



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**“VALORES DE SERIE ROJA Y CONSTANTES CLÍNICAS EN  
CABALLOS CON ACLIMATACIÓN A LA ALTURA  
PERTENECEINTES A LOS REGIMIENTOS DE CABALLERÍA DE  
LA REGIÓN PUNO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. LUIS FERNANDO CHOQUECOTA GUILLEN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

Primeramente, Dedicarle esta tesis y agradecerle a Dios por darme a los padres más maravillosos del mundo al Sr. Víctor Raúl Choquecota Serrano, y Sra. Doris Guillen Sosa por estar conmigo siempre desde hace 27 años y nunca dejarme solo ni desampararme en cada cosa o situación que se presentó en el trayecto de mi vida.

A mis hermanos y hermanas, mi futura colega Zelma Gabriela Choquecota Guillen por estar siempre a mi lado ser mi compañera, cómplice y sobre todo mi mejor amiga.

A Yoshie Flor de Liz Choquecota Guillen porque desde niño me enseñaste a hacer fuerte emocionalmente y siempre ser un apoyo para nuestros padres.

A Andrews Joaquín Choquecota Guillen porque a pesar de ser mi hermanito menor me enseñaste a crecer como persona y sobre todo a ser disciplinado y no rendirme a todas las adversidades que se nos presentó.

A mis últimos hermanitos menores Xiomara Madioshi, Manuel Eduardo, Rafaela Victoria, por ser siempre mi fuente de inspiración y luchar siempre por ser un ejemplo para ustedes y que se sientan siempre orgullosos de mí.

Por último, agradecer a todos mis familiares que fueron parte de mi desarrollo y crecimiento académico, que siempre estuvieron ahí para apoyarme, estaré eternamente agradecido.

**Luis Fernando Choquecota Guillen**



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi familia por estar siempre y apoyarme en toda mi carrera.

A mi alma Mater, la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, y a la Gloriosa Facultad de MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA; por haberme dado las bases y elementos en la enseñanza de esta admirable profesión.

A mi director y Asesor de tesis Dr. Julio Málaga Apaza, por, su preciado tiempo, permanente disposición y conocimientos que me sirvieron de gran ayuda. y sobre todo por su buena amistad.

A mis docentes de la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia por brindarme todos sus enseñanzas y virtudes.

A mi jurado de tesis por todo el apoyo y aporte que me pudieron brindar, por su disponibilidad de tiempo y sobre todo por ser unos excelentes docentes.

A mis amigos y compañeros de toda la vida Marvin Quispe Huanca y Luis Alberto Carlo Lozada por su sincera amistad desde que estuvimos en la Universidad y siempre estuvimos el uno al otro para apoyarnos muchas gracias.

Al Sr. Coronel de Caballería Jorge Luis Paredes Távara por ser la primera persona que me abrió las puertas a las caballerizas y poder conocer a fondo los caballos de nuestro Glorioso Ejército del Perú y me brindó todo su apoyo incondicional, por él ello le tengo una gran admiración y respeto muchas gracias mi coronel por su amistad y el apoyo siempre.

Al Sr. Teniente coronel de Caballería Eduardo Manuel Acosta Abarca por su apoyo incondicional en darme las facilidades y conocimientos con los caballos del ejército y así poder aprender cada día más sobre esta maravillosa especie que son los Caballos.

Al Mayor servicio Veterinario Jeanny Verastegui Ruelas por su sincera amistad y por su apoyo con las enseñanzas y consejos tanto en lo laboral y como persona.

Al Sr. Capitán servicio Veterinario Juan Bazán Aquino por su amistad desde hace muchos años y ser el primer guía en el tema de medicina equina, muchas gracias por su apoyo.

Al Sr. Teniente Veterinario Marcos Díaz Cárdenas por todo el cariño hacia mi persona y sobre todo por sus enseñanzas en cirugía en Caballos y su disponibilidad de tiempo para consultarle cualquier duda.

Al Sr. Teniente de Caballería Rafael Góngora Núñez por ser un gran amigo incondicional desde el día que me apoyo tanto en el tema de medicina, caballos y poder entender este maravilloso deporte que es la equitación.

Al Sr. Técnico Veterinario Chambi por estar siempre corrigiéndome y ensañándome desde el primer día que pude trabajar con caballos.

**Luis Fernando Choquecota Guillen.**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN .....8**

**ABSTRACT .....9**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....12**

1.1.1. Objetivo General ..... 12

1.1.2. Objetivos Específicos ..... 12

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. HISTORIA DEL CABALLO .....13**

**2.2. EL CABALLO EN EL PERÚ .....14**

**2.3. ACLIMATACIÓN A LA ALTURA .....15**

**2.4. SERIE ROJA .....18**

2.4.1. Glóbulos rojos ..... 18

2.4.2. Hematocrito ..... 19

2.4.3. Hemoglobina ..... 22

**2.5. CONSTANTES CLÍNICAS .....23**

**2.6. ANTECEDENTES .....31**

2.6.1. Parámetros hematológicos ..... 31



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE ESTUDIO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. ANIMALES PARA EL ESTUDIO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. MATERIALES .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
3.4.1. Determinación de valores hematológicos .....	41
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>42</b>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. VALORES DE SERIE ROJA SEGÚN TIEMPO DE aclimatación .....</b>	<b>43</b>
4.1.1 Glóbulos rojos .....	43
4.1.2 Hematocrito.....	44
4.1.3 Hemoglobina.....	45
<b>4.2. CONSTANTES CLÍNICAS .....</b>	<b>47</b>
4.2.1 Frecuencia cardiaca.....	47
4.2.2 Frecuencia respiratoria.....	48
4.2.3 Temperatura corporal.....	49
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

**Área:** Salud Animal.

**Tema:** Hematología de caballos aclimatados a la altura.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 02 de agosto del 2022



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Porcentaje de hematocrito en caballos por tipo de sangre. ....	21
<b>Tabla 2.</b>	Valores hematológicos de serie roja en caballos. ....	31
<b>Tabla 3.</b>	Valores hematológicos en caballos. ....	32
<b>Tabla 4.</b>	Valores hematológicos de referencia en potros. ....	33
<b>Tabla 5.</b>	Distribución de caballos para el estudio según tiempo de aclimatación. ....	38
<b>Tabla 6.</b>	Valores de glóbulos rojos en caballos según el tiempo de aclimatación. ....	43
<b>Tabla 7.</b>	Valores de hematocrito (%) en caballos según tiempo de aclimatación. ....	44
<b>Tabla 8.</b>	Valores de la hemoglobina en caballos según tiempo de aclimatación. ....	45
<b>Tabla 9.</b>	Valores de frecuencia cardiaca en caballos según tiempo de aclimatación.	47
<b>Tabla 10.</b>	Valores de la frecuencia respiratoria en caballos según tiempo de aclimatación. .....	48
<b>Tabla 11.</b>	Valores de temperatura corporal en caballos según tiempo de aclimatación. .....	49



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

N.º	=	Número
Tº	=	Temperatura
DCA	=	Diseño completamente al azar
EDTA	=	Etileno diamina tetra-acetico
F.C.	=	Frecuencia cardiaca
g.	=	Gramos
FR	=	Frecuencia respiratoria
PCO <sub>2</sub>	=	Presión de anhídrido carbónico
PO <sub>2</sub>	=	Presión de oxígeno
O <sub>2</sub>	=	Oxígeno
CO <sub>2</sub>	=	Dióxido de carbono
FN	=	Fosa nasal
PB	=	Presión barométrica
PSC	=	Pura Sangre de Carrera
VEA	=	Volumen Eritrocitario Agregado
µl	=	Micro litro
ml	=	Mililitro
RC	=	Rendimiento Cardiaco
RPM	=	Respiraciones por minuto
VCM	=	volumen corpuscular medio
HCM	=	hemoglobina corpuscular media
RBC	=	Recuento de glóbulos rojos
HTo	=	Hematocrito
Hb	=	Hemoglobina
dL	=	Decilitro
PCV	=	Lactato y el volumen de células empaquetadas
CHCM	=	Concentración de hemoglobina corpuscular media
INEI	=	Instituto Nacional de Estadística e Informática
msnm	=	Metros sobre el nivel del mar
PSC	=	Pura sangre de carrera



## RESUMEN

El estudio se realizó en los Regimientos de Caballería de Huancané, Pomata y Puno, pertenecientes a la Región Puno; con el objetivo de determinar los valores de serie roja y constantes clínicas en caballos con aclimatación a la altura. Se utilizaron 18 caballos distribuidos en tres grupos, en los cuales se midió las constantes clínicas utilizando un estetoscopio, termómetro y cronómetro, y se obtuvo muestras de sangre de la vena yugular en tubos vacutainer debidamente identificados, estas se almacenaron en refrigeración, para luego transportarlas al laboratorio. La información obtenida fue analizada mediante un DCA. Los resultados encontrados, en los caballos según el tiempo de aclimatación son los siguientes, menores de 01 año mostraron  $9.58 \pm 0.26(10^6)$  glóbulos rojos/ ml de sangre; los de 2 a 3 años  $9.13 \pm 0.42 (10^6)$  glóbulos rojos/ ml de sangre y los de 4 años  $9.33 \pm 0.69 (10^6)$  glóbulos rojos/ ml de sangre ( $P>0.05$ ). En los valores de hematocrito registraron  $43.33 \pm 1.86$ ,  $42.00 \pm 5.06$  y  $39.83 \pm 3.13$  % de hematocrito en sangre, en caballos con tiempo de aclimatación menores de 01 año, de 2 a 3 años y los de 4 años, respectivamente ( $P>0.05$ ). En los valores de hemoglobina se encontró en  $15.38 \pm 0.65$ ,  $14.68 \pm 1.88$ , y  $14.15 \pm 1.16$  g/dl en sangre en caballos con tiempo de aclimatación menores de 01 año, de 2 a 3 años y de 4 años, respectivamente ( $P>0.05$ ). Los valores de frecuencia cardiaca fueron de  $40.17 \pm 2.71$ ,  $31.50 \pm 1.04$  y  $30.33 \pm 1.63$  latidos/minuto; en frecuencia respiratoria se encontró  $16.67 \pm 2.16$ ,  $14.33 \pm 1.03$  y  $9.67 \pm 1.03$  respiraciones/minuto, en caballos según el tiempo de aclimatación menores a 01 año, de 2 a 3 años y de 4 años a más, respectivamente ( $P<0.05$ ). Y temperatura corporal en los de 01 año fue  $38.63 \pm 0.43$  °C; los de 2 a 3 años  $38.21 \pm 0.45$  °C y los de 4 años  $38.00 \pm 0.54$  °C, ( $P<0.05$ ). En conclusión, en los valores hematológicos no se observó variación, pero sí en constantes clínicas por influencia del tiempo de aclimatación.

**Palabras Claves:** Altura, Constantes clínicas, Caballos, Serie roja



## ABSTRACT

The study was carried out in the Huanané, Pomata and Puno Cavalry Regiments, belonging to the Puno Region; with the objective of determining the values of red series and clinical constants in equines with acclimatization to altitude. 18 equines distributed in three groups were used, in which the clinical constants were measured using a stethoscope, thermometer and stopwatch, and blood samples were obtained from the jugular vein in duly identified vacutainer tubes, these were stored in refrigeration, and then transported to the lab. The information obtained was analyzed using a DCA. The results, in horses according to the acclimatization time, are as follows: children under 01 years old showed  $9.58 \pm 0.26(106)$  red blood cells/ml of blood; those from 2 to 3 years old  $9.13 \pm 0.42 (106)$  red blood cells/ml of blood and those from 4 years old  $9.33 \pm 0.69 (106)$  red blood cells/ml of blood ( $P>0.05$ ). In the hematocrit values recorded  $43.33 \pm 1.86$ ,  $42.00 \pm 5.06$  and  $39.83 \pm 3.13\%$  of hematocrit in blood, in horses with acclimatization time under 01 year, from 2 to 3 years and those of 4 years, respectively ( $P> 0.05$ ). In the hemoglobin values, it was found at  $15.38 \pm 0.65$ ,  $14.68 \pm 1.88$ , and  $14.15 \pm 1.16$  g/dl in blood in horses with acclimatization time under 01 years, 2 to 3 years and 4 years, respectively ( $P> 0.05$ ). Heart rate values were  $40.17 \pm 2.71$ ,  $31.50 \pm 1.04$  and  $30.33 \pm 1.63$  beats/minute; in respiratory frequency,  $16.67 \pm 2.16$ ,  $14.33 \pm 1.03$  and  $9.67 \pm 1.03$  breaths/minute were found, in equines according to the acclimatization time under 01 years, from 2 to 3 years and from 4 years to more, respectively ( $P < 0.05$ ). And body temperature in those of 01 year was  $38.63 \pm 0.43$  °C; those from 2 to 3 years old  $38.21 \pm 0.45$  °C and those from 4 years old  $38.00 \pm 0.54$  °C, ( $P<0.05$ ). In conclusion, no variation was observed in hematological values, but in clinical constants due to the influence of acclimatization time.

**Keywords:** Height, Clinical constants, Horses, Red series.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una población de 1 260 219 équidos, de las cuales 597 969 son caballos (*Equus caballus*) y la diferencia corresponde a burros y mulas (INEI, 2012). Los parámetros fisiológicos utilizados actualmente en la clínica de caballos en Colombia son estudios efectuados en otras razas, las cuales se encuentran en condiciones geográficas distintas a las que se mencionan los valores, lo que impide al Médico Veterinario estar seguro a la hora de tomar decisiones para procedimientos clínicos, médicos y quirúrgicos. Razón por lo cual surge la necesidad de caracterizar el caballo a condiciones de altura y así no incurrir en errores al hacer el diagnóstico, (Arias, Mejía y Sáenz 2014).

En las últimas décadas, el manejo clínico y nutricional diferenciado ha propuesto como marcadores objetivos de la fisiología y del nivel de entrenamiento, los cambios fisiológicos y hematológicos observados en razas equinas tras competencias de velocidad, (Lacerda et al., 2006).

Las actividades hípicas, es una industria popular y millonaria a nivel nacional y mundial, donde los caballos son sometidos a considerables esfuerzos físicos que les provoca sufrir claudicaciones, y que en muchos casos pueden ser la respuesta a una condición de entrenamiento riguroso. por este motivo, los profesionales dedicados a la hípica muestran especial interés en encontrar métodos de evaluación para estimar la respuesta del equino al entrenamiento en diferentes tipos de climas, (Cofré, 2005).

Diversos investigadores han estudiado los cambios hematológicos producidos durante el ejercicio, que comprometen a la serie roja, a fin de evaluar el estado normal de los individuos y las aclimataciones al ejercicio, (Medeiros et al., 2006).



A pesar de la información existente del efecto del ejercicio sobre parámetros hematológicos, no se dispone de mucha información para el caso de caballos, ya que se trasladan de la costa a niveles de altitud sobre los 4000 m, (PSC); no obstante, el análisis de las modificaciones de estos indicadores post traslado puede permitir generar una base de datos específica para las condiciones en que se desarrollan los deportes hípicos en cada región y país, (Collao *et al.*, 2012). En el país Perú, los caballos PSC de dos años de edad son trasladados de los criaderos al hipódromo, donde son sometidos a un entrenamiento que consta de seis etapas: amansada o etapa previa, educación en torno, primeros galopes en pista, entrenamiento con trabajos cortos, entrenamiento desde la partida, y primera carrera o debut.

Las condiciones de altitud es un medio ambiental multifactorial muy complejo, cuyo fenómeno natural determinante es la disminución de la presión barométrica (PB), a medida que se eleva produce una disminución de la presión del oxígeno (PO<sub>2</sub>) en el aire a respirar. Pero a este efecto físico directo se suma otros factores como la sequedad del aire, el frío, los cambios en la alimentación, en el hábitat y los vientos, los cuales, de una u otra manera, intervienen en el contexto de aclimatación y las molestias o síntomas de un estado de malestar debido a la altura y al medio ambiente, también radica su importancia en la parte clínica, ya que esta información es de interés para el diagnóstico, y manejo de caballos en altura, y esto será de mayor utilidad para poder trabajar tanto en lo que es la vida reproductiva y en el aspecto deportivo como es la equitación. Planteándose los siguientes objetivos.



## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo General**

Determinar los valores de serie roja y constantes clínicas en caballos con aclimatación a la altura de los regimientos de Caballería de la cuarta brigada de montaña Región Puno.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

Estimar los valores de serie roja (el número de glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina), según periodo de aclimatación.

Evaluar las constantes clínicas (frecuencia cardiaca, respiratoria, temperatura corporal) en caballos de altura, según periodo de aclimatación.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. HISTORIA DEL CABALLO

El caballo actual, *Equus caballus*, es un mamífero perisodáctilo de la familia de los équidos, herbívoro, cuadrúpedo y de cuello largo y arqueado. Las primeras domesticaciones debieron tener lugar en Asia, al norte del Cáucaso, al finalizar algunos de los períodos glaciales, y muy posiblemente fue uno de los últimos animales a ser domesticado, (Melgar, 2009).

Los caballos facilitaron mayor velocidad a las acciones del ser humano, le dieron más ventajas sobre sus oponentes en batallas, multiplicando por innumerables veces las facultades del hombre de conquistar. Las sagas, epopeyas y leyendas que redactan las conquistas que el humano soñó, osó y realizó tuvieron la participación del caballo. Entre caballo y hombre existe una visceral empatía, llegando al punto estos animales de volverse tan famosos como su protagonista humano. Es el caso de Bucéfalo, de Alejandro el Grande nombrado senador del Imperio Romano; el caballo Marengo de Napoleón y tantos otros, (Frazão y Santos, 2007).

Según antecedentes, existieron caballos en América hace varios millones de años. Abandonaron el Continente hacia el resto del mundo y luego desaparecieron durante siglos por el estrecho de Bering. El caballo volvió a tierra americana con Colón y en poco tiempo llegó hasta la Banda Oriental, antes de que Hernandarias introdujera los vacunos a comienzos del Siglo XVII. Los indios charrúas ya los montaban y con el transcurrir del tiempo, se convirtió en el mejor aliado del gaucho y del hombre de campo en el diario



vivir, (Maisonnave y Lockhart, 2012). Actualmente la mecanización y el desarrollo tecnológico disminuyeron drásticamente el espacio y la importancia de los caballos en nuestra sociedad, (Frazão y Santos, 2007).

Los resultados obtenidos de un análisis sanguíneo son capaces de entregar información objetiva respecto del estado de un individuo, lo que, conjugado con una adecuada interpretación, anamnesis y un exhaustivo examen clínico, contribuye a la posibilidad del éxito diagnóstico, (Cevallos, 2001; Oblitas, 2021). En el marco específico de los equinos a 3825 m de altitud, cada vez toma mayor importancia el empleo de pruebas de laboratorio para evaluar su condición física y de salud. Sin embargo, la interpretación de estas pruebas bioquímicas, a menudo es restringida producto de la ausencia de valores de referencia apropiados para el sexo, edad, (Hudson et al., 2008).

## **2.2. EL CABALLO EN EL PERÚ**

La llegada al país del equino fue con el arribo de los españoles en el siglo XVI la única publicación sobre caballos ferales en el Perú es un artículo periodístico que los reporta para Andawaylas, departamento de Apurímac entre los 3500 y 4200 msnm estimando la población en dicho lugar en unos 6000 animales, se han observado caballos asilvestrados también en la reserva nacional Salinas y Aguada Blanca y en el Colca ambos lugares en el departamentos de Arequipa y bosque del departamento de Piura, (Bayly,1999).

El Caballo Peruano de Paso ha permanecido genéticamente aislado por varios siglos, tiempo en el cual la idiosincrasia de sus criadores, la geografía de la región y su



utilidad como animal viajero, medio de transporte y herramienta de trabajo en la agricultura definirían sus actuales características, (Risso, 1994).

La utilidad de la patología clínica en medicina equina se extiende a la formulación del pronóstico, monitoreo de tratamientos, implementación de medidas preventivas, cumplimiento de regulaciones gubernamentales para el tránsito de animales y particularmente a la evaluación del desempeño físico, (Rossdale y Ricketts, 1980).

La correcta interpretación de los resultados del análisis clínico requiere de valores de referencia que procedan de la población de origen debido a la influencia de importantes variables relacionadas al manejo, ambientales o genéticas, (Loring, 2008).

Así, cada raza caballar expresará características fenotípicas y metabólicas específicas relacionadas con el tipo de actividad que desarrolla, (Lacerda *et al*, 2006).

En las últimas décadas, el manejo clínico y nutricional diferenciado ha propuesto como marcadores objetivos de la fisiología y del nivel de entrenamiento, los cambios fisiológicos, hematológicos y bioquímicos observados en razas equinas tras competencias de velocidad, cabalgatas de resistencia, competencias de polo, de rodeo y salto, (Gómez *et al*. 2004).

### **2.3. ACLIMATACIÓN A LA ALTURA**

Los equinos sujetos, a diversas altitudes tienen un conteo de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y hematocrito significativamente mayores a aquellos animales que viven en una altitud menor. Está considerado un mecanismo de



compensación para el contenido bajo de oxígeno en el aire atmosférico, que es proporcionalmente reducido a la altitud, (Satué *et al.* 2012).

La aclimatación se define como la capacidad de un individuo de acomodarse a las condiciones de su medio ambiente. La aclimatación a la altura no es idéntica en todas las especies ni individuos, depende de su ubicación en la escala ontogenética y filogenética; por lo que, cuanto más desarrollado o más estable es un animal en su homeotermia menor será su tolerancia a la altura, (Sylvester, 2001).

La concentración de cada uno de los gases de la atmósfera como son el oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y otros constituye la presión atmosférica o barométrica. A medida que aumenta la altitud disminuye la presión atmosférica, así como la presión parcial de oxígeno (hipoxia); sin embargo, la proporción de los gases permanece constante hasta por lo menos 30 km. de altitud. En la mayoría de animales domésticos la baja presión parcial de oxígeno en el aire inspirado y el frío imperante de las zonas altas, generan reacciones de aclimatación para ajustarse a estas condiciones, (Ebert y Bunn, 1999).

Hay ciertos criterios habituales con respecto a los grados o niveles de altitud; este criterio puede ser mejorable, pero al hablar de aclimatación a la altura es necesario considerarlo. Altitudes bajas desde nivel del mar hasta 2000 msnm; altitud mediana altura desde 2001 hasta 3500 msnm; y de gran altura desde 3501 hasta 5500 msnm; altura extrema desde 5501 hasta 8848 msnm. En función de estos niveles de altitud y del grado de tolerancia a la baja presión de oxígeno se han ubicado las poblaciones animales. Así tenemos que vacunos Holstein de elevada producción de leche difícilmente toleran altitudes superiores de los 3500 m, mientras que los Brown Swiss toleran mejor estas



condiciones hipóxicas; las alpacas toleran muy bien alturas superiores a 3800 m. Se ha demostrado que, bajo ciertas condiciones de manejo, tales como el ascenso progresivo y escalonado, se pueden introducir exitosamente animales desde los llanos a la altura; pero se entiende que el proceso de aclimatación a estos nuevos niveles toma tiempo, probablemente hasta «toda una vida» y que las alturas señaladas son referencias generales, (Ayón y Cueva 1998).

La aclimatación a la altura cursa con cambios fisiológicos que involucra principalmente las funciones; como a nivel pulmonar, el transporte de oxígeno es el parámetro más importante del proceso adaptativo, la respuesta ventilatoria a la hipoxia, se atribuye a la actividad de los quimiorreceptores periféricos. La circulación pulmonar juega un rol importante en la aclimatación ya que cuanto menor es la respuesta a la exposición a la hipoxia y al frío menor será la hipertensión arterial pulmonar que puede acompañarse de edema pulmonar. A nivel tisular se operan grandes cambios, la producción de citoquinas por las células endoteliales determina la vasoconstricción o la vasodilatación de arterias y arteriolas pulmonares. La activación o la inhibición de cascadas bioquímicas tisulares especialmente endoteliales podrían estar determinando la aclimatación a la altura. En el corazón se observa hipertrofia cardíaca derecha, que es un fenómeno no compensatorio para vencer la elevada resistencia al normal paso de la sangre a nivel pulmonar, pues si esto no ocurre puede derivar en insuficiencia cardíaca congestiva con distensión de las venas yugulares, (Sylvester, 2001).

En la policitemia, además del aumento del número de glóbulos rojos, se incrementa la hemoglobina y la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno; estos mecanismos tienen límites de funcionalidad. El limitado transporte de oxígeno a los



tejidos determinar que éstos se hagan más eficientes aumentando en el número de mitocondrias y la capilaridad de los músculos, (Ayón y Cueva 1998).

La hipertensión pulmonar observada se debe principalmente a la vasoconstricción de arteriolas pulmonares distales, (Sylvester, 2001) y podría estar relacionado a la viscosidad sanguínea, por el aumento de la producción de eritropoyetina por las células intersticiales peritubulares renales, que tienen por función activar la masa de los glóbulos rojos y la concentración de hemoglobina, (Ebert y Bunn, 1999).

En casos de hipoxia prolongada se observa, además, remodelación estructural de las arterias pulmonares distales que aumentan aún más la resistencia vascular pulmonar, (Brij y Peacock, 1998; Weissmann et al., 2001).

## **2.4. SERIE ROJA**

### **2.4.1. Glóbulos rojos**

La sangre de los mamíferos es de color rojo, porque la hemoglobina, que contiene hierro, absorbe el espectro rojo de la luz. Una de las funciones más importantes de los glóbulos rojos es aportar oxígeno por todo el cuerpo. Hay varios análisis típicos de glóbulos rojos, también llamados hematíes o eritrocitos, (García, 2006).

Los eritrocitos de los equinos son células redondas, bicóncavas, anucleadas de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, que tienen por función proteger la molécula de hemoglobina,



optimizarla y transportarla su recuento en sangre es de 6,0- 9,5 x 10<sup>6</sup>/μl y comprende entre un 30 a un 47% de la sangre de equinos, (Wittwer y Ceballos, 2001).

Estas células viven aproximadamente 140 a 155 días y su producción y maduración, a partir de reticulocitos, se lleva a cabo completamente en la médula ósea, (Kramer, 2000).

Los parámetros hematológicos como, el volumen globular aglomerado (VGA), el recuento de eritrocitos y la concentración de hemoglobina, son afectados por diversos factores fisiológicos en los equinos; como son la edad, estado de excitación y el ejercicio, entre otros. Esto se explica, ya que, en estados de excitación o aprehensión, se produce una contracción esplénica que eleva los parámetros eritrocitarios, mediante la liberación de eritrocitos secuestrados hacia el torrente sanguíneo, (Schalm, 1984).

La función de los glóbulos rojos (GR) es de llevar oxígeno a los tejidos a presiones suficientes para permitir la fácil difusión de oxígeno, esto lo hace una molécula transportadora la hemoglobina (Hgb) un vehículo (GR) capaz de llevar Hgb intacta a nivel celular y un metabolismo preparado tanto para proteger al GR como a Hgb, la producción o supervivencia de los hematíes o el metabolismo produce enfermedad, (Merck y col., 2000).

#### **2.4.2. Hematocrito**

El hematocrito se expresa como el porcentaje de glóbulos rojos, e igualmente llamado Volumen Eritrocitario Agregado (VEA). Existen alteraciones normales o fisiológicas del hematocrito; como regla general, los animales muy



jóvenes tienen valores de hematocrito relativamente bajos a diferencia de los adultos. En los recién nacidos el hematocrito es alto; en los seniles es bajo, (Gómez,2004).

El porcentaje de glóbulos rojos es muy útil en el caballo, puesto que permite valorar y controlar el estado de hidratación de un animal con síntomas de cólico, proceso que es frecuente en esta especie; el valor hematocrito se define como el volumen que ocupan los eritrocitos contenidos en 100 ml de sangre expresado en porcentajes. El valor hematocrito se obtiene al centrifugar la sangre con anticoagulante en un capilar de micro hematocrito para conseguir la separación de ésta en sus tres componentes principales (Cuenca, 2006).

La sangre se ha de centrifugar aproximadamente entre 12.000-15.000 rpm durante 5 minutos. En la parte distal del tubo se acumulan los glóbulos rojos, separados del plasma por una capa delgada blanco-grisácea que incluye los leucocitos y las plaquetas. En la parte superior la apariencia macroscópica del plasma, permite obtener información adicional al poder detectar si existe ictericia, hemólisis o lipemia. Éste es el método considerado como “goal standard” para esta determinación, el valor hematocrito es el parámetro más fiable del hemograma al estar sujeto a menor error técnico que el recuento eritrocitario y la concentración de hemoglobina, (Cuenca, 2006).

Es un parámetro poco estable en el animal, especialmente en razas equinas muy excitables. La contracción esplénica, cuando se produce, hace que en cuestión de minutos entre “en masa” en el torrente circulatorio un gran reservorio de eritrocitos que normalmente están secuestrados en este órgano (pueden producirse incrementos superiores al 15%), (Cuenca, 2006).

El caballo puede acumular estando en reposo, entre 6 y 12 litros de sangre enriquecidos de células rojas. Grandes cantidades de eritrocitos pueden ser secuestrados temporalmente desde el bazo para ser transportados a la circulación como respuesta a excitación (manejo, punción de la vena, pérdida de sangre y dolor) y ejercicio intenso (Satué *et al*, 2012).

Las yeguas registran un hematocrito levemente menor en grandes altitudes, el hematocrito se acrecienta. El ejercicio y el estrés incrementa el hematocrito debido a la contracción del bazo, lo que se denomina policitemia emocional; y en toda deshidratación aumenta el hematocrito. El incremento del VEA concuerda con un mayor número de glóbulos rojos (policitemia o poliglobulia); la disminución recibe el nombre de oligocitemia y una reducción excesiva del hematocrito se halla en la anemia. La policitemia se puede presentar secundaria a enfermedades con deficiente oxigenación; por ejemplo, insuficiencia cardiaca congestiva o patologías respiratorias crónicas, (Cebulj, 2002).

**Tabla 1.** Porcentaje de hematocrito en caballos por tipo de sangre.

<b>Especie</b>	<b>%</b>	<b>Rango %</b>
Caballo sangre caliente	43	32 - 55
Caballo sangre fría	35	24 - 44

Fuente: Cebulj, (2002).

Las especies de equinos domésticos comunes (caballos, burros y mulas) tienen algunas diferencias hematológicas sutiles; y básicamente existen dos tipos de caballos a partir de los cuales se han desarrollado muchas razas, los caballos que descienden del caballo árabe son llamados de sangre caliente, estos incluyen a los árabes, los de pura sangre, los standardbred y los cuartos de milla. Los caballos de sangre fría corresponden a los caballos de tiro y los ponys. La diferencia



hematológica es el mayor número de eritrocitos en animales de sangre caliente que en los de sangre fría (Cebulj, 2002).

### **2.4.3. Hemoglobina**

La Hb es la proteína encargada del transporte de O<sub>2</sub> y de darle la coloración roja al hematíe. La combinación de una GLOBINA (proteína) y cuatro grupos HEM o HEME, los mismos que a su vez están formados por hierro (ferroso) y protoporfirina. La ferro hemoglobina o hemoglobina reducida al pasar por los pulmones se oxigena y se transforma en oxihemoglobina, esta molécula libera en los tejidos el oxígeno y queda como hemoglobina reducida, la cual al tomar CO<sub>2</sub> se convierte en carboxihemoglobina o carbominohemoglobina. La hemoglobina F o fetal es propia del feto y en las primeras semanas de vida es suplantada por la hemoglobina A o adulta. La hemoglobina F se diferencia de la hemoglobina A en la secuencia amino acídica, lo que le confiere un mayor poder de captación de O<sub>2</sub>, para proteger al feto, de esta manera, de la anoxia, (García, 2006).

La hemoglobina ocupa aproximadamente un tercio del volumen eritrocitario; por lo tanto, en la mayor parte de las muestras sanguíneas, el valor que se obtenga dividiendo el hematocrito por tres se aproximará al contenido de hemoglobina en el animal, (Cuenca, 2006). Asimismo, podría obtenerse mediante la técnica de química seca empleando el Sistema Reflotrón. El Reflotrón es un fotómetro de reflexión empleado para la evaluación automática de los test Reflotrón. Las tiras reactivas Reflotrón son portarreactivos para la determinación específica de parámetros de química clínica en muestras no diluidas. Este sistema sirve para la determinación cuantitativa de parámetros de química clínica en sangre, suero y plasma (Ruiz *et al*, 1995).



Cuando las muestras presenten hemólisis, lipemia o un alto número de cuerpos de Heinz, hay que tener cuidado en la interpretación del parámetro, puesto que en estas situaciones varían las propiedades ópticas de la sangre y las lecturas que se realizan de la hemoglobina no son fiables, (Cuenca, 2006).

## 2.5. CONSTANTES CLÍNICAS

### a) Frecuencia cardiaca

El corazón del Equino se encuentra ubicado anatómicamente en la parte inferior izquierda del tórax, entre los espacios intercostales tres y cinco, importante para auscultación y percusión. En equinos, la base cardiaca se ubica por debajo de la mitad total de tórax, pero ligeramente por encima de la cavidad torácica. (Ramírez, 2005). El examen clínico se aplica entre el cuarto y sexto espacio intercostal. La capacidad del corazón de bombear suficiente cantidad de sangre para soportar las necesidades del animal en ejercicio, y la redistribución efectiva de sangre hacia el músculo esquelético, son las dos circunstancias clave para que el caballo proporcione un buen rendimiento en competencia, (García et al., 1995; Cunningham, 2002).

Las mediciones de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio en caballos atletas son empleadas para cuantificar la intensidad de la carga de trabajo, monitorear el acondicionamiento físico y para estudiar los efectos del ejercicio sobre el sistema cardiovascular, (Ramírez, 2005).

La FC de caballos en reposo es de 26 a 45 latidos por minuto (Pilliner y Davies, 2004). Ésta puede aumentar rápidamente por encima de los 100 lat/min debida excitación, temor, dolor, o procesos antes del ejercicio, mientras que valores cercanos a los límites inferiores son indicadores de vagotonía. Al paso y al galope,



hasta una velocidad de 3,5 m/s, el promedio de tiempo en alcanzar los 100 latidos por minuto es de 2-3 minutos y dicho aumento, al igual que lo observado bajo condiciones de ejercicio severo, está relacionado con la actividad nerviosa simpática y la liberación de catecolaminas. Por encima de 100-120 lat./minuto, la FC presenta una correlación positiva con la velocidad y con el consumo de oxígeno hasta alcanzar la FC máxima, la curva muestra un techo donde a pesar del incremento de la velocidad no se registra un aumento de la FC (Boffi, 2007).

El sistema cardiovascular se caracteriza por poseer una parte funcional, determinada por el rendimiento cardíaco (RC) y una parte dimensional, representada por el volumen sanguíneo y variables relacionadas. Ambos componentes son determinantes de la liberación de oxígeno a tejidos metabólicamente activos, el rendimiento cardíaco viene determinado por la FC frecuencia cardíaca y el volumen latido. Conocer la frecuencia cardíaca puede dar una idea fiable de la condición física de un caballo, ya que sus variaciones le permiten al veterinario saber cómo responde al ejercicio, como es su recuperación posterior y además permite obtener un indicador de la salud del animal, (Cunningham, 2002)

En la clínica de equinos es importante la valoración durante la compra de animales y los controles en las competiciones deportivas, además de las revisiones clínicas. La intolerancia al ejercicio es uno de los síndromes más importantes, porque afecta el rendimiento del animal, en este caso el conocimiento de los parámetros cardiovasculares en reposo y actividad del animal son importantes, ya que entendemos la aclimatación al ejercicio y el diagnóstico de deficiencias o alteraciones. Lo ideal es realizar un examen general sobre la actitud y alerta de un caballo, además de los pulsos en la arteria facial y las arterias digitales, por ejemplo,



el pulso yugular se altera en cardiopatías, en lesiones del pie equino se presentan pulsaciones aumentadas. También es importante realizar una minuciosa anamnesis del historial deportivo, entrenamientos y respuesta al ejercicio. Además de esto, la prueba clínica como el hemograma es de gran ayuda para recabar información en el diagnóstico y pronóstico de diferentes patologías fisiológicas que se pueden presentar en el paciente Equino, (Clayton, 1975).

El número de latidos por minuto normal en potros de 24 horas a siete días de edad va de 60 a 110 latidos por minuto. En un alto porcentaje de los potros se puede escuchar un soplo sistólico hasta 2 o 3 meses después del nacimiento. En la mayoría de los casos el soplo es de grado uno a tres, siendo este un dato normal, (Rose et al., 1995). Durante el ejercicio, el flujo sanguíneo va al músculo esquelético y esto causa un incremento en la proporción a nivel de eficiencia del músculo cardíaco. El flujo de sangre a un músculo puede llegar a multiplicarse por veinte; al mismo tiempo, el intercambio de oxígeno desde la sangre al músculo puede triplicarse. Como efecto, el oxígeno utilizado por el músculo puede incrementar hasta sesenta veces. La hiperemia activa es la principal causa del aumento de flujo al músculo; el descenso de la resistencia periférica resultante conduce a un incremento del gasto cardíaco mediado por la inervación simpática. A la vez, se produce una reducción del flujo hacia el intestino y el riñón, y en niveles de ejercicio elevados, a la piel. El gasto cardíaco puede aumentar por encima de diez veces sobre el nivel de reposo debido a grandes incrementos en la frecuencia cardíaca y pequeños cambios en el volumen sistólico. En general, la frecuencia cardíaca de los caballos durante el trabajo alcanza promedios máximos de  $129 \pm 4$  lat./min en la mañana y de  $137 \pm 8$  lat./min en la tarde; mientras que en reposo los



valores promedio son  $38 \pm 3$  y  $40 \pm 2$  lat./min en la mañana y en la tarde, respectivamente (Eckert, 1997).

Durante el ejercicio, los niveles de  $O_2$  disminuyen y los de  $CO_2$  y  $H^+$  aumenta en sangre venosa, aunque las  $PO_2$  y la  $PCO_2$  medias en sangre arterial no varían de forma notable, excepto durante un ejercicio máximo (Hodgson, 1994).

El equino de equitación demanda energía aeróbica para trasladarse de un obstáculo a otro, pero el salto propiamente dicho es realizado únicamente en forma anaeróbica. En un circuito cuya duración difícilmente supera el minuto, los caballos muestran FC de alrededor de 160 a 170 L/min con FC máxima de 200 (Boffi, 2007).

En los caballos que están a puertas de competir, la frecuencia cardiaca está entre 71 y 93 latidos por minuto. Y durante la prueba, el corazón incrementa constantemente los latidos a medida que el caballo va superando las pruebas, resultando picos de 205 L/min. En el estudio, la FC durante la competencia tuvo valores mínimos de  $136,50 \pm 29,280$  L/min y valores máximos de  $160,79 \pm 25,675$  L/min. que, aunque no llegan a la frecuencia indicada por el autor, es una frecuencia bastante alta. Estos resultados coinciden con la afirmación de estos autores, según la cual esos valores altos de frecuencia cardiaca confirman que la disciplina del salto es un deporte vigoroso o de mucha energía a pesar de no requerir altas velocidades (Boffi, 2007).

#### **b) Frecuencia respiratoria**

Un caballo adulto en reposo hace un promedio de 8-22 rpm (respiraciones por minuto). El aparato respiratorio del equino es aerodinámico para disminuir la resistencia al flujo de aire. Los ollares se dilatan y la vasoconstricción dentro del tejido eréctil dentro de la nariz sirve para ensanchar las fosas nasales. Luego el flujo



de aire pasa por laringe donde las cuerdas vocales se retiran hacia atrás para reducir la resistencia y la misma laringe transversalmente se expande para aumentar el paso de aire, además la mucosa elástica que reviste la parte superior e inferior de nasofaringe y faringe se estira proporcionando una superficie más lisa, (Nancy, 2006). También en el techo de la nasofaringe los músculos del paladar blando se elevan y cuando el equino extiende cabeza y cuello, las vías respiratorias se estiran eliminando ángulos y turbulencias en la entrada de aire, (Riera, 2014).

Los parámetros fisiológicos utilizados actualmente en la clínica de Caballos de Paso Fino Colombiano son extrapolados de estudios realizados en otras razas, las cuales se encuentran en condiciones geográficas diferentes a las que se reportan en la sabana de Bogotá, lo que impide al médico veterinario estar seguro a la hora de tomar decisiones para procedimientos clínicos, médicos y quirúrgicos. Razón por lo cual surge la necesidad de caracterizar el caballo criollo colombiano y así no incurrir en errores diagnósticos, (Arias, Mejía y Sáenz, 2014).

Se afirma que la ventilación se aumenta de forma paralela a las demandas metabólicas impuestas por el tipo de esfuerzo que ejerce el caballo. La taquipnea durante la actividad física puede ser consecuencia de la actuación conjunta de numerosos factores, tales como un cierto grado de variación en la presión parcial de CO<sub>2</sub> en sangre arterial o venosa, el pH sanguíneo, la estimulación de los receptores medulares por los H<sup>+</sup>, el efecto del sistema cardiovascular o los cambios en la presión parcial de O<sub>2</sub>, (Lekeux, 1994). En el ejercicio, la elevación en la Frecuencia Respiratoria (FR) depende de los requerimientos energéticos que imponen al caballo, o la función termorreguladora de su organismo, (Arias, Mejía y Sáenz, 2014).



El techo de la nasofaringe de los músculos del paladar blando se eleva y cuando el equino extiende cabeza y cuello, las vías respiratorias se estiran eliminando ángulos y turbulencias en la entrada de aire, (Riera, 2014). Aparece una relación de la frecuencia respiratoria con la marcha, al paso y al galope la frecuencia respiratoria tiene poca relación, mientras que al galope la frecuencia se sincroniza con la frecuencia del paso. Los músculos abdominales y torácicos y el diafragma hacen que funcione el movimiento respiratorio y su acondicionamiento es importante porque de ellos depende el ritmo respiratorio. Por estas razones, el examen sobre todas las vías respiratorias y la frecuencia cardiaca son importantes para evaluar la capacidad física y la tolerancia al ejercicio en un caballo (Nancy, 2006).

Un trabajo en campo demuestra que a nivel de las costillas 9, 11 y 17 se delimita el espacio para auscultar y percudir clínicamente los pulmones, en el examen clínico se revisa la frecuencia respiratoria, la amplitud respiratoria, el tipo de respiración y el ritmo. La frecuencia respiratoria es el número de movimientos respiratorios completos que se producen en una unidad de tiempo, minuto. Siempre se debe realizar en un lugar tranquilo, el examen clínico para auscultar se ubica desde el latero caudal 15 y latero craneal en un ángulo de 45° con respecto al animal. El valor clínico normal es de 12 respiraciones por minuto, se debe tener en cuenta para evaluar taquipnea y bradipnea (Marek, 1973; Radostis, 2001).

El ejercicio es un factor sumamente importante en la fisiología del caballo, ya que debido a la intensidad del mismo se producen muchas variaciones referentes a las constantes fisiológicas, (Corvalán, 2010). El Centro de la respiración comprende de dos grupos de neuronas presentes en el bulbo raquídeo y en parte separados en el espacio. Uno de estos grupos desarrolla función inspiratoria y la



otra espiratoria. La excitabilidad de las neuronas inspiratorias va acompañada paralelamente de la inhibición del grupo de neuronas espiratorias. A medida que se incrementa el llenado de los pulmones, aumenta la estimulación de los receptores de distensión pulmonar, que cursan por el nervio vago hasta el centro inspiratorio; se produce entonces la inhibición de las neuronas inspiratorias y con ello cesa la inhibición de las neuronas espiratorias, produciéndose la espiración. Las vías eferentes del centro respiratorio discurren por la médula espinal con conexión de neuronas intermediarias hasta los músculos de la respiración (Engelhardt, 2005).

La frecuencia respiratoria es más elevada en la primera hora de vida del potro. La frecuencia respiratoria en potros hasta de una semana varía de 25 a 60 rpm. pueden encontrarse frecuencia de 70 a 90 respiraciones por minuto durante la primera hora que sigue al nacimiento, (Rose *et al.* 1995). La respiración del caballo puede controlarse observando el movimiento del flanco del caballo. Para esta tarea es colocarse justo detrás del caballo, encarando su grupa. En reposo, el caballo debe respirar entre 10 y 12 veces por minuto (Stafford, 2002).

### c) **Temperatura corporal**

La temperatura normal de un caballo sano puede oscilar entre 37-38.5°C. No obstante, esta temperatura puede variar en 2°C dependiendo de factores ambientales, durante o tras el ejercicio o cuando está nervioso, (Araya, 2005).

La temperatura rectal a menudo puede ser de 38 a 39 °C. La temperatura aumenta entre el nacimiento y los cuatro días de edad y en adelante permanece estable. Los potros recién nacidos que aumentan temperaturas subnormales tienen peor pronóstico que aquellos con temperaturas normales o elevadas. En potros que están en temperaturas elevadas o expuestos al sol, la temperatura puede permanecer



temporalmente elevada, a más de 39 °C. Sin embargo, temperaturas mayores deben ser atendidas y revisadas por el veterinario en cargo de los caballos, (Rose *et al.* 1995).

Para adecuar regularmente la temperatura corporal, los equinos necesitan diferentes sensores de temperatura, que se localizan en varias regiones del cuerpo. Estos sensores transmiten la información al cerebro, que inicia los mecanismos para aumentar o disminuir la temperatura, la pérdida o, producción de calor. Las neuronas sensibles al calor se localizan en el núcleo preóptico del hipotálamo, que aumentan su frecuencia de estimulación en respuesta a pequeñas variaciones de la temperatura corporal. Además, el calentamiento experimental de esta zona inicia de inmediato los mecanismos de pérdida de calor, tales como la vasodilatación periférica y la sudoración. Estas observaciones sugieren que esta región cerebral podría ser el centro principal de la regulación de la temperatura. En la regulación de la temperatura corporal, el hipotálamo, se comporta como si tuviera un umbral de normalidad. Cuando la temperatura central sobrepasa este umbral se inicia los mecanismos para perder calor; cuando disminuye, empiezan los de su conservación o producción. La información procedente de los receptores periféricos modifica el umbral y se desencadena la tiritera con una temperatura central superior cuando la piel está fría que cuando está caliente, de la misma manera que la sudoración en el caballo, (Cunningham *et al.* 2009).

Es recomendable considerar la temperatura de cada caballo repetidas veces en estado normal para así reconocer fácilmente cualquier alteración. Por insignificante que sea el aumento de temperatura suele indicar el comienzo de una infección vírica o bacteriana. Si se nota que el caballo está deprimido, tenemos que tomarle la temperatura. Una rápida respuesta ante un aumento de temperatura

facilitará un diagnóstico y un tratamiento inmediato, lo cual siempre implica una recuperación total mucho más rápida, (Stafford, 2002).

## 2.6. ANTECEDENTES

### 2.6.1. Parámetros hematológicos

Salazar, (1958), menciona sobre valores hematológicos en ganado equino en altura realizando un estudio hemático en 20 caballos oriundos de la Paz (3600 msnm) y 5 caballos llegados del nivel del mar con motivo de jornadas hípcas internacionales estos dos grupos sirvieron para comprobar resultados, habiéndose encontrado que los parámetros hematológicos son mayores en los caballos de altura con relación a los encontrados en los caballos llegados del nivel del mar cuyo tiempo de estancia fue de 6 días.

**Tabla 2.** Valores hematológicos de serie roja en caballos.

Número de caballos	Ubicación	Hematíes $10^6$ $\text{mm}^3$	Hemoglobina	hematocrito %
20	A 3600 msnm	$8.8 \pm 1.8$	$14.9 \pm 1.45$	$43.7 \pm 2.5$
5	A nivel del mar	$7.4 \pm 10$	$12.1 \pm 1.26$	$34.1 \pm 2.6$

Fuente: Salazar, (1958).

En la tabla 2, se observa los valores hematológicos de a serie roja donde hematíes  $10^6 \text{ mm}^3$  es de  $8.8 \pm 1.8$ ,  $7.4 \pm 10$  en altura y a nivel del mar respectivamente, hemoglobina es de  $14.9 \pm 1.45$ ;  $12.1 \pm 1.26$  g/dL en altura y a nivel del mar respectivamente, hematocrito % es de  $43.7 \pm 2.5$ ;  $34.1 \pm 2.6$  en altura y a nivel del mar respectivamente, V.C.M 49.7; 46 en altura y a nivel del mar respectivamente y Hb. C. M. es de 17.5 y 16.4 en altura y a nivel del mar respectivamente.



La proporción de hematocrito es muy útil en el caballo, puesto que permite valorar y controlar el estado de hidratación del animal con síntomas de cólico, proceso que es frecuente en esta especie. El valor hematocrito se define como el volumen que ocupan los eritrocitos contenidos en 100 ml de sangre expresado en porcentajes, (Salazar, 1958).

El valor del hematocrito es el parámetro más confiable del hemograma al estar relacionado con el sujeto a menor error técnico que el recuento eritrocitario y la concentración de hemoglobina. en cambio, es un parámetro muy poco estable en el animal, especialmente en razas equinas muy excitables. La contracción esplénica, cuando se produce, hace que en cuestión de minutos entre “en masa” en el torrente circulatorio un gran reservorio de eritrocitos que normalmente están secuestrados en este órgano (pueden producirse incrementos superiores al 15%). Los contadores hematológicos electrónicos dan un valor hematocrito al que se le denomina packed cell volumen (PCV), que se calcula matemáticamente a partir del número de eritrocitos que el aparato detecta y de su tamaño (VCM), (Latimer y Andreasen, 2002).

**Tabla 3.** Los valores hematológicos en caballos.

<b>Recuento hemático</b>	<b>Razas de “Sangre Caliente</b>	<b>Razas de “Sangre Fria</b>
Recuento de eritrocitos ( $10^6$ /ml)	6,8-12,9	5,5-9,5
Niveles de hemoglobina (g/dL)	11,0-19,0	8,0-14,0
Valor de hematocrito (%)	32,0-53,0	24-44

Fuente: Feldman y col. (2000).

En la tabla 3 se observa los valores hematológicos normales en caballos de sangre caliente donde el recuento de eritrocitos es de 6,8-12,9 ( $10^6$ /ml), la



concentración de hemoglobina es de 11,0-19,0(g/dL) valor hematocrito es de 32,0-53,0 respectivamente (Feldman y col. 2000).

**Tabla 4.** Los valores hematológicos de referencia en potros.

Parámetros	Nacimiento	24 horas	7 días
Recuento de eritrocitos (x10 <sup>6</sup> / μL)	9,0-13,0	8,0-11,0	7,5-10,5
Concentración de hemoglobina (g/L)	120-180	130-155	115-175
Valor hematocrito (%)	0,40-0,52	0,34-0,46	0,31-0,40

Fuente: Knottenbelt y col. (2004).

En la tabla 4. Se observa los valores hematológicos de referencia en potros donde el recuento de eritrocitos (10<sup>6</sup>)/μL es de 9,0-13,0; 8,0-11,0; 7,5-10,5; al nacimiento a las 24 horas y a los 7 días respectivamente, la concentración de hemoglobina (g/L) es de 120-180; 130-155; 115-175 al nacimiento a las 24 horas y a los 7 días respectivamente el Valor hematocrito (%) es de 0,40-0,52; 0,34-0,46; 0,31-0,40 al nacimiento a las 24 horas y a los 7 días respectivamente, (Knottenbelt, D. ; Holdstock, N. y Madigan, J., 2004).

La hemoglobina se determina mediante espectrofotometría por el método de la cianometahemoglobina. Los contadores hematológicos actualmente disponible en el mercado también utilizan este método, la hemoglobina ocupa aproximadamente un tercio del volumen eritrocitario; por lo tanto, en la mayor parte de las muestras sanguíneas, el valor que se obtenga dividiendo el hematocrito por tres se aproximará al contenido de hemoglobina en el animal. Cuando las muestras presenten hemólisis, lipemia o un alto número de cuerpos de Heinz, hay que tener cuidado en la interpretación del parámetro, puesto que en estas situaciones varían las propiedades ópticas de la sangre y las lecturas que se realizan de la hemoglobina no son fiables (Weiser *et al.* 1983).



La condición física de los caballos de salto en condiciones de campo. Por lo tanto, es necesario definir los índices de aptitud física, incluida la evaluación cardíaca, para los caballos utilizados en una competencia técnica de este tipo en condiciones tropicales. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de una prueba de ejercicio de campo sobre la sangre y los parámetros electrocardiográficos de caballos de salto. Doce caballos,  $11,3 \pm 4,1$  años y  $490,4 \pm 33,9$  kg, fueron incluidos en el estudio. La muestra de sangre y la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria y la medición de la temperatura corporal se realizaron antes (T0) e inmediatamente después del ejercicio (T1) y a los 30 minutos (T2) y 120 minutos (T3) de recuperación. Se evaluaron el volumen de células empaquetadas, el recuento de glóbulos rojos, la concentración de hemoglobina, el volumen corpuscular medio y la concentración de hemoglobina corpuscular media, el aspartato aminotransferasa (AST) sérica, la creatina quinasa (CK) y el lactato plasmático, (Clarisse *et al.* 2017)

La "marcha" es un cómodo andar ecuestre de cuatro tiempos caracterizado como un ejercicio sub máximo. Se evaluaron cuatro caballos sanos de Manga larga Marchador de 6 a 7 años de edad en condiciones de campo que cubren distancias de 12.7, 19.3 y 38.8 km. Las muestras de sangre se recolectaron antes, durante y al final del ejercicio, así como después de 4 horas de descanso, para medir las variaciones de biomarcadores hematológicos, bioquímicos y enzimáticos. Se registraron las siguientes mediciones: glóbulos rojos (RBC); hematocrito (HT); hemoglobina (HB); ancho de dispersión de células rojas (RDW); glóbulos blancos (GB); recuento absoluto de linfocitos (LYM); recuento de linfocitos relativos (LYMr); proteína plasmática total (PPT); creatina quinasa (CK); ácido úrico (UA); deshidrogenasa láctica (LDH); y aspartato aminotransferasa (AST). Se observaron alteraciones significativas relacionadas con las diferentes distancias recorridas para los linfocitos (LYM y



LYMr), que fueron más bajos ( $P < .05$ ) cuando los caballos se ejercitaron durante 38,8 km. El ejercicio físico causó alteraciones significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los biomarcadores investigados, excepto en la AST. Durante los desafíos de la marcha de cuatro tiempos, los RBC, HT, HB, RDW, WBC y PPT aumentaron y se mantuvieron altos después del descanso de 4 horas. Al mismo tiempo, la UA, la LDH y la CK fueron mayores durante el ejercicio, pero volvieron a los valores basales después del descanso de 4 horas. Los desafíos de la marcha de cuatro tiempos promovieron variaciones significativas en los marcadores hematológicos y bioquímicos en los caballos de Manga larga Marchador, así como una disminución en el número de linfocitos de los caballos después de 38.8 km de ejercicio, (Cordeiro *et al.* 2015).

La salud de los animales utilizados en juegos ecuestres que tienen su origen en eventos históricos o religiosos y se llevan a cabo actualmente en muchos países. Este estudio investigó la respuesta al estrés fisiológico y el estado de salud de los caballos que participan en Sartiglia, un histórico torneo de caballos celebrado en la ciudad de Oristano, Italia, que se basa principalmente en los intentos de jinetes enmascarados en un galope para pasar una espada a través de un agujero, (Pazzola *et. al.* 2015).

El bienestar de los caballos de trabajo es una cuestión de interés público, con escasa información sobre sus posibles mecanismos fisiológicos de afrontamiento. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en los posibles indicadores de bienestar fisiológico en caballos de trabajo, como resultado de la extracción de carruajes turísticos en condiciones de campo. Se realizó un estudio de campo descriptivo del trabajo realizado por caballos de transporte turístico y sus implicaciones fisiológicas, hematológicas y bioquímicas de la sangre. Para ello, se estudiaron 10 carruajes turísticos en condiciones normales de trabajo. Para la descripción del trabajo, se calcularon la velocidad, la distancia y la fuerza. Para evaluar



el bienestar, se evaluaron las variables fisiológicas, incluida la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura rectal y los parámetros hematológicos y bioquímicos de la sangre antes, durante y después del trabajo. Los resultados muestran que los caballos de carruajes turísticos ejercieron un esfuerzo sub máximo en términos de velocidad, fuerza y variables fisiológicas evaluadas. La frecuencia cardíaca y respiratoria mostró aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) después del trabajo, pero se recuperó a valores basales en los primeros 10 minutos. Las variables sanguíneas no mostraron cambios significativos que pudieran estar relacionados con un mal bienestar. El lactato y el volumen de células empaquetadas (PCV, por sus siglas en inglés) fueron las únicas variables sanguíneas con diferencias significativas en el trabajo ( $P < .05$ ), con lactato que disminuyó con el tiempo y PCV que aumentó con el trabajo y regresó a los niveles basales a los 10 minutos después del trabajo. Las variables fisiológicas mostraron una posible adaptación al trabajo de los caballos de transporte, pero no fueron suficientes para diagnosticar un problema de bienestar. Las prácticas de manejo y otros indicadores basados en animales deben incluirse en estudios posteriores para obtener una conclusión holística, (Vergara y Tamara 2014).

Las variables recuento de glóbulos rojos y concentración de hemoglobina y hematocrito se incrementaron en el tiempo T1 ( $p < 0.05$ ) y solo aumentaron en forma significativa hacia el último mes ( $p < 0.05$ ), (Collao *et al.* 2012).

En la ciudad de México, específicamente en el estado de Veracruz, se evaluaron las constantes hemáticas de los equinos dedicados a actividades deportivas (salto y carrera) en una altura que no sobrepasaba los 300 m.s.n.m. en 60 equinos con rango de edad de 2-12 años. Los resultados obtenidos para eritrocitos fueron en promedio de: 7.95, 7.64, 7.91  $10^6/\mu\text{L}$ ; para caballos de carreras y salto, respectivamente; de igual forma para hemoglobina fueron de 12.59, 12.75 y 12.45 g/dl respectivamente; para



hematocrito: 34.81, 34.14 y 34.83% respectivamente; volumen corpuscular medio, dichos valores fueron 43.43, 43.60 y 44.53 fL respectivamente; para la concentración media de hemoglobina se hallaron valores de 16.29, 16.35 y 16.08 pg respectivamente; para la concentración corpuscular media de hemoglobina, los valores fueron 36.10, 36.49 y 36.49 g/dL respectivamente (Ruiz, 2011).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los regimientos de caballería ubicados en Huancané, Pomata y Puno, que se encuentra en a la Región Puno, que está ubicada en la sierra sudeste del país, en la meseta del Collao a:  $13^{\circ}00'66''00''$  y  $17^{\circ}17'30''$  latitud sur y los  $71^{\circ}06'57''$  y  $68^{\circ}48'46''$  longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita, por el sur, con la región Tacna. por el este, con la República de Bolivia y por el oeste, con las Regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua. La Región Puno se encuentra en el altiplano, entre los 3,812 y 5,500 m.s.n.m. y entre la ceja de selva y la selva alta entre los 4,200 y 5000 msnm. Cabe mencionar que los regimientos de caballería de Huancané, Pomata y Puno se sitúan en el anillo circunlacustre del lago Titicaca.

#### 3.2. ANIMALES PARA EL ESTUDIO

Determinación del tamaño muestral para el estudio se ha considerado un muestreo no probabilístico por conveniencia; donde el tamaño de muestra está influenciado por la varianza ( $\sigma^2$ ), las diferencias de medias ( $\delta$ ), el nivel de significancia ( $\alpha$ ) y la potencia de la prueba ( $1-\beta$ ); la fórmula fue el siguiente (Dawson, 2005). Con reporte de (Eckert, 1997) la frecuencia cardiaca de los caballos durante el trabajo alcanza promedios máximos de  $129 \pm 4$  lat./min en la mañana y de  $137 \pm 8$  lat./min en la tarde, mientras que en reposo los valores promedio son  $38 \pm 3$  y  $40 \pm 2$  lat./min en la mañana y en la tarde, respectivamente. Y (Boffi, 2007) la FC durante la competencia tuvo valores mínimos de  $136,50 \pm 29,28$  L/min y valores máximos de  $160,79 \pm 25,675$  L/min.

$$r \geq 2[Z_{\alpha/2} + Z_{\beta}]^2 \left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2$$
$$r \geq 2[1,96 + 0,84]^2 \left(\frac{3,9}{3,61}\right)^2 = 18,30$$

**Tabla 5.** Distribución de caballos para el estudio según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de aclimatación</b>	<b>&lt; a 01 año</b>	<b>De 2 a 3 años</b>	<b>&gt;a 4 años</b>	<b>Total</b>
N° Caballos Huancane	02	02	02	06
N° Caballos Puno	02	02	02	06
N° Caballos de Pomata	02	02	02	06
<b>Total</b>				<b>18</b>

### 3.3. MATERIALES

a) Equipos y materiales

- Estetoscopio
- Termómetro
- Plumones
- Lapiceros de tinta indeleble
- Cintas Maskingtape
- Transportador de muestras “Cooler”
- Cuaderno de apuntes

b) Para recolección y evaluación hematológica

- Algodón
- Alcohol 96°
- Aguja de seguridad bd vacutainer
- Guantes



- Jeringas
  - Tubos vacutainer con EDTA de 3 ml
  - Tubos de ensayo
  - Gradillas
- c) Para análisis sanguíneo
- Muestra sanguínea
  - Tubos vacutainer con EDTA
- d) Equipos de laboratorio
- Analizador hematológico
  - Microscopio
- e) Otros materiales
- Cámara fotográfica
  - Cronometro
  - Calculadora
  - Fichas clínicas

### 3.4. METODOLOGÍA

La muestra de sangre se obtuvo (3ml) por pinchazo de la vena yugular y se dividió en tubos rotulados con la identificación del caballo. Los tubos vacutainer correspondientes a la evaluación de la serie eritrocitaria (3 ml) con EDTA. En las muestras de sangre entera se determinó el recuento de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y porcentaje de hematocrito. Las muestras de sangre fueron trasladadas en una caja térmica con refrigerante al Laboratorio Clínico BIOPROYECT de la ciudad de Puno, para su procesamiento en forma inmediata.



### **3.4.1. Determinación de valores hematológicos**

Las muestras de sangre se llevaron al laboratorio BIOPROYEC de la ciudad de Puno, y fueron procesadas según sus protocolos; habiéndonos entregado los valores de recuento de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito para su respectiva interpretación.

### **3.4.2. Determinación de constantes clínicas**

#### **a) Determinación de frecuencia cardiaca**

Se utilizó un estetoscopio para auscultar los latidos del corazón en el lado izquierdo del caballo, justo detrás del codo durante 15 segundos, y luego se multiplico el número de latidos por cuatro para determinar la frecuencia cardíaca en l pm (latidos por minuto).

#### **b) Determinación de frecuencia respiratoria**

Se midió la frecuencia respiratoria observando la pared torácica lateral del caballo observando como la cavidad torácica se amplia y viceversa (cada inhalación y exhalación cuenta como una respiración).



### c) Determinación de temperatura corporal

Se ha tomado la temperatura rectal en el caballo con un termómetro a mercurio sumergido en una pequeña cantidad de lubricante. Se aseguro de mantener el termómetro quieto durante 2 – 3 minutos.

## 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de las variables hematológicas y constantes clínicas de los caballos por efecto tiempo de permanencia, fueron analizados a través el diseño completamente al azar; cuyo modelo aditivo lineal es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la variable respuesta (N° de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal)

$\mu$  = Promedio general

$A_i$  = Efecto del tiempo de aclimatación (1, 2 y 3)

$\epsilon_{ij}$  = Error no controlado por el investigador.

La contrastación de promedios se realizó mediante la prueba múltiple de significación de Duncan con  $\alpha = 0.05$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. VALORES DE SERIE ROJA SEGÚN TIEMPO DE ACLIMATACIÓN

##### 4.1.1. Glóbulos rojos

Los resultados de la variable glóbulos rojos en caballos se presenta en la tabla 6.

**Tabla 6.** Valores de glóbulos rojos en caballos según el tiempo de aclimatación.

Tiempo de aclimatación	N° de caballos	PROMEDIO ± D.E (10 <sup>6</sup> ) glóbulos rojos/ ml de sangre	CV (%)
Menor a 1 año	6	9.58 <sup>a</sup> ± 0.26	2.71
De 2 a 3 años	6	9.13 <sup>a</sup> ± 0.42	4.60
Mayor a 4 años	6	9.33 <sup>a</sup> ± 0.69	7.40

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 6, se observa los valores de glóbulos rojos en caballos; según el tiempo de aclimatación, los cuales dieron como resultado a los de menores a 01 año valores de  $9.58 \pm 0.26(10^6)$  glóbulos rojos/ ml de sangre, los de 2 a 3 años  $9.13 \pm 0.42(10^6)$  de glóbulos rojos/ ml y los de 4 años a más alcanzaron  $9.33 \pm 0.69 (10^6)$  glóbulos rojos/ ml, estos a la prueba de medias se evidencia que no existe diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ). Estos resultados son similares a los que reporta (Feldman et. al. 2000). Que encontró valores de eritrocitos en caballos de sangre caliente ubicados a una altitud de 3200m en Cajabamba (Ecuador) a una cantidad de 8,8-12,9 ( $\times 10^6$ ) /ml de sangre a 9,2-12,9 ( $\times 10^6$ ). Así mismo Barzola, (2017). reportó valores de 8,5-12,9 ( $\times 10^6$ ) en caballos pura sangre árabes antes de una cirugía abdominal en Tunja (Colombia) a 2100m de altitud. Sin embargo, Díaz et. al, (2011). reporta valores inferiores a los de la tabla 6, en caballos de

la raza Caballo Peruano de Paso criados en el valle de Lurín (Lima) a 10 m. de altitud donde encontró una cantidad de glóbulos rojos en caballos de  $6.5 \pm 0.9$  a  $6.9 \pm 0.8$  ( $\times 10^6$ ), de igual modo Larkins y Turrero, (2003). encontraron valores de glóbulos rojos en caballos de carrera antes de competir a una altitud de 1200m de altitud, entre  $6.8 \pm 0.9$  a  $7.2 \pm 0.8$  ( $\times 10^6$ ) así mismo Salazar, (1958). menciona que estos valores elevados se deben a la baja presión parcial de oxígeno, generando lo que es una hipoxia esto determina importantes cambios en el organismo en la que destaca el incremento en la producción de glóbulos rojos.

#### 4.1.2. Hematocrito

**Tabla 7.** Valores de hematocrito (%) en caballos según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de aclimatación</b>	<b>N° de caballos</b>	<b>PROMEDIO <math>\pm</math> D.E</b>	<b>CV (%)</b>
		<b>% de Hto en sangre</b>	
Menor a 1 año	6	$43.33^a \pm 1.86$	4.29
De 2 a 3 años	6	$39.83^a \pm 3.13$	7.36
Mayor a 4 años	6	$42.00^a \pm 5.06$	12.04

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 7, se observan valores de hematocrito en caballos según el tiempo de aclimatación, menores a 1 año mostraron  $43.33 \pm 1.86$  % de hematocrito en sangre, los de 2 a 3 años  $39.83 \pm 3.13$  % y los de 4 años a más alcanzaron  $42.00 \pm 5.06$  % de hematocrito estos a la comparación de promedios no muestra que existe diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ). Estos valores son similares a los encontrados por Larkins y Turrero, (2003). que reportan valores de hematocrito entre 39 % a 41% en caballos de carrera a 3250 m, sometidos a estrés pre entreno. También Knill *et. al.* (1969), reportó valores de hematocrito en caballos de sangre caliente árabes a 3400 m de entre 38% a 41%. Este incremento progresivo se debe a que a mayor altura el organismo

produce un incremento del hematocrito mejorando la movilización de oxígeno en sangre, esto siendo necesario para llevar a cabo los procesos metabólicos de producción de energía aerobia (McGowan & Hodgson, 2014). Estos datos serían diferentes a los encontrados por, Carrick y Begg, (2008). que reportaron niveles de hematocrito de 36% a 38% en caballos ingleses a 100 m. de altitud, estos valores se diferencian a los valores de la tabla 7 en caballos de los regimientos de caballería, donde los valores de hematocrito son superiores, esto se debe a que mientras el caballo se encuentre a menor altitud conlleva a una respuesta normal al estímulo simpático así como a que el bazo se contraiga y libere al torrente sanguíneo glóbulos rojos en cantidades normales, a diferencia que a mayor altitud estimula a que los valores de hematocrito se incrementen, (Kenneth, 2008).

#### 4.1.3. Hemoglobina

**Tabla 8.** Valores de la hemoglobina en caballos según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de aclimatación</b>	<b>N° de caballos</b>	<b>PROMEDIO ± D.E g/dl en sangre</b>	<b>CV (%)</b>
Menor a 1 año	6	15.38 <sup>a</sup> ± 0.65	4.23
De 2 a 3 años	6	14.15 <sup>a</sup> ± 1.16	8.20
Mayor a 4 años	6	14.68 <sup>a</sup> ± 1.88	12.81

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 8, se observa valores de hemoglobina en caballos según el tiempo de aclimatación menores a 1 año mostraron  $15.38 \pm 0.65$  g/dl en sangre; los de 2 a 3 años  $14.15 \pm 1.16$  g/dl, y los de 4 años a más alcanzaron  $14.68 \pm 1.88$  g/dl, estos a la prueba de promedios mediante Duncan refleja que no existe diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ). Estos resultados se asemejan a los estudios realizados por Salazar, (1958) que dio como resultados valores de hemoglobina de 13.35 a 15.20 g/dl en caballos de trote de la ciudad de Bocaya (Colombia) a una altitud de 3100 m. así mismo McKenzie, (2012)



reportó valores de hemoglobina en caballos pura sangre de salto en Putre (Chile) a 3560m de altitud dando valores de 14.25 a 15.12 g/dl. Estos últimos reportes serían muy parecidos a los de la tabla 8 en caballos de los regimientos de caballería. Esto se debería que a mayor altitud que se encuentre el caballo se presentara un incremento en la concentración de hemoglobina. debido a que aumenta la capacidad de transporte de oxígeno, y que también somete al caballo a una hipoxia ambiental y a las altas cargas de hidrogeniones producidos durante el metabolismo en altura esto conlleva a un aumento de la hemoglobina en el organismo del caballo, (McGowan & Hodgson, 2014). Sin embargo, Feldman *et. al.* (2000) reporto niveles de hemoglobina de 13.15 a 14.10 g/dl en caballos de sangre caliente a 80m de altura siendo estos valores inferiores a lo reportado en este estudio. Asimismo, Osorio, (2008). reportó valores de hemoglobina entre 13.85 a 14.64 g/dl en caballos de carrera de hipódromo a 20 m de altitud estos valores normales se deberían a como lo que explica Guyton, (1976). que indica que en caballos a menor altitud no existiría un incremento de la hemoglobina ya que este incremento se da solo en caballos que se encuentran a mayor altitud conllevando a que se presente un cuadro de hipoxia y también la disminución en la presión de oxígeno atmosférico disponible para el transporte desde los pulmones hasta las mitocondrias celulares, lo cual implicaría que el animal recurra a esfuerzos propios para lograr la aclimatación a la nueva presión parcial de oxígeno que estaría sometido.

## 4.2. CONSTANTES CLÍNICAS

### 4.2.1. Frecuencia cardiaca

**Tabla 9.** Valores de frecuencia cardiaca en caballos según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de aclimatación</b>	<b>N° de caballos</b>	<b>PROMEDIO ± D.E Latidos / min (lpm)</b>	<b>CV (%)</b>
Menor a 1 año	6	40.17 <sup>a</sup> ± 2.71	11.98
De 2 a 3 años	6	31.50 <sup>b</sup> ± 1.04	13.72
Mayor a 4 años	6	30.33 <sup>b</sup> ± 1.63	12.85

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 9, se observa los valores de frecuencia cardiaca en caballos por efecto del tiempo de aclimatación en altura, donde el grupo de animales menores a 1, año reflejan  $40.17 \pm 2.71$  lpm; los de 2 a 3 años  $31.50 \pm 1.04$  lpm y los de 4 años a más alcanzaron  $30.33 \pm 1.63$  lpm, estos promedios a la prueba múltiple de Duncan muestran diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). Estos datos en caballos menores a 1 año y 2 a 3 años de tiempo aclimatación de los regimientos de caballería son similares a los reportados por Mejía y Arias, (2008). que midieron la frecuencia cardiaca en caballos de la raza inglesa de salto a una altitud de 2800m dando como resultado 35,86 lpm. Así mismo, McAuliffe, (2010) reporta datos de frecuencia cardiaca de 36 a 38 lpm en caballos de paso fino colombiano a 3400m previos a concurso cultural en Colombia. Estos datos se asemejan a la tabla 9 en caballos de 1 año y de 2 a 3 años de tiempo de aclimatación. Sin embargo, Arias, (2006). reporta datos inferiores de 30 a 32 lpm en caballos de hipódromo de la ciudad de lima (Perú) antes de iniciar una carrera. Estos reportes se asemejan al de los caballos mayores de 4 años de tiempo de aclimatación. De igual manera Rose y Hodgson, (1994) reporta en un estudio sobre la frecuencia cardiaca en caballos previos competición en reposo a 3100m de altitud dando como resultados entre 36 a 39 lpm. Estos datos

superiores se deberían a que el corazón a mayor altura se ve sometido a una serie de requisitos de aumento del gasto cardíaco. Para compensar la falta de oxígeno y durante este periodo son frecuentes las alteraciones del ritmo del corazón, (Muñoz,2017).

#### 4.2.2. Frecuencia respiratoria

**Tabla 10.** Valores de la frecuencia respiratoria en caballos según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de aclimatación</b>	<b>N° de caballos</b>	<b>PROMEDIO ± D.E</b>	<b>CV (%)</b>
Menor a 1 año	6	16.67 <sup>a</sup> ± 2.16	12.96
De 2 a 3 años	6	14.33 <sup>b</sup> ± 1.03	7.19
Mayor a 4 años	6	9.67 <sup>c</sup> ± 1.03	10.65

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 10, se observa valores de frecuencia respiratoria en caballos por efecto del tiempo de aclimatación en altura, donde el grupo de animales menores a 1 año reflejan  $16.67 \pm 2.16$  rpm; los de 2 a 3 años  $14.33 \pm 1.03$  rpm y los de 4 años a más alcanzaron  $9.67 \pm 1.03$  rpm; estos valores a la prueba múltiple de significación de Duncan muestran que si existe diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). Estos resultados se asemejan a estudios realizados por Hinchcliff, (2007) quien reporta datos de la frecuencia respiratoria en caballos de la Policía Nacional de Colombia ubicados a 3686m. de altitud dando valores de 11 a 16 rpm. datos muy similares a la tabla 10 en caballos menores de 1 año y mayores de 2 a 3 años de tiempo de aclimatación de los regimientos de caballería, Sin embargo, McAuliffe, *et al.* (2010) reporta resultados de 8 a 12 rpm en caballos de sangre fría utilizados para el trabajo en campo. Esta diferencia se debe a que los caballos de sangre caliente tienden a tener constantes respiratorias elevadas de 12 a 16 rpm (Cebulj, *et al.* 2002). Estos datos son similares a los de caballos mayores de 4 años de los

regimientos de caballería. Así mismo en la tabla 10 muestra la frecuencia respiratoria de caballos menores de 1 año de aclimatación en altura que fue de 16,67 rpm dato superior a lo reportado por Mejía y Arias, (2008) con 11,72 rpm, en caballos criollos colombianos criados a 2600m. Por tanto, los caballos de los regimientos de caballería tienen una frecuencia superior a la reportada en la literatura consultada.

#### 4.2.3. Temperatura corporal

Los resultados de temperatura corporal en caballos de altura se presentan en la tabla 11.

**Tabla 11.** Valores de temperatura corporal en caballos según tiempo de aclimatación.

<b>Tiempo de Aclimatación</b>	<b>N° de caballos</b>	<b>PROMEDIO±D.E Temperatura (C°)</b>	<b>CV (%)</b>
Menor a 1 año	6	38.63 <sup>a</sup> ± 0.43	11.98
De 2 a 3 años	6	38.00 <sup>b</sup> ± 0.54	12.85
Mayor a 4 años	6	38.21 <sup>ab</sup> ± 0.45	13.72

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 11, se observa datos estadísticos de temperatura corporal en caballos por efecto del tiempo de aclimatación en altura.; donde el grupo de animales con tiempo menores a 01 año reflejan  $38.63 \pm 0.43$  °C; los de 2 a 3 años  $38. \pm 0.54$  ° C y los de 4 años a más alcanzaron  $38.21 \pm 0.45$  °C, estos a la prueba de medias se evidencia que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). Los resultados encontrados coinciden con el reporte de García, (1995), que muestra datos de temperatura en caballos de entre 38° a 38.5° así mismo Rodríguez, *et al.* (2013), midió la temperatura corporal en caballos pura sangre a 2400m de altitud previos a competir en una carrera en hipódromo dando como



resultados de entre 38.5° a 39.5°, este incremento es debido a la excitabilidad que se someten los caballos de sangre caliente antes de competir (Trobiani y Gallegos, 2012). Sin embargo, Melero, (2006) realizó estudios de temperatura corporal en caballos a 1500 m. en la ciudad de Ávila (España). teniendo como resultados 38.6° a 39° estos pequeños datos superiores a la tabla 11 en caballos de los regimientos de caballería se deberían a que menor altitud la temperatura corporal se presenta en valores normales. Ortega, (2014). También se puede dar la variación de la temperatura corporal a causa del clima y altitud ya que tiene mucha relevancia la temperatura ambiental y los tipos de ecosistema en el que se encuentra un organismo pluricelular, (Cantos, 1996).



## V. CONCLUSIONES

Los valores hematológicos como número de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en caballos de los regimientos de caballería de la Región Puno no varían por efecto del tiempo de aclimatación.

La frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal en caballos sí varían por efecto del tiempo de aclimatación.



## VI. RECOMENDACIONES

Los valores hematológicos y constantes clínicas encontrados en el presente estudio deben utilizarse en el monitoreo de los caballos que se crían en los regimientos de caballería de Pomata, Puno y Huancané.

Realizar estudios sobre los valores hematológicos y constantes clínicas en caballos en reposo y caballos sometidos a esfuerzo físico para poder recabar información y datos, esto ayudaría bastante a poder seleccionar caballos que tengan buenas actitudes físicas y resistentes.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agropecuario, M. (2006). *Biblioteca del campo, Producción de Cuyes. Microsoft Encarta, Diccionario Lengua Española.*
- Alvares, J. (2006). Efecto de dos ejercicios diferentes sobre el hemograma, cortisol y proteínas plasmáticas en equinos mestizos fina sangre inglés entrenados para participar en pruebas de resistencia. Tesis de Médico Veterinario. Chillán, Chile: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción. 56 p.
- Arévalo, A - Martínez, A – Ortiz, L y Vargas, P. (2019). Artículo Científico Presencia y duración de sonidos cardíacos en caballos sanos en gran altura Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
- Arias G. Mejía G. Sáenz R. (2014). Concentración de electrolitos en el sudor del caballo criollo colombiano. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Volume 19, número 1. Visto en 21 de agosto de 2015 en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/2988>
- Arias G. Mejía G. Sáenz R. (2014). Concentración de electrolitos en el sudor del caballo criollo colombiano. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Volumen 19, número 1. Visto en 21 de agosto de 2015 en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/2988>.
- Araya V.h. (2005). Evaluación de parámetros fisiológicos (fc, fr y temperatura), enzimas (ck, ast y ldh) y ácido láctico en equinos mestizos durante el entrenamiento para competir en pruebas de enduro. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Chile.
- Boffi F, (2007). Fisiología del ejercicio en equinos. Buenos Aires, Inter-Médica, 302 p.
- Boffi, F. Fisiología del ejercicio en equinos. Buenos Aires: Editorial Intermédica, 2006.



- Cardoso C. (2008). Comparação de kits comerciais na dosagem de constituintes bioquímicos do sangue em equinos hípidos. Tesis de Magister Scientiae. Minas Gerais, Brasil: Programa de Pós- Graduação em Medicina Veterinária, Univ. Federal de Vicoça. 123 p.
- Carlson G. (2002). Clinical chemistry tests. In: Bradford P (ed). Large animal internal medicine. 3rd ed. Chap 22. USA: Ed. Mosby. p 389-412.
- Cebulj-Kadunc N, Boic M, Kosec M, Cestnik V. (2002). The influence of age and gender on hematological parameters in Lipizzan horses. J Vet Med A 49: 217-221.
- Cebulj-Kadunc Nina and Cestnik V. (2008). The Influence of Season and Age on Circulating Melatonin and Leptin Concentrations in Lipizzan Fillies. Institute of Physiology, Pharmacology and Toxicology, Veterinary Faculty, University of Ljubljana.
- Corvalán C. (2010). Estudio del ejercicio de natación en caballos de deporte y su influencia sobre la frecuencia cardiaca y la lactacidemia. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria, universidad complutense de Madrid.
- Clarisse, S., Macedo, I., Benda, M., Teixeira, F., Carvalho, R., Conti, L., Manso, H. (2017). Parámetros electrocardiográficos y de sangre en caballos saltos de exposición sometidos a una prueba de campo en condiciones tropicales. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.08.005> Clayton, H.M. (1975) Chapter 1; The cardiovascular system. 3-18, Conditioning sport Horses. Sport Horse Publications
- Clayton, H.M. (1975) Chapter 1; The cardiovascular system. 3-18, Conditioning sport Horses. Sport Horse Publications
- Cordeiro, F., Korinsky, E., Cavalcante, B., Katurchi, S., Cortizo, J. (2015). Cambios hematólogicos y bioquímicos en los caballos de Mangalarga Marchador después



- de un desafío de cuatro tiempos en tres distancias diferentes. DOI:  
<https://doi.org/10.2016/j.jevs.2015.01.009>
- Cofré, S. (2005). Determinación de los parámetros fisiológicos, ácido láctico y enzimas en equinos de silla francés durante el segundo año de entrenamiento para competencia ecuestre. Tesis de Médico Veterinario. Chillán, Chile: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción. 49 p
- Coppo, J, Mussart N. (2000). Apoyatura bioquímica al diagnóstico veterinario. Casuística registrada tras 25 años de funcionamiento de un servicio de análisis clínicos. Rev Vet 10: 34-39.
- Collao, C., J. L., Olga LÍ E., María Vásquez E., Francisco Suárez A., Luis Hoyos S., Pedro Moreno S., Juan Llamocca G. (2012). Efecto del ejercicio sobre la cinética de la serie eritrocitaria y las concentraciones séricas de enzimas musculares en Caballos Pura Sangre de carrera de dos años de edad. Laboratorio de Medicina Veterinaria Preventiva, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Cunningham J. (2002). Fisiología Veterinaria. Tercera Edición. Elsevier España S.A.
- Cunningham, James. (2009). Fisiología Veterinaria. Cuarta edición: El Sevier Saunders, Pág. 624 – 646.
- Díaz, H., C. Gavidia, O. Li y A. Tío. (2001). Valores Hematológicos, bilirrubina y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del valle de Lurín. Rev. Inv Vet Perú. 22(3):213- 222.
- Deem, D. (2002). Alterations in the erythron. In: Bradford P (ed). Large animal internal medicine. 3rd ed. Chap 24. USA: Ed. Mosby. p 415 - 419.
- Dawson, B., y Robert G. 2005. Bioestadística Médica. Edición cuarta. Editorial El Moderno S. A. Bogotá – Colombia.
- Engelhardt, Wolfgang. (2005). Fisiología Veterinaria: Editorial Acribia S.A. pp. 66 – 67.



- Eckert, R. y Randal, B. Fisiología animal mecanismos de adaptación. Cuarta edición. McGraw–Hill, 1997.
- García E. (2006). Caracterización morfológica, hematológica y bioquímica clínica en cinco razas asnales españolas para programas de conservación. Tesis doctoral. Barcelona: Facultad de Medicina Veterinaria, Univ Autónoma de Barcelona. 251 p.
- García Sacristan, A.; Castejón Montijano, F.; De La Cruz Palomino, L. F.; Gonzáles Gallego, J.; Murillo López, M.; Salido Ruiz, G. (1995) Fisiología Veterinaria. Interamericana. Mc Graw Hill. Madrid - España. Cap. 75, p. 1016 – 1048
- Gómez C, Petró P, Andaur M, Pérez R, Matamoros R. (2004). Medición postejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto Holsteiner. Rev Cient 14: 244-253.
- Hodgson, D.R. and Reuben J., R. The Athletic Horse: Principles and practice of equine sport medicine 2008. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994.
- Islas, Armando; Merino, Victoria; Mora, Guillermo; Quezada, Manuel; Vega, Mauricio; Farias, Maria Jose; Kraushaar, Ricardo. (2006). Efecto de dos ejercicios diferentes sobre el hematocrito, hemoglobina, ph y gases en sangre en equinos entrenados para participar en pruebas de resistencia. Agro-Ciencia. v.22(1) p.23-28
- Kedzierski W, Bergero D. (2006). Comparison of plasma biochemical parameters in Thoroughbred and Purebred Arabian horses during the same-intensity exercise. Pol J Vet Sci 9: 233-238.
- Frazão C, Santos R, (2007) O Enduro Eqüestre. Breeder. 190 p.



- Lacerda L, Campos R, Sperb M, Soares E, Barbosa P, Godinho E, Ferreira R, Santos V, González F. (2006). Hematologic and biochemical parameters in three high performance horse breeds from southern Brazil. *Arch Vet Sci* 11: 40-44.
- Larkins, N. y Turrero, J. (2003). <https://www.horse1.es/es/40-publicaciones/enfermedades/137-analisis-de-sangre>
- Lording, P. (2008). Erythrocytes. *Vet Clin Equine* 24: 225-237.
- Lose, Phyllis. (1991). Benditos sean los potrillos. *Hemisferio Sur S.A.* Pág. 213.
- Maisonave MN, Lockhart G, (2012). *Uruguay Endurance*. Montevideo, Imprimex, 193 p.
- McFarlane D, Sellon D, Gibbs S. (2001). Age-relates quantitative alterations in lymphocyte subsets and immunoglobulin isotypes in healthy horses. *Am J Vet Res* 62: 1413-1417.
- Medeiros A, Dos Anjos S, Franciscato C, Segala L, Merina L. (2006). Valores hematológicos, proteínas plasmáticas totais e fibrinogênio do cavalo crioulo - suas variações em relação ao sexo, idade e manejo. *Acta Sci Vet* 34: 275-279.
- Melgar LT, (2009) *La Enciclopedia del Caballo*. Madrid, Libsa, 255 p.
- Muñoz A, Lucas R, Benito M, Palacio J, López M, Satué K, Castejón F. (2001). Evaluación del entrenamiento mediante el análisis hematológico y bioquímico plasmático en caballos angloárabes de carreras. *Med Vet* 18: 491-499.
- Marek. J; Mócsy. J. (1973). Capítulo VI. Diagnóstico Clínico de las Enfermedades Internas de los Animales Domésticos. Editorial Labor.
- Nancy S. Loving (2006). Acondicionamiento cardiovascular y salud. *Tratado completo de la salud y cuidados veterinarios equinos* (pp 241-264). Barcelona: Edición Hispano Europea.



- Pazzola, E., Pira, G., Sedda, G. M., Vacca, R., Cocco, S., Sechi, P., Bonelli P. (2015). Respuestas de los parámetros hematológicos, beta-endorfina, cortisol, metabolitos reactivos del oxígeno y potencial antioxidante biológico en caballos que participan en un torneo tradicional. *Journal of Animal Science*, Volumen 93, Número 4, 1 de abril de 2015, páginas 1573–1580, <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8341>
- Perrone GM, Caviglia JF, Pérez A, Fidanza M, Marquez A, Catelli JL, González G. (2006). Cambios en las variables fisiológicas en equinos compitiendo en una prueba combinada. *An Vet* 22: 35-42.
- Pilliner S, Davies Z, (2004). *Equine Science*. 2ª ed, Oxford, Blackwell Publishing, 332 p.
- Ramírez B. Guines. (2005). *Manual de semiología clínica veterinaria*. Capítulo V (pp. 69-80) primera edición, Manizales: Editorial Universidad de Caldas
- Riera, M. (2015). Aparato respiratorio de equino y canino. Universidad del Zulia de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Documento, Visto em 1 de agosto de 2015 en: <http://es.slideshare.net/Anniitthaespinoza/aparato-respiratorio-de-equino-y-canino>.
- Riega, K. ( 2022)“validación de los niveles de glucosa en caballos peruanos de paso con un analizador portátil de uso humano” Tesis para optar el título profesional Médico Veterinario y zootecnista de la Universidad Católica Santa María – Arequipa Perú
- Riera, M. (2015). Aparato respiratorio de equino y canino. Universidad del Zulia de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Documento, Visto em 1 de agosto de 2015 en: <http://es.slideshare.net/Anniitthaespinoza/aparato-respiratorio-de-equino-y-canino>



- Rojas, V. (2014). Valores hematológicos en el caballo Morochuco, según edad y sexo, Ayacucho. Tesis para graduarse como Médico Veterinario. Universidad nacional de San Cristóbal de Huam Rose, Reuben, J. (1995). Manual Clínico de los equinos. México: Interamericana, Pág. 511. anga. Ayacucho - Perú.
- Rose, Reuben, J. (1995). Manual Clínico de los equinos. México: Interamericana, Pág. 511.
- Rose, R.F. and Hodgson, D.R. The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994.
- Ruiz S. (2011). Constantes hemáticas en equinos dedicados a actividades deportivas (salto y carrera) de la zona centro del estado de Veracruz. Veracruz: Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Schalm, O, W. (1988). Hematología Veterinaria. 3 ed. Buenos aires Argentina: Hemisferio sur, 1988
- Selvaraj P, Nambi A, Bhuvnakumar C, Dhanapalan P. (2008). Hepatic enzyme profile in Indian thoroughbred equines. Tamilnadu J Vet Anim Sci 4: 38-40.
- Silva L. A. C, et al. (2005). Tolerancia al calor de caballos pantaneiros usados en la lidia diaria del ganado en el pantanal brasileño. Revista archivos de zootecnia. n 54, p 515-521.
- Valberg S, Hodgson D. (2002). Diseases of muscle. In: Bradford P (ed). Large animal internal medicine. 3rd ed. Chap 40. USA: Mosby. p 1266-1291.
- Vergara, F. y Tamara, A. (2014). Efecto del trabajo realizado por el turismo de caballos de transporte en parámetros fisiológicos y sanguíneos. Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultades,



Universidad de Chile, La Pintana, Santiago, Chile. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.12.018>



## ANEXOS

### ANEXO 1: PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADÍSTICO.

## GLOBULOS ROJOS

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
G.R.	18	0.15	0.03	9.15

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.61	2	0.31	1.27	0.3087
EDAD	0.61	2	0.31	1.27	0.3087
Error	3.60	15	0.24		
Total	4.21	17			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2397 gl: 15

EDAD	Medias	n	E.E.
2 a 3 años	5.13	6	0.20 A
> 4 años	5.33	6	0.20 A
< a 1 año	5.58	6	0.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Medidas resumen

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	G.R.	6	5.58	0.26	0.10	4.59	5.20	5.90	5.60
> 4 años	G.R.	6	5.33	0.69	0.28	12.92	4.90	6.70	5.10
2 a 3 años	G.R.	6	5.13	0.42	0.17	8.23	4.70	5.70	5.00

## HEMATOCRITO

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hematocrito	18	0.16	0.05	8.62

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37.44	2	18.72	1.45	0.2664
EDAD	37.44	2	18.72	1.45	0.2664
Error	194.17	15	12.94		
Total	231.61	17			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 12.9444 gl: 15



EDAD	Medias	n	E.E.
2 a 3 años	39.83	6	1.47 A
> 4 años	42.00	6	1.47 A
< a 1 año	43.33	6	1.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Medidas resumen

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	Hematocrito	6	43.33	1.86	0.76	4.30	41.00	45.00	44.00
> 4 años	Hematocrito	6	42.00	5.06	2.07	12.05	39.00	52.00	40.00
2 a 3 años	Hematocrito	6	39.83	3.13	1.28	7.85	36.00	44.00	39.00

## HEMOGLOBINA

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hemoglobina	18	0.15	0.03	9.03

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.59	2	2.30	1.30	0.3023
EDAD	4.59	2	2.30	1.30	0.3023
Error	26.55	15	1.77		
Total	31.14	17			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.7701 gl: 15

EDAD	Medias	n	E.E.
2 a 3 años	14.15	6	0.54 A
> 4 años	14.68	6	0.54 A
< a 1 año	15.38	6	0.54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Medidas resumen

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	Hemoglobina	6	15.38	0.65	0.27	4.22	14.40	16.10	15.45
> 4 años	Hemoglobina	6	14.68	1.88	0.77	12.83	13.40	18.40	14.00
2 a 3 años	Hemoglobina	6	14.15	1.16	0.47	8.18	12.90	15.60	13.85

## FRECUENCIA CARDIACA

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FC	18	0.86	0.84	5.67

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	346.33	2	173.17	46.66	<0.0001
EDAD	346.33	2	173.17	46.66	<0.0001
Error	55.67	15	3.71		



Total 402.00 17

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.7111 gl: 15

EDAD	Medias	n	E.E.
> 4 años	30.33	6	0.79 A
2 a 3 años	31.50	6	0.79 A
< a 1 año	40.17	6	0.79 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Medidas resumen**

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	FC	6	40.17	2.71	1.11	6.76	36.00	44.00	40.00
> 4 años	FC	6	30.33	1.63	0.67	5.38	28.00	32.00	30.50
2 a 3 años	FC	6	31.50	1.05	0.43	3.33	30.00	33.00	31.50

## FRECUENCIA RESPIRATORIA

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fre. Resp.	18	0.82	0.80	6.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	168.44	2	84.22	35.09	<0.0001
EDAD	168.44	2	84.22	35.09	<0.0001
Error	36.00	15	2.40		
Total	204.44	17			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.4000 gl: 15

EDAD	Medias	n	E.E.
> 4 años	19.33	6	0.63 A
2 a 3 años	24.33	6	0.63 B
< a 1 año	26.67	6	0.63 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Medidas resumen**

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	Fre. Resp.	6	26.67	2.16	0.88	8.10	24.00	30.00	26.50
> 4 años	Fre. Resp.	6	19.33	1.21	0.49	6.26	18.00	21.00	19.50
2 a 3 años	Fre. Resp.	6	24.33	1.03	0.42	4.24	23.00	26.00	24.00

## TEMPERATURA CORPORAL (C°)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T°	18	0.27	0.17	1.25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	1.24	2	0.62	2.71	0.0990
EDAD	1.24	2	0.62	2.71	0.0990
Error	3.44	15	0.23		
Total	4.69	17			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.2294 gl: 15

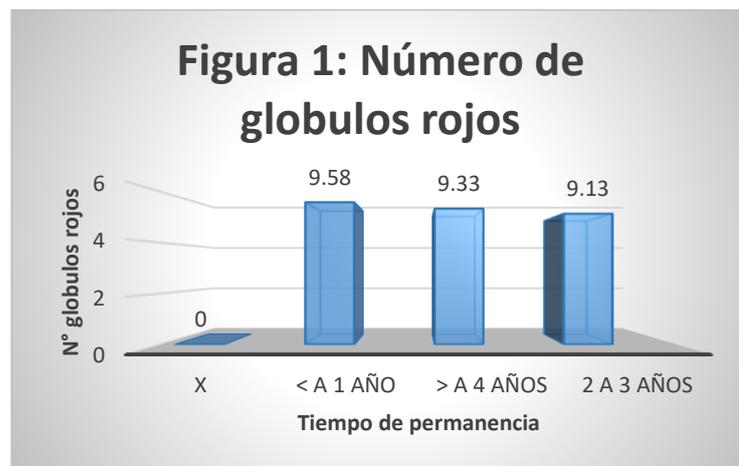
EDAD	Medias	n	E.E.
2 a 3 años	38.00	6	0.20 A
> 4 años	38.22	6	0.20 A B
< a 1 año	38.63	6	0.20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

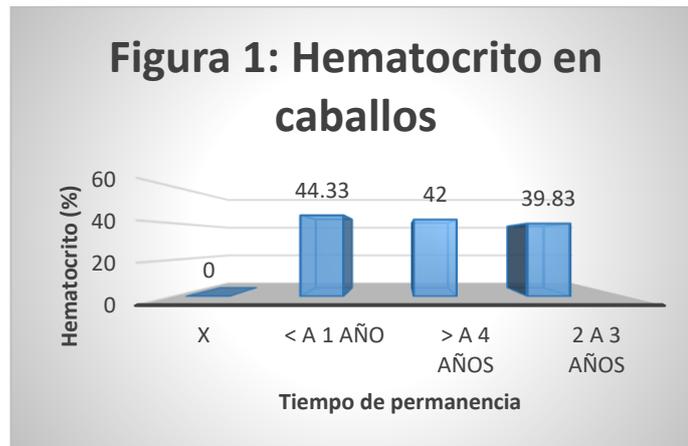
**Medidas resumen**

EDAD	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
< a 1 año	T°	6	38.63	0.43	0.18	1.12	38.00	39.00	38.75
> 4 años	T°	6	38.22	0.45	0.18	1.18	37.80	39.00	38.00
2 a 3 años	T°	6	38.00	0.55	0.22	1.44	37.00	38.50	38.00

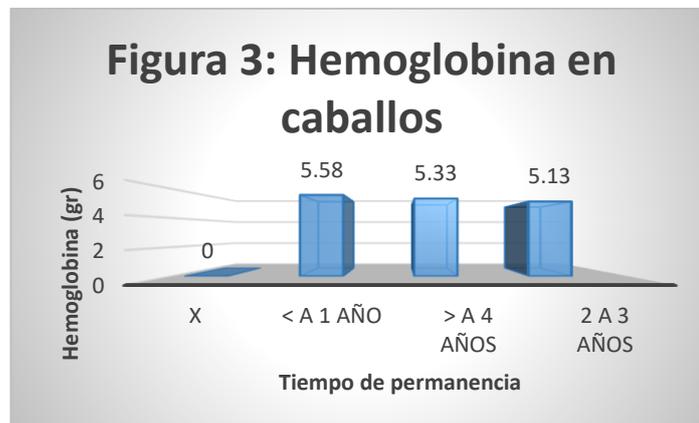
**Figura 1.** Número de glóbulos rojos en caballos de altura.



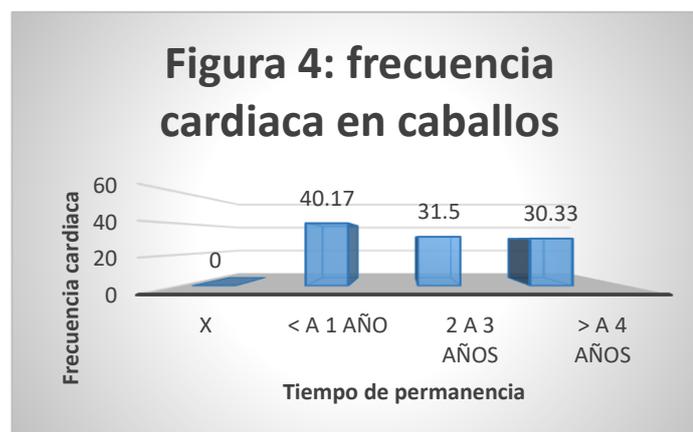
**Figura 2.** Proporción de hematocrito (%) caballos.



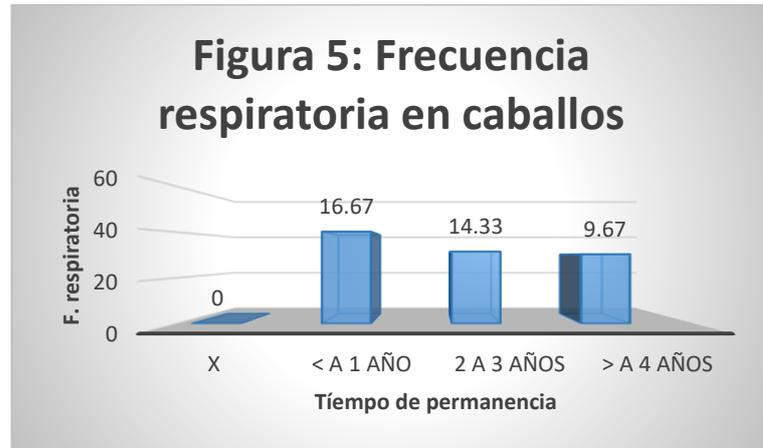
**Figura 3.** Niveles de hemoglobina en caballos.



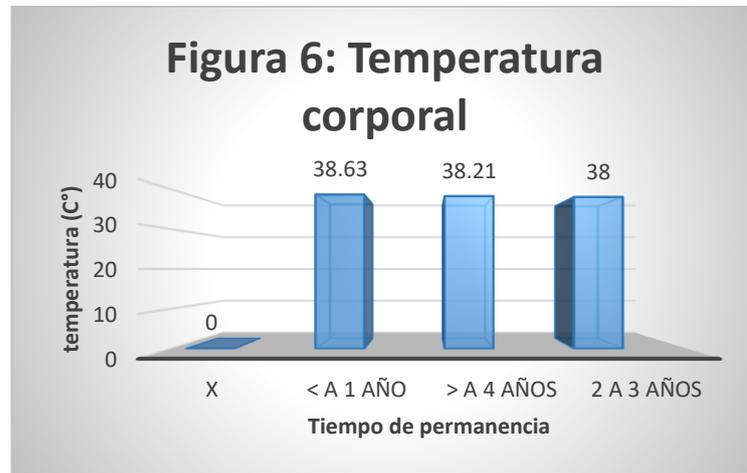
**Figura 4.** Frecuencia Cardiaca en caballos.



**Figura 5.** Frecuencia respiratoria en caballos.



**Figura 6.** T° corporal en caballos.





Resultados de análisis obtenidos por el Laboratorio Clínico “Bioproject”

**BIOPROJECT**  
LABORATORIO CLINICO

	NOMBRE	NUMERO DE GLOBULOS ROJOS	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO
EQUINOS MENORES DE 01 AÑO DE ACLIMATACION	caballo GALILEO	9.8	16	45
	caballo DANKO	9.9	16.1	45
	yegua CORGOZA	9.4	14.9	41
	yegua FAIZA	9.6	15.5	44
	yegua DUKESA	9.6	15.4	44
	yegua FAMOSA	9.2	14.4	41
EQUINOS DE 2 A 3 AÑOS DE ACLIMATACION	caballo BELISORIO	9.6	15.5	43
	caballo ZIDAN	9.7	15.6	44
	caballo KRISNER	8.8	13.2	38
	yegua KATERIN	8.9	13.6	38
	yegua CORAL	8.7	12.9	36
	escoltero CABALLO	9.1	14.1	40
EQUINOS MAS DE 4 AÑOS DE ACLIMATACION	caballo MORMON	9.3	14.7	42
	yegua JACARANDA	9.0	13.7	39
	caballo JUEZ	8.9	13.6	39
	caballo VOLADOR	8.9	13.4	39
	caballo DEMBER	9.2	14.3	41
	caballo WAYKI	10.7	18.4	52

REPORTE: Se recepciono 18 muestras de EQUINOS para realizar 3 pruebas especificas (hemoglobina,hemacrito y recuento de globos rojos), dichas pruebas fueron procesadas y evaluadas, listas para su interpretacion por el solicitante.

FECHA: 11 de enero del 2022

A NOMBRE DEL: TESISTA LUIS FERNANDO CHOQUECOTA GUILLEN

**BIOPROJECT**  
LABORATORIOS  
  
.....  
Dr. Rómulo Reynaldo Zapana Quispe  
C.P. 44235

**Fotografía 1.** obtención de muestras de sangre en caballos procedentes de los regimientos de caballería de Puno, Pomata y Huancane



**Fotografía 2.** Transporte de muestras al laboratorio.



**Fotografía 3.** Medición y obtención de constantes clínicas en equinos procedentes de los regimientos de caballería de Puno, Pomata y Huancane.



Frecuencia cardiaca



Frecuencia respiratoria



Temperatura corporal