

Diagnóstico y tratamiento de anemia en caballos criollos con dos dietas ricas en hierro

Diagnosis and treatment of anemia in creole horses with two iron-rich diets

Marco Sergio Guerra Delgado¹, Rosario Nelly Elera Ojeda^{1*},
Fernanda Belén Guerra Elera²

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diagnosticar y tratar la anemia en caballos criollos de la provincia de Piura, Perú. El estudio se realizó de junio a diciembre de 2022. Se tomaron muestras de sangre con anticoagulante para determinar los valores de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos a fin de identificar individuos considerados anémicos. Se seleccionaron 8 caballos (4 hembras y 4 machos) de 3 a 8 años. Los animales resultaron negativos a anaplasmosis y piroplasmosis y fueron desparasitados vía oral con ivermectina al 1%. Los animales fueron distribuidos en dos grupos y se les suministró dos dietas (D1 y D2), ricas en hierro, durante 60 días. La D1 contenía 3.0 Mcal/kg, 18% de proteínas, 4% de grasa, 8.5% de fibra, 8% de cenizas y 345 mg/kg de hierro y la D2 contenía 3.3 Mcal/kg, 18% de proteínas, 4% de grasa, 15% de fibra, 12% de cenizas y 533.9 mg/kg de hierro. A los 30 y 60 días se evaluó la presencia de anemia, mediante examen hematológico y peso corporal. Los equinos con la Dieta 1 incrementaron ($p < 0.05$) la concentración de hemoglobina en 0.7 y 0.9 g/dL a los 30 y 60 días, respectivamente y ganaron 15.3 kg, mientras que los de la Dieta 2 incrementaron ($p < 0.05$) la concentración de hemoglobina en 0.8 y 1.5 g/dL, eritrocitos en 0.33 y $0.90 \times 10^6/\mu\text{L}$, y hematocrito en 2.1 y 5.1% a los 30 y 60 días, respectivamente, y ganaron 27.8 kg. Se concluye que la Dieta 2 permitió reparar el problema de la anemia en los caballos criollos de Piura.

Palabras clave: anemia, caballos, eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, hierro

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional de Piura, Perú

² Servicio de Atención Móvil de Urgencia (SAMU) de la Dirección Regional de Salud (DIRESA), Piura, Perú

* Email: relerao@unp.edu.pe

Recibido: 23 de marzo de 2023

Aceptado para publicación: 24 de octubre de 2023

Publicado: 18 de diciembre de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to diagnose and treat anaemia in Creole horses from the province of Piura, Peru. The study was conducted from June to December 2022. Anticoagulant blood samples were taken to determine haemoglobin, haematocrit, and erythrocyte values to identify individuals considered anemic. A total of 8 horses (4 female and 4 male) from 3 to 8 years old were selected. The animals were negative for anaplasmosis and piroplasmosis and were dewormed orally with 1% ivermectin. The animals were distributed into two groups and were fed two diets (D1 and D2), rich in iron, for 60 days. D1 contained 3.0 Mcal/kg, 18% protein, 4% fat, 8.5% fibre, 8% ash and 345 mg/kg iron and D2 contained 3.3 Mcal/kg, 18% protein, 4% fat, 15% fibre, 12% ash and 533.9 mg/kg of iron. At 30 and 60 days, the presence of anaemia was evaluated by haematological examination and body weight. The horses on Diet 1 increased ($p < 0.05$) the haemoglobin concentration by 0.7 and 0.9 g/dL at 30 and 60 days, respectively, and gained 15.3 kg, while those on Diet 2 increased ($p < 0.05$) the haemoglobin concentration in 0.8 and 1.5 g/dL, erythrocytes in 0.33 and $0.90 \times 10^6/\mu\text{L}$, and haematocrit in 2.1 and 5.1% at 30 and 60 days, respectively, and they gained 27.8 kg. It is concluded that Diet 2 made it possible to repair the problem of anaemia in the Creole horses of Piura.

Key words: anemia, horses, erythrocytes, hematocrit, hemoglobin, iron

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 10 años de labor académica se ha encontrado, mediante exámenes de laboratorio, anemia crónica en caballos criollos utilizados en las prácticas de cursos de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad de Piura, Perú. Este problema fue usualmente atribuido a las condiciones medio ambientales, enfermedades, alimentación y trabajo a las que son sometidos estos animales. La anemia considerada como una alteración hematológica es un problema atribuido a factores tales como enfermedades parasitarias, úlceras gástricas, enfermedades hemolíticas, alimentación de baja calidad, hemorragias, anemia hemolítica autoinmune e hipersensibilidad tipo II, entre otros (Silva *et al.*, 2017).

En Piura los caballos criollos viven bajo crianza familiar y son utilizados por sus propietarios como animales de carga, transporte y actividades agrícolas, donde la actividad económica está orientada mayormente al

cultivo de arroz, algodón y maíz. Estos animales usualmente son llevados en las mañanas a campos de cultivo para que consuman rastrojos de cosecha y panca seca, mientras que por las tardes reciben alimento seco en sus corrales. Asimismo, la región sufre de periodos de sequía que afectan el cultivo permanente de forrajes afectando la disponibilidad y calidad del alimento, lo que conlleva a pérdida de la condición corporal y bajo rendimiento, acompañado de una disminución de hemoglobina y de eritrocitos, lo cual se traduce en anemia.

Castellanos *et al.* (2010), consideran de vital importancia los exámenes hematológicos en caballos criollos sometidos a trabajos forzados para poder determinar anomalías sanguíneas, conocer la causa e instaurar el tratamiento con el fin de evitar la exposición a otras enfermedades. Doreste (2013) encontró en 558 caballos de Gran Canaria de diferente edad, raza y sexo, pero clínicamente sanos, una prevalencia de anemia en asnos de 73.3%. Asimismo, Díaz *et al.* (2020) asociaron la presencia de *Babesia caballi* y

Teileria equi en muestras de sangre de caballos con anomalías en los parámetros hematológicos de la serie roja y blanca, incluyendo formaciones intraeritrocíticas compatibles con estos patógenos. Por otro lado, Luna *et al.* (2018) compararon hemogramas de caballos criollos criados en altitudes bajas con otros criados a más de 3000 msnm, encontrando mayores valores de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito y plaquetas en la altura ($p < 0.05$).

Los tipos de anemia que se pueden presentar en el caballo son las anemias regenerativas y las no regenerativas (Sullivan y Hinchcliff, 2015; Sullivan *et al.*, 2015). Por el contrario, las hemorragias crónicas se producen por pequeños sangrados que no causan una alteración seria del estado del animal en el corto plazo (Ferrando, 2021). Asimismo, la presentación de anemia en caballos no solo puede deberse a enfermedades infecciosas y parasitarias, sino que también se presenta con la ocurrencia de enfermedades nutricionales o carenciales producidas por una alimentación deficiente (Callejas y Magro, 2020), afectando de forma significativa el crecimiento y rendimiento productivo y de su trabajo diario. Ante esto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el estado situacional de los caballos criollos, determinar la causa del problema, así como proponer alternativas de solución a los criadores de caballos de la ciudad de Piura, como la formulación de raciones alimenticias ricas en hierro que podría corregir la anemia en caballos criollos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y Muestras

El estudio se realizó entre junio a diciembre de 2022. Se tomaron muestras de sangre (4 ml) de la vena yugular de 35 caballos de trabajo de la provincia de Piura, Perú utilizando tubos Vacutainer® con anticoagulante mediante punción de la vena yugular. Las muestras fueron transportadas a 4 °C y procesadas en el laboratorio Animal Fashion de la ciudad de Piura. Se determinó hemoglobina, hematocrito y eritrocitos. Con base a los resultados se seleccionaron ocho caballos criollos, de 3 a 8 años de edad, que resultaron con valores hemáticos compatibles con anemia (hemoglobina < 8.8 g/dL; hematocrito $< 26.6\%$; eritrocitos $< 5.35 \times 10^6/\mu\text{L}$ [Muir *et al.*, 2008, ver Cuadro 1). La condición corporal se evidenció con la Escala de Henneke de puntuación del 1 al 9, en función a la grasa almacenada en determinadas zonas del cuerpo y que considera al grado 6 como el ideal, sobre 6 como sobrealimentado y debajo de 6 como baja condición corporal (Soto, 2013; Bolger, 2015; Brito Márques, 2018).

Se trabajó con cuatro machos y cuatro hembras, y los datos de edad, sexo, tipo de alimentación y condiciones de crianza fueron registrados. Durante los 60 días del estudio, los animales continuaron realizando labores agrícolas, de transporte y carga y fueron alimentados en corrales individuales.

Cuadro 1. Valores de referencia, mínimo y máximo de parámetros hematológicos de caballos criollos (Muir *et al.*, 2008)

Parámetro	Eritrocitos ($10^6/\mu\text{L}$)	Hemoglobina (g/dL)	Hematocrito (%)
Promedio	7.7	12.65	35.5
Rango promedio	5.4-10.0	9.7-15.6	27.0-44.0
Máximo / Mínimo	5.35/10.2	8.8/15.8	26.6/45.0

Medicación Pre-experimental

Se realizó el diagnóstico de anaplasmosis y piroplasmiasis a los animales seleccionados mediante las pruebas inmunocromatográfica rápida e inmunofluorescencia indirecta, respectivamente. La prueba FASTest® Anaplasma se basa en el principio sándwich inmunocromatográfico que detecta anticuerpos IgG contra *Anaplasma phagocytophilum* y *Anaplasma platys*. Se considera una prueba positiva cuando a los 15 min de incubación aparece un color rosa-morado en las líneas de análisis (T) y de control (C) y negativa, cuando sólo aparece un color rosa-morado en la línea control (Diagnostik Megacor, 2021a). La prueba MegaFLUO® BABESIA caballi se basa en la detección semicuantitativa mediante inmunofluorescencia de anticuerpos IgG contra *Babesia caballi* en plasma o suero de caballo, donde una muestra positiva responde con color amarillo-verdosa fluorescente (Diagnostik Megacor, 2021b).

Los animales que resultaran positivos a anaplasmosis se les medicaría con oxitetraciclina, en dosis de 7 mg/kg/24 h durante 7 días y fluidoterapia si lo requiriera y con repelentes de garrapatas a base de permetrinas. Los animales que resultaran positivos a piroplasmiasis serían tratados con: imidocarb dipropionato, en dosis de 4 mg/kg PV, 4 veces a intervalos de 72 horas más sulfato de atropina, en dosis de 0.03 mg/kg para prevenir efectos adversos producidos por el imidocarb.

Los equinos seleccionados fueron tratados, asimismo, con ivermectina al 1%, vía oral al inicio del estudio. El peso de los animales fue calculado con una cinta métrica al inicio, al mes y al término del estudio. Para esto, se midió el perímetro torácico y la longitud corporal del animal, desde la articulación escapulo-humeral hasta la punta del hueso isquion. El peso fue estimado con la fórmula $PV = (\text{Perímetro torácico})^2 \times \text{longitud corporal} / 11900$ (García *et al.*, 2009).

Dietas Experimentales

Se prepararon dos dietas ricas en hierro en el módulo de laboratorios de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Piura (Cuadro 2).

Las dietas 1 y 2 fueron suministradas a los caballos a partir de los tres días de la desparasitación y por 60 días. Para esto, los animales fueron distribuidos en dos tratamien-

Cuadro 2. Composición de las dietas 1 y 2 ofrecidas a caballos de trabajo con alto contenido de hierro (Piura, Perú)

	Dieta 1 (%)	Dieta 2 (%)
<i>Ingredientes</i>		
Avena en hojuelas	27.0	21.0
Maíz molido	10.7	6.0
Cebada en grano	15.0	8.0
Lenteja partida	0.0	9.0
Harina de soya	13.0	10.0
Salvado de trigo	15.2	19.0
Algarroba en vaina	8.0	13.0
Aceite de girasol	1.0	1.0
Melaza	8.0	8.0
Chocolate negro	0.0	2.0
Sal común	1.0	1.0
Pre-mezcla de minerales	0.3	0.3
Pre-mezcla de vitaminas	0.3	0.2
Antifúngico	0.2	0.2
Secuestrador de micotoxinas	0.2	0.2
Antioxidante	0.1	0.2
Complejo B12	0.0	0.1
Aminoácidos	0.0	0.1
Levadura	0.0	0.1
Probióticos	0.0	0.3
Enzimas (celulasa y fitasa)	0.0	0.2
<i>Nutrientes calculados</i>		
Energía (Mcal/kg)	3.0	3.3
Proteína (%)	18.0	18.0
Grasa (%)	4.0	4.0
Fibra (%)	8.5	15.0
Cenizas (%)	8.0	12.0
Hierro (mg/kg)	345.0	533.9

tos (4 animales/tratamiento) y ubicados en los corrales de sus propietarios. Las dos dietas (concentrados balanceados) cubrieron los requerimientos nutritivos mínimos del caballo con trabajo moderado (NRC, 2007), y fueron suplementadas con ingredientes ricos en hierro. La dieta 2 contenía mayor cantidad de hierro (533.9 mg/kg) que la dieta 1 (345 mg/kg), ya que dentro de sus componentes se encontraron ingredientes ricos en hierro como la lenteja partida y el chocolate negro; así como complejo B, aminoácidos, levadura, probióticos y enzimas, insumos que no formaron parte de la dieta.

Tres caballos pertenecieron a un mismo criador, dos a un criador y los tres restantes a criadores individuales. Los animales fueron alimentados diariamente en el mismo horario para evitar alteraciones gastrointestinales. Cada caballo fue alimentado con el alimento común en la zona: panca seca y rastrojo, y con tres kg de concentrado/día. La panca seca y el rastrojo fueron proporcionados por los propietarios en el predio, tres veces al día y el concentrado fue repartido por los investigadores, dos veces al día, en partes iguales. Los investigadores se cercioraron de que los animales consumieran el concentrado antes de retirarse. En los casos con más de un caballo por predio, la dieta 1 se ofreció primero y luego se ofreció la dieta 2 al otro animal. El agua brindada fue limpia, fresca y disponible *ad libitum* (25-30 L/d).

El seguimiento del nivel de anemia como respuesta a las dietas experimentales se hizo mediante análisis de sangre a los 0, 30 y 60 días para determinar el número de eritrocitos y el valor de hemoglobina y del hematocrito. Para conocer los valores hematológicos se utilizó un Analizador Hematológico AS640 Vet que permite analizar 60 muestras por hora y trabaja con el método sin cianuro para HGB (hemoglobina) y de Impedancia para el recuento de células.

Análisis Estadístico

En el análisis estadístico se tomaron en cuenta los valores de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, así como el peso vivo en el día 0, 30 y 60 del estudio con base a las dos dietas experimentales. Se determinaron las medidas de tendencia central de los datos. El diseño del estudio fue pre-experimental de prueba previa y posterior a la intervención, sin emplear un grupo control (Pino, 2018). Se usó un muestreo no probabilístico basado en el juicio de los investigadores para la selección de los animales, los cuales debieron cumplir con los criterios de inclusión indicados.

La variable independiente fue el tratamiento de la anemia con la dieta (causa) y la dependiente fue la respuesta de los valores hematológicos y peso vivo (efecto). Se utilizó la prueba no paramétrica de eficacia *in vivo* con dos grupos de animales para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas (Villaruel del Pino, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de anaplasmosis y piroplasmosis

Ningún caballo del estudio resultó positivo a anaplasmosis o piroplasmosis, por lo que no fue necesario iniciar los tratamientos para estas enfermedades; sin embargo, fueron tratados con el antiparasitario antes de iniciar la suplementación con las dietas experimentales.

Efectividad de las dietas ricas en hierro

Con la finalidad de mejorar los niveles de hemoglobina de los caballos del estudio (<8.8 g/dL) que se encontraron por debajo del valor normal (9.7-15.6 g/dL) se prepararon las dietas 1 y 2 con un alto contenido de

Cuadro 3. Valores promedios (\pm error estándar) de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito de caballos criollos (cuatro caballos por dieta) en los días 0, 30 y 60, suplementados con dos dietas ricas en hierro (Piura, Perú, 2022)

Días	Eritrocitos ($10^6/\mu\text{L}$)				Hemoglobina (g/dL)				Hematocrito (%)			
	Dieta 1	Dieta 2	SE	Valor p	Dieta 1	Dieta 2	SE	Valor p	Dieta 1	Dieta 2	SE	Valor p
0	5.04	4.83	0.20	0.622	8.2	7.4	0.27	0.996	25.3	22.8	0.85	0.914
30	4.85	5.16	0.21	0.486	8.9	8.2	0.15	0.372	24.5	24.9	0.68	0.758
60	5.03	5.73	0.20	0.030	9.1	8.9	0.13	<0.001	25.7	27.9	0.57	0.002
Promedio	5.11				8.5				25.2			

Existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medias de los tres parámetros hematológicos por efecto de las dietas

SE: Error estándar

hierro. Los resultados indican un mayor incremento de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito en los animales que recibieron la Dieta 2, más no así en aquellos que recibieron la Dieta 1 (Cuadro 3). Los caballos suplementados con la Dieta 1 no incrementaron el número de eritrocitos ni el valor de hematocrito ($p > 0.05$), pero consiguieron mejorar ($p < 0.05$) la concentración de hemoglobina en 0.7 g/dL a los 30 días y en 0.9 g/dL al finalizar el estudio (60 días). Por otro lado, aquellos que recibieron la Dieta 2 lograron incrementar la concentración de hemoglobina en 0.8 g/dL a los 30 días y en 1.5 g/dL al finalizar el estudio; asimismo, aumentaron significativamente ($p < 0.05$) el número de eritrocitos ($0.33 \times 10^6/\mu\text{L}$ a los 30 días y en $0.90 \times 10^6/\mu\text{L}$ a los 60 días). En forma similar, el hematocrito (2.1 y 5.1% a los 30 y 60 días, respectivamente).

En el Cuadro 3 se puede apreciar, asimismo, que al comparar las dos dietas se encontró que no hubo diferencias en los valores hematológicos en el día 30 del estudio ($p > 0.05$), a diferencia del día 60 donde la Dieta 2 presentó mejores valores ($p > 0.05$).

En el Cuadro 3, asimismo, se puede apreciar que al comparar ambas dietas se encontró que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en los resultados de los valores hematológicos a partir del día 60 y no se presentaron diferencias entre ellas en el día 30 del estudio ($p > 0.05$).

Los valores de eritrocitos y del hematocrito de los caballos que recibieron la Dieta 2, alcanzaron los valores mínimos de referencia en el día 60, lo que no sucedió con los caballos que recibieron la Dieta 1. Si bien el bazo tiene una gran influencia sobre el valor del hematocrito debido a que un gran número de hematíes que se secuestran temporalmente en el bazo se pueden transferir rápidamente a la circulación sistémica en respuesta a la excitación (manipulación, punción venosa, espasmos) y ejercicio de alta intensidad (Díaz-Sánchez *et al.*, 2018); Poole y Erickson, 2011; Zobba *et al.*, 2011), en este caso los animales del estudio no realizaban actividad física alguna que pudiera elevar este parámetro.

Por otro lado, Savignone (2017) manifiesta que el ejercicio físico en el caballo ocasiona un aumento considerable del número de glóbulos rojos, valor hematocrito y concentración de hemoglobina, alcanzando valores máximos en el punto de fatiga durante el ejercicio, para luego descender durante la recuperación aeróbica. Asimismo, indica que la correlación entre los valores hematológicos y el grado de daño de la membrana de los eritrocitos muestra que, a pesar del aumento de glóbulos rojos circulantes, ante una espleno-contracción, estos se encuentran dañados, como consecuencia del ambiente oxidante durante la etapa de máximo ejercicio (NIH, 2022).

Cuadro 4. Peso promedio (\pm error estándar) de caballos criollos (cuatro caballos por dieta) con anemia en los 0, 30 y 60 días de estar suplementados con dos dietas ricas en hierro (Piura, Perú, 2022)¹

Días	Dieta 1	Dieta 2	SE	Valor P
0	222.2	191.1	10.22	0.033
30	223.7	203.7	9.76	<0.001
60	237.5	218.9	9.96	<0.001

SE: Error estándar

Los resultados del presente estudio indican que las dos dietas experimentales lograron incrementar los niveles de hemoglobina, siendo mayor con la Dieta 2, pero sin llegar a alcanzar los valores mínimos de referencia (Muir *et al.*, 2008). Si bien, la Dieta 2 solucionó parcialmente el problema de anemia en los caballos criollos durante el periodo de estudio, se deberá ampliar el estudio con un mayor número de individuos e incluyendo un grupo control para poder extrapolar los resultados a una mayor población de caballos.

La Dieta 2 contenía mayor cantidad de hierro (533.9 mg/kg) que la Dieta 1 (345 mg/kg). La inclusión de ingredientes ricos en hierro en la dieta se realizó con la finalidad de incrementar los niveles de hemoglobina. El requerimiento de hierro de un caballo es de 300 a 500 mg por día y está relacionado con la edad, peso, actividad física y a la temperatura ambiente (NRC, 2007). A medida que los caballos consumen mayores cantidades de hierro, mayor sería la disponibilidad de este elemento para la producción de hemoglobina.

La condición corporal, expresada en peso vivo, mejoró durante el periodo del estudio, especialmente en los caballos que recibieron la Dieta 2. Estos últimos ganaron 27.8 kg en los 60 días del estudio, en tanto que los que recibieron la Dieta 1 solo aumentaron 15.3 kg (Cuadro 4). La mejor ganancia de peso con la Dieta 2 podría deberse a que dentro de los ingredientes se encontraban el probiótico y las enzimas celulasa y fitasa, que

facilitan la digestibilidad, absorción y asimilación de los nutrientes (Roque, 2023).

La causa de anemia en caballos es variada, pudiendo deberse a enfermedades parasitarias (piroplasmosis, theileriosis), bacterianas (anaplasmosis, leptospirosis), o virales (anemia infecciosa equina), intoxicaciones y enfermedades auto-inmunes, entre otras (Elera, 2022). Las anemias ferropénicas por falta de suministro de hierro son raras en caballos, ya que el forraje tiene altas concentraciones (Doreste, 2013), de modo que cuando se presenta se tiene que analizar la calidad del forraje suministrado y evaluar pérdidas de hierro por enfermedad (Doreste, 2013).

CONCLUSIONES

- La Dieta 2 tuvo un efecto significativo en los caballos criollos de Piura al incrementar el número de eritrocitos (en $0.33 \times 10^6/\mu\text{L}$ a los 30 días y en $0.90 \times 10^6/\mu\text{L}$ a los 60 días) y el hematocrito (2.1 y 5.1% a los 30 y 60 días, respectivamente), además de una mayor ganancia de peso, no sucediendo lo mismo con los que recibieron la Dieta 1 que contenía una menor proporción de hierro.
- La Dieta 2 permitió mejorar de manera eficaz el problema de la anemia debido a una mayor composición de hierro (533.9 mg/kg) comparada con la Dieta 1 (345.0 mg/kg).

Agradecimientos

Los autores agradecen a los propietarios de caballos criollos por facilitarnos el empleo de sus animales e instalaciones.

LITERATURA CITADA

- Bolger C. 2015.** La preparación para concursos morfológicos. ¿Cuál es la condición de carnes idóneas y cómo conseguirlo? Centro de Nutrición Equina. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-LaPreparacionParaConcursosMorfológicos-6001478.pdf
- Brito-Márques V. 2018.** Índice de escore corporal em cavalos de trabalho e atletas. Curso de graduação em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. [Internet]. Disponible en: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2153/1/tcc_virginiatheodorabritomarquesdeoliveira.pdf
- Callejas M, Magro E. 2020.** Anemias carenciales y anemia de los trastornos crónicos. *Medicine* 13: 1191-1200. doi: 10.1016/j.med.2020.11.012
- Castellanos R, Canelón J, Calzolaio V, Aguinaco F, López A, Montesinos R. 2010.** Estudio hematológico y detección de hemoparásitos en caballos venezolanos de dos hatos del estado de Apure, Venezuela. *Rev. Cient (Maracaibo)* 20: 153-160.
- Díaz-Sánchez A, Roblejo L, Marrero R, Corona B. 2020.** Pirolasmosis equina. *Rev Salud Anim* 42: e03.
- Díaz-Sánchez A, Fonseca-Rodríguez O, Castillo-Domínguez S, Alfonso-Dorta Y, Lobo-Rivero E, Corona-González B, Vega-Cañizares E. 2018.** Alteraciones hematológicas encontradas en caballos (*Equus caballus*) infectados con *Babesia caballi* y *Theileria equi*. *Rev Salud Anim* 40: 1-10.
- Doreste F. 2013.** Aproximación al diagnóstico y epidemiología de la anemia en los équidos de Gran Canaria. Tesis Doctoral. Gran Canaria, España: Univ de las Palmas de Gran Canaria. 231 p.
- Diagnostik Megacor. 2021a.** FASTest ANAPLASMA. Test de Inmunocromatografía rápida. [Internet]. Disponible en: <https://www.euroveterinaria.com/pruebas-rapidas/690-fastest-anaplasma.html>
- Diagnostik Megacor. 2021b.** Mega-FLUO BABESIA caballi. Test de Inmunofluorescencia Indirecta. [Internet]. Disponible en: <https://www.euroveterinaria.com/babesia-caballi/35-megafluobabesia-caballi.html>
- Elera R. 2022.** Microbiología aplicada a la Medicina Veterinaria. Piura, Perú: Ed Letra. 673 p.
- Ferrando B. 2021.** Causas de anemia en equinos. [Internet]. Disponible en: [https://www.vetcomunicaciones.com.ar/page/articulos/id/610/title/Causas de anemia-en-equinos](https://www.vetcomunicaciones.com.ar/page/articulos/id/610/title/Causas%20de%20anemia-en-equinos)
- García A, Pérez A, Perrone G. 2009.** Estimación del peso corporal del caballo criollo mediante medidas morfométricas: validación de ecuaciones publicadas para otras razas y desarrollo de nueva fórmula. *REDVET* 10 (9). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617144003.pdf>
- Luna F, Hernández K, Chacha S, Cedeño Y. 2018.** Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 msnm en la región Litoral del Ecuador. *La Granja* 2(28): 92-104. doi: 10.17163/lgr.n28.2018.07
- Muir W, Hubbell J, Bednarski R, Skarda R. 2008.** Manual de anestesia veterinaria. 4° ed. España: Elsevier. 643 p.
- [NIH] National Institutes of Health. 2022.** Hierro. [Internet]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspanol/#:~:text=El%20cuer>

- po%20utiliza%20el%20hierro,suministra%-20ox%C3%ADgeno%20a%-20los%20m%C3%BAsculos.
16. **[NRC] National Research Council. 2007.** Nutrient requirements of horses. 6th ed. Washington, USA: National Academies Press. 360 p.
 17. **Pino R. 2018.** Metodología de la Investigación. Elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2^o ed. Lima. Perú: Ed San Marcos. 473 p.
 18. **Poole DC, Erickson HH. 2011.** Highly athletic terrestrial mammals: horses and dogs. *Compr Physiol* 1: 1-37. doi: 10.1002/cphy.c091001
 19. **Roque B. 2023.** Nutrición animal. Perú: Universidad Nacional del Altiplano. doi: 10.35622/inudi.b.090.
 20. **Savignone C. 2017.** Efecto del ejercicio sobre los valores hematológicos y su relación con el daño en la membrana del eritrocito en equinos. Trabajo de Especialización en Diagnóstico Veterinario de Laboratorio. Argentina: Univ. Nacional de La Plata. 32 p.
 21. **Silva T, Porto B, Gerardi B. 2017.** Principais causas de anemia hemolítica nos animais domésticos. *Rev Cient Med Vet* 14. [Internet]. Disponible en: http://www.faeef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/13xKc-Whrv2-yo4pC_2018-6-30-10-45-17.pdf
 22. **Soto M. 2013.** Determinación de la condición corporal en caballos pura raza chileno de la región de los Ríos, Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Tesis de Pre-grado. Valdivia, Chile: Univ. Austral de Chile. 25 p.
 23. **Sullivan S, Hinchcliff K. 2015.** Update on exercise-induced pulmonary hemorrhage. *Vet Clin North Am Equine Pract* 31: 187-98. doi: 10.1016/j.cveq.2014.11.011
 24. **Sullivan SL, Anderson GA, Morley PS. 2015.** Prospective study of the association between exercise-induced pulmonary haemorrhage and long-term performance in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet J* 47: 350-357. doi: 10.1111/evj.12263
 25. **Villaruel del Pino L. 2019.** Métodos bioestadísticos. 2^o ed. Chile: Ed Alfaomega. 344 p.
 26. **Zobba R, Ardu M, Niccolini S, Cubeddu F, Dimauro C, Bonelli P, et al. 2011.** Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. *J Equine Vet Sci* 31: 542-548. doi: 10.1016/j.jevs.2011.03.010