

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

VETERINARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

TESIS:

**SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA TÉCNICA DE
SEDIMENTACIÓN NATURAL MODIFICADA POR ROJAS Y TORREL
EN EL DIAGNÓSTICO DE *Fasciola hepatica* COMPARADOS CON
HALLAZGOS POST-MORTEM**

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

MENCIÓN: CIENCIAS VETERINARIAS

Presentado por:

M.Cs. GENARO ERNESTO PALOMINO LOZANO

Asesor:

Dr. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES

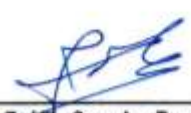
Cajamarca, Perú

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Genaro Ernesto Palomino Lozano
DNI: 41785495
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Programa de Doctorado en Ciencias, Mención: Ciencias Veterinarias
2. Asesor(a): Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Sensibilidad y Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en el diagnóstico de *Fasciola hepatica* comparados con hallazgos post-mortem
6. Fecha de evaluación: **06/05/2026**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **14%**
9. Código Documento: **3117:587335611**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **08/05/2026**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares DNI: 26604631

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2026 by
GENARO ERNESTO PALOMINO LOZANO
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
CAJAMARCA – PERU
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

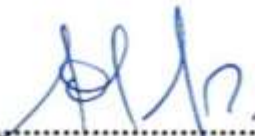
Siendo las 11:00 horas, del día 15 de abril de dos mil veintiséis, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. ABEL MELCHOR GARCÍA BAZÁN, DR. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA, DR. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS** y en calidad de Asesor el **DR. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA TECNICA DE SEDIMENTACIÓN NATURAL MODIFICADA POR ROJAS Y TORREL EN EL DIAGNÓSTICO DE *Fasciola hepatica* COMPARADOS CON HALLAZGOS POST-MORTEM”**, presentada por el MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN: SALUD ANIMAL **GENARO ERNESTO PALOMINO LOZANO**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó Aprobar con la calificación de Distinto (Excelente) la mencionada TESIS; en tal virtud, el MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN: SALUD ANIMAL, **GENARO ERNESTO PALOMINO LOZANO**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **Ciencias Veterinarias**, con mención en **Ciencias Veterinarias**.

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES
Asesor


.....
Dr. ABEL MELCHOR GARCÍA BAZÁN
Jurado Evaluador


.....
Dr. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA
Jurado Evaluador


.....
Dr. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Hasta el cielo a mi querido padre Javier Ulises que siempre vivirá en mi corazón, a mi madre Irma que siempre está a mi lado, a mi amada esposa Karin por su apoyo incondicional y por darme ánimos para terminar la realización de mi tesis, a mis mejores motivadores de la vida, mis queridos y amados hijos Sofía y Javier.

Genaro Ernesto

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, la salud, por darme la fuerza necesaria para seguir adelante cumpliendo mis metas propuestas y por estar iluminándome siempre en los momentos más adversos.

A mi esposa Karin Nieto, por su apoyo incondicional y en el muestreo para la realización del presente trabajo.

A mi asesor, el Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares por su guía y apoyo el desarrollo del trabajo de Investigación, por sus enseñanzas como maestro y amigo.

Al M.Cs. Róger Bueno Cabrera, por brindarme su apoyo, enseñanza y por compartirme sus conocimientos en el desarrollo del trabajo de investigación, tanto en la elaboración del proyecto, así como también en la culminación.

Al Dr. Cesar Gavidia Chucán, por su apoyo en la parte estadística y parte metodológica de la presente investigación.

Al Dr. Juan de Dios Rojas Moncada, por su apoyo en la revisión de la presente tesis doctoral.

A mi Amigo César Murga por su apoyo en el muestreo en el Camal Municipal de Cajamarca.

A Invetsa por ser parte del financiamiento de los estudios de mi Doctorado.

Genaro Ernesto

Son aquellos que saben poco, y no aquellos que saben mucho, los que afirman positivamente que tal o cual problema jamás podrá ser resuelto por las ciencias.

Charles Darwin

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.	6
2.2.1. Pruebas diagnósticas.....	6
2.2.2. Prueba Gold Stándar	7
2.2.3. Validez de una prueba diagnóstica.....	7
2.2.4. Sensibilidad de una prueba (Se).....	8
2.2.5. Especificidad de una prueba (Es).....	9
2.2.6. Valor Predictivo Positivo (VPP).....	10
2.2.7. Valor Predictivo Negativo (VPN):	10
2.2.9. Fasciolosis.....	12

2.2.10. Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel:	21
CAPÍTULO III	26
DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	26
3.1. Hipótesis.....	26
3.2. Tipo de Investigación.....	26
3.3. Localización del trabajo de Investigación.....	26
3.4. Unidad de análisis, muestra y tamaño de muestra.....	27
3.4.1. Unidad de análisis.....	27
3.4.2. Muestra.....	27
3.4.4. Criterios de inclusión	29
3.5. Materiales y Métodos.....	29
3.5.1. Material biológico.....	29
3.5.2. Trabajo de campo.	30
3.5.4. Análisis de datos	33
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
CAPÍTULO V.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
LISTA DE REFERENCIAS.....	47
APÉNDICES	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Variación de la Sensibilidad y Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada según la cantidad de muestra de heces en bovinos.....	38
Figura 2. Variación del Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada según la cantidad de muestra de heces en bovinos.....	41
Figura 3. Distribución del conteo de huevos de <i>F. hepatica</i> (mediana y rango intercuartílico) según la cantidad de muestra de heces en bovinos.....	43
Figura 4. Ubicación del Camal Municipal de Cajamarca, donde se muestrearon animales enfermos a <i>Fasciola hepatica</i>	55
Figura 5. Ubicación del Camal Municipal José Leonardo Ortiz - distrito Chiclayo, donde se muestrearon bovinos sanos a <i>Fasciola hepatica</i>	55
Figura 6. Toma de muestras obtenidas para el envío al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNC.....	56
Figura 7. Identificación de las muestras obtenidas para el envío al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias - UNC.....	56
Figura 8. Conservación y traslado de las muestras en cajas de Tecnopor al Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias - UNC.....	57
Figura 9. Observación de los hígados con Presencia a <i>Fasciola hepatica</i>	57
Figura 10. Materiales de Laboratorio, para realizar la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en el diagnóstico de <i>Fasciola hepatica</i>	58
Figura 11. Pesado de las muestras de heces con diferentes cantidades (2, 4, 6, 8 y 10 g)...	58
Figura 12. Homogenización de las muestras con la batidora eléctrica, con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).....	59
Figura 13. Tamizado de las muestras con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).....	59
Figura 14. Reposo de las muestras por 5 minutos en cada decantada con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).....	60
Figura 15. Decantado de las muestras con variación por las cantidades en las cantidades (2, 4, 6, 8 y 10 g).....	60
Figura 16. Colocación de Lugol fuerte cada muestra de heces.....	61
Figura 17. Colocación del sedimento a la placa Petri el conteo de huevos de <i>Fasciola hepatica</i>	61
Figura 18. Observación de huevos de <i>Fasciola hepatica</i> de las muestras obtenidas de bovinos sacrificados en el Camal Municipal de Cajamarca.....	62
Figura 19. Esquematzación del procedimiento de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
Tabla 1.	Valoración del coeficiente de Kappa según la fuerza de concordancia.	11
Tabla 2.	Tabla de contingencia de 2 x 2 para la determinación de Sensibilidad, Especificidad y valores predictivos positivo y negativo.....	34
Tabla 3.	Sensibilidad y Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con diferentes cantidades de muestras de heces, realizado en el Camal Municipal de Cajamarca y el Camal Municipal José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo.....	33
Tabla 4.	Valor Predictivo Positivo (VPP) y Valor Predictivo Negativo (VPN) de la prueba de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con cinco diferentes cantidades de muestras de heces.....	41
Tabla 5.	Relación de los resultados obtenidos con las diferentes cantidades de muestras de heces mediante la prueba de sedimentación natural modificada por Roja y Torrel.....	43
Tabla 6.	Relación de bovinos muestreados en el Camal Municipal de Cajamarca.	63
Tabla 7.	Relación de bovinos muestreados en el camal municipal de José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo.	69
Tabla 8.	Medidas de validez diagnóstica de la técnica de sedimentación natural modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con muestras de 2 g de heces.....	75
Tabla 9.	Medidas de validez diagnóstica de la técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con muestras de 4 g de heces.....	76
Tabla 10.	Medidas de validez diagnóstica de la técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con muestras de 6 g de heces.....	77
Tabla 11.	Medidas de validez diagnóstica de la técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con muestras de 8 g de heces.....	78
Tabla 12.	Medidas de validez diagnóstica de la técnica de Sedimentación Natural modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de <i>F. hepatica</i> crónica en vacunos con muestras de 10 g de heces.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS

%	: Porcentaje
FEC	: Faecal egg counts
Anti- <i>F. hepatica</i>	: Anticuerpos contra <i>Fasciola hepatica</i>
ADN	: Ácido desoxirribonucleico
PCR	: Reacción en Cadena de la Polimerasa
LAMP	: Ampliación isotérmica mediada por bucle
ITS2	: Espaciador Transcrito Interno 2
ELISA	: Ensayo de Inmunoadsorción Ligado a Enzima
CRS	: Estándar de referencia compuesta
Se	: Sensibilidad
Es	: Especificidad
VP	: Verdadero Positivo
VN	: Verdadero Negativo
VPP	: Valor Predictivo Positivo
VPN	: Valor Predictivo Negativo
FP	: Falso Positivo
FN	: Falso Negativo
RAPD-PCR	: Análisis de ADN Polimórfico Amplificado Aleatoriamente mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa
g	: Gramos
mL	: Mililitros
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Hab	: Habitante
Km ²	: Kilómetro cuadrado
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
mm	: Milímetros
°C	: Grados centígrados

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *Fasciola hepatica* en bovinos, utilizando como prueba de referencia los hallazgos post-mortem. Se realizó un estudio analítico, transversal y cuantitativo en 200 bovinos, distribuidos en dos grupos: 100 animales positivos procedentes del Camal Municipal de Cajamarca y 100 animales negativos procedentes del Camal Municipal de José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo. Las muestras fecales fueron analizadas utilizando cinco cantidades diferentes (2, 4, 6, 8 y 10 g), construyéndose tablas de contingencia 2x2 para el cálculo de los indicadores diagnósticos. Los resultados mostraron que la sensibilidad se incrementó progresivamente con el aumento de la cantidad de muestra, alcanzando valores entre 75 % y 91 %, mientras que la especificidad fue del 100 % en todas las evaluaciones. El VPP fue del 100 % y el VPN osciló entre 80 % y 92 %. Se concluye que la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel es altamente específica y presenta una adecuada sensibilidad, especialmente con mayores cantidades de muestra fecal, constituyendo una herramienta confiable, económica y aplicable en programas de vigilancia epidemiológica de la fasciolosis bovina en condiciones de campo.

Palabras clave: *Fasciola hepatica*, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sedimentación natural, diagnóstico veterinario.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value (PPV), and Negative Predictive Value (NPV) of the Modified Natural Sedimentation Technique by Rojas and Torrel for the diagnosis of *Fasciola hepatica* in cattle, using post-mortem findings as the reference standard. A cross-sectional analytical study was conducted on 200 cattle, divided into two groups: 100 infected animals sampled at the Municipal Slaughterhouse of Cajamarca and 100 non-infected animals sampled at the Municipal Slaughterhouse of José Leonardo Ortiz (Chiclayo district, Lambayeque region, Perú). Fecal samples were processed using five different sample weights (2, 4, 6, 8, and 10 g), and 2×2 contingency tables were constructed to calculate diagnostic performance indicators. Sensitivity increased progressively with larger sample sizes, ranging from 75% to 91%, while specificity remained constant at 100% across all evaluations. The PPV reached 100% in all cases, whereas the NPV ranged from 80% to 92%. These findings demonstrate that the Modified Natural Sedimentation Technique is a highly specific and sufficiently sensitive diagnostic method, particularly when larger fecal sample quantities are used. Therefore, it represents a reliable, cost-effective, and practical tool for epidemiological surveillance and control programs of bovine fasciolosis under field conditions.

Keywords: *Fasciola hepatica*, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, natural sedimentation, veterinary diagnosis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La fasciolosis, causada por el trematodo *Fasciola hepatica*, constituye una de las parasitosis más relevantes en medicina veterinaria y salud pública debido a su carácter zoonótico y a su impacto sostenido sobre los sistemas de producción pecuaria. Este helminto se localiza en el sistema hepatobiliar de una amplia variedad de hospederos, incluyendo rumiantes domésticos, fauna silvestre y humanos, donde induce alteraciones estructurales y funcionales que comprometen la homeostasis hepática (Carrada-Bravo, 2007). A escala global, la magnitud del problema es considerable, estimándose que más de 600 millones de rumiantes se encuentran expuestos o infectados, lo que genera pérdidas económicas sustanciales asociadas tanto a la reducción del rendimiento productivo como a las restricciones sanitarias en la comercialización de productos de origen animal (Bennema *et al.*, 2011; Chagas *et al.*, 2011). En contextos regionales como el Perú, y particularmente en zonas altoandinas como Cajamarca, la enfermedad mantiene una elevada persistencia, favorecida por condiciones ecológicas que facilitan la interacción entre el hospedero definitivo, el intermediario y el ambiente (Rojas y Palacios., 2009),

Desde una perspectiva productiva, la infección por *F. hepatica* no solo se manifiesta a través de signos clínicos evidentes, sino también mediante efectos subclínicos que impactan negativamente variables clave como la producción láctea, la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia y el desempeño reproductivo. Estas alteraciones, frecuentemente subestimadas, pueden traducirse en reducciones

cercanas al 15 % en el rendimiento global de los sistemas ganaderos, evidenciando la necesidad de estrategias diagnósticas y de control más eficientes (Gajewska *et al.*, 2005 León-Gallardo, 2018).

En cuanto al diagnóstico, la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel constituye uno de los métodos coprológicos más empleados para la detección de *F. hepatica*. Esta técnica se caracteriza por su simplicidad, rapidez y bajo costo, utilizando pequeñas cantidades de muestra fecal para la identificación de huevos del parásito (Raico., 2013). No obstante, presenta limitaciones importantes, especialmente en la fase aguda de la infección, cuando los parásitos aún no han alcanzado la madurez sexual, lo que reduce su sensibilidad diagnóstica y favorece la aparición de resultados falsamente negativos (Carrada-Bravo, 2003). Incluso en la fase patente, la eliminación de huevos puede ser irregular, lo que dificulta la detección del parásito mediante métodos coprológicos. Por ello, un resultado negativo no necesariamente descarta la infección, ya que factores como la variabilidad biológica, el periodo prepatente y las características anatómicas del sistema biliar pueden limitar la salida de los huevos hacia las heces (Domenech *et al.*, 2009; Fiel *et al.*, 2011).

Además de las técnicas coprológicas, existen diversas herramientas diagnósticas para la detección de *F. hepatica* en bovinos, entre las que se incluyen la evaluación clínica, pruebas serológicas como ELISA, análisis bioquímicos, estudios histopatológicos, métodos moleculares y el diagnóstico post mortem mediante la observación directa del parásito en hígados y conductos biliares (Carrada-Bravo, 2003).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal determinar la Sensibilidad, Especificidad y los Valores Predictivos de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en el diagnóstico de *Fasciola hepatica*, utilizando diferentes cantidades de muestra de heces, tomando como referencia diagnóstica los hallazgos post-mortem.

De manera específica, se busca: (a) Evaluar la Sensibilidad y Especificidad de la técnica utilizando 2, 4, 6, 8 y 10 g de heces; (b) Determinar el Valor Predictivo Positivo y el Valor Predictivo Negativo bajo las mismas condiciones; y (c) Analizar la relación entre los resultados obtenidos y la cantidad de muestra procesada.

Como hipótesis de investigación, se plantea que la Sensibilidad y la Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel están directamente influenciadas por la cantidad de muestra de heces analizada, considerando como estándar de referencia la presencia o ausencia de *F. hepatica* en los conductos biliares y la vesícula biliar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En México, se ha reportado que la técnica de sedimentación aplicada con aproximadamente 5 g de heces alcanza una Sensibilidad cercana al 70 % en evaluaciones individuales; sin embargo, cuando se realizan análisis seriados, esta puede incrementarse hasta valores cercanos al 93 %, lo que evidencia la influencia de la repetición de pruebas en la capacidad diagnóstica (Quiroz, 2011).

De manera similar, investigaciones desarrolladas en Colombia utilizando técnicas modificadas de sedimentación han demostrado resultados variables. En un estudio con 180 bovinos, donde se empleó la identificación directa del parásito como referencia diagnóstica, se registraron valores de Sensibilidad y Especificidad de 73,2 % y 84,2 %, respectivamente, junto con valores predictivos que reflejan limitaciones en la precisión diagnóstica bajo ciertas condiciones (Correa *et al.*, 2016).

Otros trabajos realizados en sistemas de producción extensivos han comparado diferentes técnicas coprológicas, evidenciando que tanto la flotación como la sedimentación pueden presentar sensibilidades relativamente bajas, incluso por debajo del 30 %, aunque con especificidades elevadas, lo que indica una mayor capacidad para descartar la enfermedad que para detectarla, se analizaron 280 muestras de heces, comparando las Técnicas de Flotación con Sulfato de Zinc (2 – 5 g), Sedimentación Modificada según Dennis (20 – 30 g) y

una Técnica de tamizaje (≥ 10 g) considerada como estándar de referencia. Los resultados evidenciaron que la Técnica de Flotación presentó una Sensibilidad del 27% y una Especificidad del 97%, mientras que la Técnica de Sedimentación alcanzó una Sensibilidad del 29,7% y una Especificidad del 95% (Benavides *et al.*, 2011).

En la provincia Centro de Boyacá, Colombia, durante el año 2009, se evaluó el desempeño diagnóstico de la Técnica de Dennis Modificada en 139 bovinos, empleando 3 g de muestra de heces para la detección de huevos de *F. hepatica*. Los resultados evidenciaron una Sensibilidad del 28%, mientras que la inspección post mortem de hígados mostró una frecuencia de infección del 56% en los animales evaluados. A partir de estos hallazgos, los autores concluyeron que la Técnica de Dennis presenta una baja capacidad diagnóstica para la detección de *F. hepatica* (Álvarez y Boyocá., 2009).

En un estudio desarrollado en Cajamarca, Perú, en el año 2017, se evaluó la Sensibilidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de fasciolosis crónica en bovinos. El trabajo incluyó 100 animales positivos a *F. hepatica* de diferentes edades y sexos, cuyos resultados fueron contrastados con hallazgos post mortem de parásitos adultos en los conductos biliares. Se observó que al emplear 2, 3 y 4 gramos de muestra se obtuvo una Sensibilidad de $92 \pm 5,3\%$, mientras que con 5 gramos la Sensibilidad aumentó a $95 \pm 4,3\%$. Asimismo, el uso de 1 gramo de muestra mostró una Sensibilidad de $93 \pm 3,4\%$, sin evidenciarse diferencias estadísticas significativas entre las cantidades evaluadas (Valencia., 2017).

De manera similar Raico, en la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, evaluó el desempeño de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por

Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* en bovinos. El estudio incluyó 323 muestras de heces procedentes de animales de distintas edades y sexos, cuyos resultados fueron contrastados con hallazgos post mortem. La técnica mostró una Sensibilidad del 93% y una Especificidad del 91%, mientras que el Valor Predictivo Positivo alcanzó el 96% y el Valor Predictivo Negativo fue del 86%, empleando 1 g de muestra de heces (Raico., 2013).

Finalmente, Paredes evaluó la técnica de sedimentación modificada en Cajamarca utilizando 3 g de muestra, obteniendo una sensibilidad de 79,80 % y una especificidad del 100 %, resultados que evidencian un desempeño diagnóstico variable dependiendo del método y condiciones de aplicación. (Paredes, 1997).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pruebas diagnósticas

En medicina veterinaria, las pruebas diagnósticas constituyen herramientas esenciales para identificar enfermedades, evaluar su evolución y establecer estrategias de control. Estas pueden clasificarse en métodos directos, que detectan al agente causal, e indirectos, que identifican la respuesta del hospedero frente a la infección (De Blas *et al.*, 2007; Smith, 2020). La selección de una técnica diagnóstica adecuada depende de múltiples factores, entre ellos la especie animal, el tipo de enfermedad, la disponibilidad de recursos y la precisión requerida. En este sentido, los avances en biotecnología han permitido el desarrollo de métodos con alta sensibilidad y especificidad, como las técnicas moleculares (PCR) y los inmunoensayos (ELISA), que facilitan la detección temprana de agentes infecciosos (Donis, 2012; Jones y

Brown, 2019), No obstante, la interpretación de los resultados debe realizarse de manera integral, considerando tanto la información clínica como el contexto epidemiológico, con el fin de reducir la probabilidad de errores diagnósticos (Martínez et al., 2021; Tarabla y Signorini, 2020).

2.2.2. Validez de una prueba diagnóstica

La validez de una prueba diagnóstica se define como su capacidad para clasificar correctamente a los individuos en enfermos y sanos. Este concepto es fundamental en epidemiología, ya que determina la confiabilidad de los resultados obtenidos y su aplicabilidad en la toma de decisiones. La validez de una prueba se expresa principalmente a través de su Sensibilidad y Especificidad (Greiner y Gardner, 2000).

Por otro lado, la validez interna está relacionada con el control de sesgos en el diseño del estudio, mientras que la validez externa hace referencia a la posibilidad de extrapolar los resultados a otras poblaciones (Dohoo *et al.*, 2014). La evaluación de la validez se basa principalmente en dos parámetros: la sensibilidad y la especificidad. Adicionalmente, los valores predictivos permiten interpretar los resultados en función de la prevalencia de la enfermedad en la población (Thrusfield, 2008). Finalmente, la validez de una prueba permite establecer con mayor certeza el verdadero estado sanitario del animal, ya sea confirmando o descartando la presencia real de una condición patológica (Tarabla y Signorini, 2020).

2.2.3. Prueba Gold Stándar

El denominado Gold Standard o estándar de referencia corresponde al método diagnóstico considerado más confiable para confirmar la presencia o ausencia de una enfermedad, sirviendo como base para evaluar otras pruebas. Su principal utilidad radica en servir como referencia para evaluar técnicas más económicas, menos invasivas o de aplicación más sencilla (De Blas *et al.*, 2007; Jaramilo y Martínez, 2010; Tarabla y Signorini, 2020).

En medicina veterinaria, este estándar permite comparar técnicas alternativas, especialmente aquellas más económicas o menos invasivas, contribuyendo a mejorar los protocolos diagnósticos (Greiner y Gardner, 2000).

Sin embargo, su aplicación puede verse limitada por factores como el costo, la disponibilidad de equipos o la necesidad de personal especializado, e incluso en algunos casos puede requerir la combinación de varias pruebas para lograr mayor precisión (Dohoo *et al.*, 2012).

2.2.4. Sensibilidad de una Técnica (Se)

La sensibilidad de una prueba diagnóstica representa la proporción de individuos enfermos que son correctamente identificados como positivos. Este indicador refleja la capacidad del método para detectar la enfermedad en la población evaluada (Tarabla y Signorini, 2020; Jaramillo y Martínez, 2010).

Este parámetro puede variar en función de factores como la etapa de la enfermedad o la carga parasitaria, siendo menor en infecciones tempranas o de baja intensidad (NAP, 2001). En programas sanitarios, una alta sensibilidad es importante para reducir la presencia de falsos negativos; sin embargo, su incremento puede asociarse a una disminución de la especificidad (Drake y Levine, 2005; Turner, 2005).

$$\text{Sensibilidad (Se)} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FN}) \times 100$$

2.2.5. Especificidad de una Técnica (Es)

La especificidad se define como la capacidad de una prueba para identificar correctamente a los individuos sanos, evitando resultados falsamente positivos (Greiner y Gardner, 2000). Este parámetro es fundamental en la práctica clínica, ya que permite descartar la enfermedad con mayor seguridad, reduciendo intervenciones innecesarias (Thrusfield, 2008).

Su interpretación debe considerar la prevalencia de la enfermedad, dado que incluso pruebas con alta especificidad pueden generar falsos positivos en poblaciones de baja incidencia (Thrusfield, 2018). En la práctica clínica veterinaria, el adecuado equilibrio entre Sensibilidad y Especificidad es esencial para maximizar la utilidad de las pruebas diagnósticas y respaldar decisiones sanitarias fundamentadas. Por ello, la elección de una Técnica diagnóstica debe basarse tanto en su rendimiento estadístico como en las características de la población evaluada y en las

implicancias de los posibles errores diagnósticos (Greiner y Gardner, 2000; Tarabla y Signorini, 2020).

$$\text{Especificidad (E)} = \text{NV} / (\text{NV} + \text{FP}) \times 100$$

2.2.6. Valor Predictivo Positivo (VPP)

El valor predictivo positivo indica la probabilidad de que un individuo esté realmente enfermo cuando el resultado de la prueba es positivo. Este indicador es relevante para la toma de decisiones clínicas. Asimismo, la interpretación adecuada de este parámetro depende en gran medida de la prevalencia de la enfermedad dentro de la población evaluada, aspecto que debe ser considerado para evitar interpretaciones erróneas de los resultados (De Blas *et al.*, 2007; Donis, 2012).

$$\text{VPP} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FP}) \times 100$$

2.2.7. Valor Predictivo Negativo (VPN)

El valor predictivo negativo corresponde a la probabilidad de que un individuo esté sano cuando el resultado de la prueba es negativo. Este parámetro también depende de la prevalencia de la enfermedad. A diferencia de la Sensibilidad y la Especificidad, el VPN depende directamente de la prevalencia de la enfermedad en la población evaluada, incrementándose cuando la prevalencia es baja y disminuyendo cuando esta es alta (De Blas *et al.*, 2007; Donis, 2012; Stevenson, 2009).

$$\text{VPN} = \text{VN} / (\text{VN} + \text{FN}) \times 100$$

2.2.8. Determinación del Índice de Kappa

El índice de Kappa permite medir el grado de concordancia entre dos pruebas diagnósticas, considerando el acuerdo observado y el esperado por azar. Este coeficiente presenta valores que oscilan entre -1 y +1, donde los valores cercanos a +1 indican un mayor nivel de acuerdo entre los métodos evaluados (De Blas *et al.*, 2007). Asimismo, el índice permite valorar la concordancia existente entre técnicas diagnósticas en variables de tipo dicotómico, cuya interpretación se realiza mediante escalas establecidas (Jaramilo y Martínez, 2010).

Tabla 1. Valoración del coeficiente de Kappa según la fuerza de concordancia.

Valor de Kappa (κ)	Interpretación
< 0	Sin concordancia
0 – 0.20	Concordancia leve
0.21 – 0.40	Concordancia aceptable
0.41 – 0.60	Concordancia moderada
0.61 – 0.80	Concordancia buena
0.81 – 1.00	Concordancia muy buena o casi perfecta

El índice de Kappa se calcula mediante la siguiente fórmula (De Blas *et al.*, 2007).

$$\text{Kappa} = (\text{Concordancia observada} - \text{Concordancia esperada}) / (1 - \text{Concordancia esperada}).$$

2.2.9. Fasciolosis

- **Definición**

La fasciolosis constituye una enfermedad parasitaria de distribución mundial que afecta a una amplia variedad de hospederos, incluyendo animales domésticos, fauna silvestre y el ser humano. Su agente etiológico principal es el trematodo *F. hepatica*, el cual se establece en el sistema hepatobiliar, donde ocasiona alteraciones estructurales y funcionales del hígado. Esta parasitosis reviste especial importancia no solo por su impacto en la salud animal, sino también por su carácter zoonótico y sus repercusiones económicas en los sistemas de producción pecuaria (Perea-Fuentes *et al.*, 2018; Mas-Coma *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista productivo, la infección por *F. hepatica* se asocia con pérdidas significativas en la ganadería bovina, derivadas tanto de la disminución del rendimiento como del decomiso de órganos afectados. Asimismo, en áreas donde la enfermedad es endémica, su presencia representa un problema sanitario persistente que compromete la sostenibilidad de la producción animal (Mas-Coma *et al.*, 2005; Quiroz., 2011).

- **Ciclo Biológico**

El ciclo biológico de *Fasciola hepatica* es indirecto y requiere la participación de dos tipos de hospederos: uno definitivo, en el cual el parásito alcanza la madurez sexual, y otro intermediario, representado por caracoles del género *Lymnaea*. En el hospedero definitivo, los

parásitos adultos se localizan en los conductos biliares, donde producen huevos que son eliminados al medio externo a través de las heces (Borchert, 1981; Bowman, 2011; Iturbe y Muñiz, 2013).

Bajo condiciones ambientales favorables, estos huevos liberan larvas que infectan al hospedero intermediario, en cuyo interior se desarrollan múltiples estadios larvarios mediante reproducción asexual. Posteriormente, las cercarias emergen y se adhieren a la vegetación acuática, transformándose en metacercarias, que constituyen la forma infectante para el hospedero definitivo. La infección ocurre cuando los animales ingieren agua o forraje contaminado, iniciándose así la migración larvaria hacia el hígado, donde el parásito completa su desarrollo (Dalton, 1999; Howell y Williams, 2020; Bowman., 2011).

- **Patogenia y cuadros clínicos**

La expresión clínica de la fasciolosis en bovinos es heterogénea y depende de múltiples factores, entre ellos la carga infectiva y la respuesta del hospedero. En numerosos casos, los animales pueden no mostrar signos evidentes, mientras que en infecciones más intensas el cuadro puede evolucionar hacia condiciones de alta gravedad. La severidad del daño está estrechamente vinculada con la cantidad de metacercarias ingeridas, lo que puede traducirse en alteraciones estructurales como el engrosamiento de los conductos biliares, endurecimiento de sus paredes y procesos de calcificación (Alpizar., 2013), En evaluaciones post mortem, es frecuente encontrar hígados con cambios notorios en su coloración, generalmente más oscuros, acompañados de una consistencia friable y

evidencias de hiperplasia tisular (Gálvez *et al.*, 2012). Estas lesiones pueden presentarse tanto en formas agudas como crónicas, caracterizándose por procesos de fibrosis, calcificación y proliferación de los conductos biliares (López-Villacís., 2017).

Durante la fase de migración hepática, las formas juveniles del parásito ejercen un efecto directo sobre el parénquima, generando lesiones traumáticas que incluyen hemorragias y áreas de necrosis. Con el avance del proceso, estos daños son sustituidos por tejido fibroso como parte de los mecanismos de reparación del organismo (Ballweber, 2021). La fibrosis hepática resultante se asocia con la carga parasitaria de los individuos adultos y se desarrolla de manera progresiva, pudiendo distinguirse diferentes etapas: inicialmente se compromete la región portal sin afectar significativamente el parénquima; posteriormente se produce daño tisular más extendido; y finalmente se observa la formación de tejido conectivo junto con la aparición de nódulos de regeneración (Marcos *et al.*, 2007).

La persistencia prolongada de *F. hepatica* en el hospedero no solo ocasiona daño estructural, sino que también altera procesos metabólicos e inmunológicos. En este sentido, se ha descrito una modulación de la respuesta inmune hacia perfiles de tipo Th2 y mecanismos reguladores, lo que reduce la eficacia del sistema inmunitario frente a otros agentes infecciosos (Howell y Williams, 2020; Lalor *et al.*, 2021).

Desde una perspectiva clínica, la infección en bovinos se presenta con mayor frecuencia en formas subclínicas o crónicas, manifestándose principalmente a través de una disminución en la ganancia de peso,

reducción del rendimiento productivo y reproductivo, alteraciones proteicas y la aparición de edema submandibular. En los hallazgos post mortem, es común identificar conductos biliares dilatados y engrosados, con presencia de áreas calcificadas y la localización de parásitos adultos en su interior (Ballweber, 2021).

- **Epidemiología**

La fasciolosis bovina causada por *Fasciola hepatica* presenta una distribución amplia a nivel mundial, asociándose principalmente a zonas con condiciones ambientales favorables para el desarrollo del hospedero intermediario del género *Lymnaea*, especialmente en regiones con temperaturas moderadas y alta humedad. Estas características ecológicas determinan patrones de transmisión diferenciados según el contexto geográfico, lo que explica la variabilidad en la ocurrencia de la enfermedad entre distintas regiones productivas (Feyisa, 2021; Urquhart *et al.*, 2021). En sistemas lecheros europeos, se ha documentado una elevada exposición al parásito. En el Reino Unido, más del 77 % de los hatos evaluados presentan evidencia de contacto con *F. hepatica*, mientras que en Irlanda se ha estimado una prevalencia promedio de 75,4 % a partir de análisis de leche de tanque, lo que refleja una amplia circulación del parásito en dichos sistemas productivos (Howell *et al.*, 2015). En contraste, en América del Sur la fasciolosis bovina se comporta como una enfermedad endémica cuya magnitud varía según las condiciones locales. En Colombia, por ejemplo, se han reportado prevalencias de 33,7 % mediante técnicas coprológicas y de 32,5 %

mediante pruebas serológicas, evidenciando diferencias metodológicas en su detección (Uribe-Delgado *et al.*, 2023). La dinámica epidemiológica de la enfermedad está influenciada por diversos factores asociados al manejo y al ambiente. Entre los principales determinantes se encuentran el pastoreo en áreas con drenaje deficiente, el uso de sistemas de riego por inundación, la presencia de cuerpos de agua estancada y la ocurrencia de precipitaciones intensas durante periodos críticos del ciclo biológico del hospedero intermediario (Howell *et al.*, 2015; Köstenberger *et al.*, 2017). En el Perú, la prevalencia de *F. hepatica* en bovinos muestra una marcada heterogeneidad, influenciada tanto por las características geográficas como por los métodos diagnósticos utilizados. Se han reportado valores que oscilan entre el 30 % y el 90 %, lo que evidencia la magnitud del problema en el país. En la región Amazonas, la prevalencia alcanza aproximadamente el 59,5 % en bovinos evaluados mediante análisis coprológicos, mientras que en Cajamarca se ha registrado un 43,5 % en poblaciones lecheras analizadas con técnicas coproparasitológicas (Julon *et al.*, 2020; Rojas, 2014).

Más allá de su frecuencia, la fasciolosis representa una limitante importante para la productividad ganadera y constituye un desafío significativo para su control. En explotaciones lecheras del Reino Unido, se ha observado que mayores niveles de exposición al parásito se asocian con una reducción cercana al 15 % en la producción de leche, lo que evidencia su impacto directo sobre el rendimiento productivo (Howell *et al.*, 2015). De manera general, la enfermedad ocasiona pérdidas económicas relevantes debido a la disminución en la producción, el

deterioro de la condición corporal, el decomiso de hígados en mataderos y, en situaciones más severas, la mortalidad de los animales (Perea-Fuentes *et al.*, 2018). Finalmente, la persistencia de la fasciolosis en los sistemas productivos está determinada por la interacción entre factores climáticos, biológicos y de manejo. Variables como la temperatura y la humedad favorecen el desarrollo de los estadios del parásito en el ambiente, mientras que la relación entre el hospedero definitivo y el intermediario, junto con las prácticas de manejo, condicionan la transmisión y mantenimiento de la enfermedad en las poblaciones animales (Fiel *et al.*, 2011).

- **Diagnóstico**

El abordaje diagnóstico de la fasciolosis en animales no debe limitarse a la identificación directa del parásito, sino que requiere una evaluación integral que considere tanto las manifestaciones clínicas como las condiciones ambientales en las que se desarrolla la infección. Factores como la presencia de zonas húmedas, acumulación de agua y la existencia del hospedero intermediario constituyen elementos clave para la sospecha diagnóstica en campo. La presentación clínica varía entre formas agudas y crónicas, las cuales están influenciadas por condiciones climáticas y estacionales. En infecciones agudas, asociadas generalmente a la ingestión masiva de metacercarias, los animales —especialmente jóvenes— pueden presentar signos sistémicos como fiebre, letargo, debilidad, hepatomegalia dolorosa y acumulación de líquido en cavidad

abdominal, pudiendo evolucionar hacia la muerte en ausencia de una intervención oportuna (Cardozo, 2003).

En contraste, la forma crónica se caracteriza por un establecimiento progresivo del parásito en los conductos biliares, donde las formas adultas generan cambios estructurales persistentes como fibrosis y obstrucción. Desde el punto de vista clínico, pueden observarse alteraciones hematológicas como anemia normocítica, así como edema en regiones submandibulares, cervicales y torácicas. La confirmación de la enfermedad en esta fase requiere la integración de hallazgos clínicos con métodos complementarios, incluyendo estudios de laboratorio y evaluación post mortem (Foreyt, 1997).

El diagnóstico de la fasciolosis puede realizarse mediante diversas técnicas, cuya selección depende del estadio de la infección y de los recursos disponibles. Entre ellas destacan los métodos coproparasitoscópicos, orientados a la detección de huevos en heces, así como análisis bioquímicos que permiten evaluar la funcionalidad hepática mediante la medición de enzimas. Asimismo, las pruebas inmunológicas, como ELISA indirecta, facilitan la identificación de coproantígenos y anticuerpos en suero y leche, aportando información relevante incluso en fases tempranas de la infección. Por otro lado, las técnicas moleculares, como RAPD-PCR, permiten la detección directa del material genético del parásito, aunque su aplicación se ve restringida por factores económicos y de disponibilidad (Li E *et al.*, 2005; Vargas *et al.*, 2003).

- **Hallazgos a la necropsia o inspección post-mortem de hígados**

La evaluación post mortem constituye uno de los métodos más confiables para la confirmación de la fasciolosis, ya que permite la observación directa del parásito y de las lesiones asociadas. En infecciones agudas, el hígado suele presentar alteraciones visibles como inflamación, congestión vascular y áreas hemorrágicas, producto del daño ocasionado por la migración de formas juveniles a través del parénquima hepático. En la fase crónica, las lesiones están estrechamente relacionadas con la carga parasitaria y la permanencia de las fasciolas adultas en los conductos biliares. Es frecuente observar fibrosis hepática, hipertrofia de ganglios linfáticos, engrosamiento de las paredes biliares y depósitos de calcio, los cuales reflejan procesos inflamatorios prolongados (Cardozo., 2003).

La inspección en camales, así como la necropsia, permiten identificar con precisión la presencia de trematodos adultos en los conductos biliares y en el tejido hepático, lo que convierte a este procedimiento en el estándar más confiable para la confirmación diagnóstica de la enfermedad (Wescott *et al.*, 1984).

- **Métodos serológicos o inmunológicos**

Las técnicas inmunológicas han adquirido relevancia en el diagnóstico de la fasciolosis debido a su capacidad para detectar infecciones en etapas tempranas, antes de que ocurra la eliminación

de huevos. Estas metodologías se basan en la identificación de anticuerpos o antígenos específicos del parásito, lo que permite una detección indirecta de la infección. Entre estas herramientas, la prueba ELISA ha sido ampliamente utilizada para la detección de anticuerpos contra antígenos de excreción-secreción de *F. hepatica* en bovinos (Wescott *et al.*, 1984). Estudios recientes, incluyendo revisiones meta-analíticas, han evidenciado que el uso de antígenos como la catepsina L1 recombinante (CL-1) mejora la precisión diagnóstica de estas pruebas, mostrando una adecuada exactitud en bovinos (Drescher *et al.*, 2023). Además, se ha demostrado que estas técnicas permiten adelantar el diagnóstico entre siete y ocho semanas en comparación con los métodos coprológicos. También se han desarrollado pruebas basadas en la detección de antígenos en heces, como el copro-ELISA, las cuales identifican componentes del parásito antes de la fase patente. En estudios realizados en Australia, esta técnica ha mostrado una sensibilidad del 80 % y una especificidad del 100 % bajo condiciones estandarizadas (Palmer *et al.*, 2014). No obstante, a pesar de estos avances, se ha señalado que estas metodologías aún no reemplazan completamente a las técnicas coprológicas tradicionales (Veterinary Practice, 2015).

○ **Técnicas coprológicas**

Las técnicas coprológicas continúan siendo ampliamente utilizadas en el diagnóstico de la fasciolosis debido a su accesibilidad y bajo costo. Entre ellas, la técnica de sedimentación

natural destaca por su simplicidad y facilidad de aplicación en condiciones de campo. Sin embargo, su utilidad se limita principalmente a infecciones en fase patente, cuando los parásitos adultos ya se encuentran eliminando huevos. La eficacia de estos métodos está condicionada por factores como la carga parasitaria y la cantidad de muestra analizada. En bovinos, la eliminación de huevos se produce principalmente en la fase crónica y presenta una variabilidad significativa tanto entre días como dentro de un mismo día, lo que reduce la confiabilidad de un único examen coprológico (Fiel, 2005).

Las técnicas de sedimentación, basadas en la identificación microscópica de huevos, representan una alternativa económica y rápida para el diagnóstico (Cordero *et al.*, 1999). No obstante, su sensibilidad es limitada en etapas tempranas de la infección, debido a la ausencia de eliminación de huevos durante la fase migratoria del parásito (Carrada-Bravo., 2003). Incluso en la fase patente, la eliminación intermitente puede dificultar la detección, por lo que se recomienda la realización de análisis seriados para mejorar la probabilidad diagnóstica (Domenech *et al.*, 2009).

Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel

La Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel constituye una herramienta útil para la identificación cualitativa y cuantitativa de huevos de parásitos en muestras fecales,

permitiendo clasificar a los animales en función de su estado sanitario. Su aplicación se caracteriza por ser sencilla, rápida y de bajo costo, lo que favorece su uso en condiciones de campo (Rojas *et al.*, 2013).

El principio de esta técnica se basa en la diferencia de densidad entre los huevos parasitarios y el medio líquido, lo que permite su sedimentación tras el procesamiento de la muestra. Posteriormente, el sobrenadante es eliminado y el sedimento es analizado para la identificación de huevos de *F. hepatica*. En la variante propuesta por Rojas y Torrel, se utiliza aproximadamente 1 g de heces, el cual se homogeniza en agua y se deja en reposo durante un periodo corto, cercano a los cinco minutos. Luego del proceso de sedimentación, se obtiene un volumen reducido de sedimento que es teñido con lugol y examinado mediante microscopía estereoscópica a 16 aumentos. Antes de la observación, se realiza la eliminación manual de restos vegetales para facilitar la identificación de los huevos (Valencia, 2017).

- **Tratamiento y Control**

El manejo terapéutico de la fasciolosis bovina se sustenta en el uso de fasciolicidas con actividad frente a diferentes estadios del parásito, incluyendo formas juveniles en migración y parásitos adultos establecidos en los conductos biliares. Entre los principios activos más empleados se encuentran el clorsulon, nitroxinil, closantel, triclabendazol

y rafoxanide, los cuales han demostrado eficacia variable dependiendo del momento de la infección y de las condiciones de uso. No obstante, la aplicación exclusiva de tratamientos farmacológicos resulta insuficiente para lograr un control sostenible de la enfermedad, por lo que se requiere la implementación de estrategias integradas que incluyan prácticas de manejo orientadas a reducir la transmisión del parásito en el sistema productivo (Botana *et al.*, 2002).

Desde una perspectiva ecológica, el ciclo biológico de *Fasciola hepatica* obliga a considerar el papel del ambiente en la persistencia de la infección. La presencia de poblaciones de caracoles del género *Lymnaea* en áreas con alta humedad y drenaje deficiente constituye un factor determinante en la dinámica de transmisión. En este contexto, la adopción de medidas como el mantenimiento adecuado de sistemas de drenaje, la restricción del acceso del ganado a zonas encharcadas y la rotación de potreros y categorías animales contribuyen a disminuir la exposición a metacercarias presentes en las pasturas. La combinación de estas prácticas con intervenciones farmacológicas permite no solo reducir la carga parasitaria, sino también minimizar el impacto productivo y la ocurrencia de infecciones subclínicas que suelen pasar desapercibidas en los sistemas de producción (BM Editores, 2020).

Un aspecto crítico en el control de la fasciolosis es la aparición de resistencia a los fasciolicidas, particularmente al triclabendazol, considerado uno de los fármacos más eficaces frente a estadios inmaduros. Diversos estudios en bovinos en el Perú han evidenciado una disminución progresiva en la eficacia de este principio activo, fenómeno

asociado principalmente a prácticas inadecuadas como el uso indiscriminado de antiparasitarios, la falta de rotación de moléculas y la administración de dosis subterapéuticas. Estas condiciones favorecen la selección de poblaciones parasitarias resistentes, lo que compromete la efectividad de los programas de control y plantea la necesidad de adoptar estrategias más racionales y sostenibles en el uso de estos fármacos (Rojas-Moncada, 2008; Ortiz *et al.*, 2013).

- **Importancia económica**

El impacto económico de la fasciolosis bovina se manifiesta a través de múltiples componentes que afectan directamente la rentabilidad de los sistemas productivos. Entre estos, destacan las pérdidas asociadas al decomiso de vísceras en los centros de faenado, así como la disminución en el crecimiento y desarrollo de los animales. A ello se suman la reducción en la producción de leche y carne, las alteraciones en la eficiencia reproductiva y los costos derivados de la implementación de medidas diagnósticas y terapéuticas. En conjunto, estos factores reflejan la carga económica significativa que esta parasitosis representa para la producción pecuaria (Cordero *et al.*, 1999).

Más allá de los efectos clínicamente evidentes, la infección subclínica por *Fasciola hepatica* ejerce un impacto silencioso pero sostenido sobre la eficiencia productiva, al afectar procesos como la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la fertilidad de los animales. Estas alteraciones reducen el rendimiento global del sistema

productivo, generando pérdidas que, aunque menos visibles, resultan económicamente relevantes (Howell *et al.*, 2015).

A escala global, se estima que las pérdidas asociadas a esta enfermedad superan los 3 mil millones de dólares, atribuidas principalmente al decomiso de hígados, el retraso en el crecimiento, la prolongación del periodo hasta el sacrificio y la disminución en la producción láctea (Kaplan, 2001). En sistemas de producción de carne, se ha evidenciado que la presencia de lesiones hepáticas compatibles con fasciolosis puede extender en aproximadamente diez días el tiempo requerido para alcanzar el peso óptimo de faena, lo que incrementa los costos de producción y reduce la eficiencia del sistema (Mazeri *et al.*, 2017)

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es aplicada, explicativa, transversal y cuantitativa

3.2. Localización del trabajo de Investigación.

La investigación se realizó en el Camal Municipal de Cajamarca, Camal Municipal de José Leonardo Ortiz y en el Laboratorio de Parasitología y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

El Camal Municipal de Cajamarca (Fig. 1), se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, capital de la región del mismo nombre, en la sierra norte de Perú, la cual cuenta con las siguientes características geográficas y meteorológicas: Altitud: 2,750 m.s.n.m., Superficie: 33247,77 Km², Población: 1341012 habitantes, Densidad poblacional: 40,4 Hab/Km², Temperatura máxima promedio: 22.1 °C, Temperatura media anual: 14.9 °C, Temperatura mínima promedio: 8.2 °C, Precipitación pluvial anual: 537 mm, Humedad relativa promedio anual: 64.6%, Humedad mínimo promedio: 36.9%, Humedad máxima promedio: 87.8% (Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) 2023) (*).

El Camal Municipal de José Leonardo Ortiz, se encuentra ubicado en el distrito del mismo nombre de la ciudad de Chiclayo, en la región Lambayeque en la costa norte de Perú (Fig. 2), La ciudad de Chiclayo cuenta con las siguientes

características geográficas y meteorológicas: Altitud: 41 m.s.n.m., Superficie: 29.28 Km², Población: 169503 habitantes, Densidad poblacional: 5789 Hab/Km², Temperatura máxima promedio: 25.8 °C, Temperatura media anual: 22.3 °C, Temperatura mínima promedio: 17.9 °C, Precipitación pluvial anual: 33.05 mm, Humedad relativa promedio anual: 82.0 %, Humedad mínimo promedio: 61.0 %, Humedad máxima promedio: 85.0 % (Fuente: Servicio Nacional de Meteorológico e Hidrología (SENAMHI) 2023) (*).

El Laboratorio de Parasitología y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias, pertenece a la facultad de Ciencias Veterinarias y se encuentra ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la ciudad del mismo nombre.

El trabajo se realizó durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2023.

3.3. Unidad de análisis, muestra y tamaño de muestra

3.3.1. Unidad de análisis

Heces e hígados de bovinos de diferente raza, edad y sexo.

3.3.2. Muestra

200 bovinos de diferente raza, edad y sexo, divididos en dos grupos:

- 100 bovinos con presencia de fasciolas adultas en canalículos y vesículas biliares procedentes del Camal Municipal de Cajamarca.

Fuente (*) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, 2025

- 100 bovinos con ausencia de fasciolas adultas en canalículos y vesículas biliares procedentes del Camal Municipal José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo.

3.3.3. Determinación del tamaño muestral

Para el tamaño de la muestra se consideró la Sensibilidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel utilizando 1 gramo la cual es de 93% (Valencia., 2017), y la especificidad del 95% (Raico, 2013), se consideró un margen de error de 5% y un nivel de confianza del 95%, aplicando la siguiente fórmula (Thrusfield, 2008).

$$n = (Z^2 \times p \times q) / d$$

En donde:

Z = Valor de Z en el intervalo de confianza de 95%.

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (fracaso)

d = Precisión (error de estimación máximo aceptado)

- Cálculo del tamaño de muestra para determinar la sensibilidad:

$$Z = (1.96)$$

$$p = (0.93)$$

$$q = (1-0.93) = 0.07$$

$$d = (5\%)$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (0.93) \times (0.07)}{(0.05)^2} = 100$$

- Cálculo del tamaño de muestra para determinar la especificidad:

$$Z = (1.96)$$

$$p = (0.95)$$

$$q = (1-0.95) = 0.05$$

$$d = (5\%)$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (0.95) \times (0.05)}{(0.05)^2} = 73$$

El tamaño de muestra para determinar la especificidad es de 73 animales, sin embargo consideramos un tamaño muestral de 100 animales.

3.3.4. Criterios de inclusión

Bovinos muestreados en el Camal Municipal de Cajamarca, con presencia de fasciolas adultas en canalículos biliares y ausencia de paramfistomidos a nivel de mucosa ruminal.

Bovinos muestreados en el Camal Municipal José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo, con ausencia de fasciolas adultas en canalículos biliares, ausencia de paramfistomidos en mucosa ruminal y con antecedentes de crianza estabulada.

3.4. Materiales y Métodos

3.4.1. Material biológico

200 bovinos de diferente raza, edad y sexo, divididos en dos grupos:

- 100 bovinos con presencia de fasciolas adultas en canalículos y vesículas biliares.
- 100 bovinos con ausencia de fasciolas adultas en canalículos y vesículas biliares.

3.4.2. Trabajo de campo

- **Identificación de los animales y obtención de las muestras de heces**

Cada animal fue identificado con números correlativos del 001 al 100 en cada camal, el mismo que se colocó en el anca con lápiz marcador de color rojo, esta práctica se realizó en los corrales de encierro antes de ser sacrificados.

Inmediatamente después de identificar al animal se extrajo aproximadamente 100 g de heces en una bolsa de polietileno, directamente del recto de cada bovino, la bolsa fue rotulada con lapicero de tinta indeleble con el mismo número del animal. (Fig. 3 - 4. Anexo 01), luego se almacenaron en cajas de Tecnopor con geles refrigerantes para ser transportadas al Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNC (Fig. 5. Anexo 02).

- **Obtención y examen macroscópico del hígado**

Los hígados se tomaron inmediatamente luego de la evisceración y se marcó con el mismo número del animal del cual procedió, el número se marcó haciendo uso de un bisturí en la

superficie diafragmática de cada hígado. En la mesa de inspección sanitaria del camal se colocaron con la superficie visceral hacia arriba para su respectivo examen macroscópico (Fig. 6), se realizaron cortes longitudinales a los canalículos biliares y se abrió la vesícula biliar para determinar la presencia o ausencia de fasciolas, esto se consideró como prueba confirmatoria o Gold Stándar.

- **Obtención y examen macroscópico del rumen**

Luego de la evisceración se obtuvo el rumen el cual fue identificado con el mismo número del animal del cual procedió, haciendo uso de lapicero de tinta indeleble y etiqueta de plástico, la misma que fue fijada a la pared ruminal con una grapa metálica, una vez trasladado el rumen al área de lavado se procedió a abrirlo para inspeccionar la mucosa ruminal y constatar la presencia o ausencia de parafistomidos adultos.

3.5.3. Trabajo de laboratorio

Análisis coproparasitológico

Haciendo el uso de equipos y materiales en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias mediante la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel (2013) (Fig. 7), se procedió a realizar el análisis coproparasitológico de cada una de las 200 muestras de heces, para cada muestra se realizó 5 análisis con diferente cantidad de heces: 2, 4, 6, 8 y 10 g.

Para el análisis coproparasitológico se utilizó el protocolo de la Técnica de Sedimentación Natural Modificado por Rojas y Torrel:

- Se homogenizó la muestra total de heces obtenida directamente del recto de cada bovino muestreado (aproximado 100 g).
- En un vaso de plástico de 400 ml de capacidad, se pesaron 2, 4, 6, 8 y 10 g de heces de cada muestra (Fig. 8).
- Seguidamente se agregó aproximadamente 200 ml de agua de caño, se homogenizó la muestra con una batidora eléctrica (batidora doméstica de mano) por aproximadamente 10 segundos (Fig. 9).
- Se tamizó por un embudo con malla metálica de 80 hilos por pulgada hacia otro vaso de vidrio de forma cónica de 250 mL de capacidad, luego se agregó más agua de caño hasta llenar a 1 cm del borde del vaso (Fig. 10).
- Se dejó reposar por 5 minutos aproximadamente (Fig. 11).
- Luego se decantó el sobrenadante dejando aproximadamente 15 mL de sedimento en el vaso. Hubo una variante en la decantación. El número de decantaciones fue de tres veces cuando se utilizó 2, 4, y 6 g de heces y 5 decantaciones cuando se utilizó 8 y 10 g de heces en cada muestra (Fig. 12).
- Se colocaron 3 gotas de Lugol fuerte y esperar 5 minutos para colorear los huevos (Fig. 13).
- Finalmente, el sedimento de cada vaso se colocó a una placa Petri rayada y observar al estereoscopio a 16 aumentos (10x ocular por 1,6x de objetivo). También, hubo una variante en este paso del protocolo. El sedimento fue dividido hasta en tres placas Petri

cuando se utilizó 2, 4 y 6 g de heces y hasta en 5 placas Petri cuando se utilizó 8 y 10 g de heces para la observación, debido al abundante sedimento (Fig. 14).

El resultado positivo a *F. hepatica*, se consideró cuando se observó al menos 1 huevo en el sedimento de la muestra de heces en 2, 4, 6, 8 y 10 g, respectivamente; y como resultado negativo a *F. hepatica*, cuando hay ausencia de huevos en el sedimento de la muestra de heces en 2, 4, 6, 8 y 10 g, respectivamente (Fig. 15).

3.5.4. Análisis de datos

Para determinar la Sensibilidad, Especificidad Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo se elabora una tabla de contingencia de 2 x 2 donde se considera como prueba confirmatoria los resultados obtenidos del análisis de los hígados, así tenemos: verdaderos positivos (VP) a los bovinos sacrificados en el Camal Municipal de Cajamarca con presencia de fasciolas adultas en los canalículos biliares y/o vesícula biliar, los verdaderos negativos (VN) a los bovinos sacrificados en el Camal Municipal José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo con ausencia de fasciolas adultas en canalículos y vesículas biliares. (Tabla 2. Anexo 03) (Sierra, 2003; Vizcaíno-Salazar, 2017).

Tabla 2. Tabla de contingencia de 2 x 2 para la determinación de Sensibilidad, Especificidad y valores predictivos positivo y negativo.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	Total
Técnica de Sedimentación Natural	Positivo (Presencia de huevos)	VP	FP	VP+FP
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN	VN	FN+VN
		VP+FN	FP+VN	VP+VN+FP+FN

VP: Verdadero Positivo, VN: Verdadero Negativo, FP: Falso Positivo, FN: Falso Negativo.

Se elaboró una tabla de contingencia para cada resultado obtenido del conteo de huevos según la cantidad de heces analizadas (2, 4, 6, 8 y 10 g.) Anexo 04.

Determinación de la Sensibilidad

$$S = \frac{VP}{VP+FN} \times 100$$

Leyenda:

S: Sensibilidad

VP: Verdaderos Positivos

FN: Falsos Negativos

Determinación de la Especificidad

$$E = \frac{VN}{VN+FP} \times 100$$

Leyenda:

E: Especificidad

VN: Verdaderos Negativos

FP: Falsos Positivos

Determinación del Valor Predictivo Positivo (VPP)

$$VPP = \frac{VP}{VP+FP} \times 100$$

Determinación del Valor Predictivo Negativo (VPN)

$$VPN = \frac{VN}{VN+FN} \times 100$$

Determinación del Intervalo de confianza

Técnica de estimación que se utiliza en inferencia estadística y permite calcular los valores alrededor donde pudiera encontrarse el valor real que se desea encontrarse (Tabla 05) (Jaramilo y Martínez., 2010).

$$I.C. = p \pm Z \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$$

Leyenda:

Z: Nivel de confianza (1.96)

p: Proporción del evento (enfermos o muertos)

q: (1-p) Proporción de no presentación del evento (sanos o vivos)

Para determinar si existe diferencias entre los porcentajes de sensibilidad se utilizó la prueba de Q de Cochran por tratarse de más de tres análisis de una sola muestra obteniendo un valor de $p < 0.001$, por lo que posteriormente para determinar entre que muestras hay diferencia estadística se realizaron comparaciones pareadas mediante la prueba de McNemar con corrección de Bonferroni (α ajustado = 0.005) para controlar el error tipo I.

Para determinar si existe diferencias entre la cantidad de huevos de *F. hepática* hallados en las diferentes cantidades de heces analizadas, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Friedman obteniendo un valor de $p < 0.001$), luego se utilizó la prueba de Nemenyi para determinar entre que grupos hay diferencia estadística significativa. En ambos casos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 26.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3: Tabla 3. Sensibilidad y Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con diferentes cantidades de muestras de heces, realizado en el Camal Municipal de Cajamarca y el Camal Municipal José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo.

Cantidad de heces (g)	Sensibilidad (%)	IC 95 (%)	Índice de kappa	Especificidad (%)
2	75 ^a	66.51 – 83.49	0.750	100
4	82 ^{ab}	74.47 – 89.53	0.820	100
6	89 ^{bc}	82.87 – 95.13	0.890	100
8	91 ^c	85.39 – 96.61	0.910	100
10	91 ^c	85.39 – 96.61	0.910	100

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre sí ($p < 0.005$, prueba de McNemar con corrección de Bonferroni). prueba de Q de Cochran ($p < 0.001$). IC: Intervalo de Confianza.

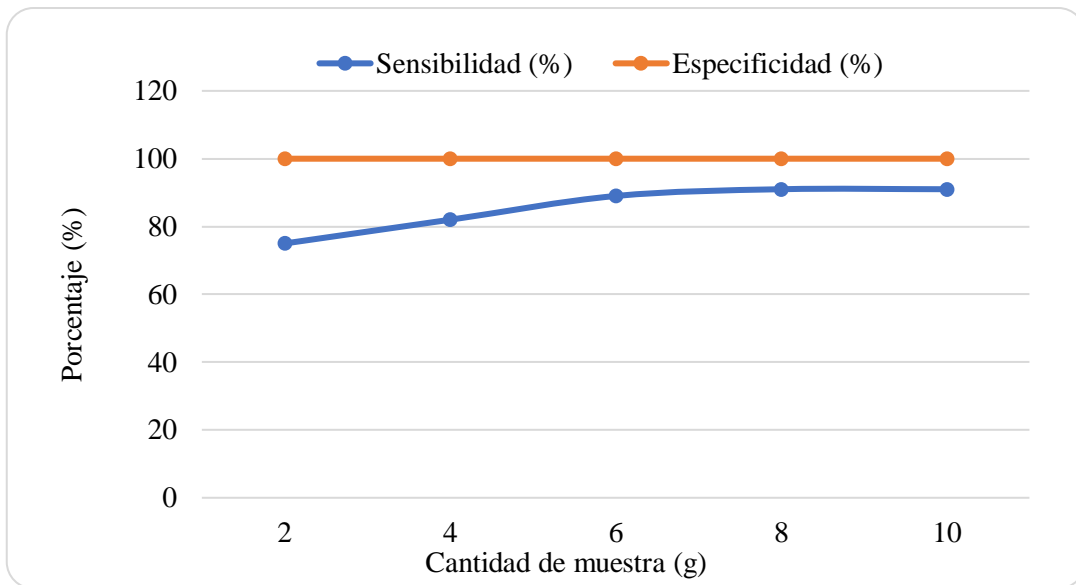


Figura 1. Variación de la Sensibilidad y Especificidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada según la cantidad de muestra de heces en bovinos.

La Sensibilidad encontrada en el presente trabajo mediante la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel con 2, 4 y 6 g de heces son de 75 % , 82 % y 89 % respectivamente, las mismas que no tienen diferencia estadística significativa entre ellas, por lo que, realizar un análisis de heces con las cantidades de muestra anteriormente mencionadas es prácticamente lo mismo en términos de Sensibilidad; sin embargo, nuestros resultados difieren con los encontrados por Valencia (2017) quienes utilizando 2 y 4 g de heces encontraron una Sensibilidad de $92 \% \pm 5.3$ para ambas muestras.

La Sensibilidad obtenida para las muestras de 8 y 10 g es de 91 %, no se encontró trabajos similares con las mismas cantidades de muestra, el más cercano es el realizado por los autores anteriormente mencionados Valencia (2017), quienes con una muestra de heces de 5 g encontraron una Sensibilidad de $95 \% \pm 4.3$, es importante mencionar que Raico en un trabajo realizado en Cajamarca el año 2013 analizaron 1 g de heces con la misma técnica con un tamaño de muestra de 323

animales obtuvieron 93 % de Sensibilidad, es decir una Sensibilidad similar a la nuestra pero con un peso de la muestra analizada mucho menor.

Esta diferencias en los porcentajes de Sensibilidad del presente trabajo con respecto a las obtenidas por los autores citados se debe a que en nuestro estudio obtuvimos un mayor número de falsos negativos, es decir encontramos fasciolas en canalículos biliares y/o vesícula biliar pero no huevos en heces y esto se puede deber a varias razones, según Cordero del Campillo y colaboradores (1999) las fasciolas llegan a los conductos biliares aproximadamente a los 40 días donde alcanzan su madurez sexual, pero los primeros huevos en las heces aparecen aproximadamente a los 55-56 días desde la ingesta de metacercarias, por lo tanto se puede dar el caso que no todas las fasciolas presentes en los canalículos biliares estén ovopositando, además la eliminación de huevos es intermitente por parte de las fasciolas que han alcanzado su madurez sexual (Borchert 1981).

Existe otros factores que también pueden modificar la cantidad de huevos en heces como los descritos por Fiel y sus colaboradores (2011), estos autores manifiestan que la resistencia del hospedador puede disminuir o anular totalmente la oviposición en gran parte de los géneros parasitarios, así como prolongar notablemente el período prepatente, además mencionan que si bien se ha demostrado que los conteos de huevos presentan cierta fluctuación diurna, no es esperable que la misma interfiera la interpretación de los resultados en los controles a campo pero si en trabajos experimentales dicha variación adquiere tal relevancia que, la comparación de los conteos de huevos debe realizarse sobre muestras recogidas en el mismo momento del día, también manifiestan que los huevos no se hallan distribuidos uniformemente en las heces, y que la cantidad y consistencia de heces eliminada puede afectar el número de huevos por unidad de peso.

Es por ello que en los trabajos de investigación relacionados al presente estudio encontramos diferentes porcentajes de Sensibilidad, algunos aparentemente contradictorios, menos cantidad de muestra mayor Sensibilidad, además de los ya citados podemos mencionar los trabajos de Navarro (2014) quienes hallaron una Sensibilidad del 79 % con 1 g de muestra, Quiroz (2011) utilizando 5 g determinó una Sensibilidad de 70 %, mientras que Paredes (1997) con la Técnica de Sedimentación de Dennis, Stone, Swanson modificada encontró una Sensibilidad de 79.80 % con 3 g de heces y Álvarez y Boyocá (2009) utilizando la técnica de Denis encontraron una Sensibilidad de 28 % utilizando 3 g.

La Especificidad encontrada en el presente trabajo con la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel es de 100 % para todas las cantidades de muestra analizadas, debido a que no se encontró ningún resultado falso positivo. Nuestro resultado concuerda con Paredes (1997), quien obtuvo 100 % de Especificidad con la Técnica de Sedimentación Denia Stone y Swanson modificada por Bazán en bovinos utilizando 3 g de heces con tres decantaciones. Sin embargo, otros trabajos encontraron valores de Especificidad menores como la encontrada por Correa y colaboradores (2016) 84.2 % utilizando 25 g de heces, Navarro (2014) encontraron una Especificidad del 83 % utilizando 1 g de heces, Raico (2013) encontraron una Especificidad del 91 %, los autores manifiestan que este resultado se puede deber a la probabilidad que al constatar la ausencia de fasciolas en conductos biliares, no se haya tenido mucho cuidado.

Nuestro resultado muestra una Especificidad del 100 % y se debe principalmente a que las unidades muestrales fueron seleccionadas de una zona donde no se registra la presencia de *F. hepatica*, es decir animales oriundos de la zona costera de Chiclayo y beneficiados en le camal de la zona, esto disminuye

considerablemente el error que se podría cometer al declarar un hígado sin presencia de faciolas en una zona con alta prevalencia del parásito.

Tabla 4. Valor Predictivo Positivo (VPP) y Valor Predictivo Negativo (VPN) de la prueba de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con cinco diferentes cantidades de muestras de heces.

Cantidad de heces (g)	VPP (%)	VPN (%)
2	100	80
4	100	85
6	100	90
8	100	92
10	100	92

VPP: Valor Predictivo Positivo; **VPN:** Valor Predictivo Negativo

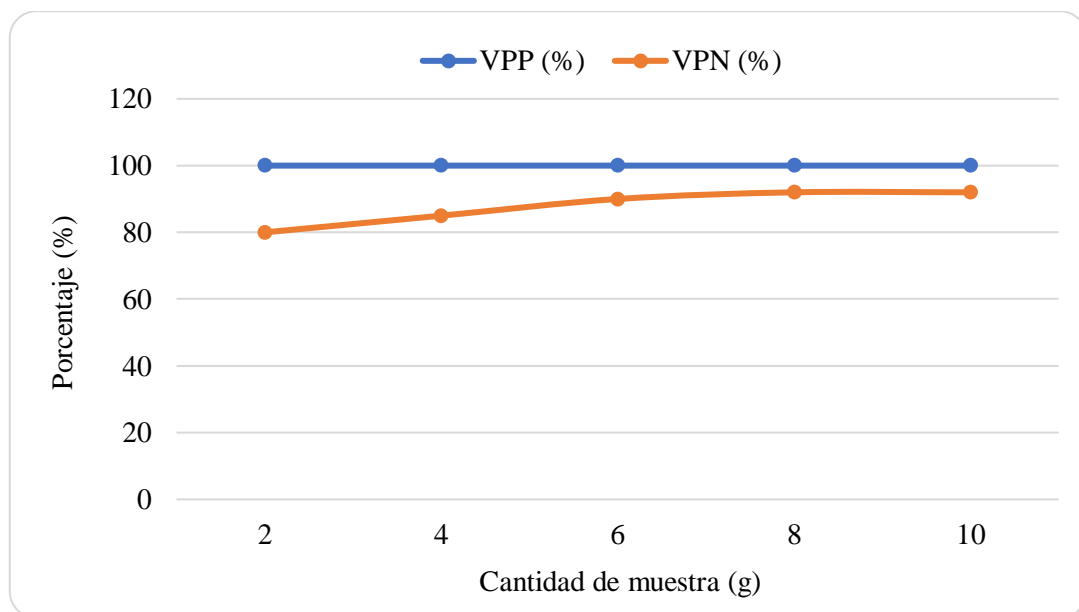


Figura 2. Variación del Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada según la cantidad de muestra de heces en bovinos.

En el presente estudio utilizando la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel se obtuvo un VPP de 100 % para todos los pesos de muestras analizadas, resultados que es mayor al encontrado por Navarro (2014) el cual es de 90 % con 1 g de heces y mucho mayor al encontrado por Correa y colaboradores (2016) el cual es 57,7 % con 25 g de heces con la Técnica Modificada por Dennis.

El Valor Predictivo Positivo de 100 % obtenido con las 5 diferentes cantidades de muestra se debe a que no se obtuvo ningún resultado falso positivo y esto se debe a que se tuvo mucho cuidado al elegir los animales negativos de la prueba de referencia al seleccionarlos en una zona donde no se reportan casos de fasciolosis, esto disminuye la probabilidad de tener falsos negativos en la prueba de referencias.

Los VPN encontrados con la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en el presente trabajo son de 80, 85 y 90 % con 2, 4 y 6 g de heces respectivamente y 92 % para las cantidades de muestra de heces de 8 y 10 g, resultados parecidos a los encontrados por Correa y colaboradores (2016) con un VPN de 91.4 %, es importante mencionar que estos autores obtuvieron dicho resultado procesando una muestra de 25 g de heces. Navarro (2014) encontraron un VPN de 66 % en 1 g de heces de ovinos con la misma Técnica de Sedimentación.

Tabla 5. Relación de los resultados obtenidos con las diferentes cantidades de huevos de *F. hepatica* y la cantidad de muestras de heces mediante la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Roja y Torrel.

Cantidad de heces	Mediana (RIC: Q ₁ – Q ₃)	Mínimo	Máximo
2 g	4 (0.25 – 14.5) ^a	0	252
4 g	7.5 (2 – 23) ^b	0	410
6 g	11.5 (3 – 34.5) ^c	0	543
8 g	12 (4 – 38.25) ^d	0	778
10 g	15 (3 – 48.75) ^d	0	769

RIC: Rango intercuartílico; Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (Prueba de Friedman, post hoc Nemenyi, $p < 0.05$).

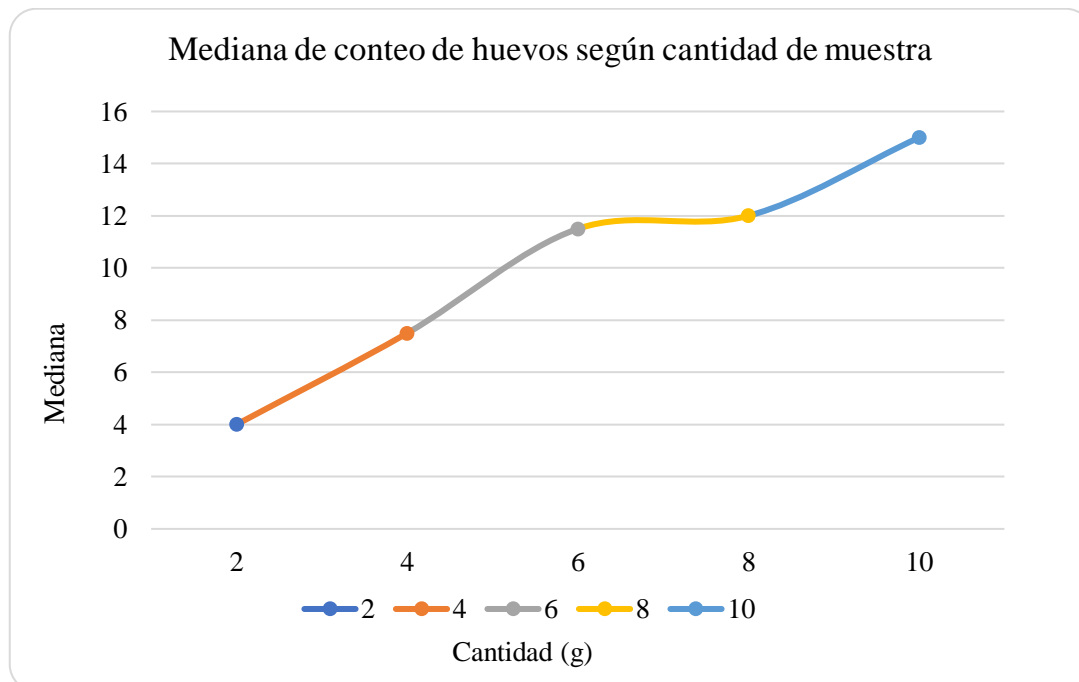


Figura 3. Distribución del conteo de huevos de *F. hepatica* (mediana y rango intercuartílico) según la cantidad de muestra de heces en bovinos.

Con respecto a la relación que existe con las diferentes cantidades de muestras de heces mediante la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en nuestro estudio se puede observar que, a mayor cantidad de g de heces de la muestra, mayor el número de huevos de *F. hepatica* encontrados y esto aumenta la Sensibilidad; a partir de los 8 g en adelante la cantidad de huevos contabilizados ya no presenta diferencia estadística significativa

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. La Sensibilidad de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel aumentó progresivamente con el incremento de la cantidad de muestra, alcanzando valores óptimos (91 %) con 8 y 10 g de heces, confirmando que el volumen de muestra es un factor determinante en el rendimiento de la Técnica.
2. La Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel demostró ser un método altamente específico (100 %) para el diagnóstico de *F. hepatica* en bovinos, independientemente de la cantidad de muestra fecal utilizada.
3. La Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel constituye una alternativa confiable, económica y de fácil implementación para programas de control y vigilancia de la fasciolosis bovina, especialmente cuando se emplean cantidades de muestra iguales o superiores a 6 g.

RECOMEDACIONES

Se recomienda utilizar como mínimo 6 g de muestra de heces en la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para maximizar la Sensibilidad diagnóstica y 8 g cuando queremos realizar un diagnóstico cuantitativo ya que, a mayor cantidad de g de heces de la muestra, mayor el número de huevos de *F. hepatica* encontrados.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alpízar, C. E., de Oliveira, J. B., Jiménez, A. E., Hernández, J., Berrocal, A., y Romero, J. J. (2013). *Fasciola hepatica* en ganado bovino de carne en Siquirres y lesiones anato-histopatológicas de hígados bovinos decomisados en mataderos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(2), pp. 7–16.
- Álvarez, A., y Boyocá, M. (2009). Comparación de la técnica de Dennis con los hallazgos hepáticos post-mortem para el diagnóstico de la fasciolosis bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), pp. 345–352.
- Ballweber, L. R. (2021). *Fasciola hepatica* en rumiantes. En *Manual Veterinario MSD*. pp. 1–6.
- Benavides, E., Alayón, L. E., y Fernández, J. D. (2011). Validación de técnicas parasitológicas para el diagnóstico de *Fasciola hepatica*. *Revista Colombiana de Parasitología*, 19(2), pp. 85–93.
- Bennema, S. C., Ducheyne, E., Vercruyse, J., Claerebout, E., Hendrickx, G., y Charlier, J. (2011). Relative importance of management, meteorological and environmental factors in the spatial distribution of *Fasciola hepatica* in dairy cattle. *International Journal for Parasitology*, 41(2), pp. 225–233.
- BM Editores. (2020). Fasciolosis hepática en bovinos. BM Editores, pp. 15–18.
- Borchert, A. (1981). *Parasitología Veterinaria*. Zaragoza: Acribia. pp. 315–322.
- Botana, L. M., Landoni, M. F., y Martín-Jiménez, T. (2002). *Farmacología y terapéutica veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill. pp. 615–620.
- Bowman, D. D. (2011). *Georgis' Parasitology for Veterinarians* (9th ed.). St. Louis: Elsevier. pp. 157–161.

- Cardozo, H. (2003). Diagnóstico de *Fasciola hepatica*. Producción Animal, pp. 1–5.
- Carrada-Bravo, T. (2003). Fascioliasis: diagnóstico, epidemiología y tratamiento. Revista de Gastroenterología de México, 68(2), pp. 135–142.
- Carrada-Bravo, T. (2007). *Fasciola hepatica*: ciclo biológico y potencial biótico. Patología, 45(1), pp. 21–25.
- Chagas, C., Batista, M., Rauta, B., Molinari, D., Freire, I. V., y Salim, M. J. (2011). Prevalence of liver condemnation due to bovine fasciolosis in Southern Espírito Santo. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 20(1), pp. 49–53.
- Cordero, M., Rojo-Vázquez, F. A., Martínez, A. R., Sánchez-Acedo, C., Navarrete, I., Díez, P., Quiroz, H., y Carvalho, M. (1999). Parasitología Veterinaria. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. pp. 314–326.
- Correa, S., Martínez, Y. L., López, J. L., y Velásquez, L. E. (2016). Evaluación de la técnica modificada de Dennis para el diagnóstico de fasciolosis bovina. Biomédica, 36(2), pp. 64–68.
- Dalton, J. P. (1999). Fasciola and fasciolosis in ruminants in Europe. Veterinary Parasitology, 89, pp. 103–116.
- De Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Bayot, B., y Ferreira, C. (2007). Manual de Epidemiología Veterinaria. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. pp. 75–90.
- Dohoo, I., Martin, W., y Stryhn, H. (2012). Methods in Epidemiologic Research. Charlottetown: VER Inc. pp. 99–112.
- Domenech, I., Marcet, R., Figueredo, M., Sarracent, J., y Pérez, P. (2009). Conservación de heces humanas para la detección de antígenos de *Fasciola hepatica*. Revista Cubana de Medicina Tropical, 61(2), pp. 139–144.

- Donis, J. H. (2012). Evaluación de la validez y confiabilidad de una prueba diagnóstica. *Revista Médica de Honduras*, 80(2), pp. 73–81.
- Drake, C., y Levine, R. A. (2005). Sensitivity, specificity and other diagnostic measures with multiple sites per unit. *Contemporary Clinical Trials*, 26(2), pp. 252–259.
- Drescher, G., Vasconcelos, T., Belo, V., Pinto, M., Rosa, J., Morello, L., y Figueiredo, F. (2023). Serological diagnosis of fasciolosis: a meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, pp. 1–12.
- Feyisa, T. T. (2021). Review on epidemiology, control and public health importance of bovine fasciolosis. *Journal of Veterinary Medicine*, 2021, pp. 1–8.
- Fiel, C. A. (2005). Antiparasitarios internos y endectocidas en bovinos y ovinos. Buenos Aires: INTA. pp. 45–52.
- Fiel, C. A., Steffan, P. E., y Ferreyra, D. A. (2011). Diagnóstico de las parasitosis más frecuentes de los rumiantes. Buenos Aires: INTA. pp. 30–38.
- Foreyt, W. J. (1997). *Veterinary Parasitology Reference Manual* (5th ed.). Iowa State University Press. pp. 84–88.
- Gajewska, A., Smaga-Kozłowska, K., y Wiśniewski, M. (2005). Pathological changes of liver in infection of *Fasciola hepatica*. *Wiadomości Parazytologiczne*, 51, pp. 205–210.
- Gálvez, A. C., Duque, J. F., y Velásquez, L. E. (2012). La enfermedad y el itinerario terapéutico de la fasciolosis bovina en Rionegro. *Revista Colombiana de Parasitología*, 23(1), pp. 45–52.
- Greiner, M., y Gardner, I. A. (2000). Epidemiologic issues in the validation of veterinary diagnostic tests. *Preventive Veterinary Medicine*, 45, pp. 3–22.

- Howell, A., Baylis, M., Smith, R., Pinchbeck, G., y Williams, D. (2015). Epidemiology and impact of *Fasciola hepatica* exposure in dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 121, pp. 41–48.
- Howell, A. K., y Williams, D. J. L. (2020). The epidemiology and control of liver flukes in cattle and sheep. *Veterinary Clinics of North America*, 36(1), pp. 109–123.
- Iturbe, J., y Muñiz, E. (2013). Ciclo biológico y aspectos epidemiológicos de *Fasciola hepatica*. *Revista de Salud Animal*, 35(2), pp. 89–98.
- Jaramillo, C., y Martínez, R. (2010). Evaluación de pruebas diagnósticas en medicina veterinaria. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(4), pp. 451–459.
- Jones, P., y Brown, L. (2019). *Advances in Veterinary Laboratory Science*. Elsevier, pp. 120–142.
- Julon, D., Puicón, V., Chávez, A., Bardales, W., Gonzales, J., Vásquez, H., y Maicelo, J. (2020). Prevalencia de *Fasciola hepatica* y parásitos gastrointestinales en bovinos de la región Amazonas, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18159, pp. 1–9.
- Kaplan, R. M. (2001). *Fasciola hepatica*: economic impact in cattle. *Veterinary Parasitology*, 102, pp. 151–160.
- Köstenberger, K., Tichy, A., Bauer, K., Pless, P., y Wittek, T. (2017). Associations between fasciolosis and milk production, and the impact of anthelmintic treatment in dairy herds. *Parasitology Research*, 116(7), pp. 1981–1987. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5481-3>
- Lalor, R., Cwiklinski, K., Calvani, N. E. D., Dorey, A., Hamon, S., Corrales, J. L., Dalton, J. P., y De Marco Verissimo, C. (2021). Pathogenicity and virulence

of the liver flukes *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* that cause the zoonosis fasciolosis. *Virulence*, 12(1), pp. 2839–2867. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1996520>.

- León-Gallardo, Z. E., y Benítez, L. (2018). Fasciolosis bovina: prevalencia y pérdidas económicas en ganado *Bos taurus*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(3), pp. 923–931.
- Li, E., Leguía, G., Espino, A., Duménigo, B., Díaz, A., y Otero, O. (2005). Detección de anticuerpos y antígenos para el diagnóstico de *Fasciola hepatica* en alpacas naturalmente infectadas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 16(2), pp. 145–152.
- López-Villacís, I. C., Artieda-Rojas, J. R., Mera-Andrade, R. I., Muñoz-Espinoza, M. S., Rivera-Guerra, V. E., Cuadrado-Guevara, A. C., Zurita-Vásquez, J. H., y Montero-Recalde, M. A. (2017). *Fasciola hepatica*: aspectos relevantes en la salud animal. *Revista Científica Agropecuaria*, 21(2), pp. 55–64.
- Marcos, L. A., Yi, P., Machicado, A., Andrade, R., Samalvides, F., Sánchez, J., y Terashima, A. (2007). Hepatic fibrosis and *Fasciola hepatica* infection in cattle. *Journal of Helminthology*, 81(4), pp. 381–386. <https://doi.org/10.1017/S0022149X07850231>.
- Martínez, R., López, D., & García, M. (2021). Diagnóstico clínico y de laboratorio en medicina veterinaria. Madrid: Editorial Médica Panamericana, pp. 215–240.
- Mas-Coma, S., Bargues, M. D., y Valero, M. A. (2005). Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses. *International Journal for Parasitology*, 35, pp. 1255–1278.

- Mazeri, S., Rydevik, G., Handel, I., Bronsvort, B., y Sargison, N. (2017). Impact of *Fasciola hepatica* infection on beef cattle growth. *Scientific Reports*, 7, pp. 1–7.
- NAP. (2001). Diagnostic sensitivity and specificity. National Academy Press. Washington, DC, pp. 1–12.
- Ortiz, P., Scarcella, S., Cerna, C. (2013). Resistance of *Fasciola hepatica* against triclabendazole in cattle in Cajamarca (Peru). pp. 1.
- Palmer, D., Lyon, J., Palmer, M., y Forshaw, D. (2014). Evaluation of a copro-antigen ELISA to detect *Fasciola hepatica* infection in sheep, cattle and horses. *Australian Veterinary Journal*, 92(7), pp. 249–253.
- Paredes, U. (1997). Efectividad del análisis coproscópico en el diagnóstico de la fasciolosis comparado con la necropsia en vacunos y ovinos sacrificados en el Camal Municipal de Cajamarca. Tesis de Médico Veterinario, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pp. 1–72.
- Perea-Fuentes, M., Díaz-Anaya, A., Pulido-Medellín, M., y Bulla-Castañeda, D. (2018). Fasciolosis: una enfermedad emergente. *Revista de Medicina Veterinaria*, 35, pp. 85–96.
- Quiroz, H. (2011). Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México: Editorial Limusa, pp. 421–435.
- Raico, M. A. (2013). Sensibilidad y especificidad de la técnica de sedimentación natural en el diagnóstico de *Fasciola hepatica* en bovinos utilizando equipo y protocolo del laboratorio de parasitología veterinaria. Tesis de Médico Veterinario, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pp. 1–85.

- Rojas, J., y Palacios, S. (2009). Impacto económico por decomiso de hígados infectados con *Fasciola hepatica* en camales de la región Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, pp. 1–35.
- Rojas, M. (2014). Prevalencia conjunta de paramfistomosis y fasciolosis en bovino lechero del valle de Cajamarca. *Perulactea*, pp. 1–10.
- Rojas-Moncada J. (2008). Resistencia de *Fasciola hepatica* al triclabendazol en bovinos de la campiña de Cajamarca – Perú, pp. 3–4.
- Sierra, F. (2003). La sensibilidad y especificidad: entendiendo su origen y utilidad real. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, 18(3), pp. 186–193.
- Smith, J. (2020). *Veterinary Diagnostic Methods*. New York: Academic Press, pp. 95–112.
- Stevenson, M. A. (2009). *Veterinary Epidemiology for the Practitioner*. Wellington: Massey University Press, pp. 140–152.
- Tarabla, H., y Signorini, M. L. (2020). *Epidemiología diagnóstica*. Universidad Nacional del Litoral, Argentina, pp. 85–101.
- Thrusfield, M. (2008). *Veterinary Epidemiology* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science, pp. 280–304.
- Turner, P. V. (2005). Sensitivity, specificity and other diagnostic measures with multiple sites per unit. *Contemporary Clinical Trials*, 26(2), pp. 252–259.
- Uribe-Delgado, N., Pereira, A. E., Martínez, R. A., Flórez-Muñoz, Á. A., y Pinilla, J. C. (2023). Seroprevalence and coprological prevalence of liver fluke *Fasciola hepatica* in cattle and sheep from Santander department, Colombia. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 32(1), pp. 1–9.
- Urquhart, G. M., Armour, J., Duncan, J. L., Dunn, A. M., y Jennings, F. W. (2021). *Veterinary Parasitology*. Oxford: Blackwell Science, pp. 120–128.

- Valencia, M. N. (2017). Sensibilidad de la técnica de sedimentación natural modificada por Rojas y Torrel en el diagnóstico de fasciolosis en bovinos utilizando diferentes cantidades de heces. Tesis de Médico Veterinario, Universidad Nacional de Cajamarca, pp. 1–65.
- Vargas, D., Vega, M., y González, C. G. (2003). Aproximación a una caracterización molecular de *Fasciola hepatica* por la técnica RAPDs-PCR. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 16(2), pp. 145–152.
- Veterinary Practice. (2015). ¿Can the coproantigen ELISA replace the faecal egg sedimentation test for *Fasciola hepatica* in cattle? Veterinary Practice Journal, 27, pp. 20–23.
- Vizcaíno-Salazar, G. J. (2017). Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. Revista Médica de Costa Rica, 23, pp. 365–372.
- Wescott, R., Farrell, C., y Shen, D. (1984). Diagnosis of naturally occurring *Fasciola hepatica* infections in cattle with an enzyme-linked immunosorbent assay. American Journal of Veterinary Research, 45(8), pp. 1542–1545.

APÉNDICES

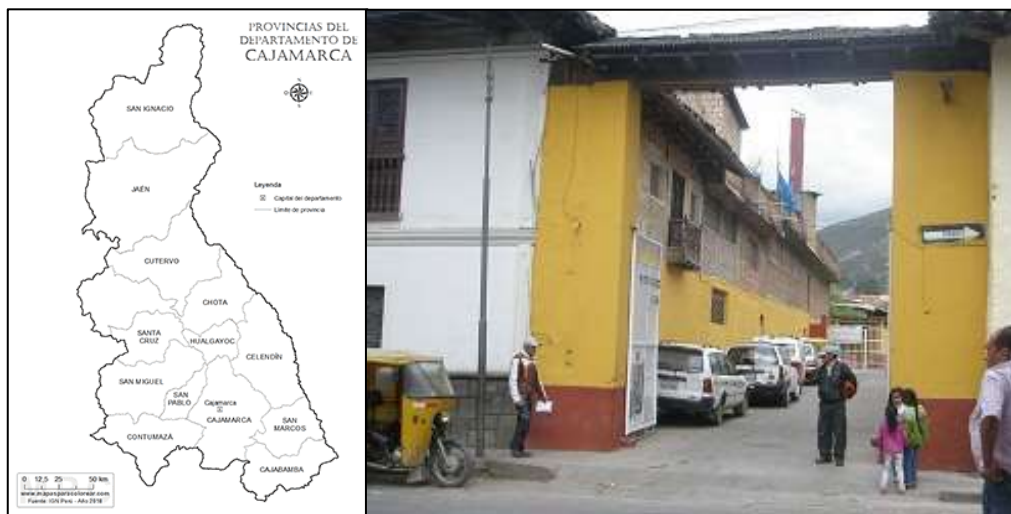


Figura 4. Ubicación del Camal Municipal de Cajamarca, donde se muestrearon animales enfermos a *Fasciola hepatica*



Figura 5. Ubicación del Camal Municipal José Leonardo Ortiz - distrito Chiclayo, donde se muestrearon bovinos sanos a *Fasciola hepatica*.



Figura 6. Toma de muestras obtenidas para el envío al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNC.



Figura 7. Identificación de las muestras obtenidas para el envío al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias - UNC.



Figura 8. Conservación y traslado de las muestras en cajas de Tecnopor al Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Enfermedades Parasitarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias - UNC.



Figura 9. Observación de los hígados con Presencia a *Fasciola hepatica*.



Figura 10. Materiales de Laboratorio, para realizar la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel en el diagnóstico de *Fasciola hepatica*.



Figura 11. Pesado de las muestras de heces con diferentes cantidades (2, 4, 6, 8 y 10 g).



Figura 12. Homogenización de las muestras con la batidora eléctrica, con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).



Figura 13. Tamizado de las muestras con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).



Figura 14. Reposo de las muestras por 5 minutos en cada decantada con diferentes cantidades de muestras de heces (2, 4, 6, 8 y 10 g).



Figura 15. Decantado de las muestras con variación por las cantidades en las cantidades (2, 4, 6, 8 y 10 g).



Figura 16. Colocación de Lugol fuerte cada muestra de heces.



Figura 17. Colocación del sedimento a la placa Petri el conteo de huevos de *Fasciola hepatica*.

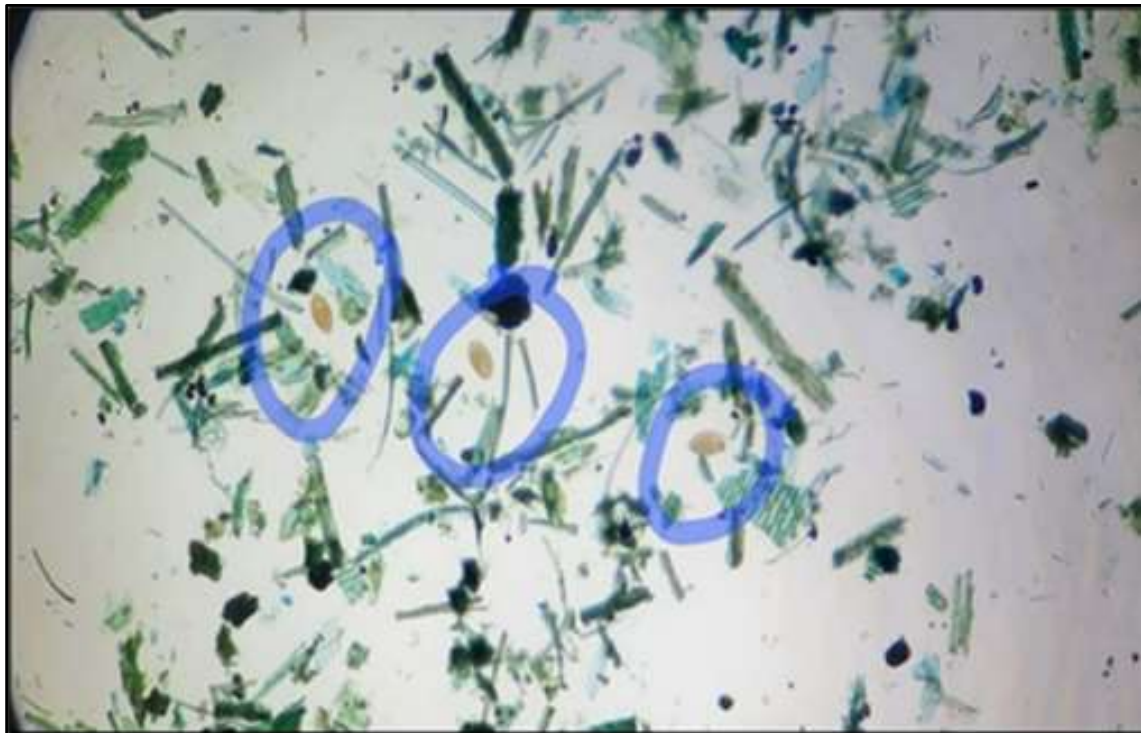


Figura 18. Observación de huevos de *Fasciola hepatica* de las muestras obtenidas de bovinos sacrificados en el Camal Municipal de Cajamarca.

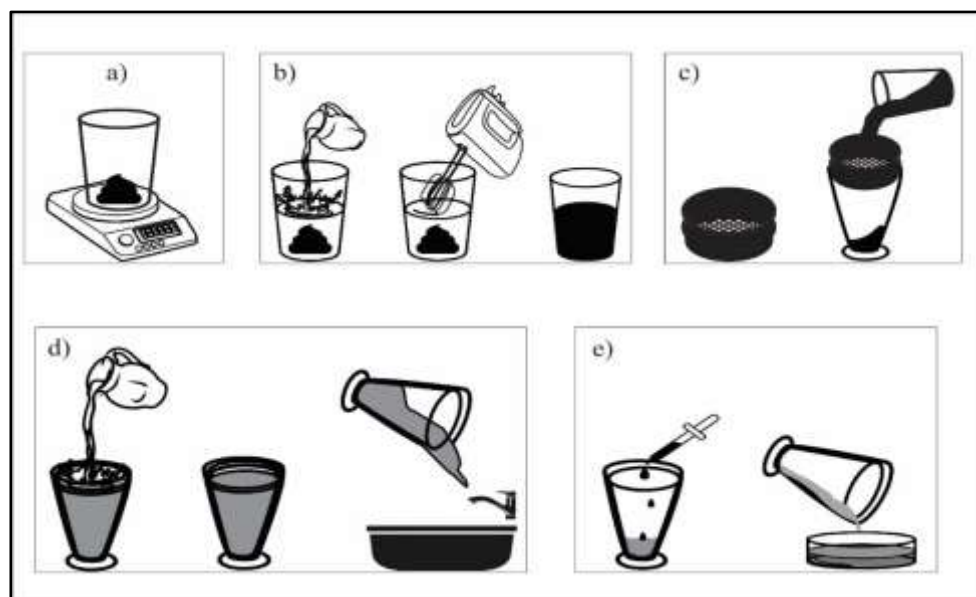


Figura 19. Esquematización del procedimiento de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel: a) pesado de la muestra, utilizando balanza digital; b) procesamiento de la muestra y homogenización utilizando agua y una batidora eléctrica; c) tamizado de la muestra a un vaso de forma cónica; d) se agrega agua has dejar aproximadamente un dedo del borde del vaso, se deja reposar por 5 minutos y se procede a decantar dejando aproximadamente 15 mL del sedimento ; e) se agrega 3 gotas de Lugol fuerte y se dejar reposar por 5 minutos más y el sedimento se coloca a una placa Petri. (Elaboración propia).

ANEXOS

Tabla 6. Relación de bovinos muestreados en el Camal Municipal de Cajamarca.

N°	Número de huevos encontrados				
	2 g	4 g	6 g	8 g	10 g
1	2	3	8	8	10
2	12	23	40	48	60
3	11	12	7	7	6
4	3	4	4	2	2
5	20	30	33	35	34
6	16	31	36	30	29
7	51	71	75	102	149
8	12	22	64	71	84
9	20	59	53	50	38
10	12	14	22	31	18
11	252	410	543	778	769
12	1	1	3	4	3
13	2	4	4	5	4

14	0	0	0	0	0
15	3	2	5	10	13
16	10	18	27	36	42
17	7	5	11	11	13
18	3	10	13	15	21
19	0	0	0	0	0
20	13	59	68	81	103
21	2	5	12	12	8
22	0	0	0	0	0
23	30	37	48	52	58
24	2	6	7	10	8
25	0	0	0	0	0
26	1	1	3	4	2
27	1	2	2	3	2
28	12	16	15	20	25
29	81	94	105	122	129
30	4	5	5	9	10

31	0	4	5	5	6
32	15	32	35	32	56
33	1	2	5	6	6
34	38	51	52	106	105
35	0	2	2	4	3
36	8	16	19	19	35
37	0	2	2	3	2
38	0	2	2	5	4
39	0	0	0	0	0
40	0	0	0	1	0
41	1	3	4	3	3
42	0	0	1	1	4
43	1	2	2	2	3
44	0	3	3	2	3
45	1	3	4	8	12
46	6	12	16	16	21
47	82	99	86	103	112

48	2	7	8	12	11
49	0	0	0	0	0
50	0	4	6	6	10
51	0	5	8	16	22
52	1	1	5	5	4
53	10	21	35	98	94
54	34	47	49	65	119
55	3	3	7	9	8
56	21	41	59	53	67
57	9	16	26	39	73
58	2	2	7	13	10
59	0	0	0	2	1
60	3	9	17	19	28
61	5	4	14	12	11
62	83	117	126	145	154
63	4	9	18	17	22
64	23	29	48	56	51

65	0	0	0	1	1
66	1	0	4	6	6
67	9	17	20	27	29
68	12	10	13	16	21
69	0	7	12	10	11
70	0	1	1	4	2
71	0	0	0	0	0
72	9	12	24	31	29
73	4	8	8	12	17
74	3	13	20	17	25
75	63	66	74	89	127
76	55	78	107	126	141
77	0	0	0	0	0
78	10	9	10	17	19
79	7	17	35	33	39
80	23	23	28	48	53
81	18	22	29	36	33

82	12	15	16	24	21
83	5	9	13	16	19
84	0	0	2	6	5
85	1	0	3	4	3
86	3	6	7	10	12
87	6	14	21	35	38
88	1	1	2	1	1
89	35	30	33	47	54
90	44	53	76	89	101
91	32	35	57	77	88
92	0	0	1	2	2
93	23	28	31	30	33
94	75	89	111	119	127
95	56	66	79	83	89
96	4	6	9	6	10
97	0	0	1	0	1
98	30	41	49	56	54

99	4	8	12	12	19
100	0	0	4	6	3

Tabla 7. Relación de bovinos muestreados en el Camal Municipal de José Leonardo Ortiz, distrito Chiclayo.

N°	Número de huevos encontrados				
	2 g	4 g	6 g	8 g	10 g
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0

12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0

29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0

46	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0

63	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0

80	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0
93	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0

97	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0

Tabla 8. Medidas de validez diagnóstica de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con muestras de 2 g de heces.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	
		Presencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Ausencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Total
Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel	Positivo (Presencia de huevos)	VP = 75	FP = 0	VPP = 1 (100%)
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN = 25	VN = 100	VPN = 0.80 (80%)
		Se = 0.75 (75%)	Es = 1.00 (100%)	

VP: Verdadero Positivo, FN: Falso Negativo, FP: Falso Positivo, VN: Verdadero Negativo, Se: Sensibilidad, Es: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo.

Tabla 9. Medidas de validez diagnóstica de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con muestras de 4 g de heces.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	
		Presencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Ausencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Total
Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel	Positivo (Presencia de huevos)	VP = 82	FP = 0	VPP = 1 (100%)
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN = 18	VN = 100	VPN = 0.85 (84.75%)
		Se = 0.82 (82%)	Es = 1.00 (100%)	

VP: Verdadero Positivo, FN: Falso Negativo, FP: Falso Positivo, VN: Verdadero Negativo, Se: Sensibilidad, Es: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo.

Tabla 10. Medidas de validez diagnóstica de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con muestras de 6 g de heces.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	
		Presencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Ausencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Total
Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel	Positivo (Presencia de huevos)	VP = 89	FP = 0	VPP = 1 (100%)
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN = 11	VN = 100	VPN = 0.90 (90.09%)
		Se = 0.89 (89%)	Es = 1.00 (100%)	

VP: Verdadero Positivo, FN: Falso Negativo, FP: Falso Positivo, VN: Verdadero Negativo, Se: Sensibilidad, Es: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo.

Tabla 11. Medidas de validez diagnóstica de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con muestras de 8 g de heces.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	
		Presencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Ausencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Total
Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel	Positivo (Presencia de huevos)	VP = 91	FP = 0	VPP = 1 (100%)
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN = 9	VN = 100	VPN = 0.92 (91.74%)
		Se = 0.91 (91%)	Es = 1.00 (100%)	

VP: Verdadero Positivo, FN: Falso Negativo, FP: Falso Positivo, VN: Verdadero Negativo, Se: Sensibilidad, Es: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo.

Tabla 12. Medidas de validez diagnóstica de la Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel para el diagnóstico de *F. hepatica* crónica en vacunos con muestras de 10 g de heces.

		Necropsia como prueba confirmatoria		
		Positivo	Negativo	
		Presencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Ausencia de <i>F. hepatica</i> en conductos y vesícula biliar	Total
Técnica de Sedimentación Natural Modificada por Rojas y Torrel	Positivo (Presencia de huevos)	VP = 91	FP = 0	VPP = 1 (100%)
	Negativo (Ausencia de huevos)	FN = 9	VN = 100	VPN = 0.92 (91.74%)
		Se = 0.91 (91%)	Es = 1.00 (100%)	

VP: Verdadero Positivo, FN: Falso Negativo, FP: Falso Positivo, VN: Verdadero Negativo, Se: Sensibilidad, Es: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo.