



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN CABALLOS
CRIOLLOS MANTENIDOS BAJO CONDICIONES TROPICALES”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

TILO DEL CARMEN MAGAÑA PERALTA

DIRECTOR:

DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL

CODIRECTOR:

MC. LLUVIA GUADALUPE MORENO PÉREZ

VILLAHERMOSA, TABASCO, FEBRERO DE 2023



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División Académica de
Ciencias Agropecuarias

Coordinación de Estudios
Terminales



2023
FRANCISCO
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUERTO

Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 13 de febrero de 2023.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) **C. Tilo del Carmen Magaña Peralta**, con **matrícula 171C13011**, egresado(a) de la Licenciatura de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, **la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis**, titulado: **"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN CABALLO CRIOLLOS MANTENIDOS BAJO CONDICIONES TROPICALES"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR

U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

C.c.p. - Archivo

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª Sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3581500 ext. 6614
Correo electrónico: terminales.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, para que utilice tanto física como digitalmente el trabajo Recepcional en la modalidad de tesis, denominado: **“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN CABALLOS MANTENIDOS BAJO CONDICIONES TROPICALES”**; de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco del Trabajo Recepcional antes mencionado, será únicamente y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro. Autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitada para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID), y cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes mencionado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco en el mes de febrero del año 2023.

Autorizo



TILO DEL CARMEN MAGAÑA PERALTA

171C13011

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
3 HIPÓTESIS	4
4 ANTECEDENTES	5
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
5. 1 Ubicación del estudio	7
5.2 Animales experimentales y toma de muestras.....	7
5.3 Procesamiento de las muestras	8
5.4 Análisis de datos.....	8
6. RESULTADOS.....	10
7. DISCUSIÓN	15
7. CONCLUSIONES	21
8. LITERATURA CITADA	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para caballos enteros.....	11
Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para caballos castrados.....	12
Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para yeguas.....	13
Cuadro 4. Valores hematológicos de caballos enteros, castrados y yeguas mantenidos bajo condiciones de trópico húmedo (n=119).....	14

DEDICATORIA

Antes que nada, quiero Dedicar este trabajo de investigación a Dios, que a través de su Espíritu Santo me guio para poder culminar la tesis, por darme la sabiduría, salud y bendición para alcanzar todas mis metas.

A mis padres Ramón Magaña Martínez y Martina Peralta Arias por siempre apoyarme en todos mis planes y nunca dejarme solo en ningún momento.

A mis hermanos Ramón Magaña Peralta y Agustín Magaña Peralta por siempre apoyarme emocionalmente y siempre darme apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi director de Tesis al Dr. Alfonso Juventino Chay Canul por orientarme y guiarme en este camino de investigación para llevar a cabo el trabajo de investigación.

A mi Codirectora la Mc. Lluvia Guadalupe Moreno Pérez por apoyarme en el proceso de muestras que se requirió para llevar a cabo el trabajo.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio, fue determinar los parámetros hematológicos de caballos criollos mantenidos bajo condiciones tropicales. Se utilizaron 119 caballos clínicamente sanos. Los parámetros hematológicos analizados fueron el recuento de glóbulos rojos (RBC, $\times 10^{12}/L$), hemoglobina (HGB, g/L), hematocrito (HTC, L/L), volumen corpuscular medio (MCV, fL), concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC, g/L), plaquetas (PLT, $\times 10^9/L$) y conteo de leucocitos (WBC, $\times 10^9/L$). Se usó estadística descriptiva y ANOVA simple, para determinar diferencias entre caballos enteros, castrados y yeguas. Los parámetros hematológicos analizados no mostraron diferencia estadística ($P>0.05$). El hematocrito (HTC) tuvo una media ($\pm$ DE) de 0.3 ± 0.1 L/L. El conteo de eritrocitos (RBC) presentó un valor de $6.6 \pm 0.9 \times 10^{12}/L$. El volumen corpuscular medio (VCM) presentó un valor de 42.5 ± 2.5 fL. En el caso de la hemoglobina (HGB) se obtuvo una concentración de 109.33 ± 15.00 g/L, mientras que para la concentración de la hemoglobina corpuscular media (MCHC) el promedio fue de 377.00 ± 7.5 g/L. Las plaquetas (PLT) tuvieron un promedio de $124.00 \pm 30.00 \times 10^9/L$. El conteo de leucocitos (WBC) varió de 6.20 a $13.70 \times 10^9/L$ con una media ($\pm$ DE) de $9.50 \pm 2.00 \times 10^9/L$. Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio, se pudo observar que a excepción del conteo de linfocitos (%), todos los parámetros hematológicos analizados en caballos enteros, castrados y yeguas, no mostraron diferencia estadística ($P>0.05$).

Palabras clave: équidos, hematología, hematocrito, hemoglobina

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the haematological parameters in criollo horses kept under tropical conditions. A total of 119 clinically healthy horses were used. The haematological parameters analysed were red blood cell count (RBC, $\times 10^{12}/L$), haemoglobin (HGB, g/L), haematocrit (HTC, L/L), mean corpuscular volume (MCV, fL), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC, g/L), platelets (PLT, $\times 10^9/L$) and leukocyte count (WBC, $\times 10^9/L$). Descriptive statistics and simple ANOVA were used to determine differences between entire horses, castrates and mares. Haematological parameters evaluated did not show statistical difference ($P>0.05$). Haematocrit (HTC) had a mean ($\pm$ SD) of 0.3 ± 0.1 L/L. The erythrocyte count (RBC) presented a value of $6.6 \pm 0.9 \times 10^{12}/L$. The mean corpuscular volume (MCV) presented a value of 42.5 ± 2.5 fL. In the case of haemoglobin (HGB) a concentration of 109.33 ± 15.00 g/L was obtained, while for the mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) the average was 377.00 ± 7.5 g/dl. For platelets (PLT) the average was $124.00 \pm 30.00 \times 10^9/L$. The count of leukocytes (WBC) ranged from 6.20 to $13.70 \times 10^9/L$ with a mean ($\pm$ SD) of $9.50 \pm 2.00 \times 10^9/L$. Under the conditions in which the present study was developed, it was observed that except for the lymphocyte count (%), all haematological parameters evaluated in entire horses, castrates and mares, did not show statistical difference ($P>0.05$).

Keywords: equine, haematology, haematocrit, haemoglobin

I. INTRODUCCIÓN

El examen sanguíneo se realiza como un procedimiento de detección para evaluar la salud general, como complemento del estudio de alguna infección en el paciente y para evaluar el progreso de ciertas enfermedades (Mori *et al.*, 2004). Las pruebas hematológicas son una herramienta importante para monitorear la salud general y bienestar de los equinos, ya que ciertos parámetros son indicadores tempranos de procesos patológicos (Aros *et al.*, 2017; Hayder-Dawood y Firas Rashad, 2019).

Las especies de equinos domésticos presentan diferencias hematológicas dentro de los valores de referencia como consecuencia de la edad, raza, sexo, actividad física, factores geográficos, factores nutricionales y temperatura ambiental (Mori *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2014; Burlikowska *et al.*, 2015; Aiello y Moses, 2016; Aros *et al.*, 2017; Padiha *et al.*, 2017; Popova *et al.*, 2020) o por alguna condición patológica (Gul *et al.*, 2007; Pritchard *et al.*, 2009; Aros *et al.*, 2017; Rojas-Risco *et al.*, 2020). Por lo tanto, es importante establecer intervalos de referencia para estas particularidades (Santos *et al.*, 2014). Pritchard *et al.* (2009) también mencionan que otros factores que podrían causar diferencias incluyen a factores genéticos, estado nutricional, disponibilidad de agua, pérdidas de electrolitos por el sudor, parasitismo y enfermedad subclínica. No obstante, a pesar de la adaptación de los equinos a climas cálidos y húmedos, sus parámetros hematológicos podrían ser influenciados por el esfuerzo físico ocasionado durante el trabajo o deporte a los cuales son expuestos estos animales (Pritchard *et al.*, 2009).

Por su parte, Kisadere *et al.* (2019) consideran que la determinación de los valores hematológicos normales de las razas locales de caballos ayuda a los veterinarios y también a los investigadores a evaluar el diagnóstico clínico y el pronóstico de muchas enfermedades de estos animales. La determinación del perfil hematológico se realiza comúnmente en la medicina equina por una variedad de razones: para examinar animales clínicamente sanos, para identificar condiciones que podrían aumentar el riesgo durante la anestesia o cirugía, para diagnosticar una enfermedad y evaluar su gravedad y consecuencias, para formular un pronóstico y para controlar la respuesta a la terapia o la progresión de la enfermedad (Mori *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2014). También, los valores hematológicos de referencia son utilizados para establecer la normalidad y para diagnosticar enfermedades y alteraciones fisiológicas (como deshidratación) en caballos (Pritchard *et al.*, 2009). De acuerdo con Sample *et al.* (2015) los intervalos de referencia específicos establecidos para cada raza, son una herramienta importante para monitorear la salud de los caballos.

Aunque existe una vasta literatura con respecto a los valores normales hematológicos para caballos, la mayoría de esta información corresponde a animales de otras latitudes y con diferente manejo a las que pudieran tener las razas locales adaptadas al trópico (Ribeiro *et al.*, 2008). Por tanto, la determinación de los valores del perfil hematológico de caballos criollos de distinta clase sexual y edad, clínicamente sanos y criados bajo las condiciones de trópico húmedo, contribuirá a tomar decisiones que conlleven a mejorar su bienestar y estatus sanitario.

II OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar los parámetros hematológicos en caballos mantenidos bajo condiciones tropicales.

2.2. Objetivos específicos

Determinar las variables hematológicas: hematocrito, hemoglobina, conteo eritrocitario, hemoglobina media corpuscular, concentración de hemoglobina corpuscular media y volumen corpuscular medio además de conteo leucocitario y plaquetas en caballos mantenidos bajo condiciones tropicales.

Describir valores hematológicos en caballos enteros, castrados y yeguas mantenidos bajo condiciones tropicales.

3 HIPÓTESIS

Los parámetros hematológicos en caballos enteros, castrados y yeguas mantenidos bajo condiciones tropicales no presentarán variación.

4 ANTECEDENTES

Un hemograma completo podría servir como método diagnóstico para una enfermedad concreta, pero la mayoría de las veces se utiliza para conocer la condición general del individuo o su respuesta frente a la enfermedad (Castillo *et al.*, 2011).

Las variables sanguíneas son una herramienta importante a la hora de evaluar la salud y el bienestar de los caballos de trabajo (Aros *et al.*, 2017). Estudios recientes han resaltado la importancia de los cambios relacionados con diferencias entre valores hematológicos entre razas de equinos (Grondin y Dewitt 2010; Miglio *et al.*, 2014; Spada *et al.*; 2015; Miglio *et al.*, 2019). De hecho, en caballos, los valores hematológicos de referencia (IRs) suelen ser basados en animales pura sangre, animales de deporte o caballos de recreo, que viven en buenas condiciones de cría (Aros *et al.* 2017; Passamonti *et al.* 2015). Comúnmente se utilizan intervalos de referencia (IRs), los que no necesariamente aplican bajo condiciones locales (Aros *et al.* 2017).

El análisis hematológico en caballos representa una herramienta importante para examinar animales clínicamente sanos, para identificar las condiciones que podría aumentar el riesgo durante la anestesia o la cirugía, para diagnosticar condiciones de enfermedad, evaluar su gravedad, formular un pronóstico y monitorear la respuesta a la terapia o la progresión de la enfermedad, así como sus variaciones, para con esto realizar una correcta interpretación de las pruebas de laboratorio para

ayudar a diagnosticar enfermedades (Fonteque *et al.*, 2016; Rojas-Risco *et al.*, 2020; Satué *et al.*, 2020; Menegatti *et al.* 2022).

Las especies comunes de equinos domésticos presentan diversas diferencias hematológicas dentro de los valores de referencia como consecuencia de la edad, raza, sexo, actividad física, entre otros (Cunha-Santos *et al.*, 2014). Por lo tanto, para una adecuada evaluación clínica del potro es indispensable tener un conocimiento preciso sobre los valores de referencia hematológicos según la edad y la raza del individuo (Cunha-Santos *et al.*, 2014). Sin embargo, pocos estudios han evaluado animales criollos en clima tropical húmedo.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en estado de Tabasco, México, el cual cuenta con un clima trópico-húmedo y temperaturas que oscilan entre 15°C a 44°C siendo el promedio 26°C. Los animales incluidos en el presente estudio fueron manejados de acuerdo con los lineamientos y regulaciones para la experimentación ética animal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

5.2 Animales experimentales y toma de muestras

Se realizó un estudio observacional descriptivo, en el que se incluyeron 119 caballos criollos clínicamente sanos. Se tomó una muestra de sangre de cada animal para determinar las variables hematológicas. Los caballos seleccionados se clasificaron como hembras ($n = 47$), machos ($n = 32$) y castrados ($n = 40$), y con edades comprendidas entre 4 y 15 años. Para que los animales fueran considerados en el estudio, debieron presentar constantes fisiológicas en rango y que no tuvieran historia clínica de enfermedad respiratoria, digestiva, urogenital, anormalidades musculares, lesiones en piel o por parásitos hematológicos (Torres-Chablé *et al.*, 2020; Méndez-Aguilar *et al.*, 2022). Se tomó en cuenta que los animales

presentaran valores fisiológicos en un rango normal durante la evaluación clínica (Méndez-Aguilar *et al.*, 2022).

5.3 Procesamiento de las muestras

Se tomó una muestra de sangre mediante venopunción de la vena yugular con agujas calibre 18 y fueron depositadas en tubos vacutainer EDTA®. Los parámetros hematológicos se midieron utilizando un analizador automático Exigo Veterinary hematology A VetAutoread®, IDEXX Laboratories, Westbrook, ME. Se prepararon frotis de sangre y se tiñeron con Diff-Quick® (Hycl, Jalisco, México) para observar la morfología de los eritrocitos y descartar la presencia de hemoparásitos. Los parámetros hematológicos analizados fueron: recuento de glóbulos rojos (RBC, $\times 10^{12}/L$), hemoglobina (HBG, g/L), hematocrito (HTC, L/L), volumen corpuscular medio (MCV, fL), concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC, g/L), plaquetas (PLT $\times 10^9/L$) y conteo de leucocitos (WBC $\times 10^9/L$).

5.4 Análisis de datos

Las variables hematológicas se analizaron por medio de estadística descriptiva con el paquete estadístico SAS (SAS, 2010), calculándose su media aritmética, desviación estándar, máximos y mínimos y rangos.

Adicionalmente se usó ANOVA simple, para determinar diferencias caballos enteros, castrados y yeguas. Se realizó un análisis de medias con la prueba de Tukey y se consideró un valor de significancia de $P < 0.05$. Los análisis se realizaron con PROC GLM de SAS.

6. RESULTADOS

Los rangos, media $\pm$ desviación estándar (DE) en los valores hematológicos en caballos enteros, yeguas y castrados mantenidos en condiciones del trópico húmedo se presentan en los Cuadros 1, 2 y 3, respectivamente.

El Hematocrito (HTC) varió de 0.3 a 0.4 L/L con una media ($\pm$ DE) de 0.3 ± 0.01 L/L.

El Conteo de eritrocitos (RBC) presentó un rango de $4.7-8.7 \times 10^{12}/L$ con una media ($\pm$ DE) de $6.6 \pm 0.9 \times 10^{12}/L$. Para el Volumen corpuscular medio (VCM) se observó una variación de 38.00-51.00 fL con una media ($\pm$ DE) de 42.5 ± 2.5 fL. En el caso de la Hemoglobina (HGB) se obtuvo un rango de 73.00 -154.00 g/L con una media ($\pm$ DE) de 109.33 ± 15.00 g/L. Mientras que para la concentración de la hemoglobina corpuscular media (MCHC) el rango fue de 360.00-389.00 g/L con una media ($\pm$ DE) de 377.00 ± 7.5 g/L. Para las Plaquetas (PLT) se obtuvo un rango de 37.00-210.00 $\times 10^9/L$ con una media ($\pm$ DE) $124.00 \pm 30.00 \times 10^9/L$. En el caso de Conteo de leucocitos (WBC) los valores variaron de 6.20 a $13.70 \times 10^9/L$ con una media ($\pm$ DE) de $9.50 \pm 2.00 \times 10^9/L$. Asimismo, el conteo de neutrófilos y linfocitos (%) presentaron un rango de 2.3 a 7.6 y de 1.3 a 6.3 para neutrófilos y linfocitos respectivamente. En el Cuadro 4, se puede observar que a excepción del conteo de linfocitos (%), todos los parámetros hematológicos evaluados en caballos enteros, yeguas y castrados, no mostraron diferencia estadística ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para caballos enteros.

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo	ICL95% ²	ICL95% ³
HTC (L/L o %)	0.29	0.01	0.20	0.40	0.3(0.3-0.3)	0.4(0.3-0.4)
HGB (g/L)	107.9	10.3	93.0	132.0	103.8(98.5-109.1)	112.2(106.9-117.5)
RBC ($\times 10^{12}/L$)	6.4	0.8	4.7	8.3	6.2(5.8-6.6)	6.8(6.4-7.2)
MCV (fL)	44.5	1.5	41.0	47.0	43.9(43-44.7)	45.2(44.3-46)
MCHC (g/L)	377.3	7.3	360.0	389.0	374.4(370.6-378.2)	380.4(376.6-384.2)
PLT ($\times 10^9/L$)	128.5	30.9	65.0	185.0	115.2(98.5-131.9)	141.8(125.1-158.5)
WBC ($\times 10^9/L$)	9.2	1.3	6.9	11.9	8.6(7.9-9.3)	9.8(9.1-10.5)
Neutrófilos %	4.9	1.2	2.3	7.1	4.5(3.9-5.1)	5.5(4.9-6.1)
Linfocitos %	3.2	1.0	1.7	5.9	2.8(2.3-3.3)	3.6(3.1-4.1)
Monocitos %	0.2	0.2	0.0	0.5	0.2(0.1-0.2)	0.3(0.2-0.4)
Eosinófilos %	0.7	0.3	0.1	1.5	0.6(0.4-0.8)	0.9(0.7-1.1)
Basófilos %	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1(-0.1-0.1)	0.2(0.1-0.2)

HTC= Hematocrito; HGB= Hemoglobina; RBC= Eritrocitos; MCV= Volumen corpuscular medio; MCHC= Concentración de hemoglobina corpuscular media; PLT: Plaquetas; WBC= Conteo de leucocitos; DE= Desviación estándar; ²Inferior 95% para Media; ³Superior 95% para la media.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para caballos castrados.

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo	ICL95% ²	ICL95% ³
HTC (L/L)	0.30	0.0	0.20	0.40	0.3(0.3-0.3)	0.4(0.3-0.4)
HGB (g/L)	108.0	16.2	73.0	148.0	102.2(94.9-109.5)	113.8(106.5-121.1)
RBC ($\times 10^{12}/L$)	6.4	0.9	4.8	8.5	6.1(5.7-6.6)	6.8(6.4-7.2)
MCV (fL)	45.2	2.8	38.0	51.0	44.2(42.9-45.5)	46.2(44.9-47.5)
MCHC (g/L)	376.5	7.3	360.0	389.0	373.8(370.4-377.2)	379.3(375.8-382.7)
PLT ($\times 10^9/L$)	121.2	26.0	61.0	166.0	111.9(100.2-123.6)	130.6(118.9-142.3)
WBC ($\times 10^9/L$)	9.8	1.6	7.0	13.7	9.3(8.6-10)	10.5(9.7-11.2)
Neutrófilos %	4.8	1.0	3.3	7.6	4.5(4.1-5)	5.3(4.8-5.7)
Linfocitos %	3.7	1.1	1.7	5.9	3.4(2.9-3.9)	4.2(3.7-4.6)
Monocitos %	0.2	0.2	0.0	0.7	0.2(0.1-0.3)	0.4(0.3-0.5)
Eosinófilos %	0.9	0.5	0.0	2.0	0.8(0.5-1)	1.1(0.9-1.3)
Basófilos %	0.1	0.2	0.0	0.7	0.1(-0.1-0.2)	0.2(0.1-0.3)

HTC= Hematocrito; HGB= Hemoglobina; RBC= Eritrocitos; MCV= Volumen corpuscular medio; MCHC= Concentración de hemoglobina corpuscular media; PLT: Plaquetas; WBC= Conteo de leucocitos; DE= Desviación estándar; ²Inferior 95% para Media; ³Superior 95% para la media.

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de las variables hematológicas para yeguas.

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo	ICL95% ²	ICL95% ³
HTC (L/L)	0.31	0.01	0.200	0.4	0.3(0.3-0.3)	0.4(0.3-0.4)
HGB (g/L)	112.2	16.6	75.0	154.0	106.8(99.9-113.6)	117.7(110.8-124.6)
RBC ($\times 10^{12}/L$)	6.7	0.9	4.6	8.7	6.4(6.1-6.8)	7(6.6-7.4)
MCV (fl)	43.8	3.3	38.0	50.0	42.8(41.4-44.2)	45(43.6-46.4)
MCHC (g/L)	378.1	6.5	362.0	389.0	376(373.3-378.7)	380.4(377.6-383.1)
PLT ($\times 10^9/L$)	121.7	33.6	37.0	210.0	110.7(96.7-124.6)	132.9(119-146.8)
WBC ($\times 10^9/L$)	9.7	1.8	6.2	13.2	9.1(8.4-9.9)	10.3(9.6-11.1)
Neutrófilos %	4.6	1.1	3.1	7.3	4.3(3.8-4.8)	5(4.6-5.5)
Linfocitos %	3.9	1.3	1.3	6.3	3.5(3-4.1)	4.4(3.8-4.9)
Monocitos %	0.2	0.2	0.0	0.7	0.2(0.1-0.3)	0.3(0.3-0.4)
Eosinófilos %	0.8	0.5	0.0	2.0	0.6(0.4-0.9)	1(0.8-1.2)
Basófilos %	0.1	0.1	0.0	0.6	0.1(-0.1-0.1)	0.2(0.1-0.2)

HTC= Hematocrito; HGB= Hemoglobina; RBC= Eritrocitos; MCV= Volumen corpuscular medio; MCHC= Concentración de hemoglobina corpuscular media; PLT: Plaquetas; WBC= Conteo de leucocitos; DE= Desviación estándar; ²Inferior 95% para Media; ³Superior 95% para la media.

Cuadro 4. Valores hematológicos de caballos enteros, castrados y yeguas mantenidos bajo condiciones de trópico húmedo (n=119).

Variable	Machos enteros	Castrados	Yeguas	Total	Valor de P
HTC (L/L)	0.29±0.1	0.30±0.1	0.30±0.1	0.30±0.1	0.66
HGB (g/L)	108±10.4	108±16.3	112.2±16.6	109.7±15.1	0.33
RBC (x10 ¹² /L)	6.5±0.8	6.4±1	6.8±1	6.6±1	0.17
MCV (fL)	44.5±1.6	45.2±2.8	44.1±3.6	44.6±3	0.18
MCHC (g/L)	376.7±8.1	374.2±11.1	377.8±7.1	376.3±8.9	0.35
PLT (x10 ⁹ /L)	128.3±36.4	121.2±26	121.8±33.7	123.3±31.9	0.61
WBC (x10 ⁹ /L)	9.2±1.4	10.2±2.1	10.1±2.3	9.9±2	0.11
Neutrófilos %	4.9±1.3	5.1±1.4	4.8±1.5	4.9±1.4	0.46
Linfocitos %	3.2±1.1 ^a	3.8±1.1 ^b	4±1.3 ^b	3.7±1.2	0.02
Monocitos %	0.2±0.2	0.3±0.3	0.3±0.3	0.3±0.3	0.32
Eosinófilos %	0.8±0.4	1±0.6	0.9±0.7	0.9±0.6	0.18
Basófilos %	0.1±0.2	0.2±0.3	0.2±0.3	0.2±0.2	0.96

HTC: Hematocrito, RBC: Eritrocitos, MCV: Volumen corpuscular medio, HGB: Hemoglobina, MCH: Hemoglobina corpuscular media, MCHC: Concentración de hemoglobina corpuscular media, PLT: Plaquetas, WBC: Conteo de leucocitos.

DE: Desviación estándar, ²Inferior 95% para Media, ³Superior 95% CL para la media

7. DISCUSIÓN

De acuerdo con Aros *et al.* (2007) existen muchas razones por las posibles diferencias en hematología que podrían incluir no solo factores genéticos sino también debido a la calidad y disponibilidad de nutrientes, agua, pérdidas de electrolitos por sudor y parasitismo. Por lo tanto, el uso de IRs no específicos podría llevar a conclusiones erróneas y a análisis adicionales innecesarios o inapropiados (Aros *et al.*, 2017). En este sentido, Satué *et al.* (2020) reportan que la amplia variedad de razas en caballos tiene un notable peso específico en modificaciones eritrocitarias. Las razas de “sangre caliente” comprende la mayoría de los caballos ancestrales árabes, incluidos los angloárabes, pura sangre, Hanoverian, Quarter Horse, Trakehner, Appaloosa, Pura Raza Española y Ponis. Mientras que las razas de “sangre fría” incluye razas pesadas, como Percheron, Belgas, Brabant, Ardennes, Haflinger, Clydesdale y Shires.

El valor promedio obtenido para RBC en el presente estudio ($6.6 \times 10^{12}/L$) fue similar a los propuestos por Wittwer (2021) y Aros *et al.* (2007) en caballos criollos chilenos (6.5 y $6.8 \times 10^{12}/L$, respectivamente), y a los proporcionados por, Pritchard *et al.* (2009) en caballos pakistaníes ($6.6 \times 10^{12}/L$). Sin embargo, fueron menores comparados con los valores reportados por Knottenbelt (2006) en caballos ingleses ($6.6 \times 10^{12}/L$). Satué *et al.* (2020) informaron que las “razas de sangre caliente” tienen mayor RBC que caballos de tiro, ponis o las “razas de sangre fría”, lo que

concuierda con los observado en el presente estudio. También, Fonteque *et al.* (2016) reportan que no o hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en la concentración de RBC entre los machos y hembras de la raza Campeiro, con valores de 8.13 y $7.74 \times 10^{12}/L$ para machos y hembras respectivamente. Rojas-Risco *et al.* (2020) reportaron que, en caballos peruanos de Paso, el RBC, aunque fue mayor en mayor caballos enteros, este no fue diferente a los valores para yeguas y caballos castrados. Por su parte, Castillo *et al.* (2011) reportan que los valores de RBC son variables de acuerdo con tipo y uso que se le dé al animal y en general, se dice que un equino de trabajo tiene entre 6 y $9 \times 10^{12}/L$ y, para el caso de un caballo de deporte, entre 7.6 y $12.3 \times 10^{12}/L$, por lo que los valores encontrados en el presente estudio están dentro este rango.

Con respecto a HGB (109.33 g/dl) calculada, los valores son similares a los reportados por Aros *et al.* (2007) y por y Pritchard *et al* (2009) con valores de 115.6 y 114 g/L), no obstante, son inferiores con los reportados por Wittwer (2021) y Knottenbelt (2006) en caballos ingleses (137 y 145 g/L, respectivamente). Satué *et al.* (2020) encontraron que la concentración de HGB fue más alta ($P=0.043$) en machos (13.9 ± 1.58 g/L) que en hembras (13.4 ± 1.74 g/L) Pura Raza Española; así mismo los valores reportados por estos autores son superiores a los encontrados en el presente estudio. También, Fonteque *et al.* (2016) reportan que no no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en la concentración de HGB entre machos y hembras, con valores de 13.74 y 12.02 g/L para machos y hembras respectivamente. De igual forma, Rojas-Risco *et al.* (2020) reportaron que aunque

el HGB fue mayor en caballos enteros, este no fue diferente a los valores para yeguas y caballos castrados. En este sentido, Castillo *et al.* (2011) reporta que los valores de HGB en equinos de trabajo están entre los 8 y 14 g/L y en equinos de deporte entre 11 y 19 g/L, por lo que los valores encontrados en el presente estudio están dentro este rango.

El valor obtenido para el Hematocrito (HCT) se asemeja con los valores establecidos fue similar a los propuestos por Wittwer (2021) y Aros *et al.* (2007) en caballos criollos chilenos (38.5 y 35.5 L/L respectivamente), y a los proporcionados por, Pritchard *et al.* (2009) en caballos pakistaníes (32.65 L/L). Sin embargo, fueron menores comparados con los valores reportados por Knottenbelt (2006) en caballos ingleses (40.55 L/L). Satué *et al.* (2020) informaron que el sexo hubo diferencia no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) en el HCT entre los machos y hembras. También, Fonteque *et al.* (2016) reportan que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en el HCT entre machos y hembras, con valores de 38.43 y 35.71 L/L para machos y hembras respectivamente. Por su parte, Rojas-Risco *et al.* (2020) reportaron que el HCT fue similar entre caballos enteros, yeguas y caballos castrados. Se ha reportado que el HCT se puede elevar en condiciones estresantes, debido al aumento en la eritrocitemia, bien sea por estimulación de la eritropoyetina con aumento de la síntesis, o por contracción esplénica, con liberación de eritrocitos almacenados (Castillo *et al.*, 2011). Algunos estudios indican factores como una temperatura ambiental alta o cuando los animales son sometidos a una restricción alimentaria o en procesos que cursan con pérdida de sangre, tales como shock

hemorrágico pueden causar variaciones en este parámetro. Sus valores fluctúan, en el caso de los equinos, entre un 32 y un 50%. La utilidad del HCT es para determinar si el animal presenta procesos patológicos como una anemia o policitemia (Castillo *et al.*, 2011).

El valor de MCV (44.6 fL) fue similar con lo reportado por Aros *et al.* (2007), Knottenbelt (2006) y Pritchard *et al.* (2009). Sin embargo, fue inferiores a lo reportado por Wittwer (2021). Se ha informado que las condiciones del trópico húmedo influyen en el MCV. También Satué *et al.* (2020) y Fonteque *et al.* (2016) reportan valores similares, así mismo reportan que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre machos y hembras. Rojas-Risco *et al.* (2020) reportaron que el MCV fue similar entre caballos enteros, yeguas y caballos castrados. Este efecto parece estar relacionado con la necesidad orgánica de reducir el calentamiento metabólico, al reducir el requerimiento de oxígeno celular para compensar el calor ambiental (Azeez *et al.*, 2009; Méndez-Aguilar *et al.* 2022).

El valor determinado para MCHC, fue similar a los valores reportados por Fonteque *et al.*, (2016) y Satué *et al.* (2020). Pero superiores a los encontrados por Aros *et al.* (2007). Sin embargo, el valor de RBC es más bajo que el HGB. Por tanto, la concentración de eritrocitos es adecuada para su almacenamiento en HGB (Méndez-Aguilar *et al.* 2022). También Satué *et al.* (2020) y Fonteque *et al.* (2016) reportan que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre machos y hembras. Por

su parte, Rojas-Risco *et al.* (2020) reportaron que el MCHC fue similar entre caballos enteros, yeguas y caballos castrados, lo que concuerda con el presente estudio.

En cuanto al valor observado para PLT, este fue similar a los valores reportados por Satué *et al.* (2020). Pero superiores a los encontrados por Aros *et al.* (2007). Diferentes estudios señalan factores como la edad, el sexo, el ejercicio, la temperatura ambiental, la altitud, el índice de temperatura/humedad, como posibles causas de la variación de la PLT (Méndez-Aguilar *et al.* 2022). No obstante, al igual que en el presente estudio, en caballos de Pura Raza Española las PLT no mostraron variaciones asociadas al sexo (Satué *et al.* 2020). Por su parte Castillo *et al.* (2011) mencionan que las principales funciones de las PTL son la hemostasia y la coagulación y que, en el caso del caballo, las plaquetas son mucho más pequeñas y pálidas que en otras especies animales.

Asimismo, el conteo de neutrófilos y linfocitos (%) presentaron un rango de 2.3 a 7.6 y de 1.3 a 6.3 para neutrófilos y linfocitos respectivamente. Se puede observar que a excepción del conteo de linfocitos (%), todos los parámetros hematológicos evaluados en caballos enteros, yeguas y castrados, no mostraron diferencia estadística ($P > 0.05$). Posiblemente los contrastes antes mencionados, se deba a diferencias en protocolos de sanidad, exposición a enfermedades, altitud de la región y alimentación. Siendo este último, probablemente el causante de cambios hematológicos en equinos (Rojas-Risco *et al.*, 2020). El conteo de la llamada serie

blanca (eosinófilos, neutrófilos, bandas, linfocitos y monocitos) obtenidos en Enel presente trabajo no evidenció diferencias respecto a la información disponible en caballos de otras razas para comparar estos parámetros (Castillo *et al.* (2011). Lo anterior contribuye de base para considerar que los glóbulos blancos, en sus distintos componentes y en el caso de los caballos criollos, se encuentran dentro de los rangos normales determinadas en las otras razas equinas (Castillo *et al.* (2011).

7. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio, se pudo observar que a excepción del conteo de linfocitos (%), todos los parámetros hematológicos evaluados en caballos enteros, yeguas y castrados, no mostraron diferencia estadística ($P > 0.05$). Los resultados obtenidos en el presente estudio contribuyen a generar información básica para evaluar la salud y como herramienta fundamental para un diagnóstico acertado de enfermedades caballos criollos criados bajo condiciones del trópico húmedo de México.

8. LITERATURA CITADA

- Aiello, S., Moses, M. (2016). *The Merck Veterinary Manual*, 11th Edition, Wiley Publishing House, p. 3325.
- Aros, K., Carrasco, J., Briones, R., & Tadich, T. A. (2017). Haematological and serum biochemical reference values for urban-working equines in Chile. *Austral journal of veterinary sciences*, 49(1), 27-33.
- Azeez, O. I., Oyagbemi, A. A., & Oyewale, J. O. (2009). Diurnal fluctuation in haematological parameters of the domestic fowl in the hot humid tropics. *Int. J. Poult. Sci*, 8(3), 247-251.
- Burlikowska, K., Bogusławska-Tryk, M., Szymeczko, R., Piotrowska, A. (2015). Haematological and biochemical blood parameters in horses used for sport and recreation. *JCEA*, 16(4), 370-382.
- Castillo, C., Tobón, M., Cano, C., Mira, J., Suárez, A., & Vásquez, E. M. (2011). Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá. In: *Perspectivas y Avances de Investigación de la serie Lasallista Investigación y Ciencia*. Cano Benjumea, C. A., et al. (Eds.). Corporación Universitaria Lasallista.
- Fontequ, J. H., Ceccatto, M. L., Bagio, R. M., Schade, J., Saito, M. E., Martins, V. V., ... & Costa, D. (2015). Hematological profile, total plasma protein and fibrinogen concentrations of clinically healthy adult Campeiro horses. *Ciência Rural*, 46, 144-149.

- Grondin TM, Dewitt SF (2010) Normal hematology of the horse and donkey. In: Weiss DJ, Wardrop KJ (eds) Schalm's veterinary hematology, 6th edn. Blackwell Publishing LTD., Ames, pp 821–828
- Gul ST, Ahmad M, Khan A, Hussain I. 2007. Haemato-biochemical observations in apparently healthy equine species. *Pakistan Vet J* 27, 155-158.
- Hayder-Dawood S, Firas Rashad Al-S. 2019. Reference Values for Some Hematological Parameters in Iraqi Local Horses. 1(3) OAJBS.ID.000129. DOI: 10.38125/OAJBS.000129
- Kisadere, I., Bayraktar, M., Salykov, R. 2019. Some hematological and biochemical reference values of the thoroughbred Appaloosa horse breeds reared in Kyrgyzstan. *Comparative Clinical Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-02991-2>
- Knottenbelt, D. (2006). Vital signs, normal values. *Saunders equine formulary* (ed WB Saunders), 7.
- Lacerda, L., Campos, R., Sperb, M., Soares, E., Barbosa, P., Godinho, E., ... & González, F. D. (2006). Hematologic and biochemical parameters in three high performance horse breeds from Southern Brazil. *Archives of Veterinary Science*, 11(2), 40.
- Méndez-Aguilar G., Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R., González-Garduño, R., Macedo-Barragán, R., García-Casillas, A. (2022). Haematological values of Pelibuey lambs under humid tropic conditions. *Abanico Veterinario*; 12:1-10.

- Menegatti, R. L., de Matos, A. T., Morales-Donoso, J. A., & de Melo, C. M. F. (2022). Evaluación del perfil fisiológico, hematológico y bioquímico sanguíneo relacionado con la fisiología del ejercicio de caballos sometidos al deporte de lazo. *Ciencias Veterinarias*, 40(2), 1-8.
- Miglio, A., Morelli, C., Maresca, C., Felici, A., Di Giambattista, A., & Antognoni, M. T. (2019). Hematologic reference intervals for the Italian Heavy Draft horse. *Comparative Clinical Pathology*, 28(3), 833-840.
- Mori, E., Mirandola, R. M. S., Ferreira, R. R., Oliveira, J. V., Gacek, F., Fernandes, F. W. 2004. Reference values on hematologic parameters of the brazilian donkey (*Equus asinus*) breed. *Journal of Equine Veterinary Science*. 24 (7): 271-276
- Ono, T., Inoue, Y., Hisaeda, K., Yamada, Y., Hata, A., Miyama, T. S., ... & Iwata, E. (2021). Effect of seasons and sex on the physical, hematological, and blood biochemical parameters of Noma horses. *Journal of equine science*, 32(1), 21-25.
- Padilha, F. G. F., Dimache, L. A. G., Almeida, F. Q., Ferreira, A. M. R. (2017). Blood biochemical parameters of Brazilian sport horses under training in tropical climate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(8), 678-682.
- Popova, M., Malinova, R., Nikolov, V., Georgiev, B., Taushanova, P., Ivanova, M. 2020. Influence of the breed and age on hematological and biochemical indicators of mares from purebred arabian and eastbulgarian breeds. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 63 (1).

- Pritchard, J. C., Burn, C. C., Barr, A. R., & Whay, H. R. (2009). Haematological and serum biochemical reference values for apparently healthy working horses in Pakistan. *Research in Veterinary science*, 87(3), 389-395.
- Ribeiro, C. R., Fagliari, J. J., Galera, P. D., & Oliveira, A. R. (2008). Hematological profile of healthy Pantaneiro horses. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(2), 492-495.
- Rojas-Risco, L., Montalván-Damián, P., & Paredes-Valderrama, J. R. (2020). Parámetros hematológicos en caballos peruanos de paso en la provincia de Lambayeque. *Revista MVZ Córdoba*, 25(3), 17-24.
- Sample, S. H., Fox, K. M., Wunn, D., Roth, E., Friedrichs, K. R. (2015). Hematologic and biochemical reference intervals for adult Friesian horses from North America. *Veterinary clinical pathology*, 44(2), 194-199.
- SAS (2002) Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00, Cary, NC27512-8000. USA.
- Satué, K., Hernández, Á., Lorente, C., Fazio, E., & Medica, P. (2020). Age-and sex-related modifications of hematology in Spanish purebred horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, 93, 103219.
- Spada E, Antognoni MT, Proverbio D, Ferro E, Mangili V, Miglio A (2015) Haematological and biochemical reference intervals in adult Maine Coone cat blood donors. *J Feline Med Surg* 17:1020–1027

Wittwer, F. (2021). *Manual de patología clínica veterinaria. Tercera Edición*, Ediciones UACH; Universidad Austral de Chile: Valdivia, Chile.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN CABALLOS CRIOLLOS MANTENIDOS BAJO CONDICIONES TROPICALES”

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%
ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Internet	66 palabras — 2%
2	hdl.handle.net Internet	53 palabras — 1%
3	repositorio.unap.edu.pe Internet	47 palabras — 1%
4	www.scielo.org.co Internet	33 palabras — 1%
5	cienciaspecuarias.inifap.gob.mx Internet	20 palabras — 1%

EXCLUIR CITAS ACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES DESACTIVADO
EXCLUIR COINCIDENCIAS < 20 PALABRAS