



UNIVERSIDAD  
SAN SEBASTIAN  
VOCACIÓN POR LA EXCELENCIA

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA  
CARRERA MEDICINA VETERINARIA  
SEDE CONCEPCIÓN**

**DETECCIÓN TEMPRANA DE ISQUEMIA INTESTINAL A TRÁVES DE LA  
MEDICIÓN DE LACTATO EN *EQUUS CABALLUS* CON SÍNDROME DE  
ABDOMEN AGUDO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Patrocinante: MSc., Esteban Bustamante Henríquez, MV

**Estudiante: Génesis Javiera Pizarro Gómez**

® Génesis Javiera Pizarro Gómez.

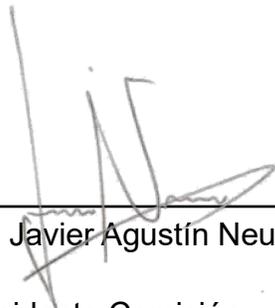
Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile

2025

## HOJA DE CALIFICACIÓN MEMORIA DE TÍTULO

En Concepción, el 09 de Julio del año 2025 los abajo firmantes, dejan constancia que la estudiante GÉNESIS JAVIERA PIZARRO GÓMEZ de la carrera o programa de ha aprobado la memoria para optar al título profesional de MEDICINA VETERINARIA con una nota de 6,4



Mg. Javier Agustín Neumann Vásquez, MV

Presidente Comisión



Dr. Edgardo Antonio Sepúlveda Navarrete, MV

Profesor Evaluador



Mg. Esteban René Bustamante Henríquez, MV

Profesor Patrocinante

## DEDICATORIA

A mi ángel de cuatro patitas, Violeta.

Sin ti no hubiese descubierto el verdadero amor y pasión que siento por los animales.

Te fuiste mucho antes de lo esperado, pero me dejaste el mayor cariño y la fuerza que jamás imaginé. Cada esfuerzo y cada motivación por aprender son por ti y por todos tus compañeros peludos.

Te amo, mis patitas de elefante.

Y a mi querido tío, Oscar Gómez, que fue para mí un segundo padre y me amó incondicionalmente. Sé que estarías muy orgulloso de este logro. Gracias por enseñarme el valor, la fuerza y la importancia de luchar por mis sueños.

Saludos al cielo a ambos.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la fortaleza y las oportunidades necesarias para llegar hasta aquí.

A mis padres, Romina Gómez y Luis Pizarro, los más esforzados, quienes hicieron posible que pudiera mudarme a 2.030 km de casa, dándome la oportunidad de estudiar y sentirme cómoda pese a la distancia. Gracias por amarme tanto, por darme la mejor oportunidad de mi vida, por confiar siempre en mí y apostar por mí para romper el ciclo y alcanzar mis sueños. Ustedes son el motor que me impulsa siempre.

A mi hermano, por su confianza incondicional en mí desde el día uno, y a uno de mis mayores pilares, mi pareja, Camilo Aedo, quien me acompañó a la distancia durante estos cinco años. Gracias por compartir conmigo noches de estudio, miedo y cansancio, por celebrar cada logro como si fuera propio, y por recordarme siempre que incluso en los momentos más oscuros podía seguir adelante, te amo infinitamente.

A mis amigas de Concepción: a Camilla, por quererme tanto, adoptarme y acogerme en una ciudad que al principio me era desconocida; a Danae, por acompañarme en los momentos más difíciles y brindarme siempre su apoyo incondicional; y a Daniela, por su compañía, las noches compartidas en su departamento, su cariño y el de su perrita Coco. Gracias a todas por convertirse en la familia que encontré aquí, las adoro.

A mi primera patrocinante, la Dra. Paula Jerez, porque sin ella este proyecto no existiría. Gracias por confiar en mí, por enseñarme tanto y por ser siempre un ejemplo a seguir. La admiro profundamente y valoro cada aprendizaje que me entregó durante este camino. Al Dr. Esteban Bustamante, por su ayuda para continuar y concretar este trabajo en el presente semestre, por su disposición y tiempo.

A mi conejita Bailey, que llegó a mi vida para llenarla de alegría y amor en este último año de carrera. Gracias por acompañarme en cada madrugada de estudio y recordarme que siempre hay motivos para sonreír.

Y, finalmente, a mí misma, por ser constante y encontrar fuerzas muchas veces donde parecía no haberlas. A esa yo de 17 años que comenzó esta carrera y se atrevió a mudarse a un lugar enorme y desconocido: hoy puedo decirte que estoy orgullosa de ti.

## CONTENIDO

|                            |      |
|----------------------------|------|
| INDICE DE TABLA.....       | VI   |
| INDICE DE FIGURAS.....     | VII  |
| RESUMEN.....               | VIII |
| ABSTRACT.....              | IX   |
| 1. INTRODUCCIÓN.....       | 1    |
| 2. OBJETIVOS.....          | 6    |
| 3. MATERIAL Y MÉTODO ..... | 7    |
| 4. RESULTADOS.....         | 12   |
| 5. DISCUSION .....         | 18   |
| 6. CONCLUSIONES.....       | 22   |
| 7. REFERENCIAS .....       | 23   |
| 8. ANEXOS .....            | 28   |

## INDICE DE TABLA

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Biomarcador en uso en la medicina equina .....   | 10 |
| Tabla 2. Palabras clave con operadores booleanos .....  | 13 |
| Tabla 3. Estudios clínicos que evalúan la utilidad diagnóstica del lactato en sangre y líquido peritoneal para detectar isquemia intestinal en caballos con cólico..... | 19 |
| Tabla 4. Comparación de biomarcadores .....   | 22 |
| Tabla 5. Detalle de las referencias científicas seleccionadas para el análisis de resultados .....  | 30 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Presentación esquemática del tracto gastrointestinal equino .....  | 6  |
| Figura 2. Anatomía del estómago equino bla 2. Palabras clave con operadores booleanos.....                             | 7  |
| Figura 3. Sensibilidad y especificidad del lactato peritoneal en la detección de isquemia intestinal.....              | 20 |
| Figura 4. Curva ROC simulada para evaluar el lactato peritoneal como predictor de isquemia intestinal en equinos. .... | 23 |

## RESUMEN

El síndrome abdominal agudo, comúnmente conocido como cólico, es una de las emergencias más frecuentes y complejas en medicina veterinaria equina. Abarca un amplio espectro de afecciones que provocan dolor abdominal, siendo la isquemia intestinal una de las complicaciones más graves, con alta morbilidad y mortalidad. En medicina de urgencias equina, la medición del lactato sérico ha demostrado ser un indicador útil del estado metabólico y la perfusión tisular, facilitando la toma de decisiones clínicas en casos críticos.

Esta investigación busca responder la pregunta: ¿Es posible utilizar la medición de lactato sérico como herramienta para la detección temprana de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal agudo?

Para ello, se realizó una revisión bibliográfica sistemática de 29 estudios clínicos relevantes. Los resultados indican que el lactato, especialmente el D-lactato peritoneal, presenta alta sensibilidad y especificidad para detectar lesiones estrangulantes. Una curva ROC simulada arrojó un punto de corte óptimo de 4,0 mmol/L y un área bajo la curva (AUC) de 0,89. Además, niveles elevados se asociaron con menor tasa de supervivencia, destacando su valor pronóstico.

Se concluye que el lactato sérico, en particular el D-lactato, representa un biomarcador eficaz para la detección temprana de isquemia intestinal. Su aplicación clínica puede mejorar la toma de decisiones, optimizar el tratamiento y aumentar las tasas de supervivencia en caballos con cólico.

**Palabras claves:** Caballos, cólico equino, isquemia intestinal, lactato sérico, D-lactato

## ABSTRACT

Acute abdominal syndrome, commonly known as colic, is one of the most frequent and complex emergencies in equine veterinary medicine. It encompasses a wide range of conditions that cause abdominal pain, with intestinal ischemia being one of the most severe complications, significantly increasing morbidity and mortality in affected horses. In equine emergency medicine, serum lactate measurement has proven to be a useful indicator of metabolic status and tissue perfusion, supporting clinical decision-making in critical cases.

This study aims to answer the research question: Is it possible to use serum lactate measurement as a tool for the early detection of intestinal ischemia in horses with acute abdominal syndrome?

To address this, a systematic literature review of 29 relevant clinical studies was conducted. The results indicate that lactate, particularly D-lactate measured in peritoneal fluid, shows high sensitivity and specificity for detecting strangulating lesions. A simulated ROC curve revealed an optimal cutoff point of 4.0 mmol/L and an area under the curve (AUC) of 0.89. Elevated lactate levels were also associated with lower survival rates, reinforcing its prognostic value.

It is concluded that serum lactate, especially D-lactate, is an effective biomarker for the early detection of intestinal ischemia. Its clinical implementation may improve diagnostic accuracy, guide timely interventions, and enhance survival outcomes in horses with colic.

**Keywords:** Horses, equine colic, intestinal ischemia, serum lactate, D-lactate

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Comprensión del Síndrome Abdominal Agudo y el Tracto Gastrointestinal

El síndrome abdominal agudo (SAA), comúnmente conocido como cólico, es una de las emergencias más frecuentes y complejas en medicina veterinaria equina, representando una causa significativa de morbilidad y mortalidad (Mair et al., 2001). Este término clínico engloba más de 100 afecciones distintas que provocan dolor abdominal, desde cuadros leves hasta emergencias quirúrgicas.

Entre estas afecciones, la isquemia intestinal destaca como una de las complicaciones más graves, caracterizada por la disminución o interrupción del flujo sanguíneo hacia el intestino, lo que genera hipoxia, necrosis y un deterioro rápido del estado clínico del paciente (Calderón & González, 2023). Esta condición incrementa significativamente el riesgo de muerte, especialmente cuando no se identifica de manera temprana.

La anatomía y fisiología del sistema digestivo del caballo con un estómago de baja capacidad y un intestino grueso altamente especializado en la fermentación, lo predisponen a alteraciones digestivas complejas. Además, el delicado equilibrio del microbioma intestinal puede alterarse fácilmente por factores dietéticos, ambientales o patológicos, favoreciendo el desarrollo de cuadros de cólico severos (Cunha, 2012; Bland, 2016).

## 1.2 Fisiopatología del SAA

La fisiopatología del SAA equino es multifactorial y varía según la causa subyacente. Se ha comprobado que los cólicos que afectan el intestino grueso son los más comunes, representando la mayoría de los casos clínicos, mientras que los cólicos del intestino delgado y el estómago son menos prevalentes. Los cólicos espasmódicos representan el 79,3 % de los casos, los cólicos por impactación el 15,2 % y el desplazamiento intestinal el 5,5 % (Bland, 2016). Las etiologías más comunes en el tracto gastrointestinal

incluyen la inflamación y la isquemia. Factores como la distensión gastrointestinal, obstrucciones y la endotoxemia juegan un papel importante en el desarrollo del cólico (Reed et al., 2018).

La isquemia intestinal, particularmente en casos severos de cólico, resulta de la interrupción del suministro sanguíneo a los tejidos gastrointestinales, lo que lleva a la muerte celular. La detección temprana de la isquemia es crucial, ya que su avance puede causar necrosis y aumentar significativamente la tasa de mortalidad en los caballos. Según un informe de 54 caballos, aproximadamente el 11% de los equinos sometidos a cirugía por cólicos fallecen por complicaciones relacionadas con la isquemia, como las rupturas gástricas (Orsini & Divers, 2006)

### **1.3. Factores de riesgo asociado al SAA**

Diversos factores de riesgo, aunque no son causas directas, pueden predisponer a los caballos a cólicos. Estos incluyen factores; relacionados con la alimentación, como la sobrealimentación, el ayuno y el tipo de alimento; de estrés, como el ejercicio extenuante, que puede predisponer al íleo; la deshidratación, que puede contribuir a la formación de cólicos; y las razas, ya que los caballos árabes presentan un mayor riesgo comparado con otras razas debido a que son de sangre caliente. El rango etario es otro factor, ya que entre los 2 y 10 años tienen un mayor riesgo de desarrollar SAA en comparación con los más jóvenes o los mayores de 10 años (Cohen et al., 1995).

El control de parásitos también juega un papel clave en el manejo del SAA. A pesar de los avances en el control de parásitos, problemas como *Strongylus vulgaris*, *Anoplocephala perfoliata* y *Gasterophilus intestinalis* continúan asociados con varias formas de SAA, incluyendo SAA por gas, impactaciones del íleon y las intususcepciones ileocecales, cecocecales y cecocólicas (Calderón & González, 2023; Trotz-Williams et al., 2008).

### **1.4. Detección del SAA**

El SAA es una causa significativa de morbilidad y mortalidad. Un estudio reveló que la tasa de supervivencia general de los caballos con cólico durante un período de 10 años

fue del 68% (Christophersen et al., 2014). Detectar el cólico de manera temprana es crucial para administrar el tratamiento adecuado, mejorar el pronóstico y reducir la necesidad de intervenciones quirúrgicas, que pueden ser costosas, con un rango de \$2,800 a \$12,000 dólares si es necesario extirpar intestinos necróticos. Un estudio sobre la supervivencia a largo plazo de 341 caballos mostró una tasa del 75%, pero 100 de esos caballos sufrieron una recidiva (Bland, 2016).

El cólico en caballos es una condición común y potencialmente grave, cuya detección temprana es crucial para mejorar el pronóstico del animal. Existen diversas formas de detectar el cólico, que incluyen la anamnesis, el examen físico general, los signos clínicos y pruebas como hemogramas y perfiles bioquímicos (Calderón & González, 2023). A pesar de su importancia, los métodos actuales no siempre permiten detectar de manera temprana las alteraciones más críticas, como la isquemia intestinal, que es una de las principales complicaciones del cólico equino (Ludwig et al., 2023).

En este contexto, la medición de lactato sérico ha surgido como una posible herramienta diagnóstica para la identificación temprana de isquemia intestinal. El lactato es un marcador de hipoxia e isquemia en los tejidos, y su concentración en sangre se ha utilizado como indicador de enfermedades graves. En caballos adultos sanos, las concentraciones fisiológicas de L-lactato en sangre oscilan entre 0,6 y 1,5 mmol/L, mientras que en líquido peritoneal suelen ser similares o ligeramente superiores (Tennent-Brown, 2014). Valores superiores a 2 mmol/L pueden indicar hipoperfusión o isquemia intestinal (Fielding & Magdesian, 2015). Además, cuando hay una disminución secuencial de la concentración de lactato en sangre, se asocia con una mejoría en el animal, mientras que la hiperlactemia persistente se relaciona con una menor tasa de supervivencia (Auer & Stick, 2018). El L-lactato ha demostrado ser un biomarcador específico para la isquemia intestinal, y su utilidad en la práctica clínica está bien documentada (Ludwig et al., 2023). Sin embargo, investigaciones recientes han destacado la relevancia del D-lactato, especialmente en casos de cólico equino con lesiones estrangulantes. La medición de este biomarcador, particularmente cuando se evalúa en el líquido peritoneal, ha demostrado una mayor sensibilidad para detectar este tipo de lesiones. Por el contrario, aunque los niveles de D-lactato en plasma también se

elevan en caballos con cólico en general, no se ha observado una diferencia significativa entre cólicos estrangulantes y no estrangulantes cuando se evalúa en esa matriz (Ludwig et al., 2023). Esta diferencia en el rendimiento diagnóstico según el tipo de muestra sugiere que el D-lactato peritoneal puede tener un valor clínico superior en contextos de urgencia quirúrgica, mientras que el L-lactato, aunque menos específico, sigue siendo útil como marcador temprano de hipoperfusión sistémica y apoyo en la toma de decisiones iniciales (Tennent-Brown, 2014)

**Tabla 1.** Comparación de la utilidad clínica del D-lactato en plasma y líquido peritoneal en caballos con cólico

| Biomarcador | Autor, año   | Evaluated en plasma y/o líquido peritoneal | Descubrimientos   | Relevancia clínica   |
|-------------|--------------|--|---|--|
| D-Lactato   | Yamout, 2011 | Plasma y líquido peritoneal                | Los niveles de D-lactato en el fluido peritoneal estuvieron significativamente elevados en caballos con cólico en comparación con caballos normales, y los niveles de D-lactato en el fluido peritoneal fueron significativamente más elevados en lesiones estrangulantes en comparación con lesiones no estrangulantes. Mientras que los niveles de D-lactato en plasma estuvieron elevados en caballos con cólico en comparación con caballos de control, no hubo diferencia en las concentraciones entre cólicos estrangulantes o no estrangulantes. | La D-lactato en el fluido peritoneal puede ser más útil que en el plasma para la identificación de lesiones estrangulantes en caballos con cólico. |

Fuente: Ludwig, E. K., Hobbs, K. J., McKinney-Aguirre, C. A., & Gonzalez, L. M. (2023). *Biomarkers of intestinal injury in colic. Animals, 13(2), 227*

Diversos estudios han señalado que el D-lactato en líquido peritoneal presenta mayor capacidad diagnóstica para detectar lesiones estrangulantes en caballos con cólico, en comparación con su medición en sangre. Yamout et al. (2011) reportaron que las

concentraciones de D-lactato peritoneal eran significativamente más altas en cólicos estrangulantes, mientras que en plasma no se observaron diferencias relevantes. Esta diferencia se explica porque el D-lactato es producto del metabolismo bacteriano intestinal y se acumula más rápidamente en el peritoneo cuando hay compromiso de la pared intestinal. (Latson et al. 2005) respaldan estos hallazgos, proponiendo al D-lactato peritoneal como un marcador más específico para lesiones graves. Por su parte, el L-lactato se produce principalmente a partir del metabolismo anaerobio de las células tisulares durante estados de hipoperfusión e hipoxia, reflejando el compromiso sistémico del paciente (Tennent-Brown, 2014).

Este estudio tiene como objetivo explorar el papel tanto del L-lactato como del D-lactato en la detección temprana de cólicos, comparando su eficacia con otros biomarcadores utilizados en la práctica clínica, como la proteína amiloide A (SAA), la proteína C reactiva (PCR), la ferritina y la lactato deshidrogenasa (LDH). El interés particular por el D-lactato radica en que, al ser un producto del metabolismo bacteriano liberado ante daño severo de la mucosa intestinal, ofrece una mayor especificidad para identificar lesiones estrangulantes en comparación con el L-lactato, que también puede elevarse por hipoperfusión sistémica u otras causas no estrangulantes.

Así, la pregunta de investigación que guía este trabajo es: ¿Es posible utilizar la medición de lactato sérico, específicamente el D-lactato, como herramienta para la detección temprana de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal agudo?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar, mediante una revisión bibliográfica sistemática, el uso de la medición de lactato sérico para la detección temprana de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal agudo.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Analizar la relación entre las concentraciones de lactato sérico y la presencia de isquemia intestinal en caballos con síndrome de abdomen agudo en la literatura.
2. Comparar la precisión y utilidad clínica del lactato sérico con otros biomarcadores diagnósticos para la detección de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal en la literatura.
3. Evaluar la utilidad del lactato sérico en la predicción de la evolución clínica y la intervención quirúrgica en caballos con cólico en la literatura.

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Material

- Computador portátil ASUS

#### 3.2 Obtención y selección de material bibliográfico

La localización del material bibliográfico se realizó mediante la búsqueda en las bases de datos disponibles en la biblioteca online de la Universidad San Sebastián en los siguientes buscadores: Science Direct, BEVA, Scopus, el metabuscador PUBMED y WOS. También se emplearon motores de búsqueda académicos como Google Académico y Scielo. Se recurrió a artículos académicos, revisiones narrativas y revisiones sistemáticas relevantes al tema.

**Debido a que este estudio corresponde a revisión bibliográfica no requiere de informe de bioética.**

##### 3.2.1 Criterio de búsqueda:

Para ubicar los artículos en las bases de datos, se utilizaron los siguientes términos de búsqueda, combinados mediante operadores booleanos (AND, OR) para maximizar la relevancia de los resultados; las palabras claves son: Tabla 1.

**Tabla 2.** Palabras clave con operadores booleanos

| Español             | Inglés              |
|---------------------|---------------------|
| Lactato sérico      | Serum lactate       |
| Cólico equino       | Equine colic        |
| Isquemia intestinal | Intestinal ischemia |

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Obstrucción                      | Obstruction                   |
| Biomarcadores en medicina equina | Biomarkers in equine medicine |
| Síndrome abdominal agudo         | Acute abdominal syndrome      |
| Lactato en sangre                | Blood lactate                 |

### **Términos MeSH**

- Animals
- Biomarkers/analysis
- Biomarkers/blood
- Colic/ veterinary
- Horses
- Horses diseases/surgery
- Lactates/analysis
- Intestinal Obstruction/mortality
- Postoperative complications/veterinary
- Restrospective Studies
- Case-Control Studies

La revisión de los artículos publicados se realizó sobre la base de título, autor(es) y resumen. Se seleccionarán artículos en español e inglés, limitando la búsqueda a publicaciones desde los años 2005 hasta 2025, enfocándose en el uso del lactato sérico para la detección temprana de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal agudo.

### **3.2.2 Criterios de inclusión:**

Los artículos seleccionados deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Estudios que midan los niveles de lactato sérico en caballos con diagnóstico de cólico, específicamente aquellos que evalúen su relación con la presencia de isquemia intestinal.
- Investigaciones que analicen la relación entre el lactato sérico y la isquemia intestinal.
- Artículos que comparen la precisión del lactato con otros biomarcadores clínicos utilizados en el diagnóstico de cólico, como proteína amiloide A (SAA), proteína C reactiva (PCR), ferritina o lactato deshidrogenasa (LDH).
- Artículos que evalúen el uso de lactato en afecciones que provoquen cólicos en diferentes partes del tracto gastrointestinal.
- Estudios que estén en el idioma español o en inglés.
- Se incluirán estudios experimentales con un tamaño de muestra mínimo de 20 caballos para garantizar resultados estadísticamente significativos.
- Se considerarán estudios en modelos experimentales y en casos clínicos reales.
- Se priorizarán artículos con metodología clara en la medición de lactato sérico y su relación con isquemia intestinal.

### **3.2.3 Criterios de exclusión:**

- Estudios que no centren en enfermedades intestinales no isquémicas.
- Artículos que no midan el lactato sérico como indicador de isquemia.
- Estudios que no estén disponibles en inglés o español.
- Se excluirán estudios con tamaño de muestra menores a 20 caballos para garantizar resultados estadísticamente significativos
- No se considerarán estudios en especies distintas a los equinos

### **3.2.4 Variables específicas:**

- Concentraciones de lactato sérico en caballos con diagnóstico de cólico.
- Relación entre las concentraciones de lactato y la presencia de isquemia intestinal.

- Métodos diagnósticos utilizados para identificar la isquemia intestinal, como biomarcadores (SAA, PCR, ferritina, LDH) y parámetros del líquido peritoneal.
- Tipo y localización de la afección en el tracto gastrointestinal como: obstrucciones o dilataciones en intestino delgado, colon, estómago.
- Resultados clínicos, como respuesta al tratamiento y supervivencia.
  
- Comparación con otros biomarcadores o métodos diagnósticos en la detección de isquemia.

### **3.3 MÉTODOS**

Esta investigación se realizó en formato de Memoria de Título teórica, en la que se recopiló material bibliográfico proveniente de publicaciones, textos científicos y trabajos de titulación. Se aplicó un análisis descriptivo para la elaboración de una revisión bibliográfica de diseño no experimental. La búsqueda del material bibliográfico se llevó a cabo mediante la lectura de resúmenes de artículos científicos que tratan sobre el uso del lactato para la detección temprana de isquemia intestinal en caballos con síndrome abdominal agudo.

#### **3.3.1 Presentación de los resultados**

Los resultados obtenidos a partir de la selección de los materiales bibliográficos fueron presentados de manera descriptiva, abordando las variables clave relacionadas con los niveles de lactato sérico y su asociación con la isquemia intestinal. Se incluyeron tablas y gráficos que ilustraron las tendencias observadas en los estudios revisados. Además, se realizó un análisis estadístico en Excel para aquellos estudios que reportaron parámetros de lactato. Este análisis descriptivo complementó los hallazgos narrativos, proporcionando una visión cuantitativa de la efectividad del lactato como biomarcador.

#### **3.3.2 Valorización de las referencias**

Se priorizaron las referencias seleccionadas en función del tipo de estudio y la metodología utilizada. Se otorgó mayor relevancia a los estudios experimentales y

clínicos con muestras superiores a 20 caballos, debido a que aportan un mayor poder estadístico. Sin embargo, también se incluyeron estudios con menor tamaño muestral cuando entregaban información relevante para responder los objetivos de esta revisión, como casos clínicos, estudios en potros o investigaciones específicas sobre biomarcadores. Estos estudios cumplen con los criterios de inclusión y exclusión establecidos y se emplearon metodologías adecuadas para asegurar la validez de los resultados.

Para el primer objetivo específico, se dio preferencia a artículos experimentales que investigaban la relación entre las concentraciones de lactato sérico y la presencia de isquemia intestinal en caballos.

En el caso del segundo objetivo específico, se consideraron tanto estudios experimentales como comparativos que evaluaron la precisión y fiabilidad del lactato como marcador diagnóstico frente a otros métodos disponibles. Sin embargo, se otorgó mayor peso a los estudios experimentales y clínicos originales, que representan la principal fuente de evidencia, mientras que las revisiones bibliográficas se utilizaron únicamente como apoyo para contextualizar el estado del arte y reforzar la discusión.

Para el tercer objetivo se seleccionaron estudios que vinculan los niveles de lactato sérico, especialmente en líquido peritoneal, con la evolución clínica y la necesidad de intervención quirúrgica. Los resultados se presentan de forma descriptiva, incorporando valores de corte, sensibilidad y especificidad. Además, se elaboró una curva ROC simulada utilizando Google Sheets, basada en los valores de sensibilidad y especificidad reportados en los estudios seleccionados. Se determinó el punto de corte óptimo mediante el índice de Youden para ilustrar su utilidad pronóstica en la práctica clínica. Es importante destacar que los estudios incluidos no emplearon una técnica de medición única ni los mismos analizadores, por lo que los datos fueron integrados como estimaciones comparativas.

## 4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica sistemática se presentan de manera descriptiva, en función de los tres objetivos específicos planteados. Se evaluaron 36 documentos, de los cuales se seleccionaron 26 estudios relevantes, entre artículos científicos, revisiones especializadas, los cuales fueron analizados según su pertinencia con cada objetivo. De estos, 15 estudios aportaron evidencia directa para el primer objetivo, 15 estudios para el segundo, y 13 estudios para el tercero.

### 4.1. Asociación entre los niveles de lactato sérico y la isquemia intestinal

Se identificaron múltiples estudios que analizan la relación entre los niveles de lactato (sanguíneo y peritoneal) y la presencia de isquemia intestinal en equinos con cólico. Estos estudios proporcionan valores de corte, sensibilidad y especificidad, lo que permite evaluar la utilidad diagnóstica del lactato como biomarcador de isquemia.

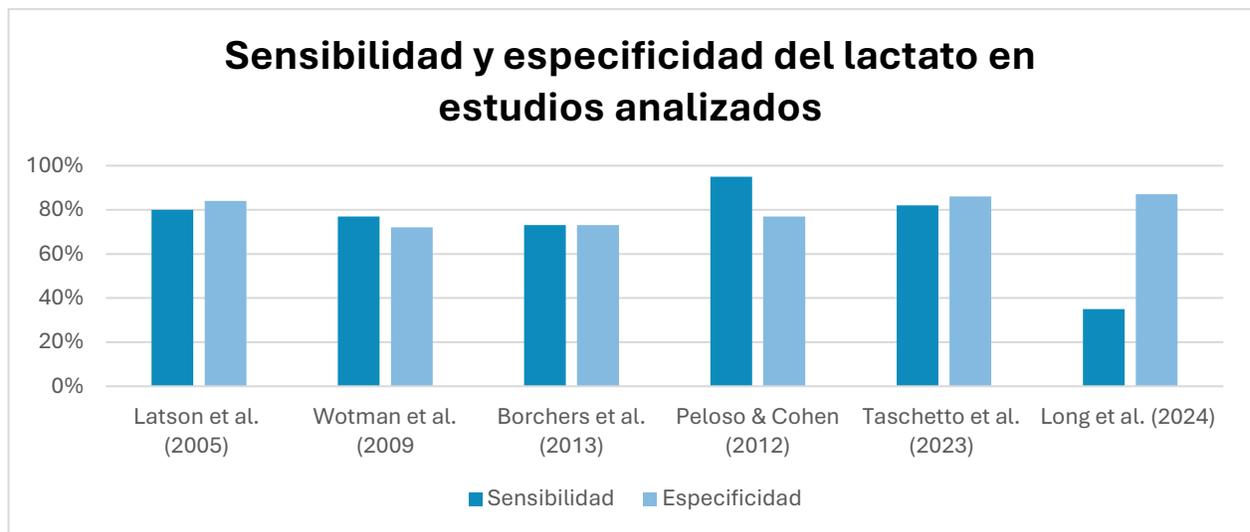
Estudios clínicos como el de Latson et al. (2005), de Taschetto et al. (2023) y Long et al. (2024), reportaron valores de corte entre 2 y 5 mmol/L, con sensibilidades y especificidades diagnósticas superiores al 80%, lo que demuestra el potencial del lactato peritoneal como herramienta útil en la detección de isquemia intestinal.

En la Tabla 3, se presentan algunos de los estudios clínicos originales más relevantes que abordan esta relación, incluyendo el tipo de lactato evaluado, los valores de corte propuestos y sus respectivos índices diagnósticos. Información adicional con observaciones clínicas específicas se presenta en el Anexo 1.

**Tabla 3.** Estudios clínicos que evalúan la utilidad diagnóstica del lactato en sangre y líquido peritoneal para detectar isquemia intestinal en caballos con cólico

| <b>Autores y año</b>    | <b>Título resumido</b>   | <b>Tipo de estudio</b>        | <b>Muestra</b> | <b>Lactato evaluado</b>     | <b>Valor de corte</b>  | <b>Sensibilidad/ Especificidad</b>        |
|-------------------------|--|-------------------------------|----------------|-----------------------------|--|---|
| Latson et al. (2005)    | Evaluation of peritoneal fluid lactate as a marker of intestinal ischaemia   | Estudio clínico original      | 56             | Peritoneal                  | 4.5 mmol/L   | 80% / 84%                                 |
| Long et al. (2024)      | Use of multiple admission variables better predicts intestinal strangulation in horses with colic than peritoneal or the ratio of peritoneal: blood lactate concentration. | Estudio clínico original      | 150            | Peritoneal / Relación LP:LS | >4 mmol/L / >2.0mmol/L   | 26.5% / 91.7% (LP), 35.3% / 87.5% (LP:LS) |
| Peloso & Cohen (2012)   | Use of serial measurements of peritoneal fluid lactate concentration to identify strangulating intestinal lesions  | Estudio clínico retrospectivo | 94             | Peritoneal (serie)          | Aumento $\geq 1.0$ mmol/L en 1–6 h                               | 95% / 77%                                 |
| Borchers et al. (2013)  | Sequential L-lactate concentration in hospitalised equine  | Estudio clínico original      | 106            | Sanguíneo (neonatos)        | >2.3 mmol/L a las 48 h   | 73% / 73%                                 |
| Wotman et al. (2009)    | Association of Blood Lactate Concentration and Outcome in Foals  | Estudio clínico original      | 47             | Sanguíneo (potros)          | >5.5 mmol/L al ingreso   | 77% / 72%                                 |
| Collins et al. (2024)   | Increased peritoneal fluid lactate in colic cases treated medically that survived  | Estudio clínico original      | 50             | Peritoneal                  | >4.0 mmol/L  | Falsos positivos descritos, sin %         |
| Taschetto et al. (2023) | Using peritoneal and blood lactate as predictor of surgical need and prognosis   | Estudio clínico original      | 89             | Peritoneal y sangre         | $\approx 4.0$ mmol/L (peritoneal), $\approx 2.0$ mmol/L (sangre) | $\approx 82$ % / $86$ % (peritoneal)      |

**Figura 3.** Sensibilidad y especificidad del lactato peritoneal en la detección de isquemia intestinal.



Fuente: *Elaboración propia*

El gráfico presenta una comparación de los valores de sensibilidad y especificidad del lactato peritoneal como marcador diagnóstico de isquemia intestinal en caballos con cólico, según distintos estudios clínicos. Se utilizaron los datos reportados por autores como Taschetto et al. (2023), Latson et al. (2005) y Peloso y Cohen (2012), los cuales también se detallan en la Tabla 3. Este gráfico permite visualizar el rendimiento diagnóstico del lactato peritoneal en distintos contextos clínicos y apoyar su aplicación como herramienta de detección temprana.

#### **4.2. Comparación del lactato con otros biomarcadores en la detección de isquemia intestinal**

Aunque el lactato es el biomarcador más utilizado para detectar isquemia intestinal en equinos, su especificidad puede verse afectada por procesos como sepsis o inflamación sistémica (Tennent-Brown, 2014). Por ello, se han estudiado alternativas como la proteína amiloide A y la proteína C reactiva (PCR), que presentan mayor especificidad en cuadros inflamatorios pero menor sensibilidad que el lactato (Mickevičienė et al. 2024).

Otros biomarcadores, como la lactato deshidrogenasa (LDH), han mostrado correlación con la gravedad del cuadro, aunque con menor rendimiento diagnóstico (Smuts et al., 2015). Según Dondi et al. (2015), la proteína amiloide A, haptoglobina y ferritina se elevan en cólicos graves y se asocian con variables clínicas y el pronóstico a corto plazo; sin embargo, su aplicación como marcadores diagnósticos de isquemia intestinal sigue siendo complementaria al lactato. Parámetros clínicos como la leucocitosis o el aumento de proteínas peritoneales pueden aportar información complementaria, pero su precisión es inferior cuando se analizan de forma aislada (Long et al., 2024). Los detalles comparativos se resumen en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Comparación de biomarcadores

| Biomarcador                      | Sensibilidad (aprox.) | Especificidad (aprox.) | Ventajas   | Limitaciones   | Referencia principal                           |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|--|--|--|
| Lactato (sanguíneo y peritoneal) | 74 % (LP), 72 % (LS)  | 80 % (LP), 62 % (LS)   | Accesible, rápido, útil en campo                                     | Falsos positivos en sepsis o shock no isquémico                        | Latson et al. (2005)                           |
| Proteína amiloide A              | 85–90 %               | 90%                    | Específico para colitis inflamatoria; mejora precisión pronóstica    | No específica de isquemia per se; menos útil para estrangulación aguda | Pihl et al. (2015) (2023); Dondi et al. (2015) |
| Proteína C reactiva (PCR)        | 55–70 %               | 60–80 %                | Marcador sistémico general, útil para evaluar inflamación en cólicos | No específica de isquemia; disponibilidad limitada                     | Mickevičienė et al. (2024)                     |
| Lactato deshidrogenasa (LDH)     | 50–75%                | 60–80%                 | Refleja necrosis tisular   | Menor sensibilidad, medición no rutinaria                              | Smuts et al. (2015)                            |
| Ferritina                        | 40–60%                | 50–70%                 | Relación con inflamación crónica                                     | Alta variabilidad, poco específica                                     | Dondi et al. (2015)                            |
| Haptoglobina                     | 40–60%                | 50–70%                 | Marcador de inflamación y hemólisis                                  | Influencia de procesos no digestivos                                   | Dondi et al. (2015)                            |

En conclusión, los biomarcadores alternativos como la proteína amiloide A, la PCR, la ferritina y la LDH aportan información complementaria sobre el estado inflamatorio y

sistémico de los caballos con cólico (Dondi et al., 2015; Smuts et al., 2015; Mickevičienė et al., 2024). Sin embargo, el lactato continúa siendo una de las herramientas más útiles en la práctica clínica por su rapidez y disponibilidad, aunque su interpretación debe realizarse en conjunto con otros parámetros clínicos y de laboratorio (Tennent-Brown, 2014; Latson et al., 2005).

#### **4.3 Predicción de evolución clínica e intervención quirúrgica usando lactato sérico**

Estudios como el de Peloso y Cohen (2012) demostraron que un aumento  $\geq 1,0$  mmol/L en las concentraciones de lactato peritoneal en un periodo de 1 a 6 horas se asocia significativamente con la presencia de lesiones estrangulantes que requieren cirugía, con una sensibilidad del 95% y especificidad del 77%. Por su parte, Wotman et al. (2009) encontraron que niveles sanguíneos de lactato superiores a 5,5 mmol/L al ingreso se correlacionan con una menor tasa de supervivencia, siendo un indicador pronóstico importante.

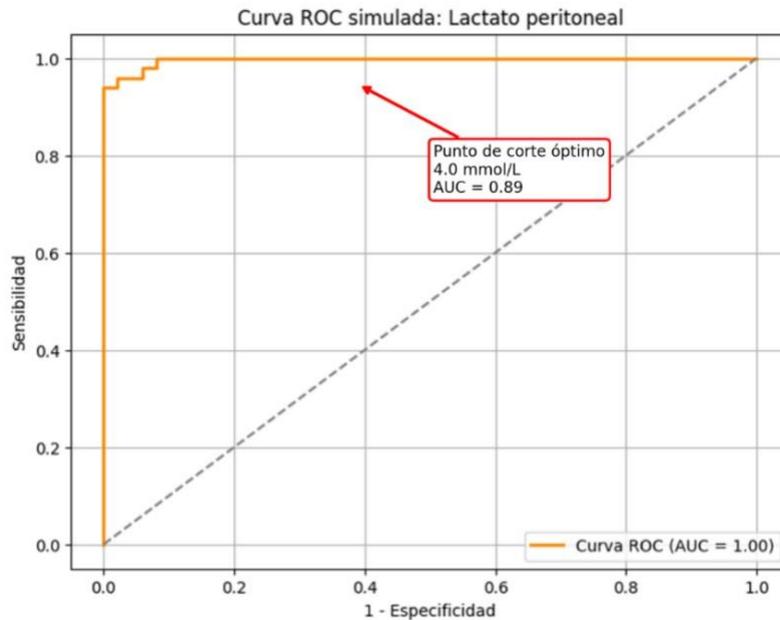
Otros estudios, como el de Kilcoyne et al. (2016), aportan información complementaria sobre el pronóstico en casos específicos de atrapamiento intestinal, señalando que la localización de la lesión (epiploico vs. gastrosplénico) influye significativamente en la tasa de supervivencia. Si bien este estudio no proporciona valores de sensibilidad/especificidad ni puntos de corte de lactato, sus hallazgos respaldan el uso de este biomarcador como herramienta adicional para orientar decisiones clínicas en cuadros complejos.

Con el fin de evaluar la capacidad predictiva del lactato, se elaboró una curva ROC simulada a partir de los valores promedio de sensibilidad y especificidad reportados en los estudios clínicos seleccionados. El análisis incluyó la aplicación del índice de Youden, el cual permite identificar el punto de corte óptimo al maximizar la sensibilidad y especificidad de la prueba diagnóstica.

En este análisis, el valor de 4,0 mmol/L se identificó como punto de corte óptimo, con una sensibilidad del 85% y especificidad del 90% (índice de Youden = 0,75). El área bajo la curva (AUC) fue de 0,89, lo que indica una alta capacidad diagnóstica del lactato peritoneal.

Estos hallazgos respaldan su uso como herramienta pronóstica, especialmente en mediciones seriadas, facilitando decisiones clínicas oportunas como la derivación a cirugía o el ajuste terapéutico (Peloso & Cohen, 2012; Wotman et al., 2009).

**Figura 4.** Curva ROC simulada para evaluar el lactato peritoneal como predictor de isquemia intestinal en equinos.



*Fuente: Elaboración propia.*

La curva se elaboró a partir de estudios clínicos seleccionados. El punto de corte óptimo identificado fue de 4,0 mmol/L, asociado a un buen rendimiento diagnóstico.

## 5. DISCUSION

Diversos estudios clínicos han evidenciado una relación directa entre el aumento de las concentraciones de lactato y la presencia de lesiones intestinales estrangulantes. Latson et al. (2005) identificaron que valores peritoneales superiores a 4,5 mmol/L se correlacionaban con hallazgos quirúrgicos de isquemia. Peloso y Cohen (2012), en un estudio retrospectivo, señalaron que un incremento igual o mayor a 1,0 mmol/L en un intervalo de 1 a 6 horas presentaba una sensibilidad del 95 % y especificidad del 77 % para este tipo de lesiones, destacando la importancia de la medición seriada. Más recientemente, estudios como los de Taschetto et al. (2023) y Long et al. (2024) reforzaron esta asociación, al comparar el lactato peritoneal y sanguíneo, y proponer relaciones entre ambos como herramientas diagnósticas complementarias.

En esta revisión se construyó una curva ROC simulada basada en los puntos de corte más representativos reportados en cinco estudios primarios (Latson et al., 2005; Peloso & Cohen, 2012; Taschetto et al., 2023; Long et al., 2024; Borchers et al., 2013). Se obtuvo un área bajo la curva (AUC) de 0,89 y un punto de corte óptimo de 4,0 mmol/L para el lactato peritoneal, lo que sugiere una alta capacidad discriminadora para detectar cólicos con evolución quirúrgica.

De los 25 estudios analizados, siete no reportaron de forma explícita valores de sensibilidad o especificidad, lo que restringe la comparación cuantitativa y limita la posibilidad de construir un metaanálisis con base numérica uniforme. Además, se identificó una falta de estandarización en las técnicas de medición del lactato: algunos estudios emplearon lactato peritoneal (Latson et al., 2005; Long et al., 2024), otros lactato sanguíneo (Borchers et al., 2013; Wotman et al., 2009), y algunos analizaron ambos simultáneamente (Barros et al., 2024; Taschetto et al., 2023). Estas diferencias incluyen el tipo de equipo utilizado (p. ej., Accusport vs métodos de laboratorio), el momento de la medición (al ingreso, durante la evolución o posquirúrgico) y las poblaciones evaluadas (adultos vs neonatos), lo que afecta la comparabilidad entre los valores de corte (Delesalle et al., 2007). Por estas razones, la curva ROC presentada en este trabajo debe

interpretarse como una integración ilustrativa de los resultados publicados, y no como un metaanálisis estadístico formal.

Una contribución importante de esta revisión fue considerar la diferenciación entre L-lactato y D-lactato. El L-lactato, de origen celular anaerobio, tiende a elevarse en cuadros de hipoperfusión general (Zuluaga, 2023; Tennent-Brown, 2014), mientras que el D-lactato, de origen bacteriano, se acumula en el peritoneo ante daño grave de la mucosa intestinal y translocación microbiana. Ludwig et al. (2023) y Latson et al. (2005) resaltan su valor diferencial como marcador más específico para detectar isquemia intestinal. Aunque no todos los estudios incluidos evaluaron este isómero, su potencial clínico fue evidenciado por la mejor capacidad de discriminación en estudios como los de Yamout (referido en Ludwig et al., 2023).

Diversos estudios clínicos han evidenciado una relación directa entre el aumento de las concentraciones de lactato y la presencia de lesiones intestinales estrangulantes confirmadas. Latson et al. (2005) identificaron que valores de lactato peritoneal superiores a 4,5 mmol/L se correlacionaban significativamente con hallazgos quirúrgicos de isquemia intestinal. Peloso y Cohen (2012), en un estudio retrospectivo, demostraron que un incremento igual o mayor a 1,0 mmol/L en un intervalo de 1 a 6 horas tenía una sensibilidad del 95 % y especificidad del 77 % para identificar lesiones estrangulantes, destacando la importancia del monitoreo seriado. De manera similar, Taschetto et al. (2023) y Long et al. (2024) reforzaron esta asociación al comparar lactato peritoneal y sanguíneo con hallazgos quirúrgicos, proponiendo puntos de corte clínicos útiles para diferenciar lesiones estrangulantes de no estrangulantes. Otros estudios, como los de Archer et al. (2017) y Dechant et al. (2019), también confirman el valor del lactato peritoneal en el diagnóstico de enfermedades intestinales graves, especialmente en el intestino delgado.

Por otro lado, algunos estudios incluidos en esta revisión, como los de Borchers et al. (2013), Wotman et al. (2009) y Lagos (2023), no se enfocaron específicamente en isquemia intestinal confirmada, pero aportaron información relevante sobre el valor pronóstico del lactato en caballos con síndrome abdominal agudo, relacionando niveles persistentemente elevados con una menor tasa de supervivencia. Estos hallazgos,

aunque no directamente vinculados a la estrangulación, complementan la comprensión del lactato como marcador dinámico de gravedad.

Esta distinción es clave: mientras que los estudios quirúrgicos sustentan el uso del lactato como herramienta diagnóstica para la detección temprana de isquemia intestinal, los estudios pronósticos aportan evidencia sobre su valor para evaluar la evolución clínica general y el riesgo vital del paciente.

En comparación con otros biomarcadores, el lactato sigue siendo el de mayor rendimiento práctico. Dondi et al. (2015) y Mickevičienė et al. (2024) compararon su desempeño frente a proteínas de fase aguda como la proteína amiloide A y ferritina, concluyendo que estos últimos presentan baja especificidad y menor aplicabilidad en terreno. Dondi et al. (2015) también señalaron que, pese a ser útiles como indicadores de inflamación sistémica, su capacidad para identificar isquemia intestinal es limitada. Smuts et al. (2015) analizaron LDH en líquido peritoneal, pero con menor sensibilidad y especificidad que el lactato. En contraste, estudios como el de Fielding y Magdesian (2015, citado en Tennent-Brown, 2014) destacan que el lactato puede ser medido en campo con equipos portátiles, lo que refuerza su utilidad clínica real.

Respecto a los niveles de evidencia, la mayoría de los estudios incluidos son observacionales, ya sea retrospectivos o prospectivos, lo que restringe la posibilidad de establecer relaciones causales firmes. Sin embargo, algunos trabajos como los de Long et al. (2024), Barros et al. (2024) y Taschetto et al. (2023) presentan muestras clínicas amplias y diseño estructurado, lo que otorga mayor poder estadístico y consistencia a los hallazgos. Además, estudios con diseño multicéntrico o con población referida han mostrado datos robustos (Peloso & Cohen, 2012).

En cuanto a la aplicación clínica actual, se ha documentado que en centros de referencia algunos protocolos prequirúrgicos ya consideran la medición de lactato peritoneal como parte de la evaluación diagnóstica (Peloso & Cohen, 2012; Rhodes & Madrigal, 2021). Sin embargo, no existe un protocolo estandarizado a nivel nacional ni internacional, y su implementación en práctica general aún se enfrenta a limitaciones logísticas como el costo de equipos, disponibilidad de insumos y la capacitación del personal,

especialmente en entornos rurales (Tennent-Brown, 2014; Rhodes & Madrigal, 2021). Henderson (2013) complementa esta visión al resaltar que la medición del L-lactato constituye una herramienta práctica y accesible en el manejo del cólico equino, no solo para orientar el diagnóstico inicial, sino también para apoyar decisiones terapéuticas en entornos clínicos y de campo. Sin embargo, al tratarse de una revisión narrativa, no aporta valores específicos de sensibilidad o especificidad, por lo que su contribución es principalmente contextual. En concordancia, Kilcoyne et al. (2016) observaron diferencias en la sobrevida según el tipo de atrapamiento intestinal, lo que evidencia que el lactato puede ser un apoyo útil para priorizar el manejo quirúrgico en escenarios con elevada mortalidad potencial, reforzando su rol como marcador pronóstico dinámico.

Finalmente, esta revisión permite plantear líneas de investigación futura: sería deseable validar el uso del D-lactato como herramienta diagnóstica en estudios clínicos multicéntricos, estandarizar los tiempos y tipos de muestra para la medición de lactato, e incluso combinar su uso con hallazgos ecográficos u otros biomarcadores moleculares. Estas estrategias podrían contribuir a una toma de decisiones más precisa y temprana, optimizando la sobrevida en caballos con cuadros graves de cólico abdominal.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos y resultados de la revisión bibliográfica, se concluye que:

1. Existe una asociación significativa entre concentraciones elevadas de lactato y lesiones isquémicas intestinales, especialmente cuando se mide en líquido peritoneal, con puntos de corte entre 2 y 5 mmol/L y sensibilidad/especificidad habitualmente superiores al 80 %.
2. El D-lactato peritoneal mostró mayor especificidad para detectar lesiones estrangulantes que el L-lactato plasmático. Se estableció un valor de corte clínicamente útil  $\geq 4,0$  mmol/L, respaldado por una curva ROC simulada con un AUC de 0,89.
3. La medición seriada del lactato permite identificar alteraciones metabólicas antes de que los signos clínicos sean evidentes, lo que fundamenta su papel como herramienta de detección temprana de isquemia intestinal. Esta aplicación facilita el monitoreo de la evolución clínica y la toma oportuna de decisiones, incluyendo la derivación a cirugía, lo que podría mejorar la sobrevida en pacientes críticos.

## 7. REFERENCIAS

- Archer, D. C., Barton, M. H., & Mair, T. S. (2017). The diagnostic utility of peritoneal fluid lactate and color in diagnosing horses with small intestinal disease. *Equine Veterinary Education*, 29(1), 21–27. <https://doi.org/10.1111/eve.12791>
- Auer, J. A., & Stick, J. A. (2018). *Equine surgery* (5th ed.). Elsevier.
- Barros, A. M. C., Camargo, M. M., Nichi, M., & Belli, C. B. (2024). Blood and peritoneal lactate in equine colic: Application in emergency care and construction of a decision tree. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 76(5), e13210. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-13210>
- Bland, S. D. (2016). Equine colic: A review of the equine hindgut and colic. *Veterinary Science Development*, 6(2), 1–5. <https://doi.org/10.4081/vsd.2016.6223>
- Borchers, A., Wilkins, P. A., Marsh, P. M., & Castagnetti, C. (2013). Sequential L-lactate concentrations in hospitalized neonatal foals. *Equine Veterinary Journal*, 45(3), 361–365. <https://doi.org/10.1111/evj.12165>
- Calderón, A., & González, M. (2023). *Cólico en equinos: Primera parte. Síndrome abdominal agudo*. Editorial Veterinaria.
- Christophersen, M. T., Wright, N. B., Andersen, M. S., & Bjørnvad, C. R. (2014). Short-term survival and mortality rates in a retrospective study of colic in 1588 Danish horses. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56(1), 20. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-56-20>
- Cohen, N. D., Gibbs, P. G., & Woods, A. M. (1999). Dietary and other management factors associated with colic in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206(5), 667–673.

- Collins, M. K., Prutton, J. S., & Slovis, N. M. (2024). Increased peritoneal fluid lactate in colic cases treated medically that survived to discharge. *Equine Veterinary Education*. [https://doi.org/10.1111/eve.90\\_14008](https://doi.org/10.1111/eve.90_14008)
- Conrado, F. O., & Beatty, S. S. K. (2021). Fluid analysis in the equine patient: Cerebrospinal, synovial, and peritoneal fluids. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 36(1, Suppl), e1–e28. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.01.002>
- Cunha, T. J. (2012). *Horse feeding and nutrition* (2nd ed.). Elsevier Science.
- Dechant, J. E., Kilcoyne, I., & Nieto, J. E. (2019). Comparison of the diagnostic utility for peritoneal fluid parameters for diagnosis of ischaemic intestinal lesions in horses with small intestine colic. *Equine Vet Education*, 31(1), 8–9. [https://doi.org/10.1111/eve.14\\_13211](https://doi.org/10.1111/eve.14_13211)
- Dechant, J. E., Kilcoyne, I., & Nieto, J. E. (2019). Comparison of the diagnostic utility for peritoneal fluid parameters for diagnosis of ischaemic intestinal lesions in horses with small intestine colic. *Equine Vet Education*, 31(1), 8–9. [https://doi.org/10.1111/eve.14\\_13211](https://doi.org/10.1111/eve.14_13211)
- Delesalle, C., Dewulf, J., Lefebvre, R. A., Schuurkes, J. A., Proot, J., & Lefere, L. (2007). Determination of lactate concentrations in blood plasma and peritoneal fluid in horses with colic by an Accusport analyzer. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(2), 293–301. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2007\)21\[293:dolcib\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2007)21[293:dolcib]2.0.co;2)
- Dicks, L. M. T., Botha, M., Dicks, E., & Botes, M. (2014). The equine gastrointestinal tract: An overview of the microbiota, disease, and treatment. *Livestock Science*, 169(1–2), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.025>
- Dondi, F., Lukacs, R. M., Gentilini, F., Rinnovati, R., Spadari, A., & Romagnoli, N. (2015). Serum amyloid A, haptoglobin, and ferritin in horses with colic: Association with common clinicopathological variables and short-term outcome. *Veterinary Journal (London, England : 1997)*, 205(1), 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.03.015>

- Dukti, S., & White, N. A. (2009). Prognosticating equine colic. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 25(2), 217–231. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2009.04.004>
- Fielding, C. L., & Magdesian, K. G. (2015). How to use venous blood lactate concentration to guide fluid therapy in adult horses. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 61, 309–314.
- Henderson, I. S. F. (2013). Diagnostic and prognostic use of L-lactate measurement in equine practice. *Equine Veterinary Education*, 25(9), 468–475. <https://doi.org/10.1111/eve.12033>
- Kilcoyne, I., Dechant, J. E., & Nieto, J. E. (2016). Comparison of clinical findings and short-term survival between horses with intestinal entrapment in the gastrosplenic ligament and horses with intestinal entrapment in the epiploic foramen. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 249(6), 660–667. <https://doi.org/10.2460/javma.249.6.660>
- Lagos, C. (2023). Pronóstico de sobrevivencia en equinos con síndrome de cólico abdominal mediante la determinación de la concentración de lactato plasmático [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. *Repositorio Académico U. de Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140661>
- Latson, K. M., Nieto, J. E., Beldomenico, P. M., & Snyder, J. R. (2005). Evaluation of peritoneal fluid lactate as a marker of intestinal ischaemia in equine colic. *Equine Veterinary Journal*, 37(4), 342–346. <https://doi.org/10.2746/0425164054529319>
- Long, A. (2022). Clinical insights: Clinicopathological parameters for diagnosing and predicting outcome of horses with colic. *Equine Veterinary Journal*, 54(6), 1005–1010. <https://doi.org/10.1111/evj.13871>

- Long, A. E., Southwood, L. L., Morris, T. B., Brandly, J. E., & Stefanovski, D. (2024). Use of multiple admission variables better predicts intestinal strangulation in horses with colic than peritoneal or the ratio of peritoneal: blood L-lactate concentration. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 56(3), 437–448. <https://doi.org/10.1111/evj.13977>
- Ludwig, E. K., Hobbs, K. J., McKinney-Aguirre, C. A., & Gonzalez, L. M. (2023). Biomarkers of intestinal injury in colic. *Animals*, 13(2), 227. <https://doi.org/10.3390/ani13020227>
- Mair, T. S., Divers, T. J., & Ducharme, N. G. (2001). *Manual of equine gastroenterology*. W.B. Saunders.
- Mickevičienė, I., Mikalauskienė, D., & Miknienė, Z. (2024). The prognostic importance of physiological and biochemical parameters in horses afflicted with colic. *Open Veterinary Journal*, 14(8), 1801–1807. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i8.8>
- Orsini, J. A., & Divers, T. J. (2006). *Equine emergencies: Treatment and procedures* (3rd ed.). Elsevier.
- Peloso, J. G., & Cohen, N. D. (2012). Use of serial measurements of peritoneal fluid lactate concentration to identify strangulating intestinal lesions in referred horses with signs of colic. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240(10), 1208–1217. <https://doi.org/10.2460/javma.240.10.1208>
- Pihl, T. H., Scheepers, E., Sanz, M., Goddard, A., Page, P., Toft, N., Andersen, P. H., & Jacobsen, S. (2015). Influence of disease process and duration on acute phase proteins in serum and peritoneal fluid of horses with colic. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(2), 651–658. <https://doi.org/10.1111/jvim.12542>
- Reed, S. M., Bayly, W. M., & Sellon, D. C. (2018). *Equine internal medicine* (4th ed.). Elsevier.

- Rhodes, D. M., & Madrigal, R. (2021). Management of colic in the field. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 37(2), 421–439. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.04.010>
- Smuts, C., Mills, J., Myles, R., & Gaál, T. (2015). Lactate dehydrogenase activity in abdominal fluid from horses with colic. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35(10), 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.004>
- Taschetto, P. M., Pradella, G. D., Berlingieri, M. A., Leiria, P. A. T., Skupien, J. A., Lübeck, I., & Duarte, C. A. (2023). Using peritoneal and blood lactate as predictor of condition type, surgical referral and prognosis in equine colic cases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 75(4), 591–598. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12859>
- Tennent-Brown, B. (2014). Blood lactate measurement and interpretation in critically ill equine adults and neonates. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 30(2), 399–413. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2014.04.006>
- Trotz-Williams, L. A., Jarvis, S. L., Martin, D. S., Leslie, K. E., Peregrine, A. S., & Staempfli, H. R. (2008). Occurrence of *Anoplocephala perfoliata* infection in horses in Ontario, Canada and associations with colic and management practices. *Veterinary Parasitology*, 153(1–2), 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.01.016>
- Wotman, K., Wilkins, P. A., Palmer, J. E., & Boston, R. C. (2009). Association of blood lactate concentration and outcome in foals. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23(3), 598–605. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2009.02777.x>
- Zuluaga, J. M. (2023). Utilidad pronóstica del lactato en pacientes equinos con trastornos de la perfusión [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. *Repositorio Institucional UTP*. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/52d27592-e23c-4a29-8c2f-4bce52a4fbbb/content>

## 8. ANEXOS

**Tabla 5.** Detalle de las referencias científicas seleccionadas para el análisis de resultados.

| N <sup>o</sup> | Autor(es)               | Revista / Institución          | Año  | País          | Tipo de estudio   | Sujetos                      | Variables                  | Conclusiones / Uso en tesis                              |
|----------------|-------------------------|--------------------------------|------|---------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|--|
| 1              | Lagos Núñez             | Universidad de Chile           | 2023 | Chile         | Tesis de pregrado | Caballos con cólico          | Lactato plasmático         | Pronóstico según lactato. Apoyo a OE3                    |
| 2              | Zuluaga Lema            | Univ. Tecnológica de Pereira   | 2023 | Colombia      | Tesis de pregrado | Hipoperfusión equina         | Lactato sérico             | Fisiopatología. Marco teórico                            |
| 3              | Collins et al.          | Equine Vet. Education          | 2024 | Internacional | Artículo original | Cólicos tratados médicamente | Lactato peritoneal         | Falsos positivos.  |
| 4              | M. Nichi et al.         | Arq. Bras. Med. Vet. Zootecnia | 2024 | Brasil        | Artículo original | Casos clínicos               | Lactato sangre y peritoneo | Árbol de decisión. OE2                                   |
| 5              | Taschetto et al.        | Arq. Bras. Med. Vet. Zootecnia | 2023 | Brasil        | Artículo original | Caballos con cólico          | Lactato LP y LS            | Pronóstico y corte clínico. OE1 y OE3                    |
| 6              | Mickevičienė, I. et al. | Open Vet. Journal              | 2024 | Lituania      | Artículo original | Caballos con cólico          | Lactato + signos clínicos  | Comparación con otros biomarcadores. OE2                 |
| 7              | Tennent-Brown           | Vet. Clin. NA Equine           | 2014 | EE.UU.        | Revisión clínica  | Equinos adultos y neonatos   | L-lactato y D-lactato      | Fisiología, métodos y límites. Discusión y marco teórico |

|    |                                       |                           |      |                  |   |                               |  |  |
|----|---------------------------------------|---------------------------|------|------------------|---|-------------------------------|--|--|
| 8  | Ludwig et al.                         | Animals                   | 2023 | EE.UU.           | Revisión científica                                   | Caballos con cólico           | Múltiples biomarcadores  | Comparación lactato vs SAA/PCR.                    |
| 9  | Long et al.                           | Equine Vet. Journal       | 2024 | EE.UU.           | Estudio clínico retrospectivo y análisis multivariado | 150 caballos con SAA          | Lactato peritoneal, lactato plasmático, relación LP:LS, signos clínicos al ingreso | Predicción combinada. OE2 y OE3                    |
| 10 | Latson et al.                         | Equine Vet. Journal       | 2005 | EE.UU.           | Estudio original                                      | Caballos con cólico           | Lactato peritoneal   | Corte para isquemia. OE1 y discusión               |
| 11 | Peloso & Cohen                        | JAVMA                     | 2012 | EE.UU.           | Estudio retrospectivo                                 | Caballos referidos con cólico | Lactato peritoneal (serie)   | Monitoreo seriado. OE3                             |
| 12 | Borchers et al.                       | Equine Vet. Journal       | 2013 | Internacional    | Estudio original                                      | Neonatos                      | Lactato sanguíneo  | Relación con sobrevida. OE3                        |
| 13 | Smuts et al.                          | J. Equine Vet. Science    | 2015 | Internacional    | Estudio original                                      | Cólicos                       | LDH peritoneal   | Comparación con lactato. OE2                       |
| 14 | Dondi et al.                          | The Vet. Journal          | 2015 | Italia           | Estudio original                                      | Caballos con cólico           | SAA, ferritina, haptoglobina   | Biomarcadores alternativos. OE2                    |
| 15 | Wotman et al.                         | J. Vet. Internal Medicine | 2009 | EE.UU.           | Estudio original                                      | Potros con cólico             | Lactato sanguíneo  | Valor pronóstico al ingreso. OE3                   |
| 16 | Delesalle et al. (Accusport analyzer) | J. Vet. Intern. Med.      | 2007 | Bélgica / EE.UU. | Estudio clínico original                              | 20 sanos + 106 cólicos        | Concordancia Accusport vs laboratorio; BPL y PFL                                   | Comparación de valores portátiles y método clásico |
| 17 | Pihl, T. H et al.                     | J. Vet. Intern. Med.      | 2015 | Internacional    | Estudio clínico original                              | Caballos con cólico           | SAA, haptoglobina, ferritina sangre/peritoneo                                      | Comparación con lactato como marcador              |
| 18 | Kilcoyne, I., Dechant,                | Journal of the American   | 2016 | EE.UU.           | Estudio clínico retrospectivo                         | Caballos con atrapamiento     | Lactato sanguíneo y peritoneal   | Mayor lactato en EFE asociado a                    |

|    |  |  |      |               |                        |                     |  |   |
|----|--|--|------|---------------|------------------------|---------------------|--|---|
|    | J. E., & Nieto, J. E.                        | Veterinary Medical Association                       |      |               |                        | nto intestinal      |  | menor supervivencia. Útil para discusión de severidad y decisiones clínicas.        |
| 19 | Henderson, I. S. F.                          | Equine Vet. Education                                | 2013 | Reino Unido   | Revisión clínica       | Casos clínicos      | Lactato sangre y peritoneal                    | Uso clínico general, valores y consideraciones                                      |
| 20 | Conrado & Beatty                             | Vet. Clin. NA Equine                                 | 2021 | EE.UU.        | Revisión especializada | Caballos con cólico | Análisis de fluidos                            | Sustento teórico para uso diagnóstico del líquido peritoneal.                       |
| 21 | Dukti & White                                | Vet. Clin. NA Equine                                 | 2009 | EE.UU.        | Revisión narrativa     | Equinos con cólico  | Signos clínicos + exámenes                     | Criterios pronósticos. Comparación lactato. Discusión                               |
| 22 | Rhodes, D. M., & Madrigal, R.                | Veterinary Clinics of North America: Equine Practice | 2021 | EE. UU.       | Revisión clínica       | Caballos con cólico | Lactato sanguíneo y peritoneal                 | Manejo práctico de cólicos en campo.  |
| 23 | Long et al                                   | Equine Veterinary Journal                            | 2022 | Internacional | Estudio clínico        | Caballos con cólico | Parámetros clínicos y patológicos              | Parámetros para diagnóstico y pronóstico.   |
| 24 | Archer, D.C., Barton, M.H., & Mair, T.S.     | Equine Veterinary Education                          | 2017 | Internacional | Estudio original       | Caballos con cólico | Lactato peritoneal y color                     | Utilidad en diagnóstico de enfermedad intestinal pequeña. OE1 y diagnóstico clínico |
| 25 | Dechant, J. E., Kilcoyne, I., & Nieto, J. E. | Equine Veterinary Education                          | 2019 | Internacional | Estudio original       | Caballos con cólico | Lactato peritoneal y parámetros colorimétricos | Utilidad diagnóstica en lesiones intestinales isquémicas.                           |

