motivado a alcanzar mis metas.

Asimismo, deseo extender mi agradecimiento a mis profesores. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación, compartiendo su sabiduría y pasión por el conocimiento. Sus enseñanzas me han proporcionado una base sólida y me han impulsado a ser una mejor estudiante. Agradezco sus consejos y el tiempo que dedicaron a orientarme en mis estudios. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros y amigos, quienes me brindaron su apoyo incondicional y con quienes compartí momentos de aprendizaje y crecimiento. Cada uno de ustedes ha sido parte importante de este viaje.

Pierina

Índice General

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEORICO	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases Teóricas.....	8
1.3. Definición de términos básicos.....	20
CAPÍTULO II	22
MARCO METODOLÓGICO	22
2.1. Ubicación Geográfica	22
2.2. Diseño de la Investigación.....	23
2.3. Población, muestra y unidad de análisis	28
2.4. Técnica e instrumentos de recopilación de información	29
2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	29
2.7. Equipos y materiales.....	29
CAPÍTULO III.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Presentación de resultados	32
3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	34
CAPÍTULO IV	36

CONCLUSIONES	36
CAPÍTULO V	37
SUGERENCIAS	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	44
Anexo 1. Figuras que registran el trabajo de campo	44
Anexo 2. Figuras que registran el trabajo de laboratorio	45
Anexo 3. Datos obtenidos.....	47

Índice de tablas

Tabla 1.	Formación de grupos, dosis y vía de suministro del fármaco.....	25
Tabla 2.	Medidas (μm) de larvas infectivas de nematodos gastrointestinales de bovinos.....	28
Tabla 3.	Eficacia de la ivermectina 1% en dosis de 0,2 mg/kg en el control de nematodos gastrointestinales en vacunos del fundo Huacariz, valle de Cajamarca, 2024.....	32
Tabla 4.	Géneros de nematodos gastrointestinales identificados como larvas L3 en vacunos antes de la dosificación con ivermectina, 2024.....	33
Tabla 5.	Géneros de nematodos gastrointestinales encontrados en vacunos después de la dosificación con Ivermectina, 2024.....	33
Tabla 6.	Registro de datos obtenidos en el grupo ivermectina 0,2 mg/kg....	47
Tabla 7.	Registro de datos obtenidos en el grupo control.....	48

Índice de figuras

Figura 1.	Identificación de animales.....	44
Figura 2.	Material biológico.....	44
Figura 3.	Estimación de peso vivo con cinta.....	44
Figura 4.	Dosificación vía subcutánea.....	44
Figura 5.	Midiendo 57ml SSA.....	45
Figura 6.	Colocando la muestra en las celdas de la cámara INTA.....	45
Figura 7.	Observando en microscopio para contaje de HPG.....	45
Figura 8.	Mezclando heces con aserrín.....	46
Figura 9.	Colocando la mezcla al recipiente de vidrio.....	46
Figura 10.	Colocando las heces incubadas en la gasa.....	46
Figura 11.	Obteniendo el sedimento con larvas L3.....	46

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el fundo Huacariz, ubicado en el valle de Cajamarca, entre los meses de junio y julio del 2024, con el objetivo de determinar la eficacia de ivermectina 1% en el tratamiento de nematodos gastrointestinales strongilídeos e identificación de géneros. Se utilizaron 20 vacunos de diferente sexo, de la raza Fleckvieh, de edades que oscilaron entre tres a doce meses, positivas a nematodos strongilídeos, con una carga parasitaria no menor a 100 hpg, criados en un sistema extensivo al pastoreo y alimentados a base de Rye grass más trébol, sin recibir medicación antiparasitaria por un periodo de tres meses previo a la investigación. Diez animales conformaron el grupo control y diez el grupo ivermectina. La dosis terapéutica fue de 0,2mg/kg, administrada vía subcutánea. Las muestras de heces fueron colectadas directamente del recto en el día cero y en los días 14, 28, 42 y 56 posdosificación. La eficacia fue determinada mediante el Test de Reducción del Conteo de Huevos (T.R.C.H.) haciendo uso de la técnica McMaster modificada utilizando una cámara INTA, el cultivo de larvas mediante la técnica de Roberts & O'Sullivan, la colecta de larvas con la técnica Baermann y la identificación de géneros con la guía de Keith. En los resultados se determinó eficacias de 66,89%, 65,82%, 64,64% y 28,67% en los días 14, 28, 42 y 56 posdosificación, respectivamente. En el cultivo de larvas en la predosificación se identificó cuatro géneros de nematodos: *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* y en los días 14, 28 y 42 posdosificación se encontró solamente a dos géneros: *Ostertagia* y *Haemonchus*. Se concluye que la eficacia de ivermectina evaluado en el control de nematodos en vacunos del fundo Huacariz, es insuficiente.

Palabras clave: eficacia, ivermectina, nematodos, vacunos.

Abstract

The research was carried out at the Huacariz farm, located in the Cajamarca Valley, between June and July 2024, with the aim of determining the efficacy of 1% ivermectin in the treatment of strongylid gastrointestinal nematodes and identifying genera. 20 cattle of different sexes were used, of the Fleckvieh breed, aged between three and twelve months, positive for strongylid nematodes, with a parasitic load of no less than 100 epg, raised in an extensive grazing system and fed on rye grass plus clover, without receiving antiparasitic medication for a period of three months prior to the research. Ten animals made up the control group and ten the ivermectin group. The therapeutic dose was 0.2 mg / kg, administered subcutaneously. Stool samples were collected directly from the rectum on day zero and on days 14, 28, 42 and 56 post-dose. Efficacy was determined by the Egg Count Reduction Test (FECRT) using the modified McMaster technique using an INTA chamber, larval culture using the Roberts & O'Sullivan technique, larval collection using the Baermann technique and genus identification using the Keith guide. The results determined efficacies of 66.89%; 65.82%; 64.64% and 28.67% on days 14, 28, 42 and 56 post-dose, respectively. In the pre-dosing larval culture, four genera of nematodes were identified: *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* and *Oesophagostomum* and on days 14, 28 and 42 post-dosing only two genera were found: *Ostertagia* and *Haemonchus*. It is concluded that the efficacy of ivermectin evaluated in the control of nematodes in cattle at the Huacariz farm is insufficient.

Keywords: efficacy, ivermectin, nematodes, cattle.

INTRODUCCIÓN

Las parasitosis en el ganado son una realidad que persiste tenazmente a pesar de la fuerte e incesante lucha que se ha establecido contra ella (22). Estas se mantienen en el ganado durante todo el año, aunque no en altos índices, pero, los animales jóvenes son los más afectados en comparación con los adultos (23, 24). Por lo tanto, es necesario la utilización de fármacos antiparasitarios (25).

Pero, se debe considerar que la dosificación antiparasitaria que se realiza sin criterio técnico conlleva a la aparición de resistencia antiparasitaria (26). Además, del constante uso por mucho tiempo de un mismo principio activo (27).

Estudios realizados en vacunos de distintos predios de Cajamarca indican que los nematodos más frecuentemente encontrados son: *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia* y *Oesophagostomum*; y que algunos presentan resistencia antihelmíntica a la ivermectina al 1% detectado mediante el Hpg y coprocultivos de larvas (10, 11).

En el fundo Huacariz, distrito de Cajamarca, se cría ganado vacuno de raza Fleckvieh para producción láctea. Sin embargo, la nematodosis ocasionada por los parásitos gastrointestinales afectan la producción y para su control únicamente utilizan antiparasitarios en frecuencia de 3 a 4 dosificaciones al año; pero, sin conocer su eficacia del principio activo, tal como sucede con la ivermectina que la utilizan en combinación con Clorsulón para el control de *Fasciola hepatica*.

Razón por la cual, el trabajo tuvo el objetivo de determinar la eficacia de la ivermectina al 1% en vacunos infectados por nematodos gastrointestinales en el fundo

Huacariz del valle de Cajamarca , para esto se determinó su eficacia los días 14, 28, 42 y 56, también se identificó a los géneros de nematodos antes y después de la dosificación con ivermectina al 1%.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Internacionales

En México, en el municipio de Tizimín, estado de Yucatán 2013; en 30 bovinos hembras de 11 a 14 meses de edad, divididas en tres grupos de 11 animales. Se evaluó la eficacia de ivermectina 3,15% (IVM 3,15%) y moxidectina 10% (MOX 10%) contra infecciones naturales de nematodos gastrointestinales (NGI). La eficacia se evaluó mediante el conteo de huevos por gramo de heces utilizando las pruebas McMaster los días 0, 3, 7, 14, 35, 56, 63, 70, 77, 84, 91 y 98 postratamiento (PT), respectivamente. En los resultados, respecto a la ivermectina a dosis de 0,63mg/kg tuvo una eficacia de 100% en el día 14 PT; 95,4% en el día 35 PT; 90,4% en el día 56 PT; 87,2% en el día 63 PT; 0% en el día 84 PT. En el coprocultivo del grupo control se identificó: *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum*, *Cooperia* y *Trichostrongylus*. Se concluyó que la IVM 3,15% y MOX 10% administradas vía subcutánea presentan buena eficacia para el control de nematodos estrongilídeos hasta el día 35 posdosificación (1).

En Cuba 2014, con el objetivo de evaluar la eficacia antihelmíntica del Labiomec® (Ivermectina 1%) en nematodos gastrointestinales de rebaños bovinos de la provincia de Camagüey, se formaron 20 grupos con 10 animales por cada rebaño. Se realizó el test de reducción del recuento de huevos (TRCH) en muestras de material fecal. En todos los rebaños evaluados la eficacia de

este fármaco fue superior al 97 %. Los géneros de nematodos identificados fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Bunustomun*, con predominio del género *Haemonchus* (2).

En Argentina, se realizó un estudio entre 2003 y 2010 en una invernada del INTA Marcos Juárez. En el invierno/primavera de 2003, 2006, 2009 y 2010, se evaluó la eficacia antiparasitaria mediante el test de reducción del conteo de huevos de nematodos (TRCH). Entre 2003 y 2009, la eficacia del grupo Ivermectina (IVM) tuvo una tendencia ascendente (2003: 76,7 %; 2006: 84,1 %; 2009: 92,4 %) con un leve descenso en 2010 (89,7 %). En el grupo IVM postratamiento predominó *Cooperia* spp (2003: 85 %; 2006: 67 %; 2009: 100 %; 2010: 100 %). El nivel de eficacia de alrededor del 90 % obtenido fue significativo (3).

En Paraguay, entre 2017 y 2018 se realizó una investigación con la finalidad de determinar el efecto antihelmíntico de ivermectina y doramectina a dosis de 0,2 mg/kg en bovinos destetados de las ciudades de Abaí y Caapucú (departamentos de Caazapá y Paraguari). Se utilizaron 40 bovinos con cargas parasitarias superiores a 400 hpg, divididos en dos grupos de veinte animales cada uno. Al final del estudio se determinó una eficacia de 74,4%, evidenciándose una clara resistencia de los nematodos gastrointestinales (4).

En Ecuador 2019 en ocho predios en Quito, se evaluó la eficacia antihelmíntica de la ivermectina al 1% a través del análisis de la curva de eficacia del total de huevos postratamiento y la identificación parasitaria a través de la observación de larvas. Se utilizaron 154 terneros infectados naturalmente con cargas

superiores a 100 hpg, de los cuales se utilizó 73 animales para evaluar ivermectina y 81 animales para Fenbendazol. Para ivermectina se realizaron tres muestreos, al día 0, 14 y 21 posdosificación, obteniendo eficacias entre 2,73% y 24,38% en el día 14 PT y de 21.6 % y 46.05% en el día 21 PT. Al cultivo de larvas, se identificó *Cooperia* spp y *Haemonchus* spp. Concluyendo que ivermectina mostró una baja eficacia en el control de nematodos gastrointestinales, por tanto, se trataría de una resistencia antihelmíntica (5).

En Nicaragua, 2016 en una finca del municipio de León, con el objetivo de comparar la eficacia antiparasitaria de ivermectina, albendazol y fenbendazol en el control de los principales nematodos gastrointestinales en bovinos, se realizó un estudio empleándose cuatro grupos de 13 animales cada uno, mayores a cuatro meses de edad. La ivermectina fue al 1% en dosis de 0,2 mg/kg. Para determinar la eficacia se utilizó el porcentaje de reducción en el conteo de huevos. En los resultados se observó una eficacia de 72,6 % en el día 7 PT; 84,4% en el día 14 PT y en el día 21 PT fue de 93,8% (6).

1.1.2. Nacionales

En Lima en 2004, veinte vacunos provenientes del departamento de Cuzco, fueron estabulados para engorde intensivo y mediante análisis coproparasitológico se determinó la carga parasitaria mediante el conteo de huevos en heces. Posterior a la inyección de Ivermectina al 1 % (Bovimec®) a razón de 200 µg por kg de peso vivo, se obtuvo una disminución de huevos en heces del tipo estróngilos del 100% a los 7 y 21 días posdosificación (7).

En Piura en el 2021, una investigación se desarrolló en la Comunidad Campesina José Olaya de Silahuá, Frías, con el objetivo de evaluar la efectividad de la ivermectina y albendazol en el tratamiento de la Estrongilosis Gastrointestinal Bovina, para lo cual se utilizó 60 bovinos, infectados con más de 400 huevos tipo estróngilos. La evaluación de la eficacia se realizó a los 7, 14, 21, 28 y 56 días posterior a la administración, teniendo como resultados generales una eficacia a los 56 días del 100% para la ivermectina y de 95% para el albendazol, concluyendo que existe una eficacia muy alta de la ivermectina y del albendazol en el tratamiento de la Estrongilosis Gastrointestinal Bovina (8).

En Huánuco en 2005, una investigación se realizó en la localidad de Aucayacu, con el objetivo de evaluar el efecto antihelmíntico de la Doromectina (DRM) e Ivermectina (IVM) en el control de parásitos gastrointestinales en terneros. En el estudio se utilizaron 28 terneros de ambos sexos. Se identificó cinco tipos de parásitos gastrointestinales, *Strongyloides papillosus*, nematodos tipo estróngilos, *Trichuris* sp, *Eimeria* sp y *Moniezia* sp. El efecto antiparasitario de DRM e IVM para los parásitos *Strongyloides papillosus* y huevos tipo estróngilos, fue de 100% hasta los 45 días post tratamiento. En cuanto a la Doramectina (DRM) su eficacia de 100% en el control de nematodos tipo estróngilo, hasta los 75 días post tratamiento. Concluyendo, que las avermectinas: IVM y DRM son eficaces en el control de nematodos gastrointestinales hasta los 45 días post tratamiento (9).

1.1.3. Regionales

En Cajamarca 2014, en la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén Granja Porcón localizada en la provincia de Cajamarca, se realizó una investigación con la finalidad de determinar la eficacia del Fenbendazol en dosis de 7,5 mg/kg, vía oral; Levamisol a 7,5 mg/kg vía subcutánea e Ivermectina en dosis de 0,2 mg/kg vía subcutánea en el control de nematodos estrombilídeos gastrointestinales en vacunos. Se utilizó 30 vacunos hembras y se evaluó mediante el test de reducción del conteo de huevos y cultivo de larvas. En el día 10 posdosificación se determinó una eficacia de Fenbendazol 70%, Levamisol 52% e Ivermectina 88% y al cultivo de larvas en el día cero se encontró *Trichostrongylus* spp y *Ostertagia* spp y en el día 10 posdosificación se encontró *Trichostrongylus* spp en el grupo Levamisol, *Ostertagia* spp. y *Trichostrongylus* spp. en los grupos Fenbendazol e Ivermectina, respectivamente. Se concluyó que *Trichostrongylus* spp. es resistente al Fenbendazol, Levamisol e Ivermectina, por lo tanto, presenta resistencia múltiple y *Ostertagia* spp es resistente a Fenbendazol e Ivermectina, lo cual indica que presenta resistencia cruzada (11).

En el fundo Turba, localizado en la provincia San Marcos, Región Cajamarca, se realizó una investigación con la finalidad de determinar la eficacia de Fenbendazol en dosis de 7,5 mg/kg, vía oral; Levamisol a 7,5 mg/kg vía subcutánea e Ivermectina en dosis de 0,2 mg/kg vía subcutánea en el control de nematodos estrombilídeos gastrointestinales en vacunos. Se utilizó 30 bovinos hembras Holstein positivas a Nematodos. En el día 10 posdosificación se determinó una eficacia de 88%, 74% y 65% para Fenbendazol, Levamisol e

Ivermectina en el control de nematodos, respectivamente. En el cultivo de larvas en la pre dosificación fueron identificados *Haemonchus* y *Ostertagia*; y al día 10 post dosificación en el grupo de animales dosificados con Ivermectina se encontró *Haemonchus* y *Ostertagia*, en los grupos Fenbendazol y Levamisol se encontró solamente *Ostertagia*. Se concluyó que la eficacia de los tres principios activos es insuficiente y que *Haemonchus* es resistente a Ivermectina y sensible a Fenbendazol y Levamisol, en tanto que *Ostertagia* es resistente a Fenbendazol, Levamisol e Ivermectina, respectivamente (10).

En Cajamarca, 2019 en las provincias de Cajamarca, San Marcos y San Miguel; reportan que mediante cultivo de larvas L-3 obtenidas de heces de vacunos positivos a infección natural a nematodos estrogilídeos, identificaron cuatro géneros de nematodos estrogilídeos gastrointestinales: *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* (29).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Nematodos

Los nematodos son gusanos redondos, no segmentados, especies libres y parásitas, cuya morfología es básicamente semejante. El cuerpo es filiforme, con simetría bilateral, pero las hembras de algunas especies desarrollan dilataciones corporales más o menos globulosas. Tienen un tracto digestivo completo y una cutícula resistente, elástica y semejante a la piel. El área bucal puede estar especializada para pegarse al huésped y alimentarse de él. El tamaño de los nematodos varía desde pocos milímetros hasta más de un metro de longitud. Poseen sexos separados y ciclos vitales directos o indirectos (12)

- **Características generales.** Los nematodos de vida libre o parásitos son vermes que carecen de segmentación; presentan generalmente forma cilíndrica con los extremos aguzados. El tamaño es muy variable, muchos no superan el milímetro y otros pueden medir varios milímetros de longitud. El cuerpo está cubierto por una cutícula que puede tener aspecto anillado, ser lisa o con estriaciones longitudinales. Las formas parásitas pueden localizarse dentro del hospedador en los ojos, boca, lengua, estómago, intestino, hígado, tráquea, pulmones y en las cavidades del cuerpo. Son de sexos separados; los machos, frecuentemente, son de menor tamaño que las hembras (19).
- **Desarrollo.** Las hembras pueden ser ovíparas, ponen huevos no larvados; ovovivíparas, ponen huevos larvados y vivíparas, paren larvas. Las células germinativas que se desprenden del ovario son fecundadas en el receptáculo seminal donde es segregada una membrana de fertilización. Esta cubierta incrementa gradualmente su espesor hasta formar una cáscara quitinosa. Una segunda membrana llamada vitelina es segregada por el cigoto, hacia adentro de la cáscara. Cuando el huevo atraviesa el útero, éste puede segregar una tercera capa, de naturaleza proteica que se deposita por fuera de la cáscara. Esta capa tiene textura rugosa y no aparece en todas las especies (19).

Los huevos pueden identificarse específicamente por su contenido (uno o más blastómeros, mórula, o larva), forma, tamaño, color, estructura de la cáscara y ornatos superficiales. La eclosión de los huevos tiene lugar dentro del hospedador o en el medio ambiente y es estimulada por agentes reductores,

humedad y temperatura óptima. El huevo eclosiona en el medio ambiente siempre que las condiciones aseguren la supervivencia de la larva (19).

- **Pérdidas económicas.** Las enfermedades parasitarias requieren atenta consideración, por su influencia negativa en los resultados de las explotaciones. Aunque no se sabe con exactitud el cálculo de las repercusiones económicas de las parasitosis ya que su impacto depende mucho de factores ecológicos, comerciales, sociales etc., en términos generales se acepta que las pérdidas oscilan entre un 10 y 15%. Adicional a las pérdidas productivas hay que sumar las pérdidas por efectos de mortalidad y decomisos de vísceras y canales a nivel de plantas de sacrificio. Los perjuicios como disminución del rendimiento, normalmente pasan desapercibidos cuando se trata de parasitismo subclínico ya que los ganaderos consideran que sus ganancias son "normales". Las causas para este bajo rendimiento se asocian a disminución en la ingesta de alimento, mala absorción, alteración en la digestibilidad, menor eficiencia en utilización de proteína y energía, pérdida de agua, electrolitos, vitaminas entre otros (20).
- **Medidas de control de la parasitosis.** Existiendo diferentes metodologías para el control, tratamiento y prevención de las parasitosis en los bovinos, las principales medidas de lucha van dirigidas a acciones directas sobre el hospedador y sobre el medio ambiente donde viven los animales (15).
 - Limpieza de las instalaciones.
 - Desinfección química y tratamiento de aguas.
 - En explotaciones grandes la disponibilidad de estercoleros y/o biodigestores.

- Se puede hacer el medio hostil para el desarrollo larvario con drenajes en zonas demasiado húmedas y limpieza de potreros.
- Rotación de potreros (manejo de praderas) permitiendo el adecuado "descanso" de los mismos y dividiendo las praderas en un número adecuado de potreros para realizar exitosamente dicha actividad. Evitar las sobrecargas o excesos de animales en los potreros.
- Evitar deficiencias alimentarias e implementación de programas nutricionales adecuados.
- Separar los animales por grupos de edades, dejando los potreros altos para los animales jóvenes y los potreros bajos o planos para los adultos.
- Prácticas coprológicas cuantitativas periódicas.
- Capacitación y entrenamiento a ganaderos, administradores, mayordomos y empleados en general.

1.2.2. Nematodiasis o Estrongilosis Gastrointestinal

- **Etiología**

Los nematodos gastrointestinales parásitos de los rumiantes pertenecen a diversas familias y géneros, destacando las siguientes: Trichostrongylidae (*Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus*). Ancylostomatidae (*Bunostomum*); Strongylidae (*Chabertia* y *Oesophagostomum*). Generalmente las infecciones son mixtas, participando dos o más géneros y varias especies. Lo que explica la denominación general de "gastroenteritis parasitarias", aunque son más frecuentes los trichostrongílidos (12).

- **Ciclo de vida**

Es directo, los animales parasitados excretan con sus heces huevos prácticamente indiferenciables. Estos tienen forma ovoide, son incoloros y de cáscara fina. Su tamaño oscila entre 70-100 micras de longitud por 40-60 micras de anchura. Excepto los huevos de *Nematodirus* miden más de 130 micras de longitud. Salen con las heces en fase de blástula con un número variable de blastómeros, según la especie. *Nematodirus* se reconoce fácilmente por su tamaño y por tener 8 blastómeros (12).

La excreción de huevos es variable y depende del hospedador (edad, estado inmunitario, consistencia fecal) y del parásito (prolificidad de las hembras). Al respecto *Haemonchus* pone de 5,000 a 10,000 huevos/día, considerado como parásitos muy prolíficos; *Trichostrongylus* y *Ostertagia* ponen de 100 a 200 huevos/día, considerados moderadamente prolíficos y poco prolíficos considerado a *Nematodirus* cuya ovoposición es de 50 huevos/día (12).

El periodo prepatente de *Trichostrongylus axei* es de aproximadamente 20 días, *Ostertagia* sp 18-21 días, *Cooperia* spp 14 días, *Haemonchus placei* 26 a 28 días, *Bunostomum* sp de 30 a 56 días, *Chabertia ovina* 49 días, *Oesophagostomum radiatum* 32 días, *Nematodirus* sp 15 a 21 días (11).

- **Patogenia**

Tanto las larvas en desarrollo como los nematodos adultos pueden ser patógenos, el curso de la infección depende del número de los nematodos, la composición genérica de la carga parasitaria (ejemplo; *Haemonchus* es hematófago y por lo tanto más patógeno), la edad y nutrición del hospedador. Las especies que se

localizan en el abomaso producen lesiones en las glándulas gástricas, lo que origina su dilatación y una marcada protrusión sobre la superficie de la mucosa (11). Esta parasitosis en el abomaso da lugar a la disminución de la secreción de ácido clorhídrico (HCl) lo cual repercute negativamente en la digestión proteica. También aumenta la síntesis de gastrina que conlleva al aumento de la contractibilidad del cuajar y del peristaltismo intestinal (12).

Además de lo anteriormente mencionado, las larvas en la cuarta fase como los adultos de *Haemonchus* son fuertes chupadores de sangre, originando pérdidas de los componentes sanguíneos incluyendo eritrocitos y proteína plasmática. En la nematodiasis intestinal las lesiones más frecuentes son: Alargamiento de las criptas, engrosamiento de la lámina propia, atrofia de las vellosidades, deterioro de las uniones celulares con incremento de la permeabilidad, edema (11).

- **Síntomas clínicos**

La gastroenteritis verminosa de los rumiantes, es una infección de curso agudo a crónico y que puede cursar en forma clínica o subclínica y está asociada a una serie de signos clínicos relacionados con factores del parásito (ciclo endógeno de las especies implicadas, hábitos alimenticios, dosis infectante) y del hospedador (edad, receptividad, estado nutritivo). La mayoría de las infecciones son leves y no producen signos clínicos manifiestos. Sin embargo, en los animales más jóvenes pueden albergar cargas parasitarias mucho más elevadas que los adultos, las tricostrongilidosis dan lugar a signos clínicos cuya intensidad es variable. En este sentido, se pueden considerar dos formas clínicas: aguda y crónica. En la forma aguda es frecuente en los animales jóvenes, consiste en una gastroenteritis catarral con diarrea, deshidratación y ligera anemia; en tanto que,

en la forma crónica es más frecuente en los adultos, se caracteriza principalmente por emaciación; los animales pierden progresivamente el apetito con disminución del peso corporal hasta llegar a una atrofia de la musculatura esquelética (12).

La diarrea puede ser profusa acuosa que normalmente es persistente, en otros casos puede tener un olor pútrido, de color oscuro, frecuente o intermitente, con cuadros de deshidratación marcada que en terneros puede ser mortal. Concurrentemente con la diarrea y la anemia, hay a menudo hipoproteinemia y edema, especialmente debajo de la mandíbula inferior (mandíbula en botella) y algunas veces a lo largo del abdomen ventral. Las infecciones severas pueden producir la muerte antes de que aparezcan los signos clínicos. Otros signos variables incluyen debilidad, pelo áspero y anorexia (11).

- **Diagnóstico**

El diagnóstico puede realizarse mediante la observación de la sintomatología clínica, la utilización de técnicas específicas (biopatológicas, parasitológicas e inmunológicas) y los hallazgos de necropsia (12).

El método coproparasitoscópico más utilizado es el de flotación fecal que se basan en las diferencias existentes en la densidad de los huevos, en relación de los residuos fecales; el mismo que permite concentrar al material parasitario en las muestras fecales; para lo cual se debe usar soluciones de flotación (saturadas con azúcar o sales). El resultado de utilizar una solución de flotación es que los huevos de parásito flotan en la superficie del líquido y las partículas de material fecal quedan en el fondo, lo que facilita la detección de los huevos de parásitos;

siendo la solución saturada de azúcar la más utilizada en veterinaria. El diagnóstico puede ser basado en el conteo de huevos por gramo de heces expresado en hpg realizada mediante la técnica McMaster, la cual es la técnica más práctica para evaluar fármacos nematocidas (11).

- **Periodo prepatente**

Es el periodo desde que infecta al hospedador hasta que inicia la ovoposición, en *Trichostrongylus axei* es de unos 20 días, *Ostertagia* sp 18-21 días, *Cooperia* sp 14 días, *Haemonchus placei* 26 a 28 días, *Bunostomum* sp de 30 a 56 días, *Chabertia ovina* 49 días, *Oesophagostomum radiatum* 32 días, *Nematodirus* sp 15 a 21 días (19).

- **Prevención**

La prevención generalmente implica la disminución de cargas parasitaria, en el huésped, por debajo del nivel al cual puede ocurrir pérdida económica. Para hacer esto eficazmente se necesita un conocimiento íntimo de los factores epidemiológicos y ecológicos que gobiernan las poblaciones larvales de los campos de pastoreo y del papel que desempeña la resistencia del huésped a la infección (11).

Las actividades que deben tomarse en cuenta para un control o prevención estratégica son: Adecuado nivel de alimentación, manejo de pasturas, manejo del animal joven, manejo del binomio madre cría, dosificaciones antinematódicas estratégicas, evitar pastoreo en zonas húmedas, selección y crianza de animales resistentes, control biológico, rotación de principios activos (11).

- **Tratamiento**

El control y profilaxis de las tricostrongilidosis debe contemplar un conjunto de acciones que combinen los tratamientos antihelmínticos estratégicos con prácticas de pastoreo que limiten los riesgos de infección. Estas medidas deben ser diseñadas para cada zona de acuerdo con los sistemas de explotación y las condiciones climáticas (12).

1.2.3. Avermectinas

Las avermectinas fueron obtenidas por primera vez por Burg y colaboradores en 1979 como resultado de la fermentación bacteriana de *Streptomyces avermitilis*. Fue sintetizada en 1980, y más adelante se descubrió su potente actividad antihelmíntica. Su comercialización para medicina veterinaria se inició en 1981. A partir del fermento de *Streptomyces avermitilis* se obtiene un anillo lactona macrocíclico que muestra efectos antibióticos y nematocidas, así como intensa toxicidad contra insectos. Se clasifican en naturales (Ivermectina, Abamectina) y Biosintéticas (Doramectina, Eprinomectina y Selamectina) (16).

- **Ivermectina**

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

poco soluble en agua e insoluble en carbohidratos saturados como el ciclohexano; es muy liposoluble y estable (16).

✓ **Farmacodinámica**

La Ivermectina favorece la liberación del ácido gamma amino butírico (GABA) en las neuronas presinápticas. Este, actúa como un neurotransmisor inhibitorio y bloquea la estimulación postsináptica de la neurona adyacente en los nematodos o en las fibras musculares de los artrópodos. Por medio de la estimulación de la liberación del GABA, la Ivermectina causa la parálisis del parásito y su eventual muerte (16).

✓ **Farmacocinética**

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

llegan a brindar concentraciones terapéuticas por 80-90 días. Presenta vida media de 36 horas si se administra por vía IV, la vida media se reduce a 30 horas (16).

✓ **Indicaciones y dosis**

Su uso en los mamíferos está asociado con un margen amplio de seguridad, ya que en ellos no existen canales de unión a cloro, además de que en la mayoría de las especies la ivermectina tampoco atraviesa la barrera hematoencefálica. En todos los casos se recomienda dosis únicas. Las dosis en las especies domésticas son las siguientes (16):

Bovinos: 200 µg/kg o 0,2 mg/kg DU, SC, IM.

Equinos: 200 µg/kg o 0,2 mg/kg DU, VO.

Porcinos: 300 µg/kg o 0,3 mg/kg DU, SC, IM.

1.2.4. Resistencia a los antihelmínticos

La aplicación periódica de los fármacos antiparasitarios contra las poblaciones de parásitos provoca, inevitablemente, el desarrollo de poblaciones de parásitos resistentes, debido a la selección de fenotipos resistentes, es decir que, aquel fármaco que una vez fue eficaz, deja de serlo y se debe sustituir por otro y desafortunadamente, es posible que el sustituto tampoco sea eficaz contra la cepa resistente, sobre todo si es un producto químicamente relacionado con el original (17).

La resistencia se define como la capacidad heredable que tiene una población para tolerar dosis tóxicas de sustancias químicas que son letales para otras poblaciones de la misma especie, siendo la heredabilidad su característica más

importante (17). La resistencia parasitaria puede suceder de forma intrínseca o natural debido a las características propias del parásito que lo hacen insensible al efecto del fármaco o puede suceder también de forma adquirida debido a que los sobrevivientes a los tratamientos farmacológicos transfieren sus genes de resistencia a su progenie (18).

- **Recomendaciones**

A pesar de los importantes avances alcanzados en la caracterización molecular y genética poblacional de la resistencia de parásitos a la acción de drogas antihelmínticas, tenemos aún muchas dificultades para proponer soluciones concretas, tendientes a frenar el desarrollo del fenómeno de resistencia en condiciones prácticas. A continuación, se presentan las recomendaciones, principalmente de manejo, que deben tenerse en cuenta para frenar el desarrollo de la resistencia (21):

- ✓ Consideraciones epidemiológicas
- ✓ Consideraciones farmacológicas
- ✓ Disminución de la frecuencia de tratamientos
- ✓ Pastoreo mixto y/o alterno
- ✓ Uso simultáneo de antihelmínticos con diferentes modos de acción
- ✓ Uso de animales resistentes
- ✓ Rotaciones prolongadas de los antihelmínticos
- ✓ Dilución de las poblaciones de parásitos resistentes
- ✓ Control biológico
- ✓ Mejora nutricional
- ✓ Suplemento de elementos menores en la dieta

- ✓ Cuarentena
- ✓ Educar a los veterinarios de campo y ganaderos sobre la resistencia frente a los antihelmínticos y su control.

Una vez que se ha dejado de administrar una clase de antihelmíntico, el retorno a la sensibilidad de las poblaciones de vermes resistentes es un proceso muy lento, por eso, cuando se diseña un programa de tratamiento antihelmíntico, se debe pensar en la prevención de la resistencia, esto es rotar a los antihelmínticos después de un año de uso y con el mínimo de dosificaciones (21).

- **Diagnóstico de resistencia antihelmíntica**

Para el diagnóstico de resistencia antihelmíntica, se utiliza comúnmente el método in vivo Test de reducción del conteo de huevos (FECRT). Esta prueba fue diseñada originalmente para ovejas, pero también se puede utilizar para ganado vacuno, cerdos y caballos. Esta prueba es particularmente adecuada para estudios de campo y tiene la ventaja de que el número de grupos se puede aumentar si es apropiado, sirve para probar la eficacia de una gama de antihelmínticos de amplio o estrecho espectro a la vez, para monitorear la fluctuación normal, el grupo tratado se compara generalmente con controles no tratados. Un antihelmíntico eficaz debería dar como resultado una reducción de los recuentos de huevos fecales igual o mayor al 95 por ciento (15).

1.3. Definición de términos básicos

Antiparasitarios. Son medicamentos antiparasitarios (o parasiticidas) como drogas que tiene un efecto tóxico sobre los parásitos.

Carga parasitaria. Expresa la cantidad de parásitos estimativos en el tubo digestivo u otro aparato o sistema del hospedador (usualmente para helmintos). Con el número aproximado de parásitos se puede clasificar la infección en tres tipos: *i)* ligera o leve, *ii)* moderada y *iii)* intensa o severa.

Eficacia terapéutica. La eficacia (actividad intrínseca) de un fármaco es la capacidad de éste para, a partir de la interacción con el receptor, modificar diversos procesos de transducción de respuesta celular y generar una respuesta biológica (13). El % de eficacia antihelmíntica recomendado por la FAO (>95%), es el mínimo que se le puede exigir a una droga para recomendar su uso.

Ciclo biológico: Fases o estadios por los que atraviesa un ser vivo a lo largo de su vida.

Control: Medidas y acciones para evitar la propagación o diseminación de los parásitos.

µg: Microgramos.

mg: Miligramos.

VO: Vía oral.

DU: Dosis única.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación Geográfica

Las actividades de campo se llevaron a cabo en el fundo Huacariz, valle de Cajamarca y el análisis coproparasitológico de las muestras de heces en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Universidad Nacional de Cajamarca ubicado en la ciudad de Cajamarca, distrito, provincia y región del mismo nombre.

Datos geográficos y climatológicos de la ciudad de Cajamarca (*)

- Altitud : 2673
- Latitud Sur : 7°10'2,98"
- Longitud Oeste : 78°29'35,14"
- Humedad Relativa : 61,97 %
- Temperatura Máxima : 21,85 °C
- Temperatura Mínima : 8,32 °C
- Promedio de Precipitación Anual: 795,7 mm/año

(*)Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Cajamarca, 2023.

2.2. Diseño de la Investigación

Esta investigación es de diseño no experimental y aplicada.

2.2.1. Selección de animales para el estudio

Se seleccionaron 20 vacunos Fleckvieh, de diferente sexo, edades comprendidas entre tres y doce meses, positivos a nematodos gastrointestinales mediante infección natural, con una carga parasitaria mínima de 100 hpg. Todos los animales fueron manejados bajo un mismo sistema de crianza al pastoreo, alimentados a base de Rye grass más trébol, y no recibieron antiparasitarios nematocidas durante tres meses previo a la investigación.

2.2.2. Dosificación de los animales

Para la dosificación de los animales se tuvo que hacer el cálculo de la dosis a suministrar, para lo cual se consideró la concentración del producto, el peso del animal (Ver anexo 1. Fig. 3) y la dosis recomendada en mg/kg de peso vivo, para lo que se empleó la siguiente fórmula:

$$DC = \frac{PA \times DR}{CP}$$

Donde:

DC = Dosis calculada en mL.

PA = Peso del animal (kg).

DR = Dosis recomendada (mg/kg p.v.)

CP = Concentración del producto (mg/mL)

2.2.3 Trabajo de campo

Se realizó seis visitas al predio. En la primera visita (día cero o pre dosificación) se identificó a cada animal, se colectó una muestra de heces y se calculó el peso vivo. En la segunda visita se realizó la dosificación (Ver anexo 1. Fig. 4) y en la tercera, cuarta, quinta y sexta visita, correspondientes a los días 14, 28, 42 y 56 posdosificación se obtuvieron muestras de heces para determinar la eficacia del fármaco en estudio.

Primera visita. Actividades realizadas:

- **Identificación de los animales.** Se obtuvo del arete el nombre o código de cada vacuno.
- **Determinación de la edad.** Se obtuvo de los registros de nacimiento.
- **Determinación del peso vivo.** Se realizó utilizando la cinta bovinométrica, midiendo el perímetro torácico de cada animal.
- **Recolección de muestras de heces.** Directamente del recto del vacuno, se extrajo aproximadamente 50 g de heces, en horas de la tarde. Se identificó a cada muestra con un lapicero de tinta indeleble, luego fueron almacenadas en una caja de Tecnopor con bolsas de gel refrigerante e inmediatamente se las trasladó al laboratorio para su análisis.
- **Formación de grupos experimentales a evaluar.** Se formó dos grupos de 10 animales cada uno, homogenizados mediante el total de huevos por gramo de heces (hpg). Esta labor se realizó luego del diagnóstico de la primera muestra de heces obtenida en la pre dosificación (día cero).

Tabla 1. Formación de grupos, dosis y vía de suministro de ivermectina

Grupo	Muestra (N° vacunos)	Dosis (mg/kg pv)	Administración (vía)
Grupo Tratado	10	0,2	Subcutánea
Grupo Control	10	-	-

Segunda visita. Se realizó la dosificación.

Tercera, cuarta, quinta y sexta visita. En estas visitas solamente se obtuvo muestras de heces de los vacunos que conformaron el estudio, utilizando similar metodología que en la primera visita.

2.2.4. Trabajo de Laboratorio

En el laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, se realizaron todas las técnicas para realizar la presente investigación:

- **Técnica McMaster modificada por Robert y O’Sullivan**

Esta técnica utiliza la cámara INTA que tiene cuatro celdas o retículos, cada una de 0,5 mL de capacidad. Tiene un volumen total de 2mL, su factor es 10 cuando se utiliza 3g de heces. Esta técnica determina la carga parasitaria expresada en huevos por gramo de heces (HPG) (28). (Ver anexo 2, Fig.7)

Protocolo:

- Verter 57 mL de solución saturada de cloruro de sodio o solución saturada de azúcar (densidad de 1,2) en un vaso de 80 mL de capacidad.
- Pesar 3g de heces y agregar al frasco que contiene la solución.
- Mezclar vigorosamente, manualmente con bagueta.
- Filtrar en un colador de té.
- Introducir una pipeta Pasteur en el vaso luego de haber agitado vigorosamente el contenido para permitir la distribución homogénea de huevos, extraer el líquido del nivel medio de la muestra, procurando tomar la cantidad suficiente para completar rápidamente la cámara sin dejar excedente.
- Completar los 4 retículos o celdas de la cámara de McMaster con la precaución de dejar la mínima cantidad de burbujas de aire. Para ello resulta práctico humedecer la cámara previamente a su llenado.
- Dejar reposar unos minutos y transferir al microscopio para su lectura.
- Contar los huevos de nematodos que aparezcan en los 4 retículos o celdas y multiplicar por el factor 10 para expresar el resultado en huevos por gramo (HPG) de materia fecal.

- **Técnica de Robert y O'Sullivan para realizar el cultivo de larvas (14)**

Protocolo:

- Colocar 20-30 g de heces, extraídas directamente del recto.
- Mezclar las heces con el aserrín, en una proporción más o menos dos partes de aserrín y una parte de heces, dentro de un frasco con un poco de agua. El agua debe estar en cantidad que se forme una masa, hasta el punto en que quede exprimida en la palma de la mano, fluya un poco de líquido. Homogenizar las heces y el aserrín manualmente con una espátula. (Ver anexo 2. Fig.8)
- Echar al frasco una mezcla hasta más o menos $\frac{3}{4}$ de su capacidad (Ver anexo 2. Fig.9), limpiar los bordes del frasco del cultivo y taparlo con una placa Petri, colocar un papel doblado entre la placa y el borde del frasco para que haya aireación del cultivo.
- Llevar a la estufa a 27°C o dejar al medio ambiente, de acuerdo con el clima. Mantener este cultivo por siete días.

- **Técnica de Baermann para colecta de larvas L3 (14)**

Protocolo:

- Preparar y fijar el embudo en el soporte universal.
- Colocar las heces incubadas en la gasa, atándolas con hilo y colocarlas en el embudo. (Fig:10)
- Añadir agua tibia (40°C), hasta que cubra toda la gasa con las heces incubadas.
- Dejar reposar por 2 a 3 horas.

- Abrir un poco el clip para recibir el sedimento en un tubo de centrifuga (Fig.11)
 - Refrigerar por 2-3 horas.
 - Retirar el sedimento y colocar en lámina porta objetos y observar al microscopio. Utilizar objetivo a 10x.
- **Identificación de larvas L3 para determinar el género (14)**

Para identificar el género de nematodo se utilizó un ocular micrométrico para medir las características que indica la tabla 2.

Tabla 2. Medidas (μm) de larvas infectivas de nematodos gastrointestinales de bovinos

Genero /Especie	Longitud total de la larva (μm)	Cola de la cubierta larval (μm)
<i>Trichostrongylus axei</i>	619 – 762	25 – 39
<i>Haemonchus placei</i>	793	87 - 119
<i>Cooperia punctata</i>	666 – 866	47 - 71
<i>C. pectinata</i>	666 – 937	51 - 70
<i>C. oncophora</i>	809 – 976	79 - 111
<i>Oesophagostomum radiatum</i>	726 – 857	134 - 182
<i>Ostertagia ostertagi</i>	784 – 928	55 - 75

Fuente: Ueno y Cadral (14)

2.2.5. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante una estadística descriptiva, haciendo uso de tablas y fórmulas.

2.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población. 40 vacunos del fundo Huacariz, de diferente sexo, con edades entre tres a 12 meses, positivos a nematodos estrogilídeos.

Muestra. 20 vacunos de la raza Fleckvieh, de diferente sexo, de edades comprendidas entre tres y doce meses, infectados naturalmente con nematodos strongilídeos gastrointestinales, con una carga parasitaria no menor a 100 huevos por gramo de heces (hpg).

Unidad de análisis. Cada muestra de heces y cada larva L3 proveniente de coprocultivo de heces de los vacunos seleccionados.

2.4. Técnica e instrumentos de recopilación de información

Observación microscópica de los huevos de nematodos.

Obtención y observación microscópica de las Larvas L3.

Registro de las observaciones para la recolección de datos.

2.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se realizó un análisis mediante estadística descriptiva, para lo cual se utilizó la fórmula establecida para la determinación de la eficacia farmacológica en las helmintiasis de rumiantes aplicada al día 14, 28, 42 y 56 postratamiento según los promedios de HPG (14).

$$\%Eficacia = \frac{\bar{X} \text{ HPG Control} - \bar{X} \text{ HPG (grupo tratado)}}{\bar{X} \text{ HPG Control}} \times 100$$

2.6. Equipos y materiales

2.6.1. Material biológico

20 vacunos de la raza Fleckvieh, de diferente sexo, edades que oscilaron entre tres a doce meses (Ver anexo 1. Figs. 1 y 2)

2.6.2. Material de campo

- Mameluco
- Botas de jebe
- Jabón
- Tablero para registro de datos
- Cinta bovinométrica
- Jeringa hipodérmica
- Agujas hipodérmicas N° 16 x ½".
- Caja de Tecnopor
- Sogas
- Bolsas de gel refrigerante
- Lápiz marcador
- Lapicero de tinta indeleble
- Bolsas de polietileno N° 12 x 10

2.6.3. Materiales y equipo de laboratorio

- Balanza de precisión
- Microscopio binocular
- Ocular micrométrico
- Probeta de 100 mL de capacidad
- Colador de té con orificios de 200 micras de diámetro
- Vasos de plástico de 80 mL de capacidad
- Baguetas
- Contómetro
- Cronómetro
- Solución saturada de azúcar (SSA), de 1.25 de densidad
- Cámara McMaster INTA
- Papel toalla
- Recipiente de vidrio boca ancha (frasco), 250 a 300 mL de capacidad
- Aserrín de cedro, lavado y esterilizado

- Incubadora
- Frasco de plástico de 1000 mL de capacidad
- Placas Petri de 10 cm de diámetro
- Espátula metálica
- Embudo de vidrio
- Gasa
- Tubo de centrífuga de 50 mL de capacidad
- Soporte universal para el embudo de vidrio
- Hilo de pabilo
- Detergente comercial
- Lámina portaobjetos
- Lámina cubreobjetos

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de resultados

3.1.1. Eficacia de la Ivermectina

Tabla 3. Eficacia de la ivermectina 1% en dosis de 0,2 mg/kg en el control de nematodos gastrointestinales en vacunos del fundo Huacariz, valle de Cajamarca, 2024.

Grupos	Día 0	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56
Grupo Control					
Hpg Total	1410	1480	1580	1810	1430
Hpg Promedio	141	148	158	181	143
Grupo Tratado					
Hpg Total	1410	490	540	640	1020
Hpg Promedio	141	49	54	64	102
Eficacia (%)		66,89	65,82	64,64	28,67

3.1.2. Género de nematodos identificados antes de la dosificación

Tabla 4. Géneros de nematodos gastrointestinales identificados como L3 en vacunos antes de la dosificación con Ivermectina, 2024.

Géneros de nematodos gastrointestinales			
<i>Haemonchus</i>	<i>Ostertagia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Oesophagostomum</i>

3.1.3. Género de nematodos identificados después de la dosificación

Tabla 5. Géneros de nematodos gastrointestinales encontrados en vacunos después de la dosificación con Ivermectina, 2024.

Géneros de nematodos gastrointestinales	
<i>Haemonchus</i>	<i>Ostertagia</i>

3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Los resultados de la presente investigación nos muestran que la eficacia obtenida de la ivermectina 1% en dosis de 0,2 mg/kg en el control de nematodos estrogilídeos en vacunos del fundo Huacariz en los días 14, 28, 42 y 56 fueron 66,89%, 65,82%, 64,64% y 28,67%, respectivamente, y los nematodos estrogilídeos prevalentes antes de la dosificación fueron *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomun* y después de la dosificación solamente se encontró a *Haemonchus* y *Ostertagia* (Tablas 3, 4 y 5).

Estos hallazgos indican que la eficacia de la ivermectina es insuficiente para el control de nematodos estrogilídeos gastrointestinales en vacunos en la zona de estudio, dado que un fármaco se considera eficaz cuando elimina \geq del 95% a los parásitos del animal en el día 14 posdosificación (15). La reducida eficacia obtenida en nuestra investigación (66,89%) en el día 14 posdosificación ya nos indica una probable aparición de resistencia antihelmíntica, este fenómeno tendría relación a que en el fundo Huacariz dosifican a los vacunos cada tres meses con Clorsulón más ivermectina para el tratamiento de *Fasciola hepatica* por bastante tiempo o se debería a otras causas. No obstante, es materia de investigarlo a profundidad.

Nuestros resultados concuerdan con los referidos por Portal (11) y Mantilla (10), quienes en sus investigaciones realizadas en Cajamarca utilizando el test de reducción del conteo de huevos (TRCH) y cultivo de larvas, así como la concentración de 1% y dosis de 0,2 mg/kg de ivermectina, encontraron que la eficacia en el control de nematodos estrogilídeos gastrointestinales en vacunos

de la Granja Porcón en el día 10 posdosificación fue de 88% (11) y en el fundo Turba-San Marcos 65%, quienes atribuyen que este principio activo ha sido utilizado por varios años en el control de nematodos.

Sin embargo, nuestro resultado no concuerda con los reportados por Tang (7) en Lima, Berrú (8) en Piura y Limache (9); quienes indican que la ivermectina 1% a dosis de 0,2 mg/kg en el control de nematodos en vacunos fue el 100%. Estos resultados tienen relación al tiempo que realizaron la evaluación de este principio activo, estudios que se realizaron entre el 2004 y 2005.

Nuestro trabajo de investigación también concuerda con investigadores de Argentina, Paraguay, Ecuador y Nicaragua; quienes reportan haber encontrado eficacias muy por debajo del 95% en el control de nematodos estrogilídeos en vacunos (3, 6). No obstante, en otros trabajos de investigación realizados en México, Rodríguez *et al.* (1) y Cuba, Guerra *et al.*, (2) en sus resultados de investigación reportan eficacias de 100% y 97%, respectivamente, en el control de nematodos gastrointestinales en vacunos, pero, estos trabajos también fueron realizados hace aproximadamente diez años.

En cuanto a los nematodos estrogilídeos gastrointestinales encontrados *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* en nuestra investigación concuerdan con los reportados por Rojas, *et al.*, (30), estos hallazgos se deben a que el fundo Huacariz, valle de Cajamarca es de similar clima a los lugares donde se realizaron las investigaciones que fueron en predios de la provincia Cajamarca, San Marcos y San Miguel.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

1. La eficacia de la ivermectina al 1% en dosis de 0,2 mg/kg frente a nematodos estrogilídeos gastrointestinales en vacunos del fundo Huacariz, distrito Cajamarca fue menor al 95% en los días 14, 28, 42 y 56 posdosificación.
2. Los nematodos gastrointestinales encontrados antes de la dosificación en vacunos del fundo Huacariz fueron: *Ostertagia*, *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum*.
3. Los nematodos encontrados después de la dosificación con ivermectina al 1% en dosis de 0,2 mg/kg en vacunos del fundo Huacariz fueron: *Ostertagia* y *Haemonchus*.

CAPÍTULO V

SUGERENCIAS

- Investigar respecto a la eficacia de levamisol y fenbendazol en el control de nematodos strongilídeos gastrointestinales en vacunos del fundo Huacariz mediante el test de reducción del conteo de huevos y cultivo de larvas.
- Realizar investigación mediante biología molecular para determinar nematodos resistentes a la ivermectina en vacunos del fundo Huacariz, valle de Cajamarca.

REFERENCIAS

1. Rodríguez, R., Castillo, C., Rosado, J., Ojeda, M. Evaluación de la eficacia y persistencia de la moxidectina (10%) e ivermectina (3,15%) contra infecciones naturales de nematodos gastrointestinales en bovinos del trópico mexicano. Arch Med Vet. 2014;46(1):69-74. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2014000100010&script=sci_abstract [Accedido el 6 de octubre de 2023].
2. Guerra, Y., Mencho, J., Mencho, J., De Miranda, B., Galbán, D. Eficacia antihelmíntica del Labiomec® (Ivermectina 1%) en rebaños bovinos de Camagüey, Cuba. Rev Salud Anim. 2014;36(1):58-61. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ras/v36n1/ras10114.pdf> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
3. Descarga, C., Urbani, L., Kloster, A. Dinámica de la resistencia de los nematodos gastrointestinales a la ivermectina en un sistema de invernada bovina [Internet]. 2012 Mar. Disponible en: <https://docplayer.es/51240319-Dinamica-de-la-resistencia-de-los-nematodos-gastrointestinales-a-la-ivermectina-en-un-sistema-de-invernada-bovina.html> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
4. Báez, M., Lara, M., Ortega, O., Torres, M., Bogarín, L. Efecto antihelmíntico de ivermectina y doramectina en bovinos destetados del sur paraguayo. Rev Vet. 2019;30(2). Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402019000200059 [Accedido el 4 de octubre de 2023].
5. Amaya, P., Araujo, D. Evaluación de la eficacia del tratamiento antiparasitario con Ivermectina al 1% y Fenbendazol al 10% en bovinos [Tesis de grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18656> [Accedido el 4 de octubre de 2023].

6. Arce, I., Cáceres, C. Comparación de la efectividad antiparasitaria del Albendazol, Fenbendazol e Ivermectina en el control de los principales nematodos gastrointestinales en bovinos de una finca de León-Nicaragua, octubre-noviembre, 2015 [Tesis de Médico Veterinario]. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2016. Disponible en:
<https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANL6318> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
7. Tang, J. Evaluación de Tolerancia y Eficacia Antihelmíntica de una Solución Inyectable de Ivermectina al 1% (Bovimec®) en Vacunos de Engorde Intensivo. Agrovvet Market Animal Health. 2004. Disponible en:
<https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/evaluacion-de-tolerancia-y-eficacia-antihelmintica-de-una-solucion-inyectable-de-ivermectina-al-1-bovimec-en-vacunos-de-engorde-intensivo> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
8. Berrú, J. Efectividad de la ivermectina y el albendazol en el tratamiento de la estrogilosis gastrointestinal bovina (*Bos taurus*) en la comunidad campesina José Olaya de Silahuá, Frías, Piura, Perú, 2021 [Tesis de Médico Veterinario]. Piura: Universidad Nacional de Piura; 2022. Disponible en:
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3807> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
9. Limache, A. Efecto antihelmíntico de doramectina e ivermectina en terneros destetados [Tesis de Ingeniero Zootecnista]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2005. Disponible en:
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/752> [Accedido el 4 de octubre de 2023].

10. Mantilla, W. Eficacia de tres principios activos nematocidas e identificación de géneros de nematodos estrombilídeos gastrointestinales en bovinos del fundo Turba, caserío Río Seco, provincia San Marcos, 2017 [Tesis de Médico Veterinario]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2017. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1152> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
11. Portal, L. Antihelmínticos en el control de nematodos estrombilídeos gastroentéricos en vacunos en la cooperativa agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén, granja Porcón, Cajamarca, 2014 [Tesis de Médico Veterinario]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2014. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/454> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
12. Cordero, M., Rojo, F., Martínez, A., Sánchez, M., Hernández, S., Navarrete, I., Diez, P., Quiroz, H., Carvalho, M. Parasitología Veterinaria. 1ra ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U.; 1999. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/519524123/Parasitologia-Veterinaria-Cordero> [Accedido el 4 de octubre de 2023].
13. PAM. Mecanismos de acción de los fármacos. Panorama Actual Med. 2016;40(392):382-383. Disponible en: https://www.farmaceuticos.com/wpcontent/uploads/pam/articulo/pdf/2020/11/PAM_392_25-382-383_FORMACION-CONTINUADA.pdf [Accedido el 4 de octubre de 2023].
14. Ueno, H., Cadral, P. Manual para diagnóstico das helmintoses de rumiantes. 4ta ed. Brasil: Japan International Cooperation Agency; 1998. Disponible en: https://r1.ufrrj.br/adivaldofonseca/wpcontent/uploads/2014/06/manual_helmintoses-UENO-site-do-CBPV.pdf [Accedido el 5 de octubre de 2023].

15. FAO. Guidelines: Resistance management and integrated parasite control in ruminants. Roma: FAO, Animal Health and Health Division; 2004. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ag014e/ag014e.pdf> [Accedido el 5 de octubre de 2023].
16. Sumano, H., Ocampo, L. Farmacología Veterinaria. 3ra ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.; 2006. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/444054756/2006-Farmacologia-veterinaria-3%C2%BA-edicion-Sumano-Ocampo-pdf> [Accedido el 5 de octubre de 2023].
17. Bowman, D. Parasitología para Veterinarios. 9na ed. Barcelona: Elsevier España, S.L.; 2011. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/parasitologia-para-veterinariospdf-3-pdf-free.html> [Accedido el 5 de octubre de 2023].
18. Sangster, N. Managing parasiticide resistance. *Vet Parasitol.* 2001;98(1–3):89-109. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00425-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00425-3) [Accedido el 5 de octubre de 2023].
19. Vignau, M., Venturini, L., Romero, J., Eiras, D., Basso, W. Parasitología Práctica y Modelos de Enfermedades Parasitarias en los animales domésticos. 1ra ed. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de La Plata; 2005. Disponible en: https://www.academia.edu/45912362/Parasitologia_practica_y_modelos_de_enfermedades_parasitaria_M_Vignau_L_Venturini_D_Eiras_W_Basso [Accedido el 5 de octubre de 2023].
20. Chávez, M. Evaluación del efecto de dos desparasitantes y tres densidades poblacionales sobre el comportamiento productivo de becerras brown [tesis de grado]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2010. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1269> [Accedido el 5 de octubre de 2023].
21. Márquez, D. Control sostenible de los nematodos gastrointestinales en rumiantes. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; 2014.

- Disponible en: <https://1library.co/document/yj7d5wmy-control-sostenible-de-los-nematodos-gastrointestinales-en-rumiantes.html> [Accedido el 5 de octubre de 2023]
22. Hamid, L., Alsayari, A., Tak, H., Mir, S., Almoyad, M., Wahab, S., et al. An Insight into the Global Problem of Gastrointestinal Helminth Infections amongst Livestock: Does Nanotechnology Provide an Alternative? *Agriculture*. 2023;13(7). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agriculture13071359> [Accedido el 6 de octubre de 2023].
23. Sharma, N., Singh, V., Shyma, K. Role of parasitic vaccines in integrated control of parasitic diseases in livestock. *Vet World*. 2015;8(5):590-598. Disponible en: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.590-598> [Accedido el 6 de octubre de 2023].
24. Scasta, J. Livestock parasite management on high-elevation rangelands: Ecological interactions of climate, habitat, and wildlife. *J Integr Pest Manag*. 2015;6(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv008> [Accedido el 6 de octubre de 2023].
25. Sabatini, G., Almeida, F., Claerebout, E., Gianechini, L., Höglund, J., Kaplan, R., et al. Practical guide to the diagnostics of ruminant gastrointestinal nematodes, liver fluke and lungworm infection: interpretation and usability of results. *Parasites Vectors*. 2023;16(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05680-w> [Accedido el 8 de octubre de 2023].
26. Erez, M., Doğan, İ., Kozan, E., Göksu, A. A Survey of Knowledge, Approaches, and Practices Surrounding Parasitic Infections and Antiparasitic Drug Usage by Veterinarians in Türkiye. *Animals*. 2023;13(17). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani13172693> [Accedido el 7 de octubre de 2023].
27. Dziduch, K., Greniuk, D., Wujec, M. The Current Directions of Searching for Antiparasitic Drugs. *Molecules*. 2022;27(5). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules27051534> [Accedido el 6 de octubre de 2023].

28. Fiel, C., Steffan, P., Ferreyra, D. Diagnóstico de las parasitosis más frecuentes de los rumiantes: técnicas de laboratorio e interpretación de resultados. Primera edición. Buenos Aires, Argentina, Abad Benjamin; 2011.
29. Rojas, J., Portal, L., Mantilla, W., Marín, V., Murga, C., Torrel, T., Vargas, L. Reporte de falla terapéutica de Fenbendazol, Levamisol e Ivermectina en el control de nematodos gastrointestinales en ganado lechero (*Bos taurus*) en Cajamarca, Perú. Rev. Inv. Vet. Lima-Perú. 2023; 34(4): e 24165 <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i4.24165>. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/24165> [Accedido el 8 de diciembre de 2024].

ANEXOS

Anexo 1. Figuras que registran el trabajo de campo



Figura 1. Vacunos para obtención de muestra.



Figura 2. Material biológico.



Figura 3. Estimación de peso vivo con cinta bovinométrica.

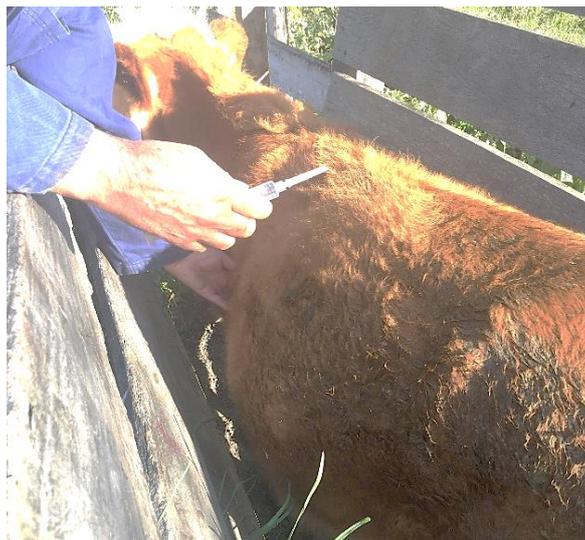


Figura 4. Dosificación vía subcutánea.

Anexo 2. Figuras que registran el trabajo de laboratorio

Técnica de McMaster modificada por Roberts & O'Sullivan



Figura 5. Midiendo 57ml de SSA.



Figura 6. Colocación de la muestra en las celdas de la cámara INTA.



Figura 7. Observación en microscopio para contaje de hpg.

Técnica de Roberts & O' Sullivan para cultivo de larvas L3



Figura 8. Mezclando heces con aserrín.



Figura 9. Colocando la mezcla al recipiente de vidrio.

Técnica de Baermann para coleccionar larvas L3



Figura 10. Colocando las heces incubadas en la gasa.



Figura 11. Obtención del sedimento con larvas L3.

Anexo 3. Datos obtenidos

3.1 Registro de datos del grupo tratado.

Tabla 6: Registro de datos obtenidos en el grupo ivermectina 0,2 mg/kg

N°	Identificación	HPG Día cero Pre dosificación	HPG Día 14 Pos dosificación	HPG Día 28 Pos dosificación	HPG Día 42 Pos dosificación	HPG Día 56 Pos dosificación
1	Senaida	100	0	10	10	10
2	Alesia	220	10	10	20	220
3	Melani	250	290	110	70	120
4	Rosalin	110	70	40	50	20
5	Montana	150	70	180	260	330
6	Matilda	150	10	100	130	200
7	Marina	100	10	40	50	50
8	Magnolia	110	0	10	10	20
9	Susana	120	20	20	30	20
10	Masha	100	10	20	10	30
	Hpg Total	1410	490	540	640	1020
	Hpg Promedio	141	49	54	64	102

3.2 Datos obtenidos del grupo control.

Tabla 7: Registro de datos obtenidos en el grupo control

N°	Identificación	HPG Día cero Pre dosificación	HPG Día 14 Pos dosificación	HPG Día 28 Pos dosificación	HPG Día 42 Pos dosificación	HPG Día 56 Pos dosificación
1	Cosmo	130	50	230	250	320
2	Ringo	100	40	50	60	20
3	Wanda	100	20	30	40	10
4	Lola	110	50	60	80	50
5	Denver	210	480	380	550	230
6	Ricky	300	710	550	580	570
7	Bella	100	30	20	10	10
8	Bosco	140	40	60	20	40
9	Larisa	120	40	180	200	150
10	Jamaica	100	20	20	20	30
	Hpg Total	1410	1480	1580	1810	1430
	Hpg Promedio	141	148	158	181	143