



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

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

**USO DE PROTEÍNAS DE FASE AGUDA EN LA EVALUACIÓN DE
COJERAS EN BOVINOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Tutor: MCs Javier Neumann Vásquez MV

Estudiante: **Karla Valentina Castillo Bustos**

© Karla Valentina Castillo Bustos, Javier Agustín Neumann Vásquez.
Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2025

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

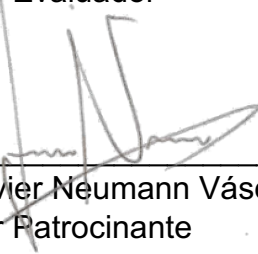
En Concepción, el día 09 de Julio del año 2025, los abajo firmantes dejan constancia que la estudiante Karla Valentina Castillo Bustos de la Carrera de Medicina Veterinaria ha aprobado la memoria para optar al título de Médico Veterinario con una nota de 5,8.-



Mg Camila Ignacia Altamirano Vásquez MV
Presidente Comisión



MCs Mónica Liliana Araya Opitz MV
Profesor Evaluador



MCs Javier Neumann Vásquez MV
Profesor Patrocinante

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS.....	9
5. DISCUSIÓN	13
6. CONCLUSIÓN	15
7. REFERENCIAS	16

RESUMEN

La claudicación es uno de los principales signos clínicos que afecta el ganado bovino, donde se genera dolor, dificultad al desplazamiento, disminución de la producción láctea, la cual es asociada a procesos inflamatorios, los que pueden ser medidos a través de las denominadas proteínas de fase aguda relacionadas con inflamación, tales como haptoglobina, amiloide sérico, fibrinógeno y proteína c reactiva. Por ello el objetivo de este estudio es evaluar el potencial uso de las proteínas de fase aguda como biomarcadores para el monitoreo de cojeras con distintas etiologías en bovinos.

Este trabajo corresponde a una revisión bibliográfica en donde se recopilieron artículos sobre el tema publicados entre los años 2010 y 2024 en fuentes como PubMed, Web of Science, Scielo entre otras. La investigación bibliográfica se desarrolló bajo un enfoque cualitativo el cual permitió realizar una revisión bibliográfica sistemática.

Los artículos seleccionados evidenciaron un aumento significativo en la concentración de proteínas de fase aguda en bovinos con claudicación, específicamente frente a casos de enfermedades de la pezuña, sin importar etiología. Los resultados reportados fueron aumentos de haptoglobina, amiloide sérico, proteína C reactiva y fibrinógeno en animales afectados en comparación con animales sanos, observándose una relación directa de los procesos inflamatorios y el incremento de estos biomarcadores, así como también una posible influencia de los agentes infecciosos involucrados y la severidad de la cojera. Se concluyó que las proteínas de fase aguda son bastante útiles como una herramienta diagnóstica y de monitoreo para complementar una evaluación clínica en bovinos con claudicación. Si bien estas no sustituyen un examen físico, ni una inspección específica de pezuña, su medición permite estimar el grado de inflamación, un seguimiento en base a la respuesta de tratamientos, entre otros.

Palabras claves: claudicación, proteínas de fase aguda, haptoglobina, bovinos, cojera.

ABSTRACT

Claudication is one of the main pathologies affecting cattle, which causes pain, difficulty in moving, decreased milk production, which is associated with inflammatory processes, which can be measured through the so-called acute phase proteins related to inflammation, such as haptoglobin, serum amyloid, fibrinogen, c-reactive protein. Therefore, the objective of this study is to evaluate the potential use of acute phase proteins as biomarkers for monitoring lameness with different etiologies in cattle.

This will be a bibliographic study that will gather publications on the subject published between 2010 and 2024 in sources such as pubmed, web of science, scielo among others. The bibliographic research will be based on a qualitative approach that will allow a systematic literature review.

The selected articles evidenced a significant increase in the concentration of acute phase proteins in cattle with claudication, specifically in cases of hoof disease, regardless of etiology. The results reported were increases in haptoglobin, serum amyloid, C-reactive protein and fibrinogen in affected animals compared to healthy animals, showing a direct relationship between inflammatory processes and the increase of these biomarkers, as well as a possible influence of the infectious agents involved and the severity of lameness. It was concluded that acute phase proteins are quite useful as a diagnostic and monitoring tool to complement a clinical evaluation in cattle with claudication. Although they do not replace a physical examination, nor a specific inspection of the hoof, their measurement allows estimating the degree of inflammation, a follow-up based on the response to treatments, among others.

Key words: claudication, acute phase proteins, haptoglobin, cattle, lameness.

1. INTRODUCCIÓN

IMPORTANCIA DE LA CLAUDICACIÓN EN VACAS

La claudicación en bovinos lecheros es uno de los principales problemas que afectan la salud del individuo, tanto en sus actividades diarias como así en la producción y en la economía de los rebaños lecheros, siendo una de las principales causas de eliminación prematuras de animales del rebaño (Flor & Tadich, 2008). Se señala que la claudicación no se ha tomado como una amenaza seria por los ganaderos lo cual podría deberse a la capacidad limitada que existe actualmente para poder diagnosticarla en vacas con cojeras (Dutton-Regester, et al., 2020). La claudicación en la vaca impacta en diversas áreas, por ejemplo, producción, reproducción y el manejo que debe realizarse en ella, poniendo en riesgo a quien lo efectue si no existe un buen uso de herramientas y métodos de contención adecuados (Flor & Tadich, 2008).

El presentar cojera puede dificultar el acceso de la vaca al agua o a su alimento, afectando su comportamiento, estado de ánimo, entre otros aspectos. Sin dejar de lado el dolor que puede llegar a sentir el animal, el cual desencadena todas las alteraciones mencionadas anteriormente, este es el origen del mal comportamiento y temperamento, la disminución en la producción si se trata de una vaca lechera y la mala condición corporal por la reducción de la ingesta de alimento, afectando también a la vaca de carne (Flor & Tadich, 2008; Plummer & Krull, 2017). Se ha investigado que este tipo de dolor es de larga duración y mantienen una incomodidad constante en el animal, negándose muchas veces a mantenerse de pie o moverse, especialmente en casos más severos (Flor & Tadich, 2008). La vaca que presente cojera sufre un claro dolor, lo cual demuestra al dejar de realizar sus actividades diarias con normalidad, evidenciando la cojera al intentar proteger la extremidad afectada (Shearer, et al., 2013).

Existen varios niveles de dolor, los cuales se miden mediante una escala y por los distintos signos que presenta el animal, como el balanceo de cabeza, arqueos de

columna o cambios en la longitud del paso, lo cual permite una rápida identificación de algún animal afectado por la cojera (Shearer, et al., 2013).

Las claudicaciones en vacas presentan múltiples formas y etiologías. Se señala que las cojeras en vacas lecheras pueden deberse a traumas, infecciones, deficiencias nutricionales, desórdenes metabólicos y que la incidencia en el rebaño puede variar con la edad y la raza del animal, el terreno, condiciones climáticas y el manejo del predio (Hettich, et al ., 2007).

Entre las lesiones más comúnmente descritas se encuentran la laminitis, úlcera plantar, enfermedad de la línea blanca, dermatitis digital, foot-rot, hiperplasia interdigital, dermatitis interdigital, doble suela, entre otras (Flor & Tadich, 2008).

Una de las principales causas de claudicación en bovinos es la laminitis, definida como la inflamación de las láminas del corion. La etiología de esta enfermedad tiene múltiples causas, pero principalmente está relacionada con el manejo alimentario, por problemas metabólicos producidos por la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos altamente digeribles, también pueden influir factores de manejo, comportamiento, entre otros (Tadich, 2008), convirtiéndola en una enfermedad multifactorial. Los principales signos de esta patología son espalda arqueada, pezuñas crecidas, marcha ocasional sobre el carpo, inflamación supra coronaria y resistencia al moverse (Bargai, et al., 1992).

Por otro lado, se encuentra la enfermedad de la línea blanca, que consiste en un absceso en la suela del pie del animal. Esta es consecuencia de la laminitis, ya que cuando el estrato corneo se ablanda se comienzan a producir lesiones en el sitio más débil de la suela, específicamente la línea blanca, lo que genera una inflamación posterior que conduce al absceso (Tadich, 2008).

También se encuentra la dermatitis digital, una enfermedad altamente infecciosa que involucra la inflamación de la dermis del plano palmar de los dígitos del bovino. Se postula que esta es causada por la infección de numerosas especies de *Treponemas spp* y otras

bacterias anaerobias (Wilson-Welder, et al., 2015). Esta enfermedad se caracteriza por ser dolorosa al tacto y por provocar claudicación en la vaca (Plummer & Krull, 2017).

Como se puede suponer, la claudicación bovina es una patología de extremo dolor para la vaca debido a la inflamación que provoca. El proceso inflamatorio es una progresión compleja de cambios vasculares y tisulares que se desarrollan como respuesta a una agresión. En este caso, la pezuña del animal presenta diversos cambios debido al proceso inflamatorio por el cual se está cursando, siendo el primero de estos el aumento de la permeabilidad del endotelio del lecho capilar (Cheville, 1994), lo que conlleva altos estadios inflamatorios con grandes cambios en el lugar afectado.

La inflamación está íntimamente relacionada con las proteínas de fase aguda, las cuales forman parte de las respuestas que genera el organismo del animal frente a agentes externos, infecciones, bacterias, daño tisular, entre otros. Dentro de estas se encuentra la haptoglobina, proteína C reactiva, amiloide A sérico, ceruloplasmina, alfa 1-glicoproteína ácida y el fibrinógeno. Las proteínas de fase aguda pueden utilizarse tanto para diagnosticar una enfermedad, como para el monitoreo de la evolución de esta y la evaluación de la respuesta a tratamientos aplicados, por medio de las concentraciones plasmáticas de estas proteínas (Martínez, et al., 2001).

También se han utilizado como marcadores de inflamación en ganado lechero con enfermedades podales. Entre las causas que pueden provocar inflamación en la pezuña se encuentran infecciones, traumas, tumores, entre otros. La producción de proteínas de fase aguda en hígado se incrementa en estas situaciones, observándose este aumento en la sangre, lo que las convierte en indicadores sensibles de la inflamación sistémica (Kujala, et al., 2010).

Las proteínas de fase aguda poseen un papel fundamental dentro de la respuesta inflamatoria sistémica del organismo bovino, frente a diversos estímulos, ya sean infecciones, traumas, daños tisulares, etc. Frente a la claudicación bovina el análisis individual de cada una de estas es esencial para lograr comprender su posible valor como biomarcadores clínicos (Martínez, et al., 2001). A continuación se detallan las principales

proteínas de fase aguda involucradas en procesos inflamatorios, considerando sus características tanto funcionales como fisiopatológicas.

La proteína c-reactiva es una proteína plasmática, la cual participa en la respuesta sistémica de la inflamación, su concentración plasmática se eleva notablemente durante los estados inflamatorios (Zhou et al., 2024). Esta proteína se une a la fosfocolina de manera dependiente del calcio, es decir solo cuando hay iones de calcio presentes y en seres humanos logra distinguirse de otras proteínas homólogas como el amiloide sérico P, no así en la mayoría de los demás invertebrados (Pathak & Agrawal, 2019).

Por otro lado tenemos a la haptoglobina la cual se produce principalmente en el hígado (Shih et al., 2014) y es capaz de unirse a la hemoglobina, evitando la pérdida de hierro y el daño renal, actúa como antioxidante, tiene actividad antibacteriana y desempeña un papel en la modulación de muchos aspectos de la respuesta de fase aguda (Wassell, 2010).

El amiloide sérico al igual que la haptoglobina se sintetiza principalmente en hígado, aunque no de forma exclusiva, formando parte junto con la proteína c-reactiva de los miembros más destacados en una respuesta de fase aguda, dado que sus niveles séricos aumentan drásticamente frente a traumatismos, infecciones u otros estímulos (Sack, 2020).

Y por último el fibrinógeno desempeña un papel importante en la activación de vías inflamatorias agudas y reparadoras que afectan al espectro de lesiones, remodelación y reparación tisular, y también es una de las proteínas de fase aguda usadas para evaluar inflamación (Luyendyk et al., 2018)

De acuerdo a los antecedentes presentados anteriormente, surge la pregunta ¿Es posible utilizar como biomarcador de inflamación en bovinos con cojera la medición de proteínas de fase aguda?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar el potencial uso de las proteínas de fase aguda como biomarcadores para el monitoreo de cojeras en bovinos, en base a una revisión bibliográfica

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar los valores de proteínas de fase aguda según las distintas etiologías que producen claudicación en bovinos.
2. Evaluar si existe relación entre las concentraciones de proteínas de fase aguda y el grado de claudicación en bovinos como indicador del estado inflamatorio asociado a la claudicación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo con el marco de una Memoria de Título, basada en un enfoque descriptivo para realizar una revisión bibliográfica sistemática. Esto permitió reunir, estudiar y sintetizar la información científica existente sobre el uso de las proteínas de fase aguda como biomarcadores para evaluar la severidad de las cojeras en bovinos.

3.1. Materiales:

1. Computador portátil
2. Acceso a internet
3. Acceso a bases de datos y bibliotecas digitales

3.1. Fuentes de información

La búsqueda de material se realizó utilizando las siguientes bases de datos, páginas y herramientas:

1. Pubmed
2. Scielo
3. Ebscohost
4. Web of science
5. Google académico

3.2. Periodo de búsqueda / ventana temporal

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica se utilizaron publicaciones del periodo comprendido entre los años 2010 y 2024.

3.3. Palabras clave

Esta revisión bibliográfica incorporó las siguientes palabras clave relacionadas al tema de investigación:

1. Cojera / lameness
2. Bovinos / cattle
3. Laminitis / laminitis
4. Claudicación
5. Proteína c reactiva / c-reactive protein
6. Haptoglobina / haptoglobin
7. Amiloide serico / serum amyloid
8. Fibrinógeno / fibrinogen
9. Inflamación / inflammation
10. Proteínas de fase aguda / acute phase protein

Los términos se utilizaron tanto de manera individual o en combinaciones utilizando operadores booleanos (AND, OR)

3.4. Criterios de inclusión

Para garantizar la relevancia necesaria del estudio se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

1. Publicaciones con información de:
 - Cojera en bovinos, independiente su causa
 - Evaluación de vacas cojas
 - Medición de proteínas de fase aguda, haptoglobina, proteína c reactiva, amiloide sérico, fibrinógeno en especie bovina
 - Bovinos sin filtrar por raza
2. Publicaciones en los siguientes idiomas:
 - Inglés
 - Español
 - Portugués

Los criterios de inclusión seleccionados permitieron que la revisión bibliográfica fuera específica y actualizada, basado en la evidencia científica actual.

3.5. Criterios de exclusión

Se excluyó información proveniente de:

1. Idiomas distintos a inglés, español y portugués
2. Medición de proteínas de fase aguda en otras especies distintas al bovino
3. Otras especies que no sea ganado bovino
4. Estudios que hayan medido las proteínas en vacas cojas, pero que no señalen metodología de medición en concentraciones, o sea sin valor
5. Estudios de medición de proteínas de fase aguda en bovinos con otras enfermedades que no sea claudicación

3.6. Valorización

Se consideraron todos los artículos científicos, revisiones bibliográficas y libros de igual manera

3.7. Análisis de datos

Se realizó un análisis cualitativo. Esta revisión bibliográfica tuvo como objetivos identificar cuantos artículos evaluaron el uso de proteínas de fase aguda en la cojera de bovinos, como estas proteínas se ven afectadas y en cuantos estudios se reportó una utilidad de su medición

Se extrajeron y trabajaron los siguientes datos para responder los objetivos específicos:

Causa de cojera	Objetivo específico 1
Cantidad de animales evaluados	Objetivos específicos 1 y 2
Medición de las proteínas de fase aguda: haptoglobina, proteína c reactiva, amiloide sérico, fibrinógeno	Objetivos específicos 1 y 2
Grado de claudicación según escala de locomoción de sprecher (Dogra et al., 2020).	Objetivo específico 2

Los datos fueron presentados en tablas construidas en el programa Excel.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis artículos encontrados y utilizados

El volumen de resultados fue variable entre plataformas y más aún según las distintas combinaciones entre palabras y buscadores booleanos. Las más relevantes y que arrojaron mayor cantidad de estudios fueron aquellas que involucraron los términos generales como “lameness”, “cattle”, “acute phase protein”, “haptoglobin” y combinaciones entre ellas como “lameness cattle”, “cattle acute phase protein”, “lameness and cattle or acute phase protein” pues “lameness cattle acute phase protein” sin buscadores booleanos entre medio arrojaron una cantidad de resultados significativamente menor.

De los 5 buscadores utilizados Web of Science y PubMed fueron de los que más resultados se obtuvieron con un estimado de 37.268 y 214.579 respectivamente. La cantidad de artículos obtenidos y filtrados según criterios de inclusión y exclusión para cada buscador dio un resultado de cuatro en Web of Science y cuatro para PubMed, en los cuales se encuentran investigaciones experimentales, estudios de casos-controles y revisiones sistemáticas.

No se menciona la cantidad de artículos obtenidos en las otras 3 fuentes de información, ya que al buscar se obtuvieron los mismos artículos que ya se habían seleccionado de Web of science y PubMed

La evidencia obtenida gracias a los artículos permite sustentar el análisis cualitativo de la relación entre la cojera en bovinos y la respuesta inflamatoria, desde el enfoque de las proteínas de fase aguda como posibles biomarcadores de diagnóstico y monitorización en bovinos con cojera.

Tabla 1: Información relevante de estudios publicados en bovinos que evaluaron proteínas de fase aguda y claudicación periodo 2010 – 2024.

Autor(es)	Cantidad de vacas	Causa de cojera	Proteínas medidas
(Dogra et al., 202)	44 en total, 34 cojas y 10 sanas	Línea blanca, hemorragia de suela, erosión de suela, sobrecrecimiento de la pezuña, úlcera solear, úlcera de la pinza y hemorragia de la pinza	Haptoglobina, fibrinógeno y proteína C reactiva
(Tóthová et al., 2011)	58 en total, 35 cojas y 23 sanas	No señalado por investigadores	Haptoglobina, fibrinógeno y amiloide sérico
(Smith et al., 2010)	70 en total, 60 cojas y 10 sanas	Pododermatitis séptica, necrobacilosis interdigital, dermatitis papilomatosa digital, pododermatitis circumscripta	Haptoglobina
(Nazifi et al., 2012)	25 en total, 15 cojas y 10 sanas	Dermatitis interdigital	Haptoglobina y amiloide sérico
(Bagga et al., 2016)	40 en total, 30 cojas y 10 sanas	Úlceras de la suela y fisuras de línea blanca	Haptoglobina, fibrinógeno, proteína C reactiva y amiloide sérico
(Marti et al., 2018)	1305 en total, 1207 cojas y 98 sanas	No señalado por investigadores	Haptoglobina
(Ilievska et al., 2019)	64 en total, 50 cojas y 14 sanas	Erosiones en el talón, laminitis aguda, úlcera de la suela, dermatitis digital y separación de la línea blanca	Haptoglobina y amiloide sérico
(Kontturi et al., 2020)	203 en total, 142 cojas y 61 sanas	Flemón interdigital	Haptoglobina y amiloide sérico

En los artículos anteriormente mencionados se utilizó la medición de distintas proteínas de fase aguda, en todos estos se pudo ver la medición de haptoglobina que fue la más

utilizada, en 5 se midió amiloide sérico, en 3 fibrinógeno y en 2 pudimos ver la medición de proteína C reactiva siendo la menos utilizada.

Tabla 2: Variación de concentraciones de proteínas de fase agua según escala de locomoción en estudios publicados en bovinos que evaluaron proteínas de fase aguda y claudicación periodo 2010 – 2024.

Grado de cojera	Haptoglobina	Proteína C reactiva	Fibrinógeno
0	0,607 g/L	0,0137 ± 0,0008 g/L	0,0278 ± 0,0017 g/L
1	0,615 g/L	0,060 ± 0,0030 g/L	0,0765 ± 0,0039 g/L
2	0,688 g/L	0,070 ± 0,0013 g/L	0,0879 ± 0,006 g/L
3	1,107 g/L	0,064 ± 0,0026 g/L	0,116 ± 0,0081 g/L
4	1,161 g/L	0,075 ± 0,0066 g/L	0,106 ± 0,0054 g/L

(Dogra et al., 2020)

Tabla 3: Rangos de concentraciones de proteínas de fase aguda en bovinos con claudicación en estudios publicados en periodo 2010 – 2024.

Proteína	Rango menor	Rango mayor
Haptoglobina	0,2171 g/L	2,85 g/L
Amiloide sérico	22,19 ug/ml	590,00 ug/ml
Fibrinógeno	0,0765 g/L	3,97 g/L
Proteína C reactiva	0,00441 g/L	0,0075 g/L

(Dogra et al., 2020), (Tóthová et al., 2011), (Smith et al., 2010), (Nazifi et al., 2012), (Bagga et al., 2016), (Marti et al., 2018), (Ilievska et al., 2019), (Kontturi et al., 2020).

4.2. Artículos en los cuales se encontró utilidad clínica de las proteínas de fase aguda respecto a su aumento en vacas con cojera.

En los artículos analizados, se demostró de manera consistente la utilidad clínica de las proteínas de fase aguda en bovinos con cojera, las cuales se presentan como biomarcadores sensibles, relevantes y altamente útiles, ya que permiten detectar procesos inflamatorios asociados a diversas etiologías de claudicación, observando un incremento en las concentraciones de estas proteínas como respuesta ante los eventos de estrés, dolor e inflamación que provoca la cojera.

Entre las etiologías de cojera descritas en los estudios se incluyen: úlceras de la suela, fisuras de línea blanca, dermatitis interdigital, pododermatitis séptica y necrobacilosis interdigital, entre otras afecciones del casco, las cuales provocan cuadros inflamatorios y por consecuencia un aumento significativo en la concentración de diversas proteínas de fase aguda, lo cual fue medido, evidenciado y registrado en todos los artículos.

De las proteínas de fase aguda evaluadas, la haptoglobina fue la más frecuentemente utilizada y estudiada, en todos los casos se observó un aumento marcado de sus niveles en animales con cojera, en comparación con animales sanos evaluados en los mismos estudios, lo que respalda su valor como indicador diagnóstico. Esta proteína fue destacada por su elevada sensibilidad ante los procesos inflamatorios, lo que la convierte en un indicador de valor significativo. Complementariamente, se analizaron también otras proteínas de fase aguda como amiloide sérico, proteína C reactiva y fibrinógeno. El amiloide sérico también mostró incrementos significativos en animales cojos, en cuanto al fibrinógeno, aunque fue medido con menor frecuencia, también reflejó aumentos en animales afectados, confirmando su eficacia y la proteína C reactiva fue reportada en dos artículos, con hallazgos positivos pero menos consistentes.

Los artículos utilizados refuerzan la idea de que las proteínas de fase aguda tienen un gran potencial como biomarcadores para ser utilizadas tanto como herramienta diagnóstica para la cojera en bovinos como también para ser utilizada en la monitorización, permitiendo evaluar el avance o resolución de los procesos inflamatorios, pues el hecho de que sus valores se vean directamente incrementados por el dolor, la inflamación y el estrés que provoca la cojera, confirma su valor e importancia como indicadores objetivos del estado de salud del animal.

5. DISCUSIÓN

En la presente revisión bibliográfica se propuso investigar sobre el posible potencial de las proteínas de fase aguda como biomarcadores en la monitorización de bovinos con cojera, lo que se ha podido comprobar a través de los estudios revisados, en los cuales se pudo ver una clara y consistente utilidad clínica de estas proteínas, las cuales acompañan a la identificación de procesos inflamatorios asociados a la claudicación.

En cuanto a las etiologías estudiadas, se incluyeron tanto causas sépticas, como la dermatitis digital y la flemon interdigital, como causas no sépticas, como la laminitis, enfermedad de la línea blanca y úlcera de suela. En estos cuadros, la respuesta inflamatoria fue evidente mediante el incremento de las proteínas de fase aguda, siendo la haptoglobina la proteína más estudiada y con mayor elevación, sin variar de manera significativa entre las distintas causas (Nazifi et al., 2012; Tóthová et al., 2011) lo que sugiere que su comportamiento se relaciona más con la presencia de inflamación que con la naturaleza específica de la lesión, lo que la hace un biomarcador fiable de procesos inflamatorios activos sin importar la causa, dejando en claro que la presencia de inflamación es quien impulsa el incremento, más que la lesión en específico (Tóthová et al., 2011).

Respecto a las etapas clínicas de la cojera, algunos estudios especificaron el análisis de vacas en fase aguda, como en el caso de Marti et al. (2018), donde se evaluaron animales identificados con cojera por primera vez, utilizando una escala de locomoción de 4 puntos. En otros estudios como en Tóthová et al. (2011), se evaluó una sola muestra por animal en el momento de signos clínicos evidentes, sin seguimiento que permitiera evidenciar fases agudas y crónicas. Aun así, la medición de proteínas de fase aguda ha demostrado ser una herramienta para detectar la presencia de inflamación sistémica en cualquier etapa de la cojera, aportando información clínica útil (Tóthová et al., 2011).

Sobre la vida media de las proteínas, solo algunos estudios hacen mención, pero de manera indirecta, en general, la vida media de la haptoglobina en bovinos se estima en alrededor de 2 a 4 días, mientras que la del SAA es más corta (24 a 48 horas) (Tóthová et al., 2011) No obstante, esta información no fue detalladamente discutida en los artículos revisados.

También se debe considerar la relación entre la severidad de la cojera y las concentraciones de las proteínas de fase aguda. El artículo de Dogra et al., (2020) utilizado sugirió una clara correlación, pues a medida que la cojera empeora y obtiene un mayor puntaje de claudicación según “Locomotion score”, se observa un mayor incremento en la concentración de estas proteínas, lo que lleva a pensar que no solo serían útiles para el diagnóstico de la presencia de cojeras y su inflamación, si no que también podría servir como una herramienta objetiva para evaluar la severidad de cuadros clínicos y ver como evoluciona la respuesta inflamatoria frente a distintos tipos de tratamientos. Cabe destacar que los otros estudios incluidos en esta revisión no aplicaron escalas de locomoción estandarizadas, por lo que no fue posible establecer comparaciones entre el grado de cojera y la magnitud de la respuesta inflamatoria entre este y los demás artículos.

En cuanto al rendimiento de las proteínas de fase aguda consideradas, se evidenció que todas las proteínas mostraron un incremento esperado y consistente con su función, cada una de ellas respondió de manera adecuada a lo esperado según los autores frente a estadios inflamatorios asociado a bovinos con cojera.

Dentro de las principales limitantes que se pudieron observar fueron que solo un estudio evaluó grado de claudicación. Además no todos los estudios especificaron el origen de la claudicación que afectaba a los bovinos y en la mayoría los casos, los estudios evaluaban poca cantidad de animales, existiendo un estudio que trabajó solo con veinticinco vacas y solo un estudio evaluó sobre los mil animales.

6. CONCLUSIÓN

Las proteínas de fase aguda, haptoglobina, el amiloide sérico, proteína C reactiva y fibrinógeno, se elevan de manera consistente en bovinos que presentan cuadros de cojera, independientemente de la etiología que los origine. Esta respuesta refleja la activación del sistema inflamatorio, lo que refuerza el valor de estas proteínas como biomarcadores sensibles ante procesos inflamatorios asociados a patologías podales.

Respecto a las distintas causas evaluadas, no se observaron variaciones marcadas en la magnitud del incremento de estas proteínas entre etiología infecciosas y no infecciosas, lo que sugiere que la presencia de inflamación, más que el origen específico de la lesión, es el principal factor que determina su elevación.

La severidad clínica de la cojera, al ser evaluada mediante escalas de locomoción, mostró relación con niveles más elevados de proteínas de fase aguda, lo que abre la posibilidad de utilizar estas proteínas no solo para la identificación de animales afectados, sino que también para la evaluación objetiva de la evolución clínica y la respuesta a tratamientos.

Por lo tanto, se puede afirmar que las proteínas de fase aguda son una herramienta complementaria al examen clínico tradicional, tanto para el diagnóstico como para el monitoreo de cuadros de claudicación en bovinos.

7. REFERENCIAS

- Bargai, U., Shamir, I., Lublin, A. & Bogin, E. (1992). Winter outbreaks of laminitis in dairy calves: aetiology and laboratory, radiological and pathological findings. *The Veterinary record*, 31;131(18), DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.131.18.411>
- Bagga, A., Randhawa, S. S., Sharma, S., & Bansal, B. K. (2016). Acute phase response in lame crossbred dairy cattle. *Veterinary World*, 9(11), 1204–1208. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1204-1208>
- Cheville, N. (1994) Introduction to Veterinary Pathology (1a ed). Iowa State University Press.
- Dogra, S., Singh, R., Ravinder, S., & Tikoo, A. (2020). Effect of claw disorders on haemato-biochemical parameters and acute phase protein levels in crossbred cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 54(2), 173–176. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-3750>
- Dutton-Regestar, K., Barnes, T., Wright, J. & Rabiee, A. (2020). Lameness in dairy cows: farmer perceptions and automated detection technology. *The journal of dairy research*, 87(S1), 67-71. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022029920000497>
- Flor, E. & Tadich, N. (2008). Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros grandes y pequeños del sur de Chile. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(2), DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000200003>
- Hettich, E., Hinostroza, MF., van Schaik. & Tadich, N. (2007). Factores asociados a la presentación de cojeras en 50 rebaños lecheros de la X región, Chile. *Archivos de medicina veterinaria*, 39(3). 247-253. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2007000300008>
- Ilievska, K., Atanasov, B., Dovenski, T., Smolac, O., Stojanov, B., & Trojchanec, P. (2019). Acute phase proteins – as indicators of claw diseases in dairy cattle. *Macedonian Veterinary Review*, 42(1), 95–100. <https://doi.org/10.2478/macvetrev-2019-0011>
- Kontturi, M., Junni, R., Kujala-Wirth, M., Malinen, E., Seuna, E., Pelkonen, S., Soveri, T., & Simojoki, H. (2020). Acute phase response and clinical manifestation in

- outbreaks of interdigital phlegmon in dairy herds. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101375>
- Kujala, M., Soveri, T. & Orro, T. (2010) Serum acute phase proteins as a marker of inflammation in dairy cattle with hoof diseases. *Short Communications*. 166, 240-241. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.b4770>
- Luyendyk, J. P., Schoenecker, J. G., & Flick, M. J. (2018). The multifaceted role of fibrinogen in tissue injury and inflammation. *Blood*, 133(6), 511-520. DOI: <https://doi.org/10.1182/blood-2018-07-818211>
- Marti, S., Janzen, E., Pajor, E., Orsel, K., Jelinski, M., Dorin, C., Thomson, D., Coetzee, J., Shearer, J., Millman, S., & Schwartzkopf-Genswein, K. (2018). Relationship between biomarkers of stress, inflammation and pain, and lameness in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 96(9). <https://doi.org/10.1093/jas/sky404.020>
- Martínez, S., Tecles, F., Parra, D. & Cerón, J. (2001) Proteínas de fase aguda: conceptos básicos y principales aplicaciones clínicas en medicina veterinaria. *Revistas científicas de la Universidad de Murcia*, 17, 97-114.
- Nazifi, S., Esmailnezhad, Z., Haghighi, M., Ghadirian, S., & Mirzaei, A. (2012). Acute phase response in lame cattle with interdigital dermatitis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1791–1796. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0995-9>
- Pathak, A., & Agrawal, A. (2019). Evolution of C-Reactive Protein. *Frontiers In Immunology*, 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00943>
- Plummer, P. & Krull, A. (2017). Clinical Perspectives of Digital Dermatitis in Dairy and Beef Cattle. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 33(2), 165-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.002>
- Sack, G. H. (2020). Serum amyloid A (SAA) proteins. *Sub-cellular Biochemistry/Subcellular Biochemistry*, 421-436. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-41769-7_17
- Shearer, J., Stock, M., Amstel, S. & Coetzee, J. (2013) Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle. *Veterinary Clinics of North America*:

Food Animal Practice, 29(1), 135-156. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012>

Shih, A. W., McFarlane, A., & Verhovsek, M. (2014). Haptoglobin testing in hemolysis: Measurement and interpretation. *American Journal Of Hematology*, 89(4), 443-447. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajh.23623>

Smith, B. I., Kauffold, J., & Sherman, L. (2010). Serum haptoglobin concentrations in dairy cattle with lameness due to claw disorders. *Veterinary Journal*, 186(2), 162–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.08.012>

Tadich, N. (2008) Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar animal. *Revista Electrónica de Veterinaria*, IX, N°10B, 4.

Tóthová, C., Nagy, O., Seidel, H., Iveta, P., & Kováč, G. (2011). The influence of hoof diseases on the concentrations of some acute phase proteins and other variables of the protein profile in heifers. *Acta Veterinaria*, 61(2–3), 141–150. <https://doi.org/10.2298/AVB1103141T>

Wassell, J. (2010). Haptoglobin: function and polymorphism. *Clinical laboratory 2000*, 46 (11-12), pp. 547-552)

Wilson-Welder, J., Alt, D., Nally, J. (2015). Digital Dermatitis in Cattle: Current Bacterial and Immunological Findings. *Animals* 11;5(4), 1114-35. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani5040400>

Zhou, H., Tang, Y., Xu, T., & Cheng, B. (2024). C-reactive protein: structure, function, regulation, and role in clinical diseases. *Frontiers In Immunology*, 15. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1425168>

8. ANEXOS

7.1. Combinación de palabras y sus resultados según páginas de búsqueda

Web of Science

1. Lameness + cattle = 2.204 documentos
2. Lameness + cattle + acute phase protein = 45 documentos
3. Lameness and cattle or acute phase protein = 24.167 documentos
4. Lameness + laminitis + cattle = 117 documentos
5. Lameness + haptoglobin + cattle = 30 documentos
6. Lameness + serum amyloid + cattle = 14 documentos
7. Lameness + c-reactive protein + cattle = 2 documentos
8. Lameness + fibrinogen + cattle = 4 documentos
9. Cattle + acute phase protein = 653 documentos
10. Cattle + acute phase protein + laminitis = 3 documentos
11. Cattle + haptoglobin = 698 documentos
12. Cattle + serum amyloid = 339 documentos
13. Cattle + fibrinogen = 173 documentos
14. Cattle + c-reactive protein = 85 documentos
15. Cattle + claudication = 16 documentos
16. Cattle and haptoglobin or claudication = 8718 documentos

Pubmed

1. Lameness + cattle = 1.888 documentos
2. Lameness + cattle + acute phase protein = 21 documentos
3. Lameness and cattle or acute phase protein = 186.742 documentos
4. Lameness + laminitis + cattle = 79 documentos
5. Lameness + haptoglobin + cattle = 30 documentos
6. Lameness + serum amyloid + cattle = 8 documentos
7. Lameness + c-reactive protein + cattle = 2 documentos
8. Lameness + fibrinogen + cattle = 6 documentos
9. Cattle + acute phase protein = 4.245 documentos

10. Cattle + acute phase protein + laminitis = 3 documentos
11. Cattle + haptoglobin = 1.103 documentos
12. Cattle + serum amyloid = 705 documentos
13. Cattle + fibrinogen = 2.200 documentos
14. Cattle + c-reactive protein = 220 documentos
15. Cattle + claudication = 25 documentos
16. Cattle and haptoglobin or claudication = 17.302 documentos

Ebscohost

1. Lameness + cattle = 114 documentos
2. Lameness + cattle + acute phase protein = 0 documentos
3. Lameness and cattle or acute phase protein = 0 documentos
4. Lameness + laminitis + cattle = 0 documentos
5. Lameness + haptoglobin + cattle = 0 documentos
6. Lameness + serum amyloid + cattle = 0 documentos
7. Lameness + c-reactive protein + cattle = 0 documentos
8. Lameness + fibrinogen + cattle = 0 documentos
9. Cattle + acute phase protein = 3 documentos
10. Cattle + acute phase protein + laminitis = 0 documentos
11. Cattle + haptoglobin = 6 documentos
12. Cattle + serum amyloid = 2 documentos
13. Cattle + fibrinogen = 0 documentos
14. Cattle + c-reactive protein = 0 documentos
15. Cattle + claudication = 0 documentos
16. Cattle and haptoglobin or claudication = 0 documentos

Google académico

1. Lameness + cattle = 64.100 documentos
2. Lameness + cattle + acute phase protein = 18.000 documentos
3. Lameness and cattle or acute phase protein = 19.800 documentos
4. Lameness + laminitis + cattle = 8280 documentos
5. Lameness + haptoglobin + cattle = 1850 documentos
6. Lameness + serum amyloid + cattle = 2120 documentos

7. Lameness + c-reactive protein + cattle = 877 documentos
8. Lameness + fibrinogen + cattle = 1350 documentos
9. Cattle + acute phase protein = 137.000 documentos
10. Cattle + acute phase protein + laminitis = 7480 documentos
11. Cattle + haptoglobin = 15.400 documentos
12. Cattle + serum amyloid = 22.300 documentos
13. Cattle + fibrinogen = 25.300 documentos
14. Cattle + c-reactive protein = 20.200 documentos
15. Cattle + claudication = 2100 documentos
16. Cattle and haptoglobin or claudication = 130 documentos

Scielo

1. Lameness + cattle = 64.100 documentos
2. Lameness + cattle + acute phase protein = 1 documento
3. Lameness and cattle or acute phase protein = 1 documento
4. Lameness + laminitis + cattle = 7 documentos
5. Lameness + haptoglobin + cattle = 1 documento
6. Lameness + serum amyloid + cattle = 0 documentos
7. Lameness + c-reactive protein + cattle = 0 documentos
8. Lameness + fibrinogen + cattle = 0 documentos
9. Cattle + acute phase protein = 5 documentos
10. Cattle + acute phase protein + laminitis = 0 documentos
11. Cattle + haptoglobin = 10 documentos
12. Cattle + serum amyloid = 0 documentos
13. Cattle + fibrinogen = 8 documentos
14. Cattle + c-reactive protein = 0 documentos
15. Cattle + claudication = 4 documentos
16. Cattle and haptoglobin or claudication = 8484 documentos