

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA C REACTIVA (PCR) CUANTITATIVA
MEDIANTE TURBIDIMETRIA EN EQUINOS DE SALTO ANTES Y DESPUÉS DEL
PERIODO DE TRABAJO RUTINARIO - AREQUIPA 2022**

**DETERMINATION OF QUANTITATIVE C REACTIVE PROTEIN (PCR) BY
TURBIDIMETRY IN JUMPING HORSES BEFORE AND AFTER THE ROUTINE
WORK PERIOD - AREQUIPA 2022**

Tesis presentada por el Bachiller:

Carbajal Montoya, Álvaro Yoel

Para optar el Título Profesional de:

Médico Veterinario y Zootecnista

Asesor:

Mg. Villanueva Gandarillas Gary Rolando

Arequipa – Perú

2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 12 de Julio del 2023

Dictamen: 007641-C-EPMVZ-2023

Visto el borrador del expediente 007641, presentado por:

2010801411 - CARBAJAL MONTOYA ALVARO YOEL

Titulado:

**DETERMINACION DE LA PROTEINA C REACTIVA (PCR) CUANTITATIVA MEDIANTE
TURBIDIMETRIA EN EQUINOS DE SALTO ANTES Y DESPUES DEL PERIODO DE TRABAJO
RUTINARIO - AREQUIPA 2022**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29327492 - VALDEZ NUÑEZ VERONICA ROCIO
DICTAMINADOR**



**40688434 - AGUILAR BRAVO HERBERT MISHAELEF
DICTAMINADOR**



**29624016 - ROMAN COYLA VERONICA MARIANELLA
DICTAMINADOR**



DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA C REACTIVA (PCR) CUANTITATIVA MEDIANTE TURBIDIMETRIA EN EQUINOS DE SALTO ANTES Y DESPUÉS DEL PERIODO DE TRABAJO RUTINARIO - AREQUIPA 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

20%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr Fuente de Internet	5%
2	José Antonio Gómez Gerique. "La proteína C reactiva como marcador de cualquier tipo de inflamación", Clínica e Investigación en Arteriosclerosis, 2006 Publicación	5%
3	repositorio.uisek.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	"Equine Clinical Pathology", Wiley, 2013 Publicación	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	1%

-
- 7 "Clinical Significance of C-reactive Protein", Springer Science and Business Media LLC, 2020
Publicación 1 %
-
- 8 "Equine Hematology, Cytology, and Clinical Chemistry", Wiley, 2021
Publicación 1 %
-
- 9 Gmelin, Katrin. "Modulation inflammatorischer Atherosklerosemarker durch Peroxisome proliferator-activated receptor-alpha (PPARalpha)-aktivierendes Fenofibrat", Universität Ulm. Medizinische Fakultät, 2006.
Publicación <1 %
-
- 10 S. Jacobsen. "The acute phase protein serum amyloid A (SAA) as a marker of inflammation in horses", Equine Veterinary Education, 01/05/2010
Publicación <1 %
-
- 11 Pablo Andrés Motta-Delgado, Ricardo Alberto Martínez-Tovar, Marliyanini Londoño-Giraldo, Erika Paola Rojas-Vargas et al. "Sero-prevalence of brucellosis (Brucella abortus) in bovines from Caquetá state, Colombia", Ciencia y Agricultura, 2020
Publicación <1 %
-

12

Schneyer, Nadja (Universität Leipzig,
Veterinärmedizinische Fakultät).

"Untersuchungen zum C-reaktiven Protein bei
Zootieren - unter besonderer
Berücksichtigung von Vertretern der Primaten
und Feliden", Universitätsbibliothek Leipzig,
2007.

Publicación

<1 %

13

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a
Distancia

Trabajo del estudiante

<1 %

14

Frink, Tobias (Universität Leipzig,
Veterinärmedizinische Fakultät).

"Untersuchungen zur Bedeutung von
Haptoglobin bei Zootieren unter besonderer
Berücksichtigung von Wiederkäuern",
Universitätsbibliothek Leipzig, 2009.

Publicación

<1 %

15

Gustavo Larios, Matheus Ribeiro, Carla
Arruda, Samuel L. Oliveira et al. "A New
Strategy for Canine Visceral Leishmaniasis
Diagnosis Based on Molecular Spectroscopy
and Machine Learning", Research Square
Platform LLC, 2021

Publicación

<1 %

16

repositorio.espam.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

17

Pilat, Christian(Institut für Sportwissenschaft, Abteilung für Sportmedizin). "Effekte eines homöopathischen Komplexpräparates auf die belastungsinduzierte Immunantwort : klinische und methodische Aspekte", Justus-Liebig-Universität Gießen, 2013.

Publicación

<1 %

18

Arfon G Powell, Alexandra Harriet Coxon, David Robinson, Osian James, Adam Christian, Stuart Ashley Roberts, Wyn G Lewis. "Prognostic significance of compound combined peri-operative biomarkers in gastric cancer", Cold Spring Harbor Laboratory, 2020

Publicación

<1 %

19

Raphaella Arantes Pereira. ">b/b<", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2022

Publicación

<1 %

20

Kim Fegraeus, Maria K Rosengren, Rakan Naboulsi, Ludovic Orlando et al. "An equine Endothelin 3 cis-regulatory variant links blood pressure modulation to elite racing performance", Cold Spring Harbor Laboratory, 2022

Publicación

<1 %

21

Maria Teresa de Mello Rêgo Souto. "Técnica de bloqueios contínuos guiados por

<1 %

ultrassonografia para membros torácicos de equinos: nervos mediano e ulnar",
Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA),
2018

Publicación

22

yidan gao, ke zhao, jing liu, xiangbo zhang,
ling gong, xiang zhou, gongying chen.

"Predictive value of heparin-binding protein,
interleukin-6, and C-reactive protein in severe
COVID-19, organ failure, and prognosis: a
retrospective study", Research Square
Platform LLC, 2023

Publicación

23

Talita Morais Fernandes. "Polimorfismo e
níveis solúveis de HLA-G em fisiculturistas",
Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de
Gestao da Informacao Academica (AGUIA),
2020

Publicación

24

Camilla Astley Amaral Pedroso. "Efeitos do
treinamento físico na inflamação sistêmica e
da parede arterial na arterite de Takayasu
juvenil: estudo controlado e randomizado",
Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de
Gestao da Informacao Academica (AGUIA),
2020

Publicación

<1 %

<1 %

<1 %

25

YOLANDA ARLETTE SANTACRUZ LOPEZ.
"Influencia de la microbiota intestinal en la
obesidad", Universitat Politecnica de Valencia,
2012

Publicación

<1 %

26

Reichert, Matthias Christian. "Monomeres C-
reaktives Protein erniedrigt die Aufnahme von
acetyliertem LDL in humane Endothelzellen",
Universität Würzburg, 2010.

Publicación

<1 %

27

"Contribution of Fc gamma receptors to the
pathology induced by human
metapneumovirus in a murine model",
Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2021

Publicación

<1 %

28

Ardiles Vitor dos Santos. "Atividade física
como componente do cuidado integral de
pessoas vivendo com HIV: perspectivas e
desafios em serviço universitário
especializado na cidade de São Paulo",
Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de
Gestao da Informacao Academica (AGUIA),
2021

Publicación

<1 %

29

María Sapiña Escrivá. "Degradación
fotocatalítica del polen y sus alérgenos en
materiales de construcción", Universitat
Politecnica de Valencia, 2022

<1 %

30

Sala Gutierrez, Eva <1978>(Giunti, Massimo). "Valutazione prognostica di indicatori clinici e marker di flogosi in corso di parvoviroosi canina", Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, 2010.

Publicación

<1 %

31

Thiago Jhonatha Fernandes Silva. "Avaliação da eficácia de diferentes protocolos de lavagem peritoneal em cobaias (>i/i<) com peritonite séptica induzida", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2019

Publicación

<1 %

32

ri.agro.uba.ar

Fuente de Internet

<1 %

33

secyt.unf.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

34

Tiego Aparecido Diniz. "Avaliação dos efeitos agudos e crônicos do exercício físico no músculo esquelético e fígado em camundongos submetidos à dieta padrão e hiperlipídica: participação da AMPK.", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2021

Publicación

<1 %

35

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

www.iiap.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

Mercuriali, Edy <1982>(Gandini, Gualtiero).
"Influenza dei corticosteroidi endogeni ed
esogeni sulle proteine di fase acuta nel cane",
Alma Mater Studiorum - Università di
Bologna, 2011.

Publicación

<1 %

38

Leão, Carla Maria Pinheiro Costa.
"Emergência e cuidados intensivos em
poldros recém-nascidos", Repositório Aberto
da Universidade do Porto, 2013.

Publicación

<1 %

39

Miller, Miriam Susanne(Klinik für Pferde, -
Chirurgie- mit Lehrschmiede und Klinik für
Kleintiere, Innere Medizin, klinische
Pathophysiologie und klinische
Laboratoriumsdiagnostik). "Akute Phase
Proteine als diagnostische Parameter der
perioperativen Phase beim Pferd", Justus-
Liebig-Universität Gießen, 2006.

Publicación

<1 %

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada a Dios,

A mi padre

A mi madre

A mi familia

A mis amigos



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Santa María, Vicerrectorado de Investigación, Laboratorio de Biotecnología Animal.

A la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

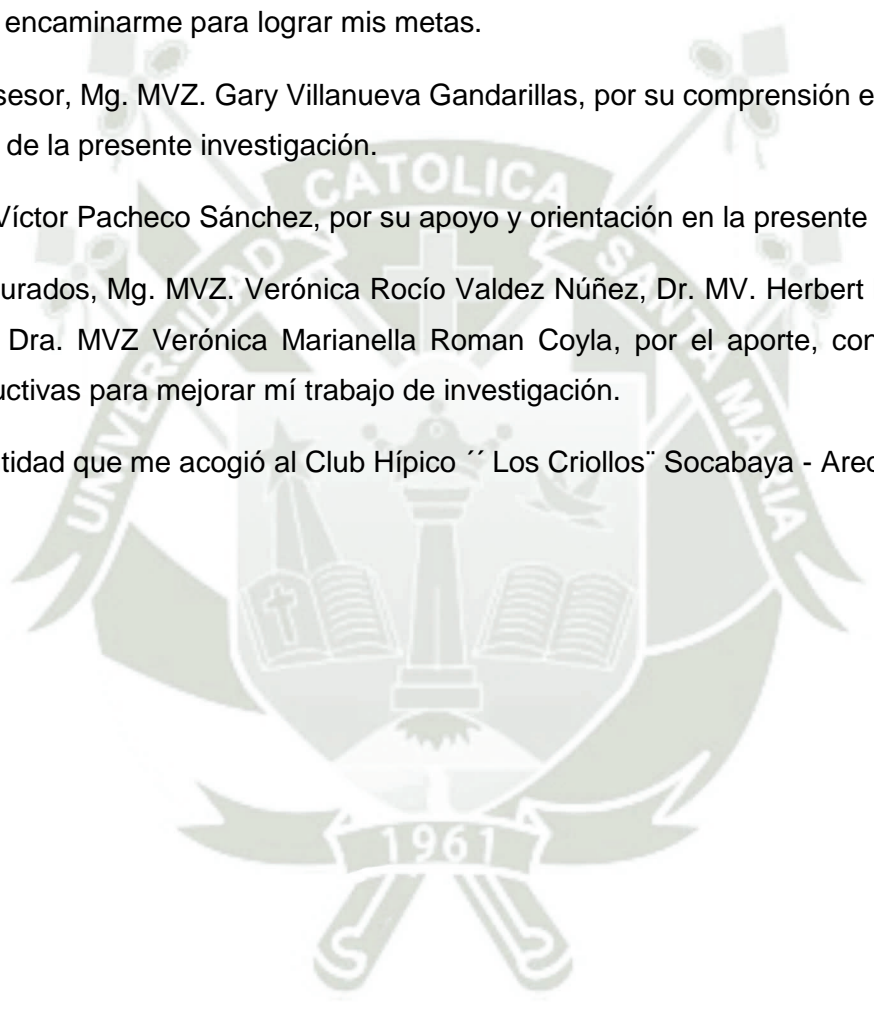
A mis maestros, que con sus enseñanzas de temas que corresponden a mi profesión han sabido encaminarme para lograr mis metas.

A mi asesor, Mg. MVZ. Gary Villanueva Gandarillas, por su comprensión en su labor como asesor de la presente investigación.

Al Dr. Víctor Pacheco Sánchez, por su apoyo y orientación en la presente investigación.

A mis jurados, Mg. MVZ. Verónica Rocío Valdez Núñez, Dr. MV. Herbert Mishaelf Aguilar Bravo, Dra. MVZ Verónica Marianella Roman Coyla, por el aporte, consejos y críticas constructivas para mejorar mí trabajo de investigación.

A la entidad que me acogió al Club Hípico " Los Criollos" Socabaya - Arequipa.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar los valores de PCR cuantitativa mediante turbidimetría en suero sanguíneo de caballos de salto antes y después del periodo de trabajo rutinario en el Club Hípico “Los Criollos”. La toma de muestras en campo se realizó en el Club Hípico Los Criollos, distrito de Socabaya, región de Arequipa, el trabajo de gabinete se realizó en el laboratorio Diagnovet Sac, se llevó a cabo la investigación durante los meses de noviembre del 2022 a marzo del 2023. Se evaluó la Proteína C reactiva antes del entrenamiento y Proteína C reactiva después del entrenamiento, mediante un ensayo turbidimétrico para la cuantificación de proteína C-Reactiva en suero, donde las partículas de látex recubiertas con los anticuerpos anti PCR, son aglutinadas por PCR presentes en la muestra de sangre del paciente. El proceso de aglutinación provoca cambio de la absorbancia proporcional a la concentración de PCR en la muestra y por comparación con el calibrador de PCR de concentración conocida puede determinarse el contenido. Vimos que el promedio de PCR antes del ejercicio rutinario fue de 3.20 mg/dL, al realizar una inferencia estadística para una variable, y al aplicar la Prueba de T para una media, y un contraste unilateral derecho, el p valor de 0,9999 por lo que aceptamos que los valores de Proteína C Reactiva de las muestras no son diferentes valores normales de menos de 10 mg/dL. Por otra parte, vimos que el promedio de PCR después del ejercicio rutinario fue de 3.16 mg/dL, al aplicar la Prueba de T para una media, y un contraste unilateral derecho, el p valor de 0,9999, es decir los valores de Proteína C Reactiva de las muestras no son diferentes a los valores normales de menos de 10 mg/dL. Las medianas de los valores antes y después del periodo de ejercicio rutinario son iguales (3,20 mg/dL), la media ligeramente mayor (3.20 mg/dL) en la etapa previa que en la posterior (3.18 mg/dL), el CV fue de 2.46 %, menor en los valores posteriores haciendo sus datos aún más homogéneos así como su DE menor 0.08, lo que indica que la curva es más alta y estrecha y la dispersión de la variable es menor en cuanto a su media, no existiendo diferencia significativa entre los valores antes y después del periodo de trabajo rutinario, y sin superar el límite de valores normales de 10 mg/dL.

Palabras clave: Proteína C Reactiva, inflamación, ejercicio rutinario, equino

ABSTRACT

The objective of this research work is to determine the quantitative PCR values by means of turbidimetry in the blood serum of jumping horses before and after the period of routine work at the "Los Criollos" Equestrian Club. Sampling in the field was carried out at Club Hípico Los Criollos, Socabaya district, Arequipa region, the cabinet work was carried out in the Diagnovet Sac laboratory, the investigation was carried out during the months of November 2022 to March 2023. C-reactive protein was evaluated before training and C-reactive protein after training, using a turbidimetric assay for the quantification of C-Reactive protein in serum, where latex particles coated with anti-CRP antibodies are agglutinated by PCR present in the patient's blood sample. The agglutination process causes a change in absorbance proportional to the concentration of PCR in the sample and by comparison with the PCR calibrator of known concentration the content can be determined. we saw that the average CRP before routine exercise was 3.20 mg/dL, when making a statistical inference for a variable, and when applying the T test for a mean, and a right unilateral contrast, the p value of 0.9999 Therefore, we accept that the C-Reactive Protein values of the samples are not different from normal values of less than 10 mg/dL. On the other hand, we saw that the CRP average after routine exercise was 3.16 mg/dL, when applying the T Test for a mean, and a right unilateral contrast, the p value of 0.9999, that is, the Protein values C Reactive samples are not different from normal values of less than 10 mg/dL. The medians of the values before and after the period of routine exercise are the same (3.20 mg/dL), the average slightly higher (3.20 mg/dL) in the previous stage than in the later (3.18 mg/dL), the CV was 2.46%, lower in the subsequent values, making its data even more homogeneous as well as its SD lower than 0.08, which indicates that the curve is higher and narrower and the dispersion of the variable is lower in terms of its mean. there being no significant difference between the values before and after the routine work period, and without exceeding the limit of normal values of 10 mg/dL.

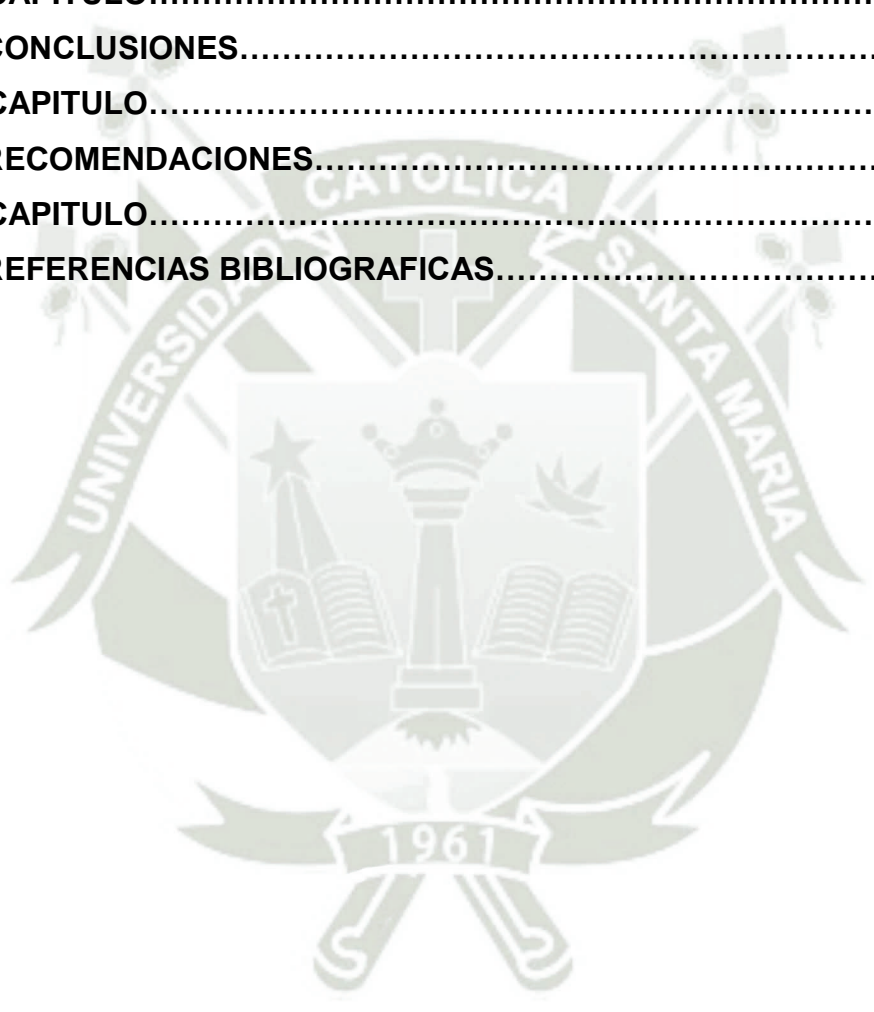
Keywords: C-Reactive Protein, inflammation, routine exercise, equine

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. CAPÍTULO.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Tipo de Investigación.....	12
1.2. Enunciado del problema.....	12
1.3. Descripción del Problema.....	13
1.4. Efecto en el Desarrollo Local y Regional.....	14
1.5 Justificación del Problema:.....	14
1.5.1 Aspecto General.....	14
1.5.2. Aspecto Tecnológico.....	15
1.5.3. Aspecto Social.....	15
1.5.4. Aspecto Económico.....	16
1.5.5. Importancia del Trabajo.....	16
1.6. Objetivos.....	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos.....	17
1.7. Planteamiento de la Hipótesis.....	17
II. CAPÍTULO.....	18
2. MARCO TEORICO O CONCEPTUAL.....	18
2.1. Analisis bibliografico.....	18
2.1.1. Proteína C reactiva.....	18
2.1.2. Proteína C reactiva en medicina Veterinaria.....	20
2.1.3. Funciones Biológicas de la Proteína C reactiva.....	21
2.1.4. Proteína C reactiva en equinos.....	22
2.1.5. Métodos para Medir PCR en equinos.....	23
2.1.6. Turbidimetría para la determinación Proteína C Reactiva.....	25

2.1.7. Cambios en las Proteínas antes y después del ejercicio en equinos.....	26
2.1.8. Proteína C reactiva e Inflamación.....	27
2.2. Antecedentes de investigación.....	29
2.2.1. Proteína C reactiva sérica (PCR) en caballos: el efecto del envejecimiento, el sexo, el parto y las inflamaciones en su concentración.....	29
2.2.2. Un método turbidimétrico funcional para determinar la Proteína C reactiva en caballos.....	30
2.2.3. Proteínas de fase aguda en caballos de carreras con enfermedad inflamatoria de las vías respiratorias.....	31
2.2.4. Papel de la Proteína C reactiva en los sitios de inflamación e infección.....	31
2.2.5. Proteína C reactiva en la práctica veterinaria.....	33
III. CAPITULO.....	34
3. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1 Materiales.....	34
3.1.1. Localización del trabajo.....	34
3.1.2. Materiales biológicos.....	34
3.1.3. Materiales de laboratorio descartables.....	34
3.1.4. Materiales de campo.....	35
3.1.5. Equipos y maquinaria no de laboratorio.....	35
3.1.6. Material de escritorio y redacción.....	35
3.1.7. Otros materiales.....	36
3.2. Métodos:.....	36
3.2.1. Métodos de evaluación.....	36
3.2.2. Recopilación de Información.....	38
3.2.3. Variables de respuesta.....	38
IV. CAPÍTULO.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1. Cuadros de resultados.....	40
4.1.1. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva en suero sanguíneo de caballos, antes del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.....	40

4.1.2. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva en suero sanguíneo de caballos, después del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.....	45
4.1.3. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva cuantitativa, medidos en suero de caballos de salto, antes y después del periodo de trabajo rutinario en el Club Hípico “Los Criollos”.....	49
V. CAPITULO.....	54
5. CONCLUSIONES.....	54
VI. CAPITULO.....	55
6. RECOMENDACIONES.....	55
VII. CAPITULO.....	56
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes del entrenamiento.....	41
Cuadro N° 2: Valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento.....	46
Cuadro N° 3. Comparación de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes y después del entrenamiento.....	50

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfico N° 1: Blox Plop de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico Los Criollos antes del entrenamiento.....	43
Gráfico N° 2: Función de densidad de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico Los Criollos antes del entrenamiento.....	45
Gráfico N° 3: Blox Plop de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento....	47
Grafico No. 4. Función de densidad de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento.....	48

Gráfico N° 5: Blox Plop de comparación de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes y después del entrenamiento..... **51**

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo No. 1: Prospecto del kit de PCR.....	63
Anexo No. 2: Secuencia Fotográfica.....	64
Anexo No. 3: Cálculos Estadísticos.....	81
Anexo No. 4: Cuadro de Características.....	82

I. CAPÍTULO

1. INTRODUCCIÓN

Desde la domesticación, los equinos han sido cada vez más utilizados en diversos tipos de trabajos y actividades atléticas. En la actualidad, proporcionan cerca del 80% de la energía utilizada para tracción en países en vías de desarrollo, siendo esta energía de menor impacto sobre el medio ambiente en comparación con la tracción motorizada **(1)**.

En muchos países, los équidos de trabajo son considerados como una importante fuente de ingresos y oportunidad laboral **(1)**. De esta manera, la salud del caballo está directamente relacionada con la subsistencia de su propietario, sabiendo que la necesidad de reposo de estos animales por enfermedad representa un rendimiento laboral inferior a su potencial o a la necesidad de ingresos familiares **(2)**.

En muchas ciudades se utilizan los equinos de tracción para la recolección y transporte de basuras, escombros, cargas y con fines turísticos. Considerando el amplio ámbito de acciones, el animal de tiro surge como una herramienta de trabajo, cuya salud y longevidad deben ser resguardadas **(3)**.

Por ello cualquier proceso patológico que lo afecte pudiera iniciarse con un proceso inflamatorio, el cual podría perjudicar su salud y rendimiento de acuerdo a la función zootécnica a la cual este sometido dicho caballo, que para el caso de la presente investigación es la función de salto en el deporte de la equitación.

Por ello la determinación de los valores de PCR, podrían ayudarnos en el desarrollo de la medicina preventiva.

1.1. Tipo de investigación

La investigación será de nivel descriptivo, cuantitativa.

1.2. Enunciado del Problema

“Se podrá determinar la Proteína C Reactiva cuantitativa mediante turbidimetría en equinos de salto antes y después del periodo de trabajo rutinario - Arequipa 2022”

1.3. Descripción del Problema

El Sistema nervioso y músculo esquelético conforman un conjunto entre cuyas partes se establece una rica interacción trófica, de manera tal que las propiedades estructurales, bioquímicas y funcionales de uno y otro son dependientes entre sí para desarrollar y mantener en el tiempo las características de cada uno. Cuando uno de los dos experimenta una modificación el otro también se ve afectado. El entrenamiento físico y sus efectos sobre el músculo esquelético son también un buen ejemplo de la interacción entre ambos tipos de tejido. Es sabido que el entrenamiento físico aeróbico modifica de tal manera las propiedades de las células musculares esqueléticas que finalmente los músculos implicados se tornan más delgados. Por el contrario, el entrenamiento físico anaeróbico, especialmente el de potencia muscular, desarrolla músculos de mayor volumen, es decir, ocurre una hipertrofia. Desde el punto de vista de las neuronas motoras que inervan a las células musculares esqueléticas, la información que existe sobre sus modificaciones ante cualquier tipo de entrenamiento físico es más bien escasa; pero, un razonamiento a priori indica que, si las células musculares experimentan cambios, por qué no podrían experimentarlo también las neuronas motoras, de cuyo funcionamiento depende la actividad contráctil del músculo **(2)**.

Las inflamaciones son la respuesta natural de los tejidos frente a una injuria, herida o irritación.

Se trata de un incremento del riego sanguíneo con el fin de aportar materiales para la reparación de las células dañadas.

La inflamación articular ocurre en todas las disciplinas de rendimiento equino. Las actividades diarias de los caballos en entrenamiento pueden conducir al desgaste diario de la articulación, lo que resulta en la membrana sinovial y la inflamación de la cápsula articular (sinovitis y capsulitis). En la mayoría de los casos de OA (osteoartrosis equina) equina, es este estrés en la articulación lo que inicia el proceso.

Cuando el cuerpo del caballo se lesiona, la inflamación es parte de la respuesta inmune, el mecanismo de curación del cuerpo, que indica a los glóbulos blancos que ataquen el área lesionada para evitar daños mayores. El problema comienza cuando la inflamación aguda, del tipo temporal, se vuelve crónica **(2)**.

Por ello, los equinos destinados a la disciplina de la equitación, están predispuestos a procesos inflamatorios de diverso índole por ello, basados en la medicina

preventiva, podríamos establecer una analítica medico preventiva, cuantitativa y turbidimetrica, con la medición de PCR en equinos para prevenir procesos inflamatorios y alargar la vida deportiva del caballo de salto, así como brindar a los propietarios y jinetes un binomio caballo jinete más duradero con la consiguiente satisfacción emocional.

1.4. Efecto en el desarrollo local y regional

La equitación, se practica en algunos lugares del país, en Arequipa se encuentra el club Hípico “Los Criollos” el cual cuenta con equinos de salto en constante entrenamiento y que concursan periódicamente, sin descuidar el entrenamiento diario. Por ello el poder brindar una analítica medico preventiva por medio de la determinación periódica de PCR, ayudaría a mantener una vigilancia y seguimiento de los procesos inflamatorios.

1.5. Justificación del problema:

1.5.1. Aspecto General

Una gran variedad de mediadores químicos endógenos se ha asociado con la inflamación y el dolor en las diferentes especies animales e incluido el ser humano; en equinos más aun en aquellos dedicados a fines zootécnicos como la equitación, si logramos medir periódicamente los niveles de PCR, podremos monitorear los diversos procesos inflamatorios y solucionar rápidamente los problemas con el ahorro económico que conlleva el evitar procesos crónicos.

El ejercicio reduce el grado de inflamación crónica, pero el papel que juega la intensidad no se conoce bien. Recientemente se han publicado los resultados de un metaanálisis cuyo objetivo fue determinar el efecto del alta frente a la baja intensidad de ejercicio aeróbico y de fuerza sobre el grado de inflamación crónica en humanos, observándose un efecto diferente entre alta y baja intensidad en los valores de PCR. En equino no hay estudios en referencia a este tema, por lo que la presente investigación contribuirá a un mayor entendimiento del proceso inflamatorio.

Monitorear la respuesta inflamatoria puede ser un desafío clínico, porque los signos de inflamación no siempre se manifiestan clínicamente.

En determinadas circunstancias, puede ser necesario realizar análisis bioquímicos de sangre y/o hematológicos para identificar enfermedad inflamatoria.

En las últimas dos décadas, el interés se ha centrado en el uso potencial de las proteínas de fase aguda (APPs) como indicadores de la presencia, el grado y el curso temporal de la inflamación, porque estas proteínas se liberan en grandes cantidades en el torrente sanguíneo en respuesta a la infección y lesión tisular. En humanos, las mediciones de APP son utilizado para la evaluación de rutina del estado inflamatorio; sin embargo, en caballos, la respuesta de APP solo ha sido investigado en un grado limitado, lo que impide el uso de APPs en medicina equina basada en evidencia.

1.5.2. Aspecto Tecnológico

La analítica laboratorial en medicina veterinaria está en constante avance, tal es el caso que hace poco tiempo solo existía medios de análisis cualitativos para la PCR, en la actualidad con el avance de la ciencia aparecen técnicas y tecnologías como el método turbidimétrico de látex para evaluar cuantitativamente y tener una mejor referencia del estado inflamatorio de los pacientes. Por otra parte, brinda al médico veterinario de campo y de laboratorio un parámetro más al grupo de pruebas analíticas.

1.5.3. Aspecto Social

Los caballos estaban presentes de forma constante en la vida diaria del siglo XVIII. Como medio de transporte seguían siendo fundamentales, aunque competían con mulas y asnos, por el contrario, en el toreo y en el ejército, los caballos comenzaban a ser levemente desplazados, desplazamiento que no fue completo hasta siglos posteriores. Sin embargo, se mantienen como atletas de salto, carrera, endurance y polo en la actualidad y esta actividad proporciona diversas actividades donde diferentes grupos de personas con diversos perfiles pueden desarrollar actividades laborales, las cuales se podrían verse afectadas, cada vez que tenemos la pérdida de uno de estos caballos.

Por otra parte, el vínculo emocional entre el propietario y jinete también pueden afectarse ya que la salud de este noble animal se puede alterar.

Por ello esta determinación de los valores de PCR, contribuye indirectamente a sobre grupos de personas dedicadas a esta actividad ecuestre.

1.5.4. Aspecto Económico

Mantener un equino de salto que es un deportista en buenas condiciones y que pueda expresar su potencial en la equitación no es barato, conlleva una fuerte inversión. Los costos en el tratamiento de lesiones crónicas y la pérdida de la funcionalidad o retiro del equino de la competencia por dolor, representa aun gastos económicos fuertes. Por ello con la presente investigación buscamos prevenir algunas patologías o evitar que se conviertan en crónicas con una rápida detección de procesos inflamatorios agudos o crónicos. Consecuentemente podríamos evitar al propietario gastos en el tratamiento crónico y aumentar la esperanza de vida de esos caballos y que permanezcan más tiempo como atletas en la equitación.

1.5.5. Importancia del trabajo

- La metodología se puede emplear en la aplicación de la medicina veterinaria preventiva y de acorde al manejo del dolor e inflamación.
- Con los datos de los análisis respectivos de laboratorio se podrá tomar decisiones correctas basadas en le medicina veterinaria basada en evidencias en la clínica de equinos.
- Previniendo mejorar la producción y productividad a nivel de granja logrando mayores ingresos al productor.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Determinar los valores de PCR cuantitativa mediante turbidimetría en suero sanguíneo de caballos de salto antes y después del periodo de trabajo rutinario en el Club Hípico “Los Criollos”.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar los valores de PCR en suero sanguíneo de caballos antes del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.
- Determinar los valores de PCR en suero sanguíneo de caballos después del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.

1.6.3 Planteamiento de la hipótesis

Dado que, el esfuerzo físico que realizan los caballos de salto durante el entrenamiento puede provocar diversos procesos inflamatorios, es probable que mediante la medición por la técnica de turbidimetría podamos conocer los valores cuantitativos de PCR antes y después del ejercicio.



II. CAPÍTULO

2. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. Proteína C Reactiva

La proteína C reactiva (PCR) fue descubierta por Tillet y Francis en 1930 en pacientes con neumonía neumocócica, reaccionando con el polisacárido C presente en la pared celular de *Streptococcus pneumoniae*, de ahí su nombre. Es producida en el hígado en respuesta a la interleucina 6 y otras citocinas debido a una infección o inflamación sistémica, aunque estudios recientes informan que también la producen los adipocitos e in situ en las placas de ateromas **(4)**.

La PCR es una proteína plasmática circulante, miembro de la clase de reactivos de fase aguda, que aumenta sus niveles en respuesta a la inflamación y que desempeña un papel importante en la inmunidad innata, como un sistema de defensa temprano contra infecciones. Activa el sistema del complemento y la fagocitosis realizada por los macrófagos (quienes expresan un receptor para la PCR), función que realiza al unirse a la superficie de células próximas a la muerte celular y a algunos tipos de bacterias **(5)**.

Esta proteína es sintetizada por el hígado en respuesta al aumento en la concentración plasmática de IL-6, producida por macrófagos, células endoteliales y linfocitos T. La PCR también es sintetizada por los adipocitos **(6)**.

Al instaurarse el proceso inflamatorio, la PCR aumenta su concentración plasmática dentro de las primeras 6 horas y alcanza el pico máximo dentro de las 24-72 horas, tras el cual disminuye rápidamente al resolverse el proceso inflamatorio **(7)**.

La PCR puede aumentar ante cualquier alteración que provoque respuesta inflamatoria y no es específica de procesos infecciosos. Otros factores que pueden aumentar los niveles de PCR son la obesidad, el tabaquismo, la osteoartritis degenerativa, la edad elevada, quemaduras, estrés postraumático, alteraciones emocionales y del ciclo menstrual. Así mismo, es un hecho conocido que tras un

procedimiento quirúrgico sin complicaciones, el primer día se observe un aumento de la concentración de la PCR que desciende rápidamente tras el cese de respuesta inflamatoria **(8)**.

El aumento de la concentración de PCR se ha relacionado con la predicción de la severidad de la pancreatitis aguda **(9) (10)**, y de la peritonitis secundaria **(11)**, con el riesgo cardiovascular incluyendo el infarto agudo de miocardio **(12) (13)**, y como factor pronóstico de supervivencia tras resección de metástasis hepática de origen colorectal **(14)**.

También ha sido estudiada su relación con complicaciones infecciosas postoperatorias en diferentes procedimientos quirúrgicos como resecciones esofágicas y pancreáticas **(15)**.

La proteína C reactiva es un reactivo de fase aguda positivo, con concentraciones que aumentan sustancialmente (50 veces o más) y rápidamente en respuesta a la inflamación aguda o al traumatismo. Las concentraciones también disminuyen rápidamente con la resolución de la inflamación. La proteína C reactiva es uno de los marcadores de inflamación más sensibles en los perros. La medición de CRP es útil para confirmar la presencia de inflamación subyacente (particularmente en ausencia de otros indicadores clínicos o de laboratorio de inflamación) y para monitorear la respuesta a la terapia. Se han informado aumentos en las concentraciones de PCR en diversas enfermedades, como sepsis, anemia hemolítica inmunomediada (IMHA) y cáncer **(16)**.

La reacción de fase aguda abarca todos los fenómenos que tienen lugar en animales después de daño tisular y es particularmente asociado con la inflamación de cualquier causa. Durante la reacción de fase aguda, el cuerpo monta una reacción multifactorial respuesta para eliminar y reemplazar el tejido dañado y uno de los mecanismos implicado es la producción y secreción por el hígado de una serie de "proteínas de fase aguda" **(17)**.

Las concentraciones de estas proteínas aumentan durante la reacción y se denominan Positivas Proteínas de fase aguda (APP) como la proteína C reactiva (CRP), Amiloide sérico A (SAA), haptoglobina (Hp), ceruloplasmina, α 2-macroglobulina, α 1 glicoproteína ácida (AGP), fibrinógeno y Complemento (C3,C4) mientras que los de otros, incluida la albúmina, Disminución de la proteína de unión a transferrina, transtiretina y retinol a medida que el hígado cambia la producción de proteínas hacia la síntesis de las proteínas necesarias para hacer frente al daño; se llama como APP negativas **(18)**.

2.1.2. Proteína C reactiva en medicina veterinaria

Las proteínas de fase aguda (APPs) se han utilizado como biomarcadores de inflamación, infección y trauma durante décadas en la medicina humana, pero han sido relativamente infrautilizadas en el contexto de la medicina veterinaria. Sin embargo, en los últimos años se han logrado avances significativos en la detección, medición y aplicación de APPs como biomarcadores tanto en medicina de animales de compañía como de granja. En el perro, la proteína C reactiva, la haptoglobina y el Amiloide A sérico se han identificado como "marcadores" diagnósticos significativos de meningitis-arteritis sensible a esteroides, mientras que en gatos y bovinos la haptoglobina y la glicoproteína ácida alfa **(1)**, y la haptoglobina y el Amiloide A sérico han demostrado ser valiosos biomarcadores de la enfermedad, respectivamente. En el ganado lechero, la haptoglobina y una isoforma A3 Amiloide sérica asociada a la mama, producida por la glándula mamaria inflamada durante los episodios de mastitis, tienen un gran potencial como biomarcadores de esta enfermedad económicamente importante. La comprensión del uso de APP como biomarcadores de condiciones inflamatorias de animales domésticos se ha expandido significativamente en los últimos años y, con los conocimientos proporcionados por la investigación en curso, es probable que estos compuestos se utilicen cada vez más en el futuro en el diagnóstico y pronóstico de enfermedades de animales de compañía y de granja **(19)**.

La activación de la respuesta del huésped a la infección, a la "respuesta de fase aguda", es una reacción fisiológica altamente organizada que incluye cambios en las concentraciones de proteínas plasmáticas de fase aguda (APPs). Las APPs se

utilizan cada vez más como marcadores para el pronóstico y el monitoreo de la respuesta a la terapia junto con los determinantes generales de la salud equina. El uso de APPs en medicina veterinaria se está generalizando a medida que se validan más kits de diagnóstico comerciales. Este artículo revisa las características sobresalientes de las APP y examina su aplicación actual y su utilidad potencial en los trastornos inflamatorios equinos **(20)**.

2.1.3. Funciones biológicas de la proteína C reactiva

La proteína se denominó proteína C reactiva debido a su capacidad de unirse al polisacárido C neumocócico. La presencia de PCR también se ha descrito en pacientes humanos durante la fase aguda infecciones causadas por neumonía lobular aguda, reumática activa fiebre y bacteriemia por "colon bacillus". Entre las funciones biológicas descritas en la literatura son Complemento de activación y opsonización **(21) (22)**. Modulación de monocitos y macrófagos, producción de citoquinas **(23)**, unión de cromatina **(24)**, y prevención de la migración tisular de neutrófilos.

Los perros sanos generalmente tienen concentraciones de CRP <10 mg/L, aunque algunos perros clínicamente sanos pueden tener valores ligeramente más altos (hasta 25 mg/L). En estudios de verificación interna en la Universidad de Cornell, los perros con diversas enfermedades inflamatorias (pancreatitis, colangiohepatitis, IMHA y enteritis por parvovirus) tenían concentraciones de PCR que oscilaban entre 43 y 290 mg/L (n=15). Tres perros (colangiohepatitis, IMHA, enteritis por parvovirus) mostraron concentraciones de PCR decrecientes con pruebas secuenciales, lo que coincidió con la evidencia clínica y de laboratorio de mejoría de la enfermedad, lo que demuestra la utilidad diagnóstica de la PCR para documentar la resolución **(5)**.

La respuesta de fase aguda (APR) es un conjunto complejo de reacciones inflamatorias que ocurren después de una lesión o infección. Es inducida por todos los procesos que conducen a daño tisular (infección bacteriana y viral, infestación parasitaria, traumatismo, cirugía, necrosis isquémica, quemaduras y neoplasias **(25)**).

La APR se inicia cuando las células y los tejidos se dañan. La lesión provoca la producción de un gran número de mediadores inflamatorios entre las que juegan un papel muy importante las citoquinas roles **(26)**.

Las citocinas inician la cascada APR a través de la estimulación de varios tipos de células, el paso fisiopatológico de la APR es la síntesis hepática y, como resultado, el aumento de las concentraciones plasmáticas de APP. Estudios recientes han demostrado que los tejidos extrahepáticos también pueden ser estimulados por citocinas para producir APP **(27) (28) (29)**.

2.1.4. Proteína C reactiva en equinos

El Amiloide A sérico (SAA) es un marcador de inflamación e infección en el caballo que se puede evaluar en el campo, con cambios rápidos y marcados observados después del inicio de un estímulo inflamatorio. Esta cualidad de SAA también hace que su uso clínico sea un desafío, porque incluso las condiciones inflamatorias pequeñas pueden causar grandes cambios en los niveles de SAA. La revisión de la literatura actual proporciona pautas para las respuestas de la AEA a diversas afecciones, que se pueden aplicar a casos clínicos específicos. Se alienta al médico veterinario a utilizar SAA junto con el examen físico y otras modalidades de diagnóstico para guiar el tratamiento y monitorear la progresión del caso **(30)**.

También se encontró una alta concentración sérica en caballos con neumonía, enteritis, artritis y después de la castración. Aumentó la concentración plasmática observando laminitis. El aumento de la concentración sérica de CRP se ha encontrado en caballos que sufren de inflamación aséptica inducida por inyecciones intramusculares de trementina **(31)**.

El Amiloide A sérico (SAA) es la principal proteína de fase aguda en caballos. Se produce durante la respuesta de fase aguda (APR), una reacción sistémica inespecífica a cualquier tipo de lesión tisular. En la sangre de caballos sanos, la concentración de SAA es muy baja, pero aumenta dramáticamente con la inflamación. Debido a la corta vida media de la SAA, los cambios en su concentración en la sangre reflejan de cerca el inicio de la inflamación y, por lo tanto, la medición de la SAA es útil en el diagnóstico y monitoreo de la enfermedad y la respuesta al tratamiento **(32)**.

Se han descrito aumentos en la concentración de SAA en enfermedades digestivas, reproductivas y respiratorias equinas y después de procedimientos quirúrgicos. Además, el SAA ha demostrado ser útil para la detección de algunas patologías subclínicas que pueden perturbar el entrenamiento y la competencia en atletas equinos. La creciente disponibilidad de pruebas de diagnóstico tanto para uso de laboratorio como de campo se suma a la aplicabilidad de SAA como un indicador confiable del estado de salud de los caballos. Este artículo de revisión presenta la información actual sobre los cambios en las concentraciones de SAA en la sangre de caballos sanos y enfermos, centrándose en la aplicación clínica de este biomarcador **(32)**.

2.1.5. Métodos para medir PCR en equinos

Varios métodos para medir las APP equinas se han desarrollado, incluido el ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas para SAA **(33) (34)**, látex pasivo invertido prueba de aglutinación para SAA **(35)**, inmunodifusión simple radial para SAA, haptoglobina **(36) (37) (38) (39) (40)**, electroinmunoensayo para SAA, unión a hemoglobina para ensayos de capacidad para haptoglobina **(41) (42)**, y ensayo inmunoturbidimétrico de aglutinación de látex para SAA y haptoglobina **(43) (44) (45)**.

Ensayos de haptoglobina y SAA desarrollado para su uso en múltiples especies, incluyendo el caballo están disponibles comercialmente, pero los estudios de validación equina para estos ensayos aún no están disponibles. Los ensayos mencionados anteriormente son principalmente relevantes para fines de investigación, pero recientemente, un sistema de prueba desarrollado para su uso en la práctica equina y pequeños animales. En laboratorios a estado disponible en Escandinavia y el Reino Unido. Este sistema permite que en concentraciones de SAA y haptoglobina se pueda medir dentro de los 30 minutos, y los datos preliminares muestran que las concentraciones se miden de manera exacta y precisa. Un SAA humano analizado para su uso en laboratorios de diagnóstico más grandes ha sido validado en el caballo **(34)**.

Está disponible comercialmente en el Reino Unido. Varios ensayos están disponibles para la evaluación de fibrinógeno. Puede evaluarse con suficiente precisión por métodos de precipitación por calor. Estos son métodos comúnmente utilizados en la práctica equina, ya que son rápidos y no requieren equipo **(46)**.

Además, la prueba de glutaraldehído puede ser utilizado para medir los niveles combinados de globulinas y fibrinógeno semicuantitativamente. Glutaraldehído se une a los grupos amino libres en el fibrinógeno y la inmunoglobulina y, como resultado, crea un coágulo; la coagulación tiempo de la prueba estima las concentraciones de proteínas inflamatorias. Sin embargo, un estudio **(47)**, mostró que la prueba solo fue moderadamente capaz de diferenciar la inflamación aguda de la crónica en caballos y que el tiempo de coagulación se correlacionó con los niveles de globulina pero no con los de fibrinógeno. antes de seguir hay estudios disponibles, y esta prueba debe usarse cautelosamente.

Es importante tener en cuenta que las concentraciones de APP medidas por diferentes ensayos no son directamente comparables y, por lo tanto, absolutas las concentraciones y los valores de corte pueden diferir entre diferentes estudios. Además, la edad, el sexo y se debe tener en cuenta el estado fisiológico del caballo al interpretar una concentración de APP medida. Pequeño y aparentemente sin importancia, pero estadísticamente significativas, se han demostrado diferencias en las concentraciones séricas de proteína C reactiva, haptoglobina, ceruloplasmina y glicoproteína 1-ácida entre diferentes grupos de edad, entre hombres y mujeres, yeguas preñadas y no preñadas **(37) (38) (39) (40)**.

La mayoría de los estudios no muestran diferencias en los niveles de SAA y haptoglobina entre neonatos potros y caballos mayores **(47) (48) (43)**.

Los resultados de un estudio sugieren que el presente método puede usarse para una determinación cuantitativa de la concentración de PCR en suero de caballo. El rendimiento analítico del ensayo funcional es comparable a los ensayos inmunológicos descritos. La sensibilidad analítica es suficiente para medir los valores de CRP en caballos sanos, lo que hace que el ensayo sea adecuado para uso clínico. La especificidad analítica del ensayo es alta debido a las propiedades únicas de unión a fosfocolina de CRP. El análisis de la distribución de los datos de PCR en el grupo control permitió el cálculo de los valores de corte diagnósticos (10 mg/l) **(37)**.

2.1.6. Turbidimetría para la determinación Proteína C Reactiva

La turbidimetría consiste en la medición de la disminución de la intensidad del haz de luz incidente al atravesar una suspensión de partículas capaz de dispersar el haz. La turbidimetría forma parte de la espectrofotometría de dispersión. La turbidimetría puede realizarse en espectrofotómetros de visible o violeta. Cuando la concentración de partículas en suspensión se mide por turbidimetría, la suspensión se pone en una cubeta similar a un tubo de ensayo, que permite realizar las medidas de las energía incidentes y transmitidas. La fuente de radiación más frecuentemente usadas es la lámpara de wolframio, pero pueden utilizarse otras fuentes de radiación visible. Si ponemos en la cubeta suspensiones coloreadas se debe usar un filtro para evitar que influya sobre los resultados dando valores excesivamente altos. Los turbidímetros pueden incorporar cualquier detector que sea sensible a la longitud de onda transmitida **(45)**.

Turbidez se refiere a la conversión de un medio líquido traslúcido a turbio por efecto de la multiplicación bacteriana debido a la capacidad de los microorganismos de dispersar la luz **(49)**.

La operación de los sistemas de medición de turbidez se basa en los fenómenos ópticos que se originan al incidir un haz de luz a través de un medio **(50)**.

La presencia de partículas suspendidas produce una dispersión de la luz, lo cual interfiere y reduce la intensidad del haz de luz resultante **(50)**.

La cantidad de luz transmitida se registra como porcentaje de transmitancia y también en unidades de absorbancia **(51)**. Existen dos métodos, estrechamente relacionados, para medir la dispersión de la luz con mayor precisión: el nefelómetro mide la cantidad de luz dispersada usando un detector ubicado en ángulo recto y el espectrofotómetro mide la radiación emitida tras producirse el fenómeno de absorción de forma lineal. En conteo microbiano se usa con frecuencia una longitud de onda de 600nm al utilizar el espectrofotómetro **(52)**.

2.1.7. Cambios en las proteínas antes y después del ejercicio en equinos.

Proteínas plasmáticas totales y albúmina. La proteinemia en reposo y durante el ejercicio es el resultado de la interacción de numerosos factores, como grado de filtración entre los espacios intra y extravascular, demandas metabólicas, control neuroendocrino, estado nutricional y equilibrio hídrico **(49)**.

Los rangos fisiológicos para la concentración de proteínas plasmáticas (PP), albúmina, globulinas y fibrinógeno son de 5,5-7,5 g/dl, 2,6-3,8 g/dl, 2,0-3,5 g/dl y menos de 0,4-0,4 mg/dl de modo respectivo **(50) (51)**.

Si bien numerosos estudios han evaluado los cambios de citoquinas en respuesta a diferentes modos e intensidades de ejercicio en humanos **(52) (53) (54)**, un número limitado, pero creciente, de estudios han examinado este aspecto en caballos. En los seres humanos, el mecanismo propuesto para la inflamación inducida por el ejercicio implica un entrenamiento de alto volumen y / o intensidad que induce trauma musculoesquelético o trastornos metabólicos. Estos cambios activan los monocitos circulantes y otras células para producir citoquinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), la interleucina (IL)-1 β y la IL-6 **(55) (56) (57)**. Estas citoquinas producidas periféricamente pueden, a su vez, aumentar o exacerbar las respuestas inflamatorias localizadas en las articulaciones y los músculos **(58)**. El acondicionamiento del ejercicio, por otro lado, se asocia con una expresión reducida de citoquinas proinflamatorias y la inducción de un "estado antiinflamatorio" general **(59) (60) (61)**.

En general, los atletas equinos exhiben evidencia de inflamación posterior al ejercicio, caracterizada por una mayor expresión de TNF- α , IL-1 β e IL-6 en células mononucleares de sangre periférica **(62) (63)**, así como CXCL2, IL-8 y CEBP β en muestras de sangre total **(64)**.

Un trabajo reciente ha examinado el efecto del ejercicio en caballos en una variedad de marcadores, incluyendo Amiloide sérico A, mientras que otros han utilizado modalidades de secuenciación de alto rendimiento para examinar el transcriptoma de los caballos en ejercicio y el efecto significativo que tiene el ejercicio sobre el sistema inmunológico. En un trabajo previo se ha demostrado que los pura sangre jóvenes en entrenamiento experimentan niveles decrecientes de citoquinas inflamatorias con el tiempo en respuesta a su acondicionamiento **(65)**.

Se ha examinado si esta disminución también se produce entre dos modelos diferentes para entrenar purasangres de 2 años mediante el ensayo de 10 citocinas, algunas de las cuales no han sido previamente examinados en el atleta equino **(65)**.

2.1.8 Proteína C Reactiva e Inflamación.

La inflamación es un mecanismo complejo y relativamente inespecífico que parece actuar como primera barrera de defensa, incluso anterior a la más específicamente diseñada mediante el sistema inmunitario clásico **(66)**.

Por esta razón, no es de extrañar que en muchas circunstancias la respuesta de nuestro sistema de defensa sea desmesurada (por diferentes circunstancias) en comparación con la agresión frente a la que se desencadena y pueda ser incluso perjudicial para los mecanismos más perfeccionados que se han puesto en marcha posteriormente en la evolución **(67)**.

La PCR es una molécula conocida desde hace más de 70 años, cuya presencia en concentraciones elevadas en sangre siempre ha sido sinónimo de la existencia de una reacción de fase aguda, es decir, de un proceso inflamatorio. Incluso, en algunas la elevación de la concentración de esta proteína no se produce en respuesta a todos los estímulos (no aumenta en presencia de agresiones por virus), su medición ha llegado también utilizarse para diferenciar las infecciones virales de las bacterianas en determinadas situaciones conflictivas **(68)**.

A su vez, también sabemos que la elevación de la concentración de la PCR podría no ser completamente inocua para nuestro organismo (que es el que la produce): el sustrato natural de la PCR parece ser la fosfocolina (lisofosfatidilcolina), y mediante esta unión se estimula la activación de complemento y la fagocitosis de las estructuras a que se ha unido a la PCR **(69) (70)**.

En circunstancias "normales", el mantenimiento de la asimetría de nuestras membranas celulares hace que no haya prácticamente una concentración mínima necesaria de fosfatidilcolina en la superficie externa de éstas (es decir, en la parte en contacto con el sistema extracelular), ni tampoco elevadas concentraciones de la fosfolipasa A2, necesarias para producir la lisofosfatidilcolina, que es el ligando de la PCR **(71)**.

De hecho, en experiencias en que se inyecta a animales PCR normal en ausencia de otros estímulos no parece que se desencadene ningún fenómeno negativo **(72)**.

No obstante, el equilibrio anterior se rompe con una cierta facilidad, y por muy diversos motivos: algunas células pueden no ser capaces de mantener la asimetría de sus membranas (como ocurre, por ejemplo, en situaciones de isquemia), puede aumentar significativamente la concentración local de fosfolipasa A2 secretora (sPLA2), puede modificarse la estructura de las membranas por un exceso de producción de radicales libres, pueden modificarse las lipoproteínas, como las lipoproteínas de alta densidad por peroxidación y favorecerse la rotura de su propia fosfatidilcolina en lisofosfatidilcolina y radicales libres, posiblemente en colaboración con la Lp-PLA2, etc **(73)**.

Si estas situaciones coinciden con elevaciones de la concentración de la PCR, su efecto nocivo podría potenciarse y hacer que un mecanismo de defensa como es el representado por el fenómeno inflamatorio se convirtiera en un proceso perjudicial para nuestro propio organismo **(74)**.

Así pues, nos encontramos con un posible escenario en el cual cada uno de los diferentes actores pueden estar interpretando perfectamente su guion: los mediadores de inflamación actuando frente a algún tipo de agresión que pretenden neutralizar, las fosfolipasas rompiendo moléculas extrañas, como son los ácidos grasos degradados (peroxidados) que permanecen unidos a fosfolípidos de lipoproteínas o membranas, los sistemas antioxidantes, intentando proteger a nuestro organismo de la oxidación y los macrófagos eliminando estructuras de "desecho". La paradoja aparece cuando el resultado de la suma del correcto funcionamiento de todos estos sistemas desencadena una situación perjudicial de forma crónica. Aunque, quizá, no sea totalmente paradójico, ya que para que ello ocurra varios de los eslabones de este proceso tienen que estar sobre expresados (en desequilibrio) **(73)**.

Dentro del conjunto de actores mencionado destaca la PCR, y más concretamente la PCR ultrasensible, o de alta sensibilidad (PCR-us), porque una elevación relativa de su concentración, que se mantiene de forma permanente, nos está descubriendo que se ha producido el desequilibrio que se comentaba anteriormente. Por otra parte, el énfasis puesto sobre el hecho de ser ultrasensible no es gratuito: es imprescindible (aunque sea la misma proteína, determinada además con el mismo anticuerpo) ya que nos permite discriminar entre valores que antiguamente eran

considerados normales o, si se prefiere, no indicativos de una inflamación aguda; es decir, nos asegura una sensibilidad y una precisión adecuadas para su uso clínico en los límites de valores entre 0 y 10 mg/l (75).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Proteína C reactiva sérica (PCR) en caballos: el efecto del envejecimiento, el sexo, el parto y las inflamaciones en su concentración (37).

La concentración sérica de proteína C reactiva (PCR) en caballos se midió mediante inmunodifusión radial simple (SRID) utilizando suero de PCR anti-equina de conejo para evaluar la importancia de la PCR como proteína reactiva de fase aguda.

En muestras de suero de potros purasangre recién nacidos clínicamente normales antes de recibir calostro, no se detectó PCR sérica (menor o igual a 1 microgramo/ml). Se encontró que la concentración sérica de PCR aumenta rápidamente y alcanza un nivel máximo de aproximadamente 14,1 microgramos/ml en caballos de 12 meses. Luego, disminuyó gradualmente hasta alcanzar un valor bajo de 5,4 microgramos/ml en el caballo de 4 años. En caballos mayores de 5 años, la concentración sérica de PCR se mantuvo estable en valores de 7 a 8 microgramos/ml.

En yeguas durante el período perinatal, la concentración sérica de PCR disminuyó 2 meses antes del parto, mostró cambios moderados justo antes y después del parto y luego aumentó a un nivel relativamente alto 2 meses después del parto.

Se encontró que la concentración de PCR sérica aumentó a las 24 horas después de estímulos inflamatorios experimentales en caballos adultos, y alcanzó valores máximos de 3 a 6 veces más altos que los valores de referencia a los 3 a 5 días. La concentración de PCR en suero volvió a los valores de referencia entre 2 y 3 semanas después de los tratamientos. Está claro a partir de estos datos que la PCR es una de las proteínas reactivas de fase aguda en los caballos.

2.2.2. Un método turbidimétrico funcional para determinar la proteína C reactiva en caballos (81).

Se realizó un método turbidimétrico para determinar la concentración de proteína C reactiva (PCR) sérica, basado en la interacción aceite de soja-fosfolina, en muestras de suero de caballo para evaluar su valor diagnóstico potencial en medicina veterinaria. Se añadió Intralipid al 20 % en tampón Tris-calcio 0,1 M (pH 7,5) al suero de caballo. Después de 30 min de incubación a 37 °C, los complejos PCR-fosfolina se cuantificaron turbidimétricamente, bicromáticamente (660 nm/700 nm) en un analizador comercial. Además, se realizó una comparación entre la PCR y otros marcadores inflamatorios, incluidos los recuentos de glóbulos blancos y neutrófilos, para evaluar el valor diagnóstico de ambas pruebas.

La estandarización del ensayo se realizó utilizando un calibrador comercial de PCR humana. Las mediciones de PCR se realizaron en muestras de suero (296 pacientes y 34 controles). Se encontró que los valores de referencia eran inferiores a 10 mg/l. Se encontró que el método era lineal entre 1 y 400 mg/l. Se observó una correlación moderada entre los valores de PCR y los recuentos relativos de neutrófilos.

El análisis de las características operativas del receptor demostró que el área bajo la curva de PCR fue de 0,928, que fue superior ($P < 0,001$) al recuento de neutrófilos (0,804) y al recuento de leucocitos (0,664) para detectar la presencia de inflamación. Este ensayo de CRP mostró resultados confiables como prueba de fase aguda en caballos, lo que confirma su capacidad independiente de la especie para detectar CRP en varios mamíferos, incluidos los caballos.

2.2.3. Proteínas de fase aguda en caballos de carreras con enfermedad inflamatoria de las vías respiratorias (51).

La inflamación sistémica se observa en caballos con patologías respiratorias y también podría estar presente en caballos con un menor grado de inflamación pulmonar. Se planteó la hipótesis de que los caballos de carreras con enfermedad inflamatoria de las vías respiratorias (DIA) tienen una mayor concentración de

proteínas circulantes de fase aguda. El objetivo de este estudio fue comparar las proteínas séricas de fase aguda de caballos de carreras con y sin inflamación de las vías respiratorias inferiores. Suero de 21 caballos de carreras Standardbred propiedad del cliente con intolerancia al ejercicio e inflamación de las vías respiratorias inferiores y suero de 10 caballos de carreras Standardbred propiedad del cliente con intolerancia al ejercicio sin inflamación de las vías respiratorias inferiores. En un estudio de casos y controles, se analizaron muestras de suero de caballos previamente caracterizados presentados para intolerancia al ejercicio con o sin inflamación de las vías respiratorias inferiores basada en la citología del líquido de lavado broncoalveolar para detectar proteína A Amiloide sérica (SAA), proteína C reactiva (PCR) y haptoglobina utilizando ELISA comerciales. No hubo diferencias significativas entre los grupos para la AEA (no DIA versus DIA, mediana (rango): 3,47 (0,06-34,94) versus 6,33 (0,06-80) $\mu\text{g/ml}$, $P = 0,49$), PCR (10,87 (2,05-29,03) versus 4,63 (0,02-31,81) $\mu\text{g/ml}$, $P = 0,23$) o haptoglobina (900,36 (607,99-2018,84) versus 749,54 (530,81-1076,95) $\mu\text{g/mL}$, $P = 0,09$). En esta población de caballos de carreras de bajo rendimiento en entrenamiento, la SAA sérica, la PCR y la haptoglobina no fueron útiles para distinguir entre los caballos con DIA de los caballos con intolerancia al ejercicio por otras causas.

2.2.4. Papel de la proteína C reactiva en los sitios de inflamación e infección (82).

La proteína C reactiva (PCR) es una proteína inflamatoria aguda que aumenta hasta 1000 veces en los sitios de infección o inflamación. La PCR se produce como una proteína, denominada PCR nativa (nCRP), que puede disociarse irreversiblemente en los sitios de inflamación e infección en cinco monómeros separados, denominados PCR monomérica (mCRP).

La PCR se sintetiza principalmente en los hepatocitos hepáticos, pero también por las células del músculo liso, los macrófagos, las células endoteliales, los linfocitos y los adipocitos. La evidencia sugiere que el estrógeno en forma de terapia de reemplazo hormonal influye en los niveles de PCR en los ancianos. Habiendo sido utilizado tradicionalmente como un marcador de infección y eventos cardiovasculares, ahora hay una creciente evidencia de que la PCR juega un papel importante en los procesos inflamatorios y las respuestas del huésped a la infección, incluida la vía del complemento, la apoptosis, la fagocitosis, la liberación

de óxido nítrico (NO) y la producción de citoquinas, particularmente la interleucina-6 y el factor de necrosis tumoral- α . A diferencia de las publicaciones más recientes, los hallazgos de los primeros trabajos sobre la PCR pueden parecer algo poco claros y, a veces, contradictorios, ya que a menudo no se especificó qué isoforma particular de la PCR se midió o utilizó en los experimentos y si las respuestas atribuidas a la nCRP fueron de hecho posiblemente debido a la disociación en mCRP o la contaminación por lipopolisacáridos. Además, dado que los anticuerpos para mCRP no están disponibles comercialmente, pocos laboratorios pueden realizar estudios que investiguen la isoforma mCRP. A pesar de estos problemas y del hecho de que la mayoría de las investigaciones de PCR hasta la fecha se han centrado en los trastornos vasculares, existe una creciente evidencia de que las isoformas de PCR tienen propiedades biológicas distintas, con nCRP a menudo exhibiendo más actividades antiinflamatorias en comparación con mCRP. La isoforma nCRP activa la vía clásica del complemento, induce fagocitosis y promueve la apoptosis. Por otro lado, mCRP promueve la quimiotaxis y el reclutamiento de leucocitos circulantes a áreas de inflamación y puede retrasar la apoptosis. Las isoformas nCRP y mCRP trabajan en direcciones opuestas para inhibir e inducir la producción de NO, respectivamente. En términos de producción de citoquinas proinflamatorias, mCRP aumenta la producción de interleucina-8 y proteína-1 quimioatrayente de monocitos, mientras que nCRP no tiene ningún efecto detectable en sus niveles. Se necesitan más estudios para ampliar estos hallazgos emergentes y caracterizar completamente los roles diferenciales que desempeña cada isoforma de PCR en los sitios de inflamación e infección locales.

2.2.5. Proteína C Reactiva en la práctica veterinaria (83).

El cuerpo animal reacciona a todo tipo de lesiones y estrés para mantener el mecanismo de homeostasis del cuerpo. Esta homeostasis se logra ya sea por un mecanismo no específico. La resistencia innata inespecífica del cuerpo, como reacciones citológicas y de citoquinas que incluyen fiebre, leucocitosis, etc. Se conoce como respuesta de fase aguda. En esta respuesta, habrá aumento o disminución de la concentración sérica de proteínas. Estas proteínas se conocen

como proteínas de fase aguda. Se ha encontrado que las mediciones de la concentración sérica de estas proteínas de fase aguda son útiles en la evaluación de estado de salud y predicción de enfermedades del hombre y de los animales. La concentración sérica de estas proteínas de fase aguda vuelve a los niveles básicos. Cuando el factor desencadenante ya no está presente. Ahora se considera que la respuesta de fase aguda es un proceso dinámico que involucra factores sistémicos y cambios metabólicos que proporcionan un mecanismo de defensa no específico temprano contra la agresión antes de que se logre la inmunidad específica. Uno de los usos de las proteínas de fase aguda, la proteína C reactiva como biomarcador para el diagnóstico de enfermedades en animales y la evaluación del estado de salud tiene un alto potencial en la práctica veterinaria moderna.



III. CAPITULO

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

a. Localización espacial

La toma de muestras en campo se realizó en el Club Hípico Los Criollos, distrito de Socabaya, región de Arequipa, el trabajo de gabinete se realizó en el laboratorio Diagnovet Sac, ubicado en Mariscal Benavides Nro.305 Urb. Selva Alegre Cercado, geográficamente ubicado en: Latitud Sur: 16° 23' 55,19'', longitud Oeste: 71° 3' 12,81''. Altitud: 2328, msnm con una temperatura promedio de 15,8°C con una variabilidad de 8,2°C a 25,6°C, con una humedad relativa mayor a 27% y menor a 70% y una precipitación promedio de 78 mm.³⁹

b. Localización temporal

El trabajo de investigación se realizó durante los meses de noviembre del 2022 a marzo del 2023.

3.1.2. Materiales biológicos

- 24 muestras de sangre

3.1.3. Materiales de laboratorio

Descartables

- Tubos de vacutainer tapa roja de 9cc.
- Tubos de ensayo
- Tips Azules
- Tips Amarillos
- Guantes
- Jeringas de 10 cc con aguja N° 16

Reactivos:

- Kit Proteína C Reactiva Turbidimétrica Spintrol® España
- Agua destilada
- Calibradores Spintrol® España

Equipos:

- Baño de maría digital
- Espectrofotómetro UV VIS EMP168-VET® China
- Analizador Automático Bioquímico SY SL120 SUNNIMED® China
- Centrifuga Clínica Clay Adamas® USA
- Cronometro
- Micropipeta 1-10 ul Boeco® Alemania
- Micropipeta 100 – 1000 ul Boeco® Alemania

3.1.4. Materiales de campo

- Mameluco
- Algodón
- Alcohol 90°
- Botas
- Agujas de vacutainer
- Jeringas de 10 cc con aguja 18 x 1 1/2
- Tubos de vacutainer tapa con EDTA-Na y Activador de coagulo
- Caja de transporte de muestras
- Pack de hielo
- Termómetro ambiental
- Cámara
- Ficha de datos

3.1.5. Equipos y maquinaria no de laboratorio

- Cámara fotográfica

3.1.6. Material de escritorio y redacción

- Material de escritorio
- Equipo de cómputo
- Materiales de impresión

3.1.7. Otros materiales.

- Ficha de Registro de Salud de los equinos
- Libreta de anotaciones de campo
- Ficha de registro de análisis de Proteína C Reactiva.

3.2. Métodos:

a. Muestreo:

Como es una investigación de nivel cuantitativo, tipo descriptivo y diseño observacional, se utilizará 24 equinos, que son la población total de equinos de salto del Club Hípico. A los cuales se les extraerá muestras sanguíneas antes y después del esfuerzo físico.

b. Tamaño de muestras:

Se utilizará 24 equinos de salto en entrenamiento, que son la población total de equinos de salto del Club Hípico.

c. Procedimiento de muestreo

Se trabajó con toda la población de equinos del Club Hípico “Los Criollos”.

3.2.1. Métodos de evaluación

a. Metodología de la experimentación

Número de Evaluados

- 24 equinos de salto

Parámetros Evaluados

Se evaluó

- Proteína C reactiva antes del entrenamiento
- Proteína C reactiva después del entrenamiento

Colección de muestras:

Las muestras de sangre, fueron correctamente identificadas y transportadas al laboratorio para su debido análisis.

Se procedió a realizar la limpieza y asepsia del área con alcohol y luego se recolectó la sangre con una aguja hipodérmica 18 x 1 ½.

Se tomó una muestra de sangre por venipunción de la vena yugular izquierda. Se tomó una muestra a los equinos de salto en reposo a las 5 am y posteriormente la segunda muestra se obtendrá a las 10:30 am, después de un periodo de ejercitamiento de 30 minutos.

Se colectó la sangre venosa en tubos vacutainer tapa amarilla con activador de coágulo de 9 cc.

Las muestras se trasladaron al laboratorio, debidamente rotuladas e identificadas.

Se almacenaron hasta su llegada en una caja de transporte de vacunas con gel refrigerante.

En laboratorio se centrifugó a 4000 rpm x 5 minutos y se extraerá el suero.

Se trasladó a tubos de crioal de 3 cm para su posterior análisis.

Las muestras fueron analizadas por la técnica de turbidimetría en un analizador bioquímico automático.

Los resultados obtenidos fueron registrados en una plantilla de Excel por cada animal evaluado, en una ficha de elaboración propia.

Los datos obtenidos de valores de PCR, se contrastaron con los valores fisiológicos normales, de acuerdo a ello se determinará la respuesta inflamatoria.

Principio del método:

Es un ensayo turbidimétrico para la cuantificación de proteína C-Reactiva en suero o plasma, donde las partículas de latex recubiertas con los anticuerpos anti PCR, son aglutinadas por PCR presentes en la muestra de sangre del paciente. El proceso de aglutinación provoca cambio de la absorbancia proporcional a la concentración de PCR en la muestra y por comparación con el calibrador de PCR de concentración conocida puede determinarse el contenido.

Procedimiento:

- Se realizó la calibración con el calibrador.
- Se reconstituyó el liofilizado con 1 ml de agua destilada.
- Mezclar y dejar reposar 10 minutos.

- Calentar los reactivos a 37 °C, así como programar las cubetas del espectrofotómetro
- Escoger como longitud de onda para el ensayo 540 nm
- Ajustar a 0 frente a agua destilada
- Preparar en una cubeta 800 ul de R1 y 200 ul de Latex R2 y 5 ul de calibrador y otro con 5 ul de muestra.
- Mezclar, leer la absorbancia frente al blanco inmediatamente A1 y a los 2 minutos A2 de efectuada la mezcla.
- Registrar el resultado.
- Imprimir los resultados.

Recopilación de información

Los resultados obtenidos fueron registrados en una matriz de datos por cada equino, en Excel, en una ficha de elaboración propia.

Los datos obtenidos se valores de proteína C reactiva, se contrastaron con los valores fisiológicos normales, de acuerdo a ello se determinó la presencia o no de proceso inflamatorio.

Los datos se analizaron estadísticamente con el software Infostat 2020.

Diseño estadístico

Al ser una investigación de nivel explicativo, donde se compara los valores de PCR antes y después del ejercicio, se procedió primeramente y de acuerdo a los objetivos específicos a determinar valores mediante estadística descriptiva, empleando medidas de tendencia central y de dispersión, para luego realizar la inferencia estadística para una variable y posteriormente aplicar la prueba de T Student para una media con contraste unilateral derecho. De acuerdo a ello se determinó el nivel de significancia.

3.2.2. Recopilación de información

3.2.3. Variables de respuesta

Variable Dependiente

- Proteína C Reactiva

Variable Independiente

- Ejercicio.

Variable	Indicador	Técnica	Instrumento
Dependiente PCR	Normal 5-8 ug/ml Elevada > 8 ug/ml Disminuida < 5 ug ml	Espectrofotometría	Analizador bioquímico automático
Independiente Ejercicio	Antes Después	Entrenamiento/Ejercicio	Cronometro



IV. CAPÍTULO

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuadros de resultados

El presente trabajo de investigación despliega, la revisión y análisis exhaustivos de los fundamentos teóricos y problema de estudio, descripción de las estrategias metodológicas utilizadas en la ejecución de la investigación, los resultados y discusión pertinente del análisis de la comparación entre los valores de Proteína C Reactiva, obtenidos en suero sanguíneo de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” mediante la técnica de turbidimetría, antes y después del periodo de entrenamiento (30 minutos), considerando una serie de actividades que involucran la revisión del estado del arte, así como la comparación con los datos reportados existentes con nuestras matrices de datos y sistematización, matrices de conteo, cálculos y análisis estadísticos y resultados obtenidos.

4.1.1. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva en suero sanguíneo de caballos, antes del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.

El cuadro N° 1, muestra los valores de Proteína C Reactiva obtenidos de las muestras de suero sanguíneo de los equinos del Club Hípico “Los Criollos” en el periodo previo a someterlos al entrenamiento (n=24).

Cuadro N° 1: Valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes del entrenamiento.

No.	Nombre	Sexo	Valor de Proteína C Reactiva (mg/dL)
1	Mango	M	3.30
2	Shigoto	M	3.20
3	Hazard	M	3.20
4	Kristal	H	3.00
5	Sebas	M	3.20
6	Liso	M	3.10
7	Chilcano	M	3.20
8	Whisky	M	3.10
9	Aramis	M	3.00
10	Pigalle	M	3.20
11	Ainus	M	3.30
12	Esperanza	H	3.10
13	Lunatic	M	3.20
14	Atlantis	M	3.40
15	Blackrain	M	3.10
16	Talvados	M	3.20
17	Reflet	M	3.20
18	Cloni	H	3.00
19	Fina	H	3.30
20	Borgona	H	3.30
21	Queen	H	3.20
22	Safiro	H	3.30
23	Tilin	M	3.20
24	Canelo	M	3.10
	Media		3.18
	Mediana		3.20
	VAR (n-1)		0.01
	CV		3.13
	V Min		3.00
	V Max		3.40
	EE		0.02
	Q1		3.10
	Q3		3.30
	DE		0.10
	Asimetría		- 0.13
	kurtosis		- 0.47

La concentración de PCR se mide en mg/L (unidades SI) y µg/ml (unidades convencionales). Utilizamos unidades SI.

Conversión: $1 \text{ mg/L} = 1 \text{ µg/mL}$

mg/dL a mg/L

(Miligramos por decilitro a Miligramo por Litro)

⊗ 3 mg/dL = 30 mg/L ▶

Concentración de masa
▼

-10% Copy +10%

3

mg/dL [Miligramos por decilitro] ▼

=

-10% Copy +10%

30

mg/L [Miligramo por Litro] ▼

[mg/dL a lb/million_gal\(UK\)](#) | [mg/dL a lb/million_gal\(US\)](#) | [mg/dL a ppm](#) | [mg/dL](#)

Convertir

Más

👉

Fórmula

Inverso

👈

[mg/dL a mg/L | Miligramos por decilitro a mg/L \(unitsconverters.com\)](https://unitsconverters.com/mg/dL-a-mg/L)

De acuerdo a los resultados que pudimos obtener en el Cuadro No. 1, vimos que el promedio de Proteína C Reactiva fue de 3.18 mg/dL, el cual está dentro de los valores reportados como normales de referencia de menos de 10 mg/dL **(76)**, de igual forma a los reportados por Yamashita y col (1991) **(37)**, los cuales son de 14 mg/dL (equinos de 12 meses); 5,4 mg/dL (equinos de 4 años) y 7 - 8 mg/dL (equinos mayores de 5 años), así como también a los reportados por Zak y col. (2020) con un promedio de 3.43 mg/dL. Esto se debe a que probablemente el método usado es la turbidimetria, la cual podría arrojar valores similares por la metodología empleada en los diversos estudios.

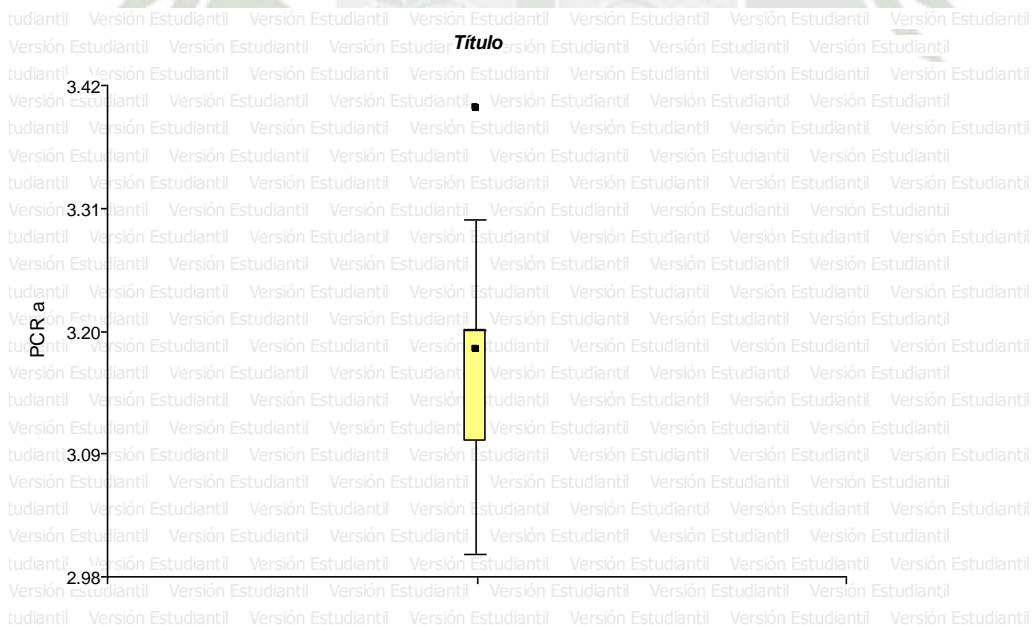
Por otra parte, nuestros valores obtenidos, son mayores a los obtenidos por **(77)**, los cuales señalan un rango de referencia $\leq 0,01$ mg/dL y que estos suben a 1,0 – 3,5 mg/dL.

De acuerdo a la estadística descriptiva y a las medidas de tendencia central evaluadas, podemos observar que la mediana (3.20 mg/dL) y la media (3.18 mg/dL) tienen casi el mismo valor, por lo tanto, la distribución de los datos es ligeramente simétrica, lo que se va corroborado por un CV de 3.30% lo cual nos señala que los datos son ligeramente heterogéneos.

El desarrollo de un estado antiinflamatorio durante el entrenamiento físico se ha postulado tanto en atletas humanos como equinos, pero no se comprende completamente.

Los caballos y los humanos comparten características únicas que les permiten participar en deportes competitivos. El éxito en eventos deportivos de élite requiere capacidad atlética natural y entrenamiento regular de larga duración. Aunque tanto el metabolismo como los programas de entrenamiento difieren mucho entre caballos y humanos, el esfuerzo físico regular resulta en muchos cambios adaptativos, y para algunos de ellos, incluidos los inmunológicos que reflejan el estado de salud, los caballos pueden considerarse una especie de referencia para los humanos (78) (79).

Gráfico N° 1: Blox Plop de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico Los Criollos antes del entrenamiento.



En la Grafica No.1, podemos observar que la mediana es muy similar a la media, mas no iguales, lo que nos indica que los valores de Proteína C Reactiva en el

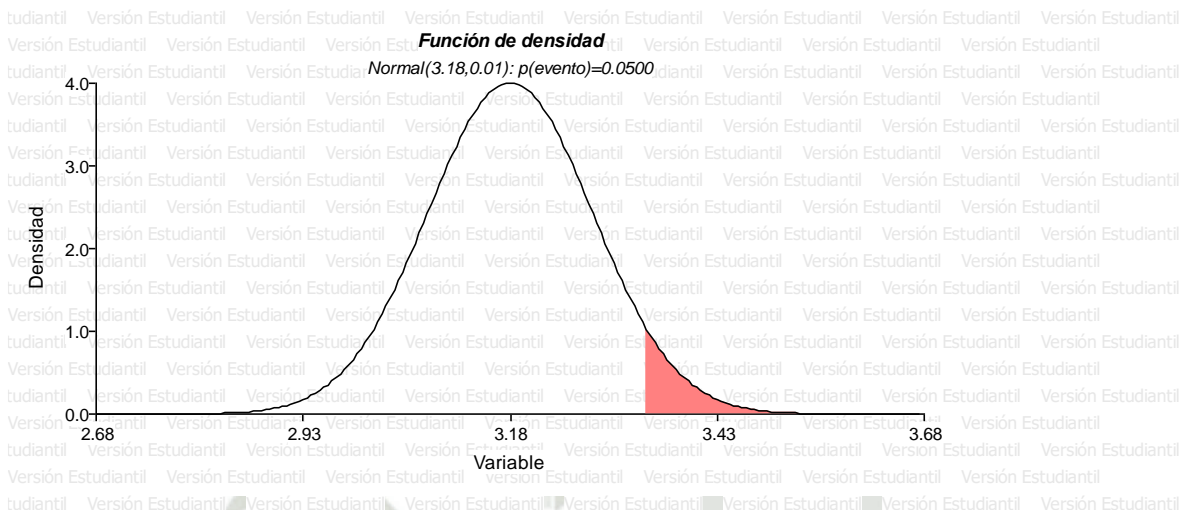
presente estudio representan una distribución no asimétrica, así mismo su CV de 3.30%, nos demuestra su dispersión relativa respecto a la media, el Q1 señala que el 25% de los valores son inferiores a 3.10 mg/dL y el Q3 señala que el 25% son superiores a 3.30 mg/dL. La aleta de la caja nos indica una leve asimetría a la izquierda y una curva platicurtica.

Al realizar una inferencia estadística para una variable, como es el caso de la Proteína C Reactiva, y al aplicar la Prueba de T para una media, y un contraste unilateral derecho, para ver si se superaban los valores máximos, obtuvimos que la media 3,18 mg/dL era menor que el parámetro 10 mg/dL, con un p valor de 0,9999 por lo que aceptamos la hipótesis nula, es decir los valores de Proteína C Reactiva de las muestras no son diferentes valores normales de menos de 10 mg/dL. Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media de Proteína C Reactiva de 3,18 mg/dL es menor a 10,0 mg/Dl

La Proteína C Reactiva, ha sido bien documentada como Proteínas de Fase Aguda, (APP) en seres humanos, rumiantes, perros y, en menor grado, caballos. Se le considera una APP moderada en caballos, con un aumento de dos a tres veces durante varios días. La PCR, tiene varios efectos proinflamatorios, incluida la activación de la cascada del complemento, la inducción de citocinas inflamatorias y la fagocitosis. También tiene importantes efectos antiinflamatorios, como inhibir la quimiotaxis y la generación de superóxido por los neutrófilos y prevención de la adhesión de los neutrófilos a las células endoteliales. Los estudios realizados a principios de la década de 1990 sugirieron que altas concentraciones de CRP ocurrieron en caballos con neumonía, enteritis, y artritis **(80)**.

También se encontró una alta concentración sérica en caballos con neumonía, enteritis, artritis y después de la castración. Se ha observado un aumento de la concentración plasmática en laminitis inducida por carbohidratos. Se ha encontrado un aumento de la concentración sérica de CRP en caballos que sufren de inflamación aséptica inducida por inyecciones intramusculares de trementina **(4)**.

Gráfico N° 2: Función de densidad de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico Los Criollos antes del entrenamiento.



4.1.2. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva en suero sanguíneo de caballos, después del periodo de ejercicio en el Club Hípico “Los Criollos”.

El cuadro N° 2, muestra los valores de Proteína C Reactiva obtenidos de las muestras de suero sanguíneo de los equinos del Club Hípico “Los Criollos” en el periodo posterior al entrenamiento (n=24).

Cuadro N° 2: Valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento.

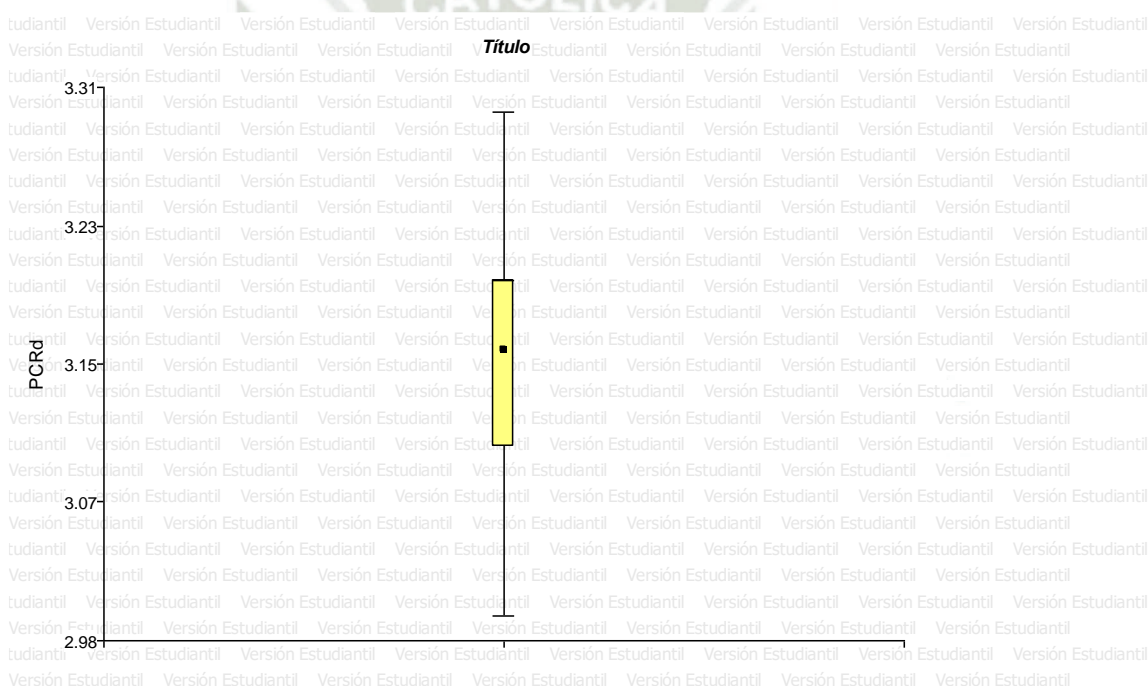
No.	Nombre	Sexo	Valor de Proteína C Reactiva (mg/dL)
1	Mango	M	3.20
2	Shigoto	M	3.30
3	Hazard	M	3.10
4	Kristal	H	3.20
5	Sebas	M	3.10
6	Liso	M	3.10
7	Chilcano	M	3.10
8	Whisky	M	3.00
9	Aramis	M	3.20
10	Pigalle	M	3.10
11	Ainus	M	3.20
12	Esperanza	H	3.00
13	Lunatic	M	3.20
14	Atlantis	M	3.30
15	Blackrain	M	3.20
16	Talvados	M	3.10
17	Reflet	M	3.10
18	Cloni	H	3.20
19	Fina	H	3.20
20	Borgona	H	3.20
21	Queen	H	3.20
22	Safiro	H	3.20
23	Tilin	M	3.20
24	Canelo	M	3.10
		Media	3.16
		Mediana	3.20
		VAR (n-1)	0.01
		CV	2.46
		V Min	3.00
		V Max	3.30
		EE	0.02
		Q1	3.10
		Q3	3.20
		DE	0.08
		Asimetría	- 0.30
		Kurtosis	- 0.25

De acuerdo a los resultados que pudimos obtener en el Cuadro No. 2, vimos que el promedio de Proteína C Reactiva fue de 3.16 mg/dL, el cual está dentro de los valores reportados como normales de referencia de menos de 10 mg/dL **(81)**, de igual forma a los reportados **(37)**, los cuales son de 14 mg/dL (equinos de 12 meses); 5,4 mg/dL (equinos de 4 años) y 7 - 8 mg/dL (equinos mayores de 5 años), así como también a los reportados **(82)**, con un promedio de 3.43 mg/dL.

Esto probablemente se debe a que probablemente el método usado es la turbidimetría, la cual podría arrojar valores similares por la metodología empleada en los diversos estudios.

De acuerdo a la estadística descriptiva y a las medidas de tendencia central evaluadas, podemos observar que la mediana (3.20 mg/dL) y la media (3.16 mg/dL), por lo tanto, la distribución de los datos es ligeramente simétrica, lo que se va corroborado por un CV de 2.46 % lo cual nos señala que los datos son homogéneos.

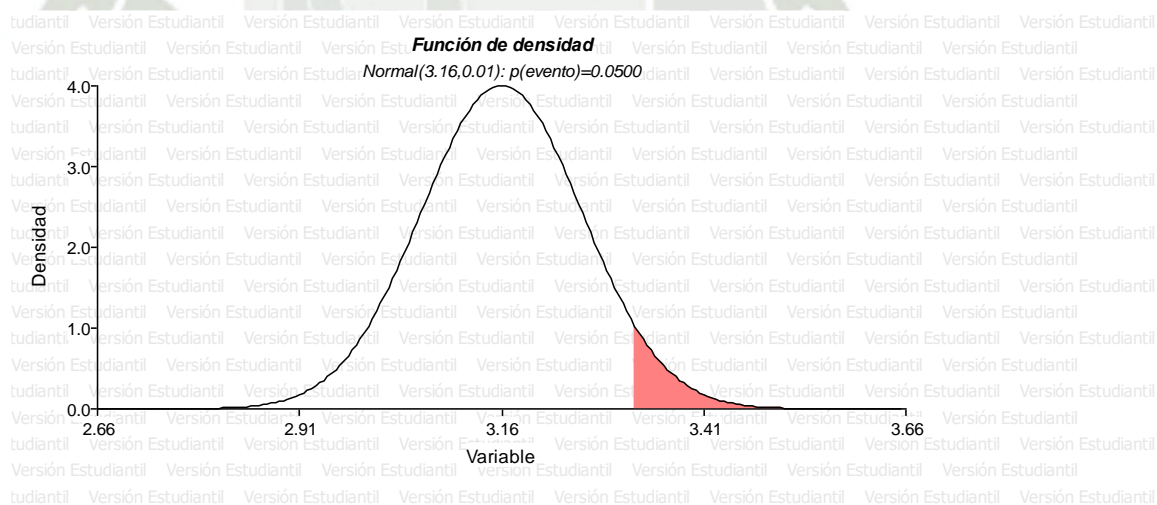
Gráfico N° 3: Blox Plop de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento.



En la Grafica No.3, podemos observar que la mediana es muy similar a la media, lo que nos indica que los valores de Proteína C Reactiva en el presente estudio representan una distribución simétrica, así mismo su CV de 2.46 %, nos demuestra que no existe dispersión relativa respecto a la media, el Q1 señala que el 25 % de los valores son inferiores a 3.00 mg/dL y el Q3 señala que el 25% son superiores a 3.30 mg/dL. La aleta de la caja nos indica una ligera asimetría a la izquierda y una curva platicurtica.

Al realizar una inferencia estadística para una variable, como es el caso de la Proteína C Reactiva, y al aplicar la Prueba de T para una media, y un contraste unilateral derecho, para ver si se superaban los valores máximos, obtuvimos que la media 3,16 mg/dL era menor que el parámetro 10 mg/dL, con un p valor de 0,9999 por lo que aceptamos la hipótesis nula, es decir los valores de Proteína C Reactiva de las muestras no son diferentes valores normales de menos de 10 mg/dL. Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media de Proteína C Reactiva de 3,16 mg/dL es menor a 10,0 mg/dL.

Grafico No. 4. Función de densidad de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” después del entrenamiento.



4.1.3. Determinación de los valores de Proteína C Reactiva cuantitativa, medidos en suero de caballos de salto, antes y después del periodo de trabajo rutinario en el Club Hípico “Los Criollos”.

El cuadro N° 3, muestra la comparación de los valores de Proteína C Reactiva obtenidos de las muestras de suero sanguíneo de los equinos del Club Hípico “Los Criollos” en el periodo previo y posterior a someterlos al entrenamiento (n=24).



Cuadro N° 3. Comparación de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes y después del entrenamiento.

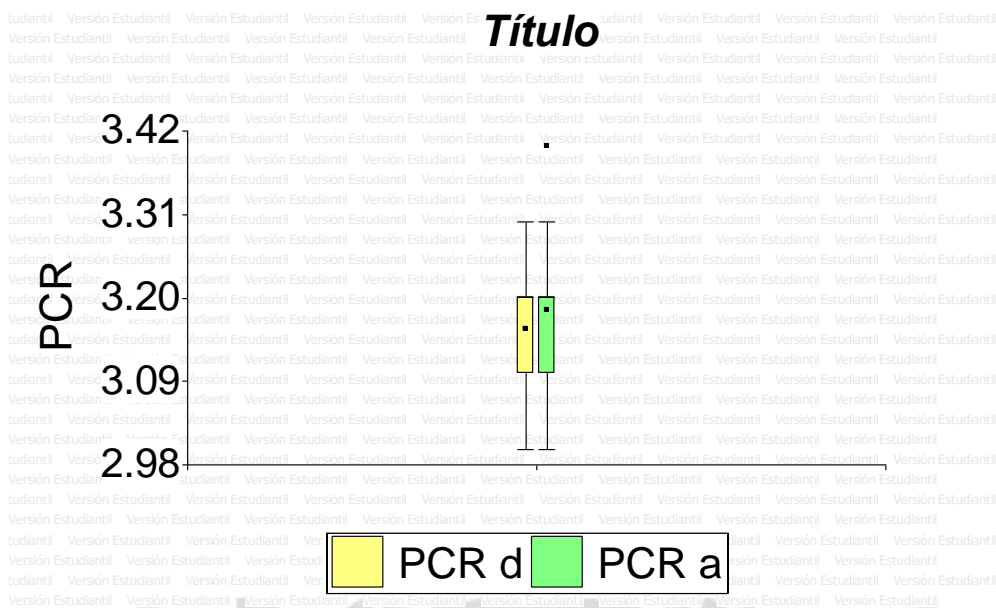
No.	Nombre	Sexo	Valor de Proteína C Reactiva (mg/dL) Antes del ejercicio	Valor de Proteína C Reactiva (mg/dL) Después del ejercicio
1	Mango	M	3.30	3.20
2	Shigoto	M	3.20	3.30
3	Hazard	M	3.20	3.10
4	Kristal	H	3.00	3.20
5	Sebas	M	3.20	3.10
6	Liso	M	3.10	3.10
7	Chilcano	M	3.20	3.10
8	Whisky	M	3.10	3.00
9	Aramis	M	3.00	3.20
10	Pigalle	M	3.20	3.10
11	Ainus	M	3.30	3.20
12	Esperanza	H	3.10	3.00
13	Lunatic	M	3.20	3.20
14	Atlantis	M	3.40	3.30
15	Blackrain	M	3.10	3.20
16	Talvados	M	3.20	3.10
17	Reflet	M	3.20	3.10
18	Cloni	H	3.00	3.20
19	Fina	H	3.30	3.20
20	Borgona	H	3.30	3.20
21	Queen	H	3.20	3.20
22	Safiro	H	3.30	3.20
23	Tilin	M	3.20	3.20
24	Canelo	M	3.10	3.10
		Media	3.18	3.16
		Mediana	3.20	3.20
		VAR (n-1)	0.01	0.01
		CV	3.13	2.46
		V Min	3.00	3.00
		V Max	3.40	3.30
		EE	0.02	0.02
		Q1	3.10	3.10
		Q3	3.30	3.20
		DE	0.10	0.08
		Asimetría	- 0.13	- 0.30
		Kurtosis	- 0.47	- 0.25

De acuerdo a los resultados que pudimos obtener y comparar en el Cuadro No. 3, podemos observar que, de los 24 resultados, que obtuvimos tan solo 5 valores fueron superiores en los sueros sanguíneos de los equinos después de haberlos sometido al periodo de entrenamiento rutinario, sin embargo, estas pequeñas elevaciones cuyo mayor valor fue 3.30 mg/dL, no superan los rangos reportados por la literatura para ser considerados fuera del rango normal, el cual es de 10 mg/dL (82).

Las medianas de los valores antes y después del periodo de ejercicio rutinario son iguales (3,20 mg/dL), la media ligeramente mayor (3.18 mg/dL) en la etapa previa que en la posterior (3.16 mg/dL), el CV (2.46 %) menor en los valores posteriores haciendo sus datos aún más homogéneos, así como su DE menor (0.08), lo que indica que la curva es más alta y estrecha y la dispersión de la variable es menor en cuanto a su media.

Gráfico N° 5: Blox Plop de comparación de los valores de Proteína C Reactiva, medidos en suero de equinos de salto del Club Hípico “Los Criollos” antes y después del entrenamiento.





Al realizar una inferencia estadística para dos muestras, como es el caso de la Proteína C Reactiva antes y después del periodo de entrenamiento rutinario, y al aplicar la Prueba de T para muestras apareadas con 24 pares y un contraste bilateral, obtuvimos que la media de antes fue 3,18 mg/dL y la de después fue de 3.16 mg/dL, ambas eran menores que el parámetro 10 mg/dL, con un p valor de 0,1328 en la derecha, por lo que aceptamos la hipótesis nula, es decir los valores de Proteína C Reactiva de las muestras antes y después son iguales y no son estadísticamente diferentes. Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media de Proteína C Reactiva antes y después del entrenamiento (0,02) se encuentra entre - 0.02 y 0.07.

En general, los atletas equinos exhiben evidencia de inflamación posterior al ejercicio como caracterizado por una mayor expresión de TNF- α , IL-1 β e IL-6 en sangre periférica células mononucleares, así como CXCL2, IL-8 y CEBP β en muestras de sangre total (13). Un trabajo reciente ha examinado el efecto del ejercicio en caballos en una variedad de marcadores, incluyendo Amiloide Serico A, mientras que otros han utilizado modalidades de secuenciación de alto

rendimiento para examinar el transcriptoma de los caballos en ejercicio y el efecto significativo que tiene el ejercicio sobre las vías del sistema inmunológico **(18)** **(20)**.

No existe o hay escasas de rangos de referencia para valores en suero o líquido cefalorraquídeo, la literatura menciona que la PCR se eleva 24 horas después de estímulos inflamatorios experimentales a valores superiores de 3 a 6 veces dentro de los 3 a 5 días posteriores, sin embargo, no ha ganado estatus como Proteína de Fase Aguda (APR). La literatura reporta elevaciones de PCR en mioencefalitis protozoaria equina no se usa como marcador de inflamación **(83)**, y que se eleva en neosporosis **(84)** **(21)**, en experimentos con trementina **(85)**, en artritis, neumonía, enteritis, castraciones **(36)**; en laminitis por carbohidratos **(86)**.



V. CAPÍTULO

5. CONCLUSIONES

Primera: Se determinaron los valores de Proteína C Reactiva (PCR) cuantitativa mediante turbidimetría en suero sanguíneo de caballos de salto, no existiendo diferencia significativa entre los valores antes y después del periodo de trabajo rutinario, y sin superar el límite de valores normales.

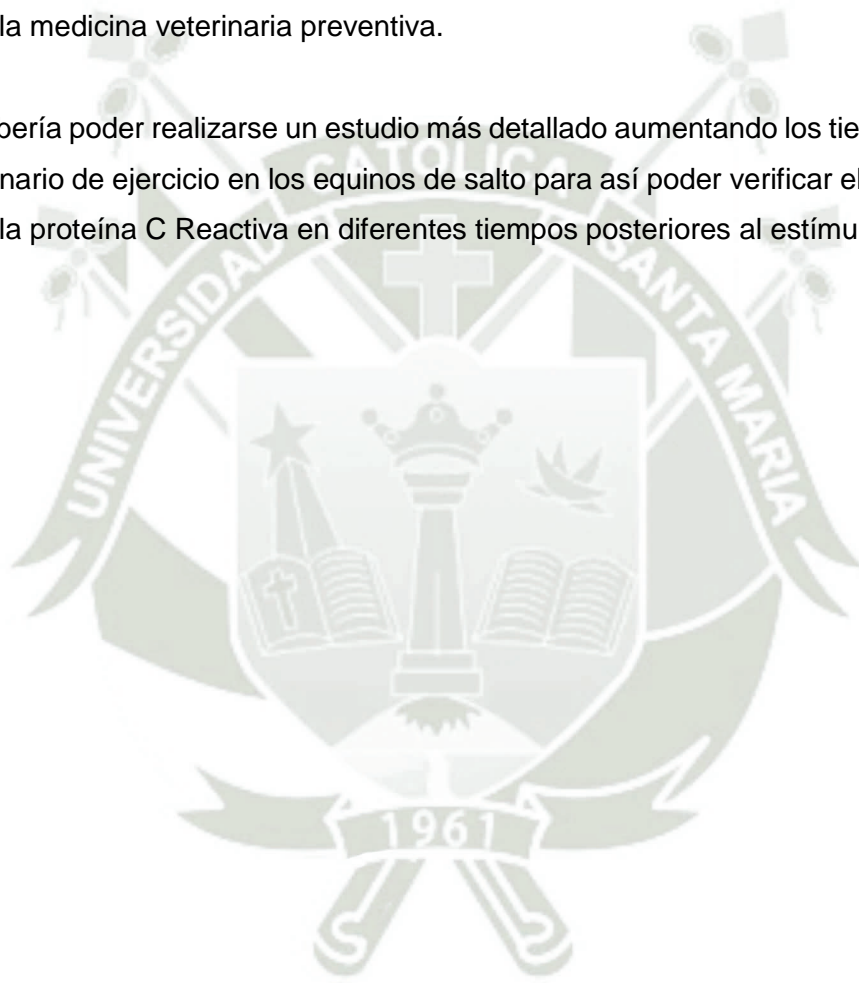
Segunda: Los valores de Proteína C Reactiva (PCR) cuantitativa mediante turbidimetría en suero sanguíneo de caballos de salto, antes del periodo de ejercicio rutinario no tuvieron variación significativa, indicando que están dentro de los valores normales.

Tercera: Los valores de Proteína C Reactiva (PCR) cuantitativa mediante turbidimetría en suero sanguíneo de caballos de salto, después del periodo de ejercicio rutinario no tuvieron diferencia significativa, indicando que están dentro de los valores normales.

VI. CAPÍTULO

6. RECOMENDACIONES

1. La inflamación es un proceso que debe vigilarse constantemente en el atleta equino, por ende, el ensayar diferentes marcadores bioquímicos podría ser una buena práctica de la medicina veterinaria preventiva.
2. Debería poder realizarse un estudio más detallado aumentando los tiempos del periodo rutinario de ejercicio en los equinos de salto para así poder verificar el verdadero papel de la proteína C Reactiva en diferentes tiempos posteriores al estímulo.



VII. CAPÍTULO

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pritchard J.C , A.C Lindberg, D.C.J Main, Whay H.R. Assessment of the welfare of working horses, mules and donkeys, using health and behaviour parameters. Preventive Veterinary Medicine. 2005; 69: p. 474-481.
2. Broster CE, CC; Burn, ARS Barr, Whay HR.. The range and prevalence of pathological abnormalities associated with lameness in working horses from developing countries. Equine Vet. J. 2009; 41(5): p. 267-273.
3. Tadich T , A Escobar, R Pearson. Husbandry and welfare aspects of urban draught horses in the south of chile. Arch Med Vet. 2008; 40: p. 21-27.
4. Tillet WS, Francis TJ. Serological Reactions in Pneumonia with a Non Protein Somatic Fraction of Pneumococcus. J Exp Med. 2020; 52(4).
5. Thompson D , Pepys MB, Wood SP.. The physiological structure of human C reactive protein and its complex with phosphocholine.. Structure. 1999; 15.
6. Pepys MB Hirschfield GM. C - reactive protein: a critical update. J Clin Invest. 2003; 111.
7. Volanakis JE. Human C - reactive protein: expression, structure, and function. Mol Immunol. 2001; 38.
8. Fransen EJ, Maessen JG, Elenbaas TWO, van Aarnhem EE, van Dieijen- Visser MP. Increased preoperative C - reactive protein plasma levels as a risk factor for postoperative infections after cardiac surgery. Ann thorac surg. 1999; 67.
9. Makela JT , Eila H, Kiviniemi H, Laurila J , Laitinen S.. Computed tomography severity index and C- reactive ptotein values predicting mortality in emergency and intensive care units for patients with severe acute pancreatitis. Am J Surg. 2007; 194.
10. de Beaux AC , Goldies AS, Ross JA, Carter DC , Fearon KCH. Serum concentrations of inflammatory mediators related to organ failure in patients with acute pancreatitis. Br J Surg. 1996; 83.
11. Karamarkovic A , Radekovic D, Milic N et al. Protein C as an early marker of severe septic complications in diffuse secondary peritonitis. World J Surg. 2005; 29.
12. Best LG , Zhang Y, Lee ET, Yeh JL. C - reactive protein as a predicator of cardiovascular risk in a population with a high prevalence of diabetes: the strong heart Study. circulation. 2005; 112.
13. Danesh J , Wheeler JG , Hirschfield GM, Eda S , Eiriksdottir G , Rumley A, Lowe GD, Pepys MB, Gudnson V. C- reactive protein and other circulating markers of inflammation in the prediction of coronary heart disease. N Engl J med. 2004; 350.

14. Wong VK, Malik HZ , Hamady ZZ, Al-Mukhtar A, Gomez D, Prasad K, Toogood GJ, Lodhe JP. C-reactive protein as a predictor of prognosis following curative resection for colorectal liver metastases. *Br J Cancer*. 2007; 96.
15. Welsch T , Frommhold K, Hinz U, Weigand MA , Kleeff J, Friess H, Buchler MW, Schmid J. Persisting elevation of C- reactive protein after pancreatic resections can indicate developing inflammatory complications. *Surgery*. 2008; 143.
16. eClinipath <https://r.search.yahoo.com/>
17. Gautam V , Naseem S.. Acute- phase proteins. As diagnostic tool Sachin Jain. *J. Pharm Bioallied Sci*. 2019; 3(1).
18. Gruys E , Toussaint MJM, Niewold TA , Koopmans SJ. Acute phase reaction and acute phase proteins. *Zhejiang Univ Sci 6B*. 2005;(11).
19. Eckersall PD, Bell R.. Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *Vet J*. 2010; 185(1).
20. Crisman MV, Scarratt WK, Zimmerman KL. Proteínas sanguíneas e inflamación en el caballo. *Vet clin North Am Equine Pract*. 2008; 24(2).
21. Petersen H, Jens Peter Nielsen , Peter Mikael Helweg Heegaard.. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet Res*. 2004; 35.
22. Fiedel BA , Simpson RM, Gewurz H. Effects of C-reactive protein (CRP) on platelet function. In: Kushner I, Volankis JE, Gewurz H (Eds), *C - reactive protein and the plasma protein response to tissue injury*. the New York Academy of Science. 1982; 389.
23. Ballou SP , Lozanki G. Induction of inflammatory cytokine release from cultured human monocytes by C- reactive protein. *Cytokine*. 1992; 4(5).
24. Robey FA , Jones KD, Tanata T, Liu TY. Binding of C- reactive protein to chromatin and nucleosome core particles. A possible physiological role of C- reactive protein. *J Biol Chem*. 1984; 259.
25. Gabay C , Kushner I.. Acute - phase proteins and other systemic response to inflammation. *N Engl J Med*. 1999; 340.
26. Koj A. Initiation of acute phase response and synthesis of cytokines. *Biochem Biophys Acta*. 1996; 1317.
27. Friedrichs WE , Navarajo-Ashbaugh AL, Bowman BH, et al. Expression and inflammatory regulation of haptoglobin gene in adipocytes. *Biochem Biophys Res Commun*. 1995; 209.
28. McDonald TL , Larson MA , Mack DR, et al.. Elevated extrahepatic expression and secretion of mammary- associated serum amyloid A 3 (M-SAA3) into colostrum. *Vet Immunol Immunopathol*. 2001; 83.

29. Urieli- Shoval S , Cohen P, Eisenberg S et al. Widespread expression of serum amyloid A in histologically normal human tissues: predominant localisation to the epithelium. *J Histochem Cytochem.* 1998; 46.
30. Long A , Nolen- Walston R. Equine Inflammatory Markers in the twenty- First Century: A Focus on Serum Amyloid A.. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2020; 36(1).
31. Hagbard P. H, Jens Peter Nielsen , Peter Mikael Helweg Heegaard. Aplication of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet Res.* 2004; 35.
32. Witkowska- Pilaszewicz OD , Zmigrodzka M, Winnicka A , Miskiewicz A , Strzelec k Cywinska A. Suero amiloide A en la salud y enfermedad equinas. *veterinario equino.* 2019; 51(3).
33. Hulten C, Tulamo R-M, Suominen MM, et al. A non-competitive chemiluminescence enzyme immunoassay for the equine acute phase protein serum amyloid A (SAA)-- a clinically useful inflammatory marker in the horse. *Vet Immunol Immunopathol.* 1999; 68.
34. Satoh M.. Sandwich enzyme-linked immunosorbent assay for serum amyloid A protein in horses. *Jpn J Vet res.* 1996; 42.
35. Wakimoto Y. slide reversed passive latex agglutination Test. A simple and practical method for equine serum amyloid A (SAA) protein determination. *Jpn J Vet Res.* 1996; 44.
36. Nunokawa Y , Fujinaga T, Taira T, et al. Evaluation of serum amyloid A protein as an acute-phase reactive protein in horses. *J Vet Med Sci.* 1993; 55.
37. Yamashita, T. Fujinaga, S. Mizuno. Serum C-reactive protein (CRP) in horses: the effect of aging, sex , delivery and inflammations on its concentration. *the Journal of veterinary medical science.* 1991.
38. Taira T, Fujinaga T, Okumura M, et al. Equine haptoglobin: isolation, characterization and the effects of aging, delivery and inflammation on its serum concentration. *J Vet Med Sci.* 1992; 54.
39. Taira T , Fujinaga T, Tamura K, et al. Isolation, characterization of 1-acid glycoprotein from horses, and its evaluation as an acute-phase reactive protein in horses. *Am J Vet Res.* 1992; 53.
40. Okumura M, Fujinaga T, Yamashita K, et al. Isolation, characterization, and quantitative analysis of ceruplasmin from horses. *Am J Vet Res.* 1991; 52.
41. Allen B, Archer RK. Haptoglobins in the horse. *Vet Rec.* 1971; 89.
42. Kent JE. Goodall J. Assessment of an immunoturbidimetric method for measuring equine serum haptoglobin concentrations. *Equine Vet J.* 1991; 23.

43. Stoneham SJ, Palmer L, Cash R, et al. Measurement of serum amyloid A in the neonatal foal using a latex agglutination immunoturbidometric assay: determination of the normal range, variation with age and response to disease. *Equine Vet J.* 2001; 33.
44. Wiedmeyer CE, Solter PF.. Validation of human haptoglobin immunoturbidometric assay for detection of haptoglobin in equine and canine serum an plasma. *Vet Clin Pathol.* 1996; 25.
45. Jacobsen S, Kjølgaard- Hansen M, Petersen HH, et al. Evaluation of a commercially available human serum amyloid A (SAA) turbidometric immunoassay for determination of equine SAA concentrations. *Vet J.* 2006; 172.
46. Andrews DA, Reagan WJ, DeNicola DB. Plasma fibrinogen in recognizing equine inflammatory disease. *Compend Cont Educ Pract Vet.* 1994; 16.
47. Pollock PJ, Prendergast M, Schumacher J , et al. Effects of surgery on the acute phase response in clinically normal and disease horses. *Vet Rec.* 2005; 156.
48. Chavatte PM, Pepys MB , Roberts B, et al. Measurement of serum amyloid A protein (SAA) as an aid to differential diagnosis of infection in newborn foals. In: Plowright W, Rossdale PD , Wade JF, eds. *Proceedings of the 6th international Conference on infectious Diseases.*Newmarket. UK: R & W Publications. 1991.
49. Brink P, Wright JC, Schumacher J.. An investigation of the ability of the glutaraldehyde test to distinguish between acute and chronic inflammatory disease in horses. *Acta vet Scand.* 2005; 46.
50. Rose GL, Skinner TL, Mielke GI, Schaumberg MA. The effect of exercise intensity on chronic inflammation : A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2021; 24(4).
51. Leclere M, Lavoie-Lamoureux A, Lavoie JP. Acute phase proteins in racehorses with inflammatory airway disease. *J Vet intern Med.* 2015; 29(3).
52. Nielsen AR, Pedersen BK. The biological roles of exercise-induced cytokines: IL-6, IL-8, and IL-15. *Physiol Nutr Metab.* 2007; 32.
53. Woods JA , Vieira VJ, Keylock KT.. Exercise, inflammation, and innate immunity. *Immunol Allergy Clin.* 2009; 29.
54. Nieman DC, Henson DA, Davis JM, Dumke CL, Utter AC, Murphy EA, et al. Blood leukocyte mRNA expression for IL-10, IL-1Ra, and IL-8, but not IL-6, increases after exercise. *J Interferon Cytokine Res.* 2006; 240.
55. Nieman DC, Dumke CL, Henson DA, Mcanulty SR, Gross SJ, Lind RH. Muscle damage is linked to 242 cytokine changes following a 160-km race. *Brain Behav Immun.* 2005; 19.
56. Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress. *Med Sci.* 2000; 32.

57. Cooper DM, Radom -Aizik S, Schwindt C , Zaldivar F, Jr. Dangerous exercise: lessons learned from 246 dysregulated inflammatory responses to physical activity. *Journal of applied physiology*. 2007; 103.
58. Suzuki k, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to 249 exhaustive exercise. *Cytokine kinetics. Exerc Immunol Rev*. 2002; 8(6).
59. Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease 251 control. *Essays Biochem*. 2006; 42.
60. Horohov DW, Sinatra ST , Chopra RK, Jankowits S, Betancourt A , Bloomer RJ. The Effect of Exercise 253 and nutritional Supplementation on Proinflammatory Cytokine Expression in Young Racehorses During 254 Training. *Journal of Equine. Veterinary Science*. 2012; 32.
61. Siqueira RFD, Fernandes WR. Post - ride inflammatory markers in endurance horses. *ciencia rural*. 2016; 46.
62. Donovan DC, Jackson CA, Colahan PT, Norton N, Hurley DJ. Exercise - induced alterations in pro 258 inflammatory cytokines and prostaglandin F2 alpha in horses. *Vet Immunol Immunopathol*. 2007; 118.
63. Lamprecht EL, Bagnell C, Williams C. Inflammatory responses to three modes of intense exercise in 261 Standardbred mares- A pilot study. *Comp Ex Physiol*. 2009; 5.
64. Cappeli K, Felicetti M, Capomaccio S, Nocelli C, Silvestrelli M, Verini- Suppizi A. Effect of training 263 status on imune defense related gene expression in Thoroughbred: are genes ready for the sprint. *Veterinary journal*. 2013; 195.
65. Cywinska A, Witkowski L, Szarska E, Schollenberger A, Winnicka A. Serum amyloid A (SAA) 266 concentration after training sessions in Arabian race and endurance horses. *BMC veterinary research*. 2013; 9(91).
66. Valle E, Zanatta R, Odetti P, Traverso N , Furfaro A, Bergero D, et al. Effects of competition on acute 269 phase proteins and lymphocyte subpopulations - oxidative stress markers in eventing horses. *Journal of 270 animal physiology and animal nutrition*. 2015; 99.
67. Kedzierski W. Changes in plasma leptin concentration during different types of exercise performed 272 by horses. *Animal: an international journal of animal bioscience*. 2014; 8.
68. Arfuso F, Giannetto C, Giudice E, Fazio F ,Piccione G. Dynamic modulation of platelet aggregation, 274 albumin and nonesterified fatty acids during physical exercise in Thoroughbred horses. *Research in 275 veterinary science*. 2016; 104.
69. Mach N , Ramayo -Caldas Y , Clark A, Moroldo M, Robert C, Barrey E, et al. Understanding the 277 response to endurance exercise using a systems biology approach: combining blood metabolomics, 278 trascriptomics and miRNomics in horses.. *BMC genomics*. 2017; 18.

70. Tozaki T, Kikuchi M, Kakoi H, Hirota KI, Mukai K, Aida H, et al. Profiling of exercise-induced 280 transcripts in the peripheral blood cells of Thoroughbred horses. *Journal of equine science*. 2016; 27.
71. Capomaccio S, Vitulo N, Verini-supplizi A, Barcaccia G, Albiero A, D'Angelo M, et al. RNA sequencing 283 of the exercise transcriptome in equine athletes. *Plos one*. 2013; 8.
72. Kravitz MS, Pitashny M, Shoenfeld Y. Protective molecules-C-reactive protein (CRP), serum amyloid P (SAP), pentraxin3 (PTX3), mannose-binding lectin (MBL), and apolipoprotein A1 (ApoA1), and their autoantibodies: prevalence and clinical significance in autoimmunity.. *J Clin Immunol*. 2005; 582.
73. Tlaskalova-Hogenova H, Tuckova L, Stepankova R, Hudcovic T, Palova-Jelinkova L, Kozakova H, et al. Involvement of mate immunity in the depelopment of inflammatory and autoimmune diseases. *Ann N Y A cad Sci*. 2005; 787.
74. Verboon-Maciolek MA, Thijsen SF, Hemels MA, Menses M, van loon AM, Krediet TG, et al. Inflammatory mediators for the diagnosis and treatment of sepsis in early infancy. *Pediatr Res*. 2006; 59.
75. Ji SR,WU Y, Potempa LA, Liang YH,Zhao J.. Effect of modified C-reactive protein on complement activation: a possible complement regulatory role of modified or monomeric C-reactive protein in atherosclerotic lesions.. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2006; 26.
76. Lagrand WK, Niessen HW.M, Wolbink GJ, Jaspars LH, Visser CA, Verheugt FW.A,et al. C- reactive protein colocalizes with complement in human hearts during acute myocardial infarction. *myocardial infarction. circulation*. 1997; 95.
77. Pepys M.. CRP or not CRP? that is the question. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2005; 25.
78. Macphee CH, Nelson J, Zalewski A.. Role of lipoprotein-associated phospholipase A(2) in atherosclerosis and its potential as a therapeutic target.. *Curr opin Pharmacol*. 2006; 6.
79. Goodson NJ, Solomon DH.. The cardiovascular manifestations of rheumatic diseases. *Curr opin Rheumatol*. 2006; 18.
80. Ridker PM. Clinical application of C-reactive protein for cardiovascular disease detection and prevention. *circulation*. 2003; 107.
81. Pierrot L. Tugirimana P.L, De Clerq D, Holderbekeb A.L. A Functional Turbidimetric Method to DetermineC-reactive Protein in Horses. *PubMed*. 2011.
82. Sproston NR, Ashworth JJ.. Papel de la proteína C reactiva en sitios de inflamacion e infeccion. *Inmunol frontal*. 2018.
83. Yogespriya S. and Selvaraj P. C-Reactive Protein in Veterinary Practice. *Dairy and Vet Sci J Review article*. 2019.

84. Zack, N, Siwinska S. Elzinga V.D. Barker T Stefania B.J. Schanbacher N.J. Place A. Niedzwiedz. Efectos del síndrome metabólico equino sobre la inflamación y los marcadores de fase aguda en caballos. .
85. Patterson -Kane, J.C. , Rich, T.. Lesiones del tendón de aquiles en atletas de elite: lecciones de fisiopatología de sus homólogos equinos.. CrossRef Pubmed. ; 55(86-99).
86. Steward , J.C. Fielding, C.L., Horohov. D.W.. El efecto de un paseo de resistencia competitivo de 160 kilómetros en la expresión del ARNm del marcador inflamatorio en caballos. J.Equine Vet. CrossRef Pubmed. 2019; 79(45-49).



ANEXOS

Anexo No. 1

Prospecto del kit de PCR



CE



Determinación cuantitativa de Proteína C-Reactiva (PCR) IVD

Conservar a 2-8°C.

PRINCIPIO DEL MÉTODO

PCR-Turbilátex es un ensayo turbidimétrico para la cuantificación de proteína C-reactiva (PCR) en suero o plasma humano. Las partículas de látex recubiertas con anticuerpos anti-PCR humana, son aglutinadas por PCR presente en la muestra del paciente. El proceso de aglutinación provoca un cambio de absorbancia proporcional a la concentración de PCR de la muestra, y por comparación con un calibrador de PCR de concentración conocida se puede determinar el contenido de PCR en la muestra ensayada.

SIGNIFICADO CLÍNICO

La Proteína C-reactiva es una proteína de fase aguda, presente en el suero de pacientes sanos, la cual puede incrementarse significativamente en la mayoría de procesos infecciosos bacterianos y víricos, tejidos dañados, inflamación y neoplasias malignas. El incremento de concentración de esta proteína se produce después de unas horas de desarrollarse la inflamación pudiendo alcanzar niveles de 300 mg/L en 12-24 horas.

REACTIVOS

Diluyente (R1)	Tampón Tris 20 mmol/L, pH 8.2. Conservante.
Látex (R2)	Partículas de látex cubiertas de IgG de cabra anti-PCR humana, pH, 7.3. Conservante.
CRP-CAL	Calibrador. La concentración de PCR viene indicada en la etiqueta del vial.

PRE CAUCIONES

Todos los componentes de origen humano han resultado ser negativos para el antígeno HBs, HCV y para el anti-HIV (1/2). Sin embargo, deben tratarse con precaución como potencialmente infecciosos.

CALIBRACIÓN

Usar el Calibrador PCR Referencia 1107002. La sensibilidad del ensayo y el valor de concentración del Calibrador están estandarizados frente al Material de Referencia CRM 470/RPPHS (Institute for Reference Materials and Measurements, IRMM). Recalibrar cuando los resultados del control están fuera de especificaciones, cuando se usa diferente lote de reactivo y cuando se ajusta el instrumento.

PREPARACIÓN

Lista para su uso.
Calibrador de PCR: Reconstituir (→) el liofilizado con 1.0 mL de agua destilada. Mezclar con suavidad y dejar 10 minutos en reposo antes de usarlo.

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad indicada en el envase cuando se mantienen los vales bien cerrados a 2-8°C, y se evita la contaminación durante su uso. No utilizar reactivos que hayan sobrepasado la fecha de caducidad. La congelación de los reactivos de Látex y Diluyente altera irreversiblemente la funcionalidad de los mismos. Indicadores de deterioro de los reactivos: Presencia de partículas y turbidez. Calibrador reconstituido: Estable 1 mes a 2-8°C ó 3 meses a -20°C.

MATERIAL ADICIONAL

- Autoanalizador MINDRAY BS-120 / BS-200E.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

MUESTRAS

Suero fresco. Estable 7 días a 2-8°C o 3 meses a -20°C. Las muestras con restos de fibrina deben ser centrifugadas antes de usar. No utilizar muestras altamente hemolizadas o lipémicas.

VALORES DE REFERENCIA

Valores normales hasta 6 mg/L. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

CONTROL DE CALIDAD

Se recomienda utilizar sueros control para controlar los ensayos tanto en procedimiento manual como en automático. Debe usarse el control de SPINREACT ASO/PCR/IR nivel L (Ref: 1102114) y nivel H (Ref: 1102115). Cada laboratorio debería establecer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias exigidas.

NOTAS

1. El diagnóstico clínico no debe realizarse únicamente con los resultados de un único ensayo, sino que debe considerarse al mismo tiempo los datos clínicos del paciente.

APLICACIÓN AL MINDRAY BS-120 / BS-200E

PARÁMETROS			
Nombre Alíveo	PCR / PCR	R1	240 / 240
Numero	**	R2	60 / 60
Nombre	PCR / PCR	Volumen muestra	3 / 3
Num standard		Blanco R0	
Modo	T.F (o) / T.F (p)	Blanco mezcla reactivo	
Long onda primaria	546 / 546	Rango linealidad	*
Long onda secundaria		Límite linealidad	150 mg/L
Dirección	Aumen / Aumen	Límite Substrato	*
Tiempo reacción	1_7 / -1_30	Factor	*
Tiempo incubación		Efecto Prozona	*
Unidades	mg/L / mg/L	q0	q0
Precisión	0.01 / 0.01	q0	q0
		RC	Abs

CALIBRACIÓN (Cal + Reactivo)

Tipo curva: lineal un punto / Lineal dos puntos

Sensibilidad: 1 / 1

Replicados: 2 / 2

Intervalos (días): 0 / 0

Límite aceptación:

Desviación Estándar:

Requisito del Blanco:

Error Límite:

Coefficiente de correlación:

Es necesario solicitar el blanco en este parámetro para obtener resultados corregidos en la pantalla principal de CALIB. La Calibración junto al blanco de reactivo es estable hasta 20 días. Pasado este periodo es necesario solicitar de nuevo el blanco de reactivo para hacer válida la calibración.

CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

1. Límite de linealidad: hasta 150 mg/L, en las condiciones descritas del ensayo. Muestras con concentraciones superiores deben diluirse 1/5 en NaCl 9 g/L y ensayarse de nuevo. La linealidad puede variar en función del analizador o espectrofotómetro utilizado, así como de la relación muestra/reactivo. Disminuyendo el volumen de muestra, se aumenta el límite superior de linealidad, aunque se reduce la sensibilidad.
2. Límite de detección: Valores por debajo de 1 mg/L dan lugar a resultados poco reproducibles.
3. Efecto prozona: No se observa efecto prozona hasta valores de 800 mg/L.
4. Sensibilidad: Δ 4.2 mA/mg/L.
5. Precisión: El reactivo ha sido probado durante 20 días con tres concentraciones diferentes de PCR en un estudio basado en las normas EP5 (NCCLS).

EP5	Cv (%)		
	9.2 mg/L	18.8 mg/L	57.9 mg/L
Total	7.3%	6.9%	5.9%
Within Run	2.8%	3.1%	2.9%
Between Run	6.1%	4.7%	3.9%
Between Day	3.0%	4.0%	3.4%

6. Exactitud: El comportamiento de este método (y) fue comparado con otro método (x) de características similares. 50 muestras de diferentes concentraciones de PCR fueron analizadas con ambos métodos. El coeficiente de regresión (yF) fue de 0.99 y la ecuación de la recta de regresión $y = 1.101x + 2.518$. Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lars-Olof Hansson et al. Current Opinion in Infectious Diseases 1997; 10: 196-201.
2. Chetana Vaishnavi. Immunology and Infectious Diseases 1996; 6: 139 - 144.
3. Yoshitsugu Hokama et al. Journal of Clinical Laboratory Status 1987; 1: 15 - 27.
4. Karl Pulki et al. Sacand J Clin Lab Invest 1986; 46: 606 - 607.
5. Wiener Miller et al. Journal of Immunological Methods 1985; 80: 77 - 90.
6. Shogo Otsuji et al. Clin Chem 1982; 28(10): 2121 - 2124.
7. Young DS. Effects of drugs on clinical laboratory test. 4th ed. AACCC Press: 1995.

PRESENTACIÓN

Ref.: M11107001

Cont	R1. Diluyente: 2 x 30 mL
	R2. Látex: 1 x 15 mL
	CRP-CAL: 1 x 1 mL

M111040-E 03/07/18

SPINREACT S.A./S.A.U. Ctra. Santa Coloma, 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN
Tel. +34 972 69 09 00 Fax +34 972 69 00 99 e-mail spinreact@spinreact.com

Anexo No. 2

Secuencia fotográfica:

Figura No. 1:



Figura No. 2 :



Figura No. 3:



Figura No. 4:



Figura No. 5:



Figura No. 6:



Figura No. 7:



Figura No. 8:



Figura No. 9:



Figura No. 10:



Figura No. 11:



Figura No. 12:



Figura No. 13:



Figura No. 14: Entrenamiento de equinos en el club hípico “los criollos”



Figura No. 15: Entrenamiento de equinos en el club hípico “los criollos”



Figura No. 16: Desinfección de la zona antes de la punción



Figura No. 17: Obtención de muestra sanguínea por vía yugular



Figura No. 18: Traslado de muestras al laboratorio DIAGNOVET



Figura No. 19: Centrifugado de muestras sanguíneas



Figura No. 20: Se procedió a centrifugar las muestras a 4000 RPM por 5 MIN



Figura No. 21: Obtención de plasma sanguíneo



Figura No. 22: Micropipeta calibrada a 500 μ L para la extracción de plasma sanguíneo



Figura No. 23: Se procedió a retirar 500 μ L de plasma sanguíneo en cada muestra



Figura No. 24: Etiquetado del Plasma sanguíneo de equinos en crioviales



Figura No. 25: Plasma sanguíneo de equinos

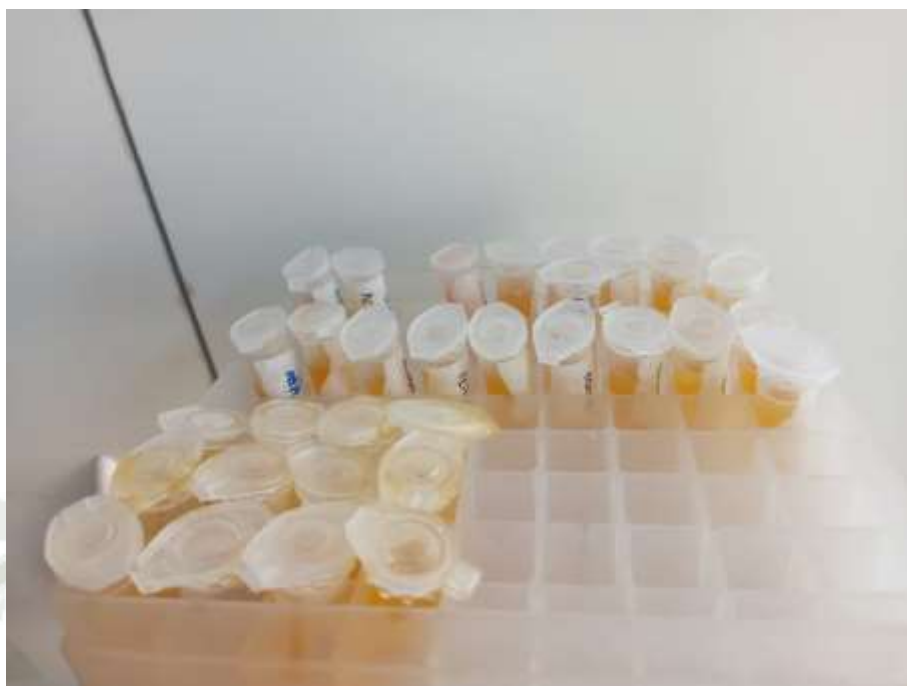


Figura No. 26: kit de Proteína C reactiva



Figura No. 27: Deposito de plasma sanguíneo en cada pozo del analizador bioquímico para su debido procesamiento



Figura No. 28: Analizador Bioquímico



Figura No. 29: Rotor del analizador Bioquímico automático



Figura No. 30: Programación del analizador de bioquímicos



Figura No. 31: Programación del analizador de bioquímicos



Figura No. 32: Obtención de resultados



Figura No. 33: Resultados de PCR en analizador Bioquímico



Figura No. 34: Resultados de PCR en analizador Bioquímico



Anexo No. 3

Cálculos Estadísticos:

Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 10

Variable	n	Media	DE	LI (95)	T	p(Unilateral D)
PCR a	24	3.18	0.10	3.15	-318.20	>0.9999

Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 10

Variable	n	Media	DE	LI (95)	T	p(Unilateral D)
PCRd	24	3.16	0.08	3.13	-432.18	>0.9999

Prueba T (muestras apareadas)

Obs (1)	Obs (2)	N	media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)
LI (95%)	LS (95%)		T			
PCR a	PCRd	24	0.02	3.18	3.16	0.11
-0.02	0.07		1.14			0.2656

Prueba T (muestras apareadas)

Obs (1)	Obs (2)	N	media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)
LI (95%)	LS (95%)		T	p(Unilateral D)		
PCR a	PCRd	24	0.02	3.18	3.16	0.11
-0.01	sd		1.14			0.1328

Anexo No. 4**Cuadro de Características:**

No.	Nombre	Sexo	Edad	Color
1	Mango	M	14 años	café
2	Shigoto	M	6 años	negro
3	Hazard	M	8 años	café
4	Kristal	H	20 años	blanco
5	Sebas	M	10 años	café
6	Liso	M	5 años	blanco
7	Chilcano	M	13 años	café
8	Whisky	M	12 años	colorado
9	Aramis	M	7 años	moro
10	Pigalle	M	10 años	café
11	Ainus	M	5 años	moro
12	Esperanza	H	7 años	negro
13	Lunatic	M	12 años	colorado
14	Atlantis	M	8 años	blanco
15	Blackrain	M	18 años	negro
16	Talvados	M	9 años	blanco
17	Reflet	M	7 años	café
18	Cloni	H	5 años	moro
19	Fina	H	7 años	negro
20	Borgona	H	7 años	negro
21	Queen	H	6 años	café
22	Zafiro	H	15 años	café
23	Tilin	M	8 años	blanco
24	Canelo	M	8 años	café

