

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS

**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN CABALLOS
CRIOLLOS (*Equus caballus*) DEL DISTRITO DE LAYO PROVINCIA DE CANAS**

PRESENTADO POR:
Br. EFRAIN CUTIRE PARI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE MÉDICO VETERINARIO**

ASESORES:

Mg. Sc. JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA
Mg. Sc. GUIULFO DURIEL MAMAMI MANGO
Mg. Sc. SANTOS WILTON CALDERÓN RUIZ

FINANCIADO POR:

PROGRAMA “YACHAYNINCHIS
WIÑARINANPAQ” - UNSAAC

CUSCO - PERÚ
2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y
BIOQUÍMICOS EN CABALLOS CRIDULLOS (Equus caballus)
DEL DISTRITO DE LAYO PROVINCIA DE CANAS

Presentado por: EFRAIN CUTIRE PARI DNI N° 70123755;

presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de MÉDICO VETERINARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6º del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de Enero de 2026

Firma

Post firma..... JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA

Nro. de DNI 41268168

ORCID del Asesor 0000-0003-2011-4294
41061125 26960866

Se adjunta: 0000-0002-4257-9394

0000-0001-8091-5814

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:546440356

EFRAIN CUTIRE PARI

TESIS EFRAIN CUTIRE PARI (CABALLOS).pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546440356

112 páginas

Fecha de entrega

15 ene 2026, 11:15 a.m. GMT-5

24.384 palabras

126.470 caracteres

Fecha de descarga

15 ene 2026, 11:25 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS EFRAIN CUTIRE PARI (CABALLOS).pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABD DEL CUSCO
MEDICINA VETERINARIA SICUANI

Ma. Sc. Julio Enrique Ramírez Huanc

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

8%	 Fuentes de Internet
2%	 Publicaciones
3%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados

70 caracteres sospechosos en N.º de páginas

Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Texto oculto

29 caracteres sospechosos en N.º de páginas

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres **Norberto Cutire Champi** y **Francisca Pari Mamani**, quienes representan la fuerza de mis acciones, por el esfuerzo y sacrificio que realizan día a día brindándome su apoyo y toda la confianza que depositaron en mí, para la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis hermanos y hermanas por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A mis asesores, por todas sus recomendaciones que me brindaron para culminar la presente investigación y por el tiempo brindado a lo largo de todo este periodo para poder realizar este trabajo de investigación.

Efrain Cutire Pari

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por acompañarme e iluminarme en cada momento de mi vida.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Programa de Fortalecimiento de la Investigación “**YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ**” de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por el financiamiento para la realización de este trabajo de tesis.

A la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, mi alma máter, lugar donde aprendí muchas cosas y me formé como profesional.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional durante toda esta etapa de mi vida haciendo posible con cumplir mis objetivos.

A mis asesores **Mg. Sc. Julio Enrique Ramirez Huanca, Mg. Sc. Guiulfo Duriel Mamami Mango** y **Mg. Sc. Santos Wilton Calderón Ruiz**, por todos sus conocimientos brindados, por la confianza que me brindaron a mí persona, por las recomendaciones que me dieron, también a mis muchos amigos y compañeros que me brindaron su apoyo en mi trabajo de investigación.

A todos mis docentes que me compartieron sus conocimientos y enseñanzas logrando mi formación profesional.

Efrain Cutire Pari

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1. Problema general:	3
2.2. Problemas específicos:	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo general:.....	4
3.2. Objetivos específicos:	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1. Antecedentes	5
4.1.1. Antecedentes internacionales	5
4.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
4.2. Fundamentos teóricos	10
4.2.1. Bases teóricas de los equidos.....	10
4.2.2. Hematología	12
4.2.3. La sangre	13
4.2.4. Hemograma	14
4.2.5. Parámetros hematológicos	14
4.2.6. Leucocitos o glóbulos blancos.....	19
4.2.7. Leucocitos polimorfonucleares.....	20
4.2.8. Leucocitos mononucleares	21
4.2.9. Plaquetas o trombocitos.....	23
4.2.10. Perfil bioquímico	24
V. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	29
VI. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	30
6.1. Enfoque y tipo de investigación.....	30

6.2. Ámbito de estudio	30
6.3. Población y muestra	31
6.4. Criterios de inclusión y exclusión.....	32
6.5. Clasificación de caballos.....	32
6.6. Variables de estudio	33
6.7. Materiales.....	33
6.7.1. Materiales de campo	33
6.7.2. Materiales de laboratorio	34
6.7.3. Material de oficina.....	35
6.7.4. Otros materiales de apoyo logístico.....	35
6.8. Procedimientos.....	36
6.8.1. Examen clínico de los caballos.....	36
6.8.2. Examen coproparasitológico y desparasitación.....	36
6.8.3. Extracción de muestras sanguíneas	36
6.8.4. Parámetros hematológicos	37
6.8.5. Parámetros bioquímicos	39
6.8.6. Análisis estadístico	41
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
7.1. Parámetros hematológicos	42
7.1.1. Glóbulos rojos	44
7.1.2. Hemoglobina	44
7.1.3. Hematocrito	45
7.1.4. Volumen corpuscular medio.....	45
7.1.5. Hemoglobina corpuscular media	46
7.1.6. Concentración de hemoglobina corpuscular media.....	46
7.1.7. Recuento total de leucocitos	47
7.1.8. Neutrófilos segmentados	47
7.1.9. Linfocitos.....	48
7.1.10. Monocitos	48
7.1.11. Plaquetas.....	49
7.2. Parámetros bioquímicos	50
7.2.1. Albúmina	52
7.2.2. Proteína total.....	52
7.2.3. Glucosa	53
7.2.4. Fosfatasa alcalina.....	54

7.2.5. Aspartato aminotransferasa	54
7.2.6. Gamma glutamil transferasa.....	55
7.2.7. Bilirrubina total	55
7.2.8. Creatina fosfoquinasa	56
7.2.9. Nitrógeno ureico	56
7.2.10. Creatinina	57
7.2.11. Dióxido de carbono total	57
7.2.12. Calcio.....	57
7.2.13. Sodio y potasio	58
7.2.14. Globulinas.....	59
7.2.15. Urea	59
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
8.1. Conclusiones	61
8.2. Recomendaciones	62
IX. REFERENCIAS	63
X. APÉNDICE Y ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	pag.
Tabla 1. Actividades, promedio de la temperatura, humedad relativa y precipitación del 2024	30
Tabla 2. Número de caballos muestreados según edad y sexo	32
Tabla 3. Parámetros hematológicos y unidades de medidas proporcionados por el equipo Genruí modelo KT-6400 Vet	38
Tabla 4. Parámetros bioquímicos y unidades de medidas obtenidos con equipo Skyla VB1	40
Tabla 5. Parámetros hematológicos (promedio ± DE) en caballos, según sexo y edad.....	43
Tabla 6. Parámetros bioquímicos (promedio ± DE) en caballos, según sexo y edad.....	51
Tabla 7. Grupo 1 de machos de 10 meses a 2.5 años de edad.	82
Tabla 8. Grupo 2 de machos de 2.5 años a 6 años de edad.....	83
Tabla 9. Grupo 3 de machos de 6 años a mas de edad.....	84
Tabla 10. Grupo 1 de hembras de 10 meses a 2.5 años de edad.	85
Tabla 11. Grupo 2 de hembras de 2.5 años a 6 años de edad.	86
Tabla 12. Grupo 3 de hembras de 6 años mas de edad.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	pag.
Figura 1. Selección, triaje y una revisión médico general plasmado en una ficha clínica.	88
Figura 2. Consentimiento de autorización de manipuleo de los caballos.	90
Figura 3. Toma de constantes fisiológicas y peso de los caballos.	91
Figura 4. Toma de peso referencial de los caballos con una cinta equinometrica.	92
Figura 5. Desparasitación de caballos.....	93
Figura 6. Materiales de laboratorio y las muestras de heces debidamente rotuladas	94
Figura 7. Procesamiento de las muestras de heces por el método cuantitativo y cualitativo.	94
Figura 8. Observación de las muestra procesada en un microscopio a 10X y 40X.	95
Figura 9. Diferentes tipos de huevos de parásitos encontrados a través de los métodos.....	96
Figura 10. Recolección de muestras de sangre para el análisis hematológico y el perfil bioquímico a traves de la tecnica de veno puncion.....	97
Figura 11. Traslado inmediato de muestras obtenidas en una caja termica para su procesamiento del perfil hematológico en el equipo intalado en el distrito de Layo.....	99
Figura 12. Resultados del perfil hematológico en el equipo Genvet VH30.	99
Figura 13. Almacenamiento de las muestras obtenidas para el perfil bioquímico para su procesamiento en el laboratorio externo.	100

ÍNDICE DE ANEXOS

	pag.
Anexo 1. Cronometría equina.....	74
Anexo 2. Ficha clínica	75
Anexo 3. Ficha de consentimiento.....	77
Anexo 4. Flujograma de trabajo	78
Anexo 5. Protocolos de análisis coproparasitológicos (cuantitativo y cualitativo).....	78
Anexo 6. Resultados de los exámenes coproparassitológicos.	81
Anexo 7. Tablas de datos del excel de los perfiles hematológicos y bioquímicos.....	82
Anexo 8. Galería de fotografías.....	88

LISTADO DE ABREVIATURAS

- ALP** : Fosfatasa alcalina
- AST** : Aspartato aminotransferasa
- CHCM** : Concentración de hemoglobina corpuscular media
- CK** : Creatina
- CO₂** : Dióxido de carbono
- CPC** : Carballo de Paso Colombiano
- CPK** : Creatina fosfocinasa
- CREA** : Creatinina
- EDTA** : Etileno diamina tetra-acético
- FC** : Frecuencia cardiaca
- FR** : Frecuencia respiratoria
- GGT** : Gamma glutamiltransferasa
- Hb** : Hemoglobina
- HCM** : Hemoglobina corpuscular media
- Hto** : Hematocrito
- O₂** : Oxígeno
- PCO₂** : Presión parcial de dióxido de carbono
- PCV** : Volumen de células empaquetadas
- PO₂** : Presión parcial de oxígeno
- PSC** : Pura Sangre de Carrera
- RBC** : Recuento de glóbulos rojos
- T°** : Temperatura corporal
- VCM** : Volumen corpuscular medio
- VEA** : Volumen eritrocitario agregado

RESUMEN

El objetivo fue determinar los parámetros hematológicos y bioquímicos en caballos criollos del distrito de Layo y evaluar la influencia del sexo y la edad. Se utilizaron 59 caballos de tres grupos etarios y de ambos sexos. Se realizaron hemogramas con Genrui KT-6400 Vet y perfiles bioquímicos mediante el Skyla VB1. El análisis estadístico incluyó la prueba de normalidad, análisis de varianza y prueba de tukey ($\alpha < 0.05$) para la edad y prueba t de Student para el sexo. En el hematológico no se encontraron variaciones según el sexo. La edad influyó en el volumen corpuscular medio (machos $p = 0.0005$; hembras $p = 0.0332$), leucocitos (machos $p = 0.0453$; hembras $p = 0.0283$) y los monocitos (machos $p = 0.0443$). En el bioquímico la edad no influyó, excepto varió en machos la fosfatasa alcalina ($p = 0.0029$) y globulinas ($p = 0.0213$). El sexo influyó en la proteína total (2.5 - 6 años $p = 0.0266$), bilirrubina total (2.5 - 6 años $p = 0.0449$), nitrógeno ureico (10 meses-2.5 años $p = 0.0375$; > 6 años $p = 0.0012$), las globulinas (2.5 - 6 años $p = 0.0227$; > 6 años $p = 0.0413$), la urea (10 meses - 2.5 años $p = 0.0467$; > 6 años $p = 0.0025$) y el calcio (2.5 - 6 años $p = 0.0303$; > 6 años $p = 0.0349$). En conclusión, los caballos criollos mostraron parámetros hematológicos y bioquímicos dentro de rangos fisiológicos, con variaciones asociadas al sexo y la edad.

Palabras clave: Hematología de caballos criollos, Bioquímica de caballos criollos, Edad,

Sexo

ABSTRACT

The objective was to determine the hematological and biochemical parameters in Creole horses from the district of Layo and to evaluate the influence of sex and age. A total of 59 horses of both sexes and belonging to three age groups were used. Complete blood counts were performed using the Genrui KT-6400 Vet analyzer, and biochemical profiles were obtained with the Skyla VB1. Statistical analysis included a normality test, analysis of variance, and Tukey's test ($\alpha < 0.05$) for age, as well as Student's t-test for sex. No sex-related variations were found in the hematological parameters. Age influenced mean corpuscular volume (males $p = 0.0005$; females $p = 0.0332$), leukocyte count (males $p = 0.0453$; females $p = 0.0283$), and monocyte count (males $p = 0.0443$). In the biochemical profile, age had no influence except in males, where alkaline phosphatase ($p = 0.0029$) and globulins ($p = 0.0213$) showed variation. Sex influenced total protein (2.5–6 years, $p = 0.0266$), total bilirubin (2.5–6 years, $p = 0.0449$), blood urea nitrogen (10 months–2.5 years, $p = 0.0375$; > 6 years, $p = 0.0012$), globulins (2.5–6 years, $p = 0.0227$; > 6 years, $p = 0.0413$), urea (10 months–2.5 years, $p = 0.0467$; > 6 years, $p = 0.0025$), and calcium (2.5–6 years, $p = 0.0303$; > 6 years, $p = 0.0349$). In conclusion, Creole horses showed hematological and biochemical parameters within physiological ranges, with variations associated with sex and age.

Keywords: Creole horse hematology, Creole horse biochemistry, Age, Sex.

I. INTRODUCCIÓN

El caballo criollo altoandino es una especie que se ha desarrollado durante siglos en América, adaptándose a condiciones ambientales extremas como la altitud, las bajas temperaturas y la escasa disponibilidad de oxígeno. Estas exigencias del entorno han moldeado su fisiología, otorgándole una gran resistencia y fortaleza física. Desde la época de la conquista, hace más de 500 años, esta especie ha sabido amoldarse a una amplia variedad de terrenos, que van desde los altos páramos andinos hasta las playas, pasando por la Amazonía exuberante y los bosques escarpados (Luna et al., 2018).

Los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos son herramientas útiles en la clínica médica equina para la evaluación del estado de salud de los equinos. (Díaz et al., 2011). Los parámetros hematológicos, nos reflejan aspectos como la concentración de hemoglobina, hematocrito, relacionados con el transporte de oxígeno, la respuesta inmunológica y el equilibrio hemostático del organismo (Anna et al., 2012). En particular, el análisis hematológico y bioquímico es una herramienta indispensable en la medicina veterinaria para la evaluación del estado de salud, diagnóstico de enfermedades, monitoreo de tratamientos y evaluación del rendimiento físico (Díaz et al., 2011).

Sin embargo, estos valores varían significativamente según raza, edad, sexo, estado fisiológico, manejo, alimentación y altitud (Lucano, 2019). Por otro lado, 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 (Lording, 2008). Finalmente, los parámetros hematológicos y bioquímicos obtenidos serán de utilidad para médicos veterinarios y investigadores, permitiendo un manejo adecuado de equinos y diagnóstico clínico específico.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población de caballos criollos disminuyó desde hace muchos años atrás debido a la introducción de nuevas razas al Perú y que los caballo criollo constituye una especie de gran relevancia en las comunidades altoandinas, donde cumple funciones esenciales en el transporte, la agricultura y las actividades culturales tradicionales. A lo largo del tiempo, estos animales han desarrollado adaptaciones fisiológicas a las condiciones extremas de altitud, frío, baja presión de oxígeno y pasturas de escaso valor nutricional, propias del ecosistema altoandino (Luna et al., 2018). Por otro lado, Pritchard et al. (2005) indica que el esfuerzo físico, el clima, la edad y el sexo influyen directamente en la fisiología de los equinos, pudiendo modificar los valores hematológicos y bioquímicos de referencia comúnmente aceptados en otras regiones o razas.

En este sentido, no se cuenta con información de estos parámetros en los caballos criollos altoandinos, específicamente del distrito de Layo, de la provincia de Canas, donde las condiciones ecológicas y culturales son particulares. Existe una evidente escasez de estudios científicos en esta población equina, lo que genera una limitación en la aplicación de criterios clínicos, diagnósticos y terapéuticos específicos (Oviedo, 2020). El desconocimiento de los valores de referencia puede conllevar interpretaciones erróneas y decisiones clínicas inadecuadas (Walton et al., 2021).

2.1. Problema general:

¿Cuáles son los parámetros hematológicos y bioquímicos en función a la edad y sexo en los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas?

2.2. Problemas específicos:

¿Cuáles son los parámetros hematológicos en función a la edad y sexo de los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas?

¿Cuáles son los parámetros bioquímicos en función a la edad y sexo de los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas?

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

Determinar los parámetros hematológicos y bioquímicos según edad y sexo en los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas.

3.2. Objetivos específicos:

Determinar los parámetros hematológicos según edad y sexo en los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas.

Determinar los parámetros bioquímicos según edad y sexo en los caballos criollos altoandinos del distrito de Layo de la provincia de Canas.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Antecedentes internacionales

Castillo et al. (2010) determinaron los valores hematológicos en un grupo de 162 equinos, distribuidos en 6 grupos en el Valle de Aburrá. La recolección de la muestra inició en abril de 2009 y finalizó en mayo del año 2010. La sangre se obtuvo directamente de la vena yugular externa y se almacenó en tubos con EDTA. Dichas muestras fueron procesadas en el laboratorio clínico veterinario, para obtener los valores de cantidad de eritrocitos (mil/ μ L), hematocrito (%), hemoglobina (g/dL), volumen corpuscular medio (VCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), plaquetas ($\times 10^3/\mu$ L), proteínas plasmáticas (g/L), fibrinógeno (g/L), leucocitos totales (/ μ L) y leucometría específica absoluta (/ μ L). Los valores obtenidos muestran leves variaciones con respecto a los parámetros hematológicos de otras razas equinas de corte mundial; en general, presentaron pocas alteraciones hematológicas, lo cual podría asociarse con el correcto manejo y buen estado de salud de estos animales.

Luna et al. (2018) llevó cabo el estudio en la región litoral del Ecuador, abarcando las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Los Ríos y Esmeraldas, con el objetivo de establecer los valores hematológicos de referencia en caballos criollos ecuatorianos clínicamente sanos, mayores de dos años y criados entre 0 y 500 m.s.n.m. Además, se buscó comparar estos resultados con los obtenidos en un estudio previo realizado en la región andina del país, a más de 3000 m.s.n.m. Se analizaron hemogramas de 100 equinos mediante muestras tomadas en reposo, procesadas con el equipo automatizado BC2800Vet (Mindray®). Para el análisis estadístico se emplearon el complemento “Reference Value Advisor” y la prueba Z de

normalidad. Los valores hematológicos fueron: eritrocitos $4.90 - 9.38 \times 10^6/\mu\text{L}$, hematocrito 24.83 - 45.10 %, hemoglobina $8.59 - 14.87 \text{ g/dL}$, VCM 42.35 - 55.19 fL, HCM 14.25 - 18.20 pg, CHCM 32.10 - 36.70 g/dL, leucocitos $5.64 - 12.81 \times 10^3/\mu\text{L}$, linfocitos $1.04 - 5.85 \times 10^3/\mu\text{L}$, monocitos $0.20 - 0.90 \times 10^3/\mu\text{L}$, granulocitos $2.90 - 8.26 \times 10^3/\mu\text{L}$ y plaquetas $78.10 - 314.90 \times 10^3/\mu\text{L}$. Al comparar con la población de altura, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en el conteo de eritrocitos, concentración de hemoglobina, hematocrito y plaquetas, atribuibles a la altitud. Asimismo, se identificaron diferencias en leucocitos, linfocitos, monocitos y granulocitos, aunque estas se relacionaron con factores fisiológicos o patológicos, y no con la altitud.

Cardoso de Barros et al. (2022) determinaron los valores hematobioquímicos. Se recolectaron muestras de sangre de 29 caballos (machos y hembras), de diferentes edades, en Brasilia-DF, distribuidos en grupos, según la edad, sin distinción de sexo (G1): animales de 4 a 9 años ($n=16$) y (G2): de 10 a 26 años ($n=13$). Los caballos también se distribuyeron en machos y hembras para realizar comparaciones entre los sexos. Los valores de glóbulos rojos, hemoglobina, creatinina y urea fueron estadísticamente más altos en las hembras. Los valores de linfocitos fueron más altos en G1, pero el volumen corpuscular medio, monocitos, neutrófilos y GGT en G2 fueron más altos que en G1. El valor del hematocrito difirió entre las edades de las hembras y fue más alto que el de los machos, mientras que los animales machos de mayor edad mostraron valores más altos que los animales jóvenes. Las hembras presentaron valores plaquetarios más bajos que los machos, y las hembras mayores presentaron valores plaquetarios más altos que las hembras más jóvenes, al igual que los machos. Las hembras del G1 presentaron los valores leucocitarios más elevados. Los valores leucocitarios en los machos del G2 fueron superiores a los del G1. Este mismo comportamiento se observó para los linfocitos, eosinófilos y creatina quinasa. En cuanto a

las variables albúmina y aspartato aminotransferasa, las hembras presentaron los valores más elevados en el grupo de animales de 4 a 9 años. Los bretones se consideran animales de sangre fría, lo cual concuerda con los valores hemáticos observados. Sin embargo, se concluye que estos caballos presentan valores bioquímicos similares a los de las razas de sangre caliente.

Zuluaga et al. (2022) realizaron un estudio con el objetivo de describir los parámetros hematológicos, bioquímicos y endocrinos en la respuesta aguda al ejercicio de intensidad creciente en caballos de Paso colombianos (CPC). Se realizó una prueba estandarizada de ejercicio de campo en 11 CPC adultos no entrenados de ambos sexos. Las variables de interés se midieron antes y después de la prueba (esto es, hematocrito, proteínas plasmáticas totales, creatina quinasa, creatinina, nitrógeno ureico en sangre, aspartato aminotransferasa, gamma glutamil transpeptidasa, triglicéridos, colesterol, fosfatasa alcalina, cortisol, insulina, niveles de azúcar en sangre). Se encontró evidencia de activación de la respuesta simpática-adrenérgica, descrita para otras razas y disciplinas deportivas ecuestres (esto es, hemoconcentración, cambio negativo en el volumen plasmático, ligero aumento de la creatinina y nitrógeno ureico en sangre). Además, se encontró evidencia de movilización y uso de fuentes de energía como glucosa y triglicéridos. En conclusión, el ejercicio de intensidad creciente realizado durante una prueba de campo estandarizada produjo un cambio negativo en el volumen plasmático y la activación de la clásica respuesta simpática-adrenérgica en los CPC.

4.1.2. Antecedentes nacionales

Collao et al. (2013) realizaron un estudio en el que evaluaron el efecto del ejercicio asociado al entrenamiento de caballos Pura Sangre de Carrera sobre la cinética de la serie eritrocitaria (conteo de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina) y las concentraciones séricas de enzimas musculares (CK, AST y LDH). Se utilizaron 24 caballos de dos años de edad, con muestras de sangre tomadas en reposo (T0) y a los 5 minutos (T1), 1 hora (T2) y 24 horas (T3) después del ejercicio, durante un período de 5 meses. Se observó un incremento significativo en el recuento de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y hematocrito en T1, con un aumento más pronunciado hacia el último mes del estudio. En cuanto a las enzimas musculares, la LDH aumentó significativamente en T1 y T2, mientras que la CK mostró incrementos significativos en T2. La AST no presentó variaciones significativas en los diferentes tiempos ni meses.

Rojas (2014) realizó el estudio entre abril y junio de 2014, con el objetivo de establecer los valores hematológicos de referencia en caballos sanos de raza Morochuco, según edad y sexo. Se evaluaron 100 ejemplares distribuidos por sexo (60 machos y 40 hembras) y por grupos etarios (<1 año, 1–3 años, 3–5 años y >5 años), en el distrito de Los Morochucos (Ayacucho, Perú) a 3327 m.s.n.m. Las muestras sanguíneas se analizaron en el Laboratorio de Patología Clínica de la UNSCH, utilizando métodos manuales para hematocrito, leucocitos y eritrocitos, el método de cianometahemoglobina para hemoglobina, y fórmulas matemáticas para los índices eritrocitarios (VCM, CHCM, HCM). Los valores hematológicos promedio fueron: hematocrito 43.14%, hemoglobina 14.96 g/dL, glóbulos rojos $9.5 \times 10^6/\text{mm}^3$, VCM 45.4 fL, CHCM 34.7 g/dL, HCM 15.7 pg, glóbulos blancos $10,119/\text{mm}^3$, neutrófilos segmentados $5110/\text{mm}^3$, abastonados $23/\text{mm}^3$, linfocitos $4064/\text{mm}^3$, monocitos $214/\text{mm}^3$, eosinófilos $614/\text{mm}^3$ y basófilos $95/\text{mm}^3$. No se

observaron diferencias estadísticas entre machos y hembras. Sin embargo, sí se hallaron diferencias significativas por edad en los valores de hematocrito, hemoglobina, glóbulos rojos, CHCM y linfocitos.

Lucano (2019) realizó un estudio como objetivo de establecer valores hematológicos de referencia en caballos de trabajo criados a diferentes altitudes en la provincia de Cajamarca, Perú. Se analizaron 40 muestras de sangre de equinos clínicamente sanos, mayores o iguales a 2,5 años, distribuidos en dos grupos: 20 animales de la campiña de Cajamarca (2515 m.s.n.m.) y 20 de Huacraruco (3280 m.s.n.m.). Las muestras fueron obtenidas por venopunción yugular utilizando tubos vacutainer. Los resultados mostraron que los caballos de Huacraruco presentaron valores más elevados en los parámetros de la serie roja (eritrocitos, hematocrito y hemoglobina), así como también en leucocitos, neutrófilos segmentados, linfocitos y monocitos, en comparación con los animales de la campiña de Cajamarca. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas. Los valores hematológicos en animales de Cajamarca: eritrocitos $6.4 - 10.0 \times 10^6/\mu\text{L}$; hematocrito 33.8 - 45.0 %; hemoglobina 11.2 - 14.8 g/dL; VCM 43.3 - 53.3 fL; HCM 14.3 - 17.15 pg; CHCM 31.7 - 34.1 g/dL; leucocitos $4.8 - 9.6 \times 10^3/\mu\text{L}$. En animales de Huacraruco fueron: eritrocitos 10.4 - $12.8 \times 10^6/\mu\text{L}$; hematocrito 36.3 - 57.9 %; hemoglobina 12.7 - 18.7 g/dL; VCM 32.3 - 48.7 fL; HCM 11.3 - 15.7 pg; CHCM 31.8 - 35.0 g/dL; leucocitos $8.7 - 13.9 \times 10^3/\mu\text{L}$. Se concluye que la altitud influye en los valores hematológicos, por lo que se recomienda establecer rangos de referencia específicos según las condiciones geográficas y ambientales de cada región.

Choquecota (2022) realizó un estudio 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, de los cuales se obtuvo muestras de sangre de la vena yugular. La información obtenida fue analizada mediante un diseño completamente al azar. Los resultados de los globulos rojos/ mL, en los caballos según el tiempo de aclimatación fueron los siguientes, menores de año $9.58 \pm 0.26 \times 10^6$, los de 2 a 3 años $9.13 \pm 0.42 \times 10^6$ y los de 4 años $9.33 \pm 0.69 \times 10^6$. El hematocrito fue de $43.33 \pm 1.86 \%$, $42.00 \pm 5.06 \%$ y $39.83 \pm 3.13 \%$, en caballos con tiempo de aclimatación menores de año, de 2 a 3 años y los de 4 años, respectivamente. Los valores de hemoglobina fueron de 15.38 ± 0.65 g/dL, 14.68 ± 1.88 g/dL, y 14.15 ± 1.16 g/dL en caballos con tiempo de aclimatación menores de año, de 2 a 3 años y de 4 años, respectivamente. En conclusión, en los valores hematológicos no se observó variación.

4.2. Fundamentos teóricos

4.2.1. Bases teóricas de los équidos

4.2.1.1. Historia del caballo

Según la historia, los caballos ya habitaban América hace varios millones de años. Partieron del continente hacia el resto del mundo y luego desaparecieron por siglos a través del Estrecho de Bering y el caballo retornó a suelo americano con Colón y pronto llegó a la Banda Oriental, antes de que Hernandarias introdujera el ganado vacuno a principios del siglo XVII, los indios charrúas ya los montaban y con el paso del tiempo se convirtieron en el mejor aliado del gaucho y del paisano en su vida cotidiana (Bracco et al., 2016).

El caballo moderno, *Equus caballus* es un mamífero perisodáctilo de la familia de los équidos, herbívoro, cuadrúpedo y de cuello largo y arqueado que ha acompañado al hombre prácticamente desde la edad de piedra, siendo más adelante su mejor aliado en la carga, el trabajo o el transporte y se tiene constancia de que las primeras domesticaciones debieron tener lugar en Asia, al norte del Cáucaso, al final de uno de los períodos glaciares (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2020).

4.2.1.2. El caballo criollo

El caballo criollo, su tipo corresponde a un animal de silla, equilibrado y armónico, bien musculado y de fuerte constitución, con su centro de gravedad bajo, de buen pie y andares sueltos, ágil y rápido en sus movimientos, de carácter activo, enérgico y dócil, su característica racial está definida por su rusticidad, longevidad, fertilidad, resistencia, valentía, poder de recuperación y aptitud para trabajos ganaderos (Solanet, 1946).

El caballo criollo altoandino está presente en la serranía peruana y como tal se ha adaptado a la geografía; su alzada es baja, con una configuración fuerte que le permiten soportar la presión del trabajo, en especial en el arreo de ganado, subiendo y bajando las empinadas montañas tantas veces como sea necesario con su jinete, hay que entender que su fortaleza se basa en su forma rustica de vida con poca alimentación al igual que vivir entre los 2,000 hasta los 5,800 msnm los ha hecho grandes (Luna et al., 2018).

4.2.1.3. Importancia y usos del caballo

La equinoterapia es un término (Intervenciones Asistidas por Equinos) que incluye todas aquellas actividades (principalmente caballos) con el objetivo de mejorar diferentes ámbitos

(físico, psicosocial y emocional) en personas que presentan discapacidades o no también (Callejas et al., 2022).

Según los terapeutas los beneficios en personas con diversidad funcional, intelectual y social se producen tanto a nivel físico (mejora del equilibrio, de la postura, coordinación neuromotora) como a nivel psicológico (mejora del equilibrio de la autoestima, atención, concentración, lenguaje) y emocional (autocontrol y respeto por los animales y los demás), por lo tanto, es una terapia alternativa (Callejas et al., 2022).

Según Gaspar (2011) en la actualidad los caballos también son utilizado con las siguientes finalidades:

- Acorralamiento de ganado vacuno, equino y ovino.
- Utilizado para domesticar caballos salvajes.
- Participación en carreras de caballos y rodeos en sus fiestas patronales.
- Participación en corridas de toros.
- Utilizado como caballo de paseo.
- Utilizado como medio de transporte.

4.2.2. Hematología

La hematología veterinaria es la rama de la medicina veterinaria que estudia los componentes celulares de la sangre eritrocitos, leucocitos y plaquetas y su aplicación en el diagnóstico, monitoreo y pronóstico de enfermedades en animales. Este campo abarca desde la obtención y análisis de muestras sanguíneas hasta la interpretación de parámetros hematológicos en diversas especie (Reagan et al., 2019).

4.2.3. La sangre

La sangre es un tejido que desempeña varias funciones como el transporte de oxígeno a los tejidos, el mantenimiento de la homeostasis del organismo y también es el medio de transporte de células con actividad inmunogénica para activar la respuesta inmune (Muñoz et al., 2012). La sangre es un tejido especializado altamente diferenciado y complejo que es impulsado a lo largo de las arterias a todo el organismo, que posee diversas células sanguíneas en suspensión y es también el medio de transporte de células con acción inmunogénica para activar la respuesta inmune (Kent y Ewbank, 1986).

El volumen total de sangre de la mayoría de los mamíferos está comprendido aproximadamente entre el 7 y el 8% del peso del individuo; el plasma sanguíneo representa entre el 46 y el 65% del volumen total y las células entre el 35 y el 55% (Ramírez, 2006).

4.2.3.1. Las células sanguíneas

En la sangre hay células implicadas en la respuesta inmunitaria como son las células polimorfonucleares (neutrófilos, eosinófilos y basófilos), las células mononucleares (macrófagos y células dendríticas) y las células Natural Killer, que forman parte de la inmunidad innata (Collado et al., 2008). El sistema innato también posee mecanismos efectores como el sistema del complemento, el proceso de fagocitosis y la respuesta inflamatoria. Por lo tanto cuando un antígeno invasor consigue superar las barreras físicas, el organismo reacciona rápidamente con mecanismos de defensa tanto celulares como químicos, que tienen la función común de proteger al organismo y de destruir al invasor (Pappaterra, 2002).

4.2.4. Hemograma

Este análisis es uno de los exámenes de rutina que se caracteriza por su precisión, exactitud y rapidez, encontrándose entre las pruebas de laboratorio más solicitadas ya que permite determinar el número de células en una muestra, cuantificando los tres grupos básicos de células como son los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, cada una de estas células que conforman la sangre tiene una función específica en el organismo por lo que cada aumento o disminución es de gran relevancia para conocer un estado patológico (Moreno, 2008).

Este análisis consiste en la cuantificación de los elementos sanguíneo incluidos los recuentos leucocitarios totales y diferenciales, el recuento de glóbulos rojos, el valor del hematocrito, la concentración de hemoglobina, el volumen corpuscular medio (VCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y que estos valores nos van a permitir determinar el estado del animal (Arias y Pérez, 2006).

4.2.5. Parámetros hematológicos

4.2.5.1. Glóbulos rojos, producción y función

Los glóbulos rojos, eritrocitos, hematíes son células muy especializadas que se componen, en el caso de los mamíferos, sólo de una membrana que rodea una solución de proteínas y electrolitos por lo que no poseen orgánulos que son células que contienen hemoglobina, que a su vez transporta oxígeno desde los alvéolos a las células de todos los tejidos (Campuzano, 2008).

Los glóbulos rojos están formados por un 60-65% de agua y un 30-35% de hemoglobina (95% del peso en seco), el resto está compuesto por materia inorgánica y un número limitado de enzimas metabólicas, cada glóbulo rojo posee aproximadamente 280 millones de moléculas de

hemoglobina lo que corresponde a un 30-35%, este pigmento es el que da el color rojo a la sangre y el 60-65% es agua (Rodríguez, 2019).

El eritrocito es el tipo celular más abundante en el organismo, por cada leucocito surgen aproximadamente 1,000 eritrocitos, su producción tiene lugar en la médula ósea requiriendo de 6 a 8 días para lograr su madurez (Rodríguez, 2019). La eritropoyesis efectiva necesita de la estimulación de la hormona eritropoyetina, una glucoproteína producida en un 90% por las células intersticiales peritubulares del riñón y una pequeña parte por el hígado (Muñoz y Naveira, 2007). El control en la producción de esta hormona dependerá del nivel de aporte de oxígeno al riñón, así cuando éste disminuye (por anemia o hipoxia) se producen más glóbulos rojos y por el contrario cuando el aporte de oxígeno aumenta la médula ósea reduce la producción de glóbulos rojos (Muñoz y Naveira, 2007). La hormona del crecimiento, la tiroxina y los corticosteroides incrementan el efecto de la eritropoyetina (Rodríguez, 2019).

4.2.5.2. La función de los glóbulos rojos

La misión de los glóbulos rojos (GR) es transportar oxígeno a los tejidos a una presión suficiente para permitir una difusión fácil del oxígeno y la responsable es una molécula portadora llamada hemoglobina (Hgb) un vehículo (GR) capaz de transportar Hgb intacta a nivel celular (Choquecota, 2022).

4.2.5.3. Color, tamaño, vida media y número de los glóbulos rojos

Un eritrocito equino normalmente se tiñe de rojo con una ligera palidez central, tiene una forma discoidea y un diámetro aproximado de $5,7\mu\text{m}$, en el conteo eritrocitario se establece el número de eritrocitos por unidad de glóbulos rojos, por lo tanto el conteo eritrocitario establece el

número de este tipo de células por unidad de volumen sanguíneo (μL) y la cantidad es variable según el tipo y uso que se le dé al animal, en general se dice que un equino de trabajo tiene entre 6 y 9 millones por microlitro y en el caso de un caballo de deporte es de 7.6 y 12.3 millones por microlitro (Campuzano, 2008).

El ciclo de vida del eritrocito una vez que está en circulación puede variar en las distintas especies: 110-120 días en los perros, 68 días en los gatos, 160 días en los bovinos, 70-153 en las ovejas, 125 en las cabras y, por último, 140-150 días en los caballos (Rodríguez, 2019). Izurieta et al. (2016) indica que encontraron valores de recuento de glóbulos rojos en un rango entre $6,23 - 10,84 \times 10^6 / \mu\text{L}$, en un estudio realizado con caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en Ecuador.

4.2.5.4. Hematocrito

El hematocrito constituye la proporción del volumen sanguíneo total ocupada por los glóbulos rojos y suele ser inferior a la del plasma. La determinación de esta fracción se puede realizar fácilmente mediante el término hematocrito que significa “dividir o separar la sangre”, se utiliza para saber el porcentaje de glóbulos rojos que circulan en la sangre periférica en el momento de la extracción para poder determinar la cantidad relativa de glóbulos rojos y plasma (Moreno, 2008).

Izurieta et al. (2016) encontraron un valor mínimo de hematocrito de 32.3% y un máximo de 52.3% en caballos criados a más de 3000 metros sobre el nivel del mar en Ecuador. En el mismo país, para equinos criados a menos de 500 m.s.n.m. se encontraron valores de hematocrito que oscilaron entre 24.83% y 45.10% (Luna et al., 2018). Castillo et al. (2010) encontraron valores de

hematocrito para caballos del Valle de Aburrá, con un valor mínimo de 31% y un valor máximo de 49%.

4.2.5.5. Hemoglobina

Es una proteína que tiene hierro y da a la sangre su color rojo y se localiza en los eritrocitos y es responsable de transportar el oxígeno y el dióxido de carbono (Bohorquez y Duque, 2010).

La hemoglobina constituye aproximadamente el 95% del contenido proteínico total de un glóbulo rojo, esta característica confiere al eritrocito la capacidad de transportar oxígeno a los tejidos, especialmente al tejido muscular. Su cantidad se cuantifica en gramos por decilitro (g/dL) por el método de la cianometahemoglobina (método de Drabkin); sus niveles en los équidos de trabajo oscilan entre 8 y 14 g/dL y en los équidos de deporte entre 11 y 19 g/dL3 (Castillo et al., 2010).

4.2.5.6. Volumen corpuscular medio

El Volumen Corpuscular Medio (VCM) es el tamaño medio de cada eritrocito que proporciona información sobre el funcionamiento de la medula ósea en relación con la producción de glóbulos rojos, este parámetro indica el tamaño del glóbulo rojo y es útil para descifrar las posibles causas de la anemia (Rodríguez, 2019).

La anemia no solo se produce por deficiencia de la dieta administrada al animal, puede surgir por procesos inflamatorios o hemoparásitos, si el valor del VCM es superior al valor normal puede ser por pérdida de sangre o por falta de vitaminas B6, B12, ácido fólico o niacina como también por falta de absorción de estos nutrientes a causa de un problema digestivo y por el contrario, si el resultado es bajo puede indicar falta de hierro, cobre o piridoxina (Bolger, 2003).

Cuando el índice eritrocitario aumenta se denomina anemia macrocítica y cuando se encuentra disminuido se denomina microcítica (Bush, 1999).

El VCM es obtenido por simple cálculo aritmético a partir del hematocrito y del recuento de eritrocitos de la muestra, este se expresa en femtolitros (fL) o micras cúbicas (μm^3) (Meyer y Harvey, 2004). Izurieta et al. (2016) registro rangos promedio de VCM para caballos a nivel de 3000 metros sobre el nivel del mar en un rango de 40,2 y 57 fL, mientras que Rodríguez (2019) encontró valores promedio de rango entre 36–55 fL.

4.2.5.7. Hemoglobina corpuscular media

Es un parámetro hematológico fundamental que mide la cantidad promedio de hemoglobina contenida en un solo glóbulo rojo. Se calcula dividiendo el valor total de hemoglobina por el número de glóbulos rojos, y el resultado se expresa en picogramos (pg) (Radostits et al., 2007). Este índice es utilizado en medicina veterinaria para evaluar el estado de salud de los caballos, ya que su valor puede reflejar alteraciones en la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y los valores anormales de HCM, como una disminución significativa, pueden indicar presencia de anemia microcítica o problemas en la producción de hemoglobina, mientras que valores elevados pueden sugerir alteraciones en la función celular (Radostits et al., 2007).

4.2.5.8. Concentración media de hemoglobina corpuscular

El contenido de hemoglobina se designa con los términos normocrómico e hipocrómico según los elementos tengan la hemoglobina normal o defecto de ella (Rodríguez, 2019).

La CHCM es la concentración media de hemoglobina por un volumen conocido de eritrocitos y se obtiene aritméticamente a partir del hematocrito (%) y de la concentración total de hemoglobina de la muestra (g/dL) (Meyer y Harvey, 2004).

La CHCM calculada se compara con el rango normal para la especie, si se encuentra dentro del rango normal a las células se las denomina “normocrómicas” (de color normal) y si el valor se encuentra por debajo del rango las células son “hipocrómicas”. La hipocromía es la disminución de la densidad de coloración de las células debiéndose a la falta especialmente de nutrientes como el hierro, por lo tanto, se mide como una disminución de la concentración de la Hemoglobina Corpuscular media (Meyer y Harvey, 2004).

El término “hipercrómicas” se aplicará para valores por encima de lo normal, pero como los eritrocitos normales se encuentran completamente saturados de hemoglobina, no se han descrito situaciones en las que las células puedan supersaturarse y el término se aplica en ocasiones a aquellas células que poseen un color rojo más intenso que el normal, pero dichas células suelen ser más gruesas de lo habitual, por lo que la concentración de hemoglobina por unidad no varía (Meyer y Harvey, 2004). Massányi et al. (2022) señala como valores de referencia para la especie equina entre 31.0 y 38.4 g/dL, Izurieta et al. (2016) indica que a nivel de 3000 m.s.n.m. la CMHC es de 32 a 37 g/dL.

4.2.6. Leucocitos o glóbulos blancos

Los glóbulos blancos son células sanguíneas importante del sistema inmunológico y de defensa del cuerpo, responsables de reconocer, responder y eliminar patógenos del cuerpo (Bush, 1999). Estos glóbulos blancos se dividen en grupos según la forma del núcleo; el primer grupo incluye neutrófilos, basófilos y eosinófilos, que son células con núcleos multilobulados conocidos

como polimorfos nucleares, los monocitos y los linfocitos pertenecen al segundo grupo, conocido como monocitos, cuyos núcleos no están lobulados y todos ellos cumplen funciones diferentes (Castillo et al., 2010).

Estas células sanguíneas son más escasas que las células de la línea roja y se encuentran en una proporción de un leucocito por cada 500 o 1000 eritrocitos, pero los leucocitos se diferencian de los eritrocitos por no contener hemoglobina en su interior y por poseer un núcleo bien formado (Castillo et al., 2010).

4.2.7. Leucocitos polimorfonucleares

4.2.7.1. Neutrófilos

Los neutrófilos constituyen más del 90% de las células polimorfonucleares y son células fundamentales de la respuesta inmune innata, ya que se mueven para realizar la fagocitosis cuando invaden patógenos, son las células más dominantes en la respuesta inflamatoria (Pappaterra, 2005). Los neutrófilos son los leucocitos predominantes en la sangre periférica de perros, gatos, caballos y humanos, pero no en rumiantes y algunos animales de laboratorio, donde pueden superar en número a los linfocitos (Rodríguez, 2019).

Se generan en la médula ósea por mitosis y maduran en un periodo que dura de 3 a 10 días, los neutrófilos están presentes en la circulación una media de 6-7 horas antes de migrar desde los vasos a los tejidos y cavidades del organismo, una vez han penetrado en los tejidos presentan una vida media de 2-3 días mientras que ante procesos patológicos pueden sobrevivir unas horas, son las principales células implicadas en la respuesta inflamatoria aguda de los tejidos lesionados y son altamente móviles migrando desde los pequeños vasos sanguíneos a los lugares de la lesión

tisular y allí engullen y destruyen restos celulares como microorganismos por mecanismos de fagocitosis (Rodríguez, 2019).

Junqueira y Carneiro (2022) mencionan que las toxinas emitidas por las bacterias invasoras y las sustancias químicas liberadas por el tejido dañado atraen a los neutrófilos para su fagocitosis y su destrucción por las enzimas proteolíticas de los gránulos neutrófilos. Los neutrófilos muertos son el principal componente del pus por lo que a veces se les denomina células de pus, la pobreza de mitocondrias y la abundancia de glucógeno en los neutrófilos reflejan el predominio del metabolismo de tipo anaeróbico que permite a los neutrófilos un funcionamiento continuo (Rodríguez, 2019).

Walton et al. (2021) indican las funciones fagocíticas de los neutrófilos y que también pueden efectuar quimioatracción y activación de monocitos/macrófagos y linfocitos, lo que influiría en la dirección y la evolución de los procesos inmunitarios. La leucocitosis neutróflica varía en cada especie de animal doméstico como en el caballo que presenta una respuesta leucocitaria menor en comparación con la del perro o el gato pero en algunas infecciones se observan cifras totales de leucocitos de 17.000 a 20.000/ μ l. en general los límites de la respuesta leucocitaria a la infección están entre 15.000 a 25.000/ μ l. y en el caballo cifras de 25.000 a 30.000/ μ l se consideran de leucocitosis elevada pero se han informado cifras más elevadas (Rodríguez, 2019).

4.2.8. Leucocitos mononucleares

4.2.8.1. Linfocitos

Junqueira y Carneiro (2000) indican que los linfocitos son las células más pequeñas de la serie blanca, un poco mayores que los glóbulos rojos. Los linfocitos son los segundos leucocitos

circulantes más frecuentes y constituyen el 20-45% del recuento leucocitario diferencial y juegan un papel esencial en todos los mecanismos de la respuesta inmune.

La sangre es el vehículo por el que viajan los linfocitos entre los distintos órganos y tejidos del cuerpo, los linfocitos son las células del sistema inmunitario en las que se basa la respuesta inmunitaria adquirida o específica (Tizard, 2009).

La producción de linfocitos es mayor y más compleja que la de otros leucocitos porque se producen en varias localizaciones, como la médula ósea, los órganos linfoides, incluidos los ganglios linfáticos, el bazo y el timo, y el tejido linfoide asociado al tracto gastrointestinal, como las placas de Peyer, las amígdalas y el apéndice (Junqueira y Carneiro, 2000). La actividad principal de la producción medular y tímica parece ser proporcionar células precursoras al tejido linfoide periférico y su tiempo de maduración normal en la médula ósea es de 2-5 días, pero se estimula en presencia de antígenos en los tejidos linfoides y puede acortarse a 6-8 horas (Jain, 1993; Junqueira y Carneiro, 2000).

Grondin y Dewitt (2010) mencionan que se diferencian dos tipos de linfocitos: los de vida corta y los de vida larga (o de memoria), cuya vida oscila entre unos pocos días y más de 20 años. Los linfocitos son los leucocitos más presentes en la circulación de los rumiantes y son superados por los neutrófilos en la mayoría de las especies y son los únicos leucocitos que tras migrar a los tejidos se reincorporan a la circulación sanguínea a través de los canales linfáticos.

Los linfocitos son un tipo de célula blanca que juega un papel fundamental en la respuesta inmunológica de los caballos. Se dividen en tres tipos principales: linfocitos T, linfocitos B y linfocitos NK (natural killer). Los linfocitos T están involucrados en la inmunidad celular, los linfocitos B en la producción de anticuerpos y los linfocitos NK en la respuesta inmune innata contra células infectadas o tumorales (Walton et al., 2021).

4.2.8.2. Monocitos

Son los más grandes de todos los leucocitos y constituyen entre el 2 y el 10% de los leucocitos circulantes y se distinguen por un núcleo grande y excéntrico que se tiñe menos intensamente que el de otros leucocitos. A excepción de los neutrófilos los monocitos son capaces de desempeñar una actividad lisosomal continua y de regenerarse por vías metabólicas aeróbicas o anaeróbicas dependiendo de la disponibilidad de oxígeno en los tejidos (Junqueira y Carneiro, 2000).

Pappaterra (2002) indica que los monocitos y los macrófagos intervienen en la defensa contra los agentes patógenos tanto en la respuesta inespecífica como en la específica, tienen varias funciones, como ingerir y destruir patógenos mediante el proceso de fagocitosis, ejerciendo de células presentadoras de antígenos para los linfocitos T auxiliares (Th) y por otro lado también producen mediadores solubles (citoquinas y quimiosinas) que participan activamente en la respuesta inflamatoria e inmunitaria, así como en el proceso de cicatrización.

Los monocitos no sólo se transforman en macrófagos al entrar en los tejidos, sino que también dan lugar a osteoclastos y células dendríticas mieloides (Manz et al., 2016). Las células dendríticas son las mejores células presentadoras de antígeno porque presentan más antígeno a las células T sin dañarlas. Se forman en la médula y se trasladan a los órganos linfoideos periféricos (Shortman y Naik, 2007). Tanto los macrófagos como las células dendríticas son tipos de células monocíticas llamados fagocitos mononucleares (Doulatov et al., 2012).

4.2.9. Plaquetas o trombocitos

Las plaquetas o trombocitos son fragmentos del citoplasma de los megacariocitos de la médula ósea que se liberan individualmente o en pequeños grupos que en la sangre circulante los

trombocitos son discos ovales que se hallan individualmente o en grupos de forma y tamaño redondeados (Castillo et al., 2010).

Su forma es redondeada y su tamaño varía de 1 a 4 micras de diámetro y sus funciones principales son la hemostasia y la coagulación, en el caballo las plaquetas son mucho más pequeñas y pálidas que en otras especies (Castillo et al., 2010). El tiempo de supervivencia de las plaquetas en sangre circulante es de 4 a 7 días en équidos (Walton et al., 2021). Estas células tienen una función esencial en los procesos hemostáticos y modulan las reacciones inflamatorias e inmunológicas (Schalm y Feldman, 2000).

Las plaquetas juegan un papel fundamental en la hemostasia, el proceso que previene las hemorragias y favorece la reparación de los vasos sanguíneos lesionados. Se adhieren al sitio de la lesión vascular mediante glicoproteínas y el factor von Willebrand (vWF), se activan liberando sustancias como ADP (adenosín difosfato) y tromboxano A2, y se agrupan para formar un tapón plaquetario. Este proceso, que incluye adhesión, activación y agregación, es crucial para la coagulación y la reparación vascular (Walton et al., 2021).

Por otro parte las plaquetas intervienen en la respuesta inflamatoria al liberar sustancias vasoactivas, tales como prostaglandinas, proteínas catiónicas, colagenasas, elastinas, histamina, serotonina y quimiotactinógeno que desencadenan o mantienen la respuesta inflamatoria e influencian la reparación tisular tras una lesión y finalmente se describe que las plaquetas podrían actuar en la implantación de metástasis tumorales (Schalm y Feldman, 2000).

4.2.10. Perfil bioquímico

La química sanguínea es un panel de análisis de sangre que proporciona información sobre el metabolismo del cuerpo; más del 97% de los analitos de rutina se pueden evaluar a partir del

suero. Las enzimas se liberan en el paciente para que podamos observar sus concentraciones anormales (disminuidas o elevadas) en la sangre y las enzimas específicas de ciertos tipos de células o tejidos son más importantes porque sus cambios en la sangre permiten localizar ciertos tipos de células o tejidos lesionados (Montoya, 2017).

La función hepática se evalúa mediante enzimas hepáticas, que son marcadores sensibles para detectar enfermedades y/o colestasis; sin embargo, por lo general no son específicos de la causa subyacente. Es posible que se hayan observado actividades elevadas de las enzimas séricas en animales clínicamente normales y en animales con o sin enfermedad hepática. Además, las pruebas de otras anomalías bioquímicas, como hipoproteinemia, hipoglucemias o hipocolesterolemia, también pueden ser útiles para evaluar la función hepática (Chapman y Hostutler, 2013).

El riñón es un órgano muy importante que tiene varias funciones para mantener la homeostasis. Los riñones ocupan alrededor del 25% del volumen del corazón y filtran la sangre para eliminar los desechos metabólicos y hacer circular sustancias importantes como agua, proteínas de bajo peso molecular y varios electrolitos. Pueden detectar déficits o excesos de agua o electrolitos y responder cambiando su tasa de reabsorción o excreción (Cunningham y Klein, 2013).

4.2.10.1 Gamma glutamiltransferasa

Es casi el único indicador de enfermedad hepática, es una enzima que indica colestasis, enfermedad aguda y crónica, pero siempre causada por daño biliar. Los estudios han demostrado que los caballos cuartos de milla jóvenes tienen una masa hepática relativamente alta como

porcentaje del peso corporal, por lo que este valor es alto, oscilando entre 4 y 27 U/L (Guzmán y Orozco, 2020).

4.2.10.2. Creatinkinasa

Es una enzima específica del músculo asociada con el inicio del ejercicio o en respuesta a un ejercicio moderado, y un aumento de esta enzima puede resultar del daño muscular o daño a un órgano que contiene músculo liso. Las inyecciones intramusculares, el ejercicio, la isquemia muscular, la necrosis, el transporte prolongado y el ejercicio intenso los rangos de los valores varían de 219 a 955 U/L (Massányi et al., 2022; Southwood, 2013).

4.2.10.3. Fosfatasa alcalina

La fosfatasa alcalina (ALP) es una enzima que desempeña un papel crucial en varios procesos fisiológicos, especialmente en la remodelación ósea y la función hepática. En caballos, se observa que los niveles de ALP son más elevados en animales jóvenes, debido a la intensa actividad osteoblástica relacionada con el crecimiento óseo. En animales adultos, los valores tienden a disminuir, reflejando una menor actividad de remodelación ósea. La ALP también es sensible a factores como la nutrición, la inflamación y la hidratación, lo que puede influir en su concentración (Walton et al., 2021).

4.2.10.4. Aspartato aminotransferasa

Son las enzimas que indican la lesión de los hepatocitos, la mionecrosis o la lesión hepática, también la necrosis muscular grave, la necrosis hepática grave ligeramente después del ejercicio,

la sepsis y las complicaciones intestinales, los rangos varían de 152-294 U.I./L (Guzmán y Orozco, 2020).

4.2.10.5. Urea

La urea se excreta casi exclusivamente a través de los riñones, aunque las bacterias intestinales degradan cantidades importantes de la misma en amoníaco, éste se recicla en el hígado, donde se sintetiza de nuevo urea (Montoya, 2017). Por lo tanto, se excreta por filtración glomerular y se excreta en la orina; parte de la urea se filtra a través de los glomérulos y un 25-40% se reabsorbe a nivel tubular (depende de la hidratación del animal y de la velocidad de formación de la orina). El aumento del flujo de filtración reduce la reabsorción de urea, mientras que los flujos lentos la facilitan, las concentraciones de nitrógeno ureico pueden aumentar con el aumento de la ingesta de alimentos ricos en proteínas, la descomposición catabólica de los tejidos y el sangrado gastrointestinal (Willard y Tvedten, 2012).

La deshidratación, el consumo de una dieta rica en proteínas, el sangrado gastrointestinal y cualquier situación en la que el catabolismo de las proteínas esté aumentado (p. ej., infecciones, fiebre, inanición), así como ciertos medicamentos (tetraciclinas, corticosteroides o azatioprina) pueden hacer que aumente la urea y las concentraciones y cualquier aumento en la urea no se debe a insuficiencia renal (Montoya, 2017). Niveles de urea en equinos varía de 17-58 mg/dL (Southwood, 2013).

4.2.10.6. Creatinina

Bush (1999) indica que la creatina plasmática es una molécula pequeña (113 daltons) que resulta enteramente del catabolismo de la creatina en los tejidos musculares del cuerpo, la creatina

se usa para almacenar energía en el músculo (como fosfocreatina) y se descompone en creatinina continuamente (alrededor del 2% por día). El comportamiento de la creatina, de donde se libera creatinina, depende de la masa muscular total, donde se encuentra el 95% de la creatina del cuerpo, por lo que en caso de pérdida de masa muscular u otras enfermedades relacionadas, se produce menos creatinina; por el contrario, el ejercicio intenso prolongado puede aumentar los niveles de creatinina.

La creatinina es un producto de desecho del músculo, aumenta a medida que disminuye la función renal. Fuera de los riñones, pocos factores afectan la concentración de creatinina, por esta razón es el mejor marcador de la función renal (Catherine et al. 2014). El aumento en su concentración sérica indica el descenso de la tasa de filtración glomerular (Martínez et al. 2010). Sin embargo, para una interpretación correcta debe tomarse en cuenta que es necesaria una insuficiencia superior al 50% de la capacidad glomerular total para que incremente tanto la creatinina como la urea y los niveles en equinos varía de 1-1.9 mg/dL o más son significativos (Guzmán y Orozco, 2020).

V. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los parámetros hematológicos y bioquímicos en los caballos criollos alto andinos del distrito de Layo, provincia de Canas, varían en función de la edad y el sexo.

VI. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

6.1. Enfoque y tipo de investigación

Cuantitativa y observacional de tipo básico.

6.2. Ámbito de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el distrito de Layo de la provincia de Canas, ubicado en el departamento del Cusco. El distrito de Layo se encuentra ubicado en la parte sur este de la provincia de Canas, con una superficie de (452.56 km²) y está a 3920 m.s.n.m. entre las coordenadas 14°29'38"S de latitud y 71°09'18"O de longitud (Earth Google, 2024), este distrito cuenta con la mayor cantidad de caballos tanto por su biodiversidad, piso ecológico, microclimas, trabajo y su cultura INEI (2012). Las condiciones climáticas durante la investigación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades, promedio de la temperatura, humedad relativa y precipitación del 2024

Actividades	Mes	Temperatura °C		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
		Min	Max		
Selección de caballos	Mayo	-2.3	19.9	65.52	0.02
Desparasitación y control	Junio	-4.2	18.4	53.81	0
Recolección y procesamiento de muestra	Julio	-6.1	18.6	47.63	0
Recolección y procesamiento de muestra	Agosto	-4.3	21.1	47.72	0

Fuente: SENAMHI (2024).

6.3. Población y muestra

La población de caballos criollos del distrito de Layo está constituida por 481 (INEI, 2012), de los cuales se estimó un tamaño de muestra de 59 caballos entre machos y hembras de todas las edades (Tabla 2). aplicando la fórmula de tamaño de muestra para población finita: cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (481)

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza (1,645).

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia (Hematocrito 0.4314) según Rojas, (2014).

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p). La suma de la p y la q siempre debe dar 1 (0.5686).

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio (0.1).

$$n = \frac{(481)(1.645)^2(0.4314)(0.5686)}{(0.1)^2(481 - 1) + (1.645)^2(0.4314)(0.5686)}$$

$$n = 58.2589$$

6.4. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión:

- Caballos criollos residentes permanentes en Layo.
- Caballos que vivieron como mínimo 2 años en el distrito de Layo.
- Animales clínicamente sanos (evaluación previa).
- Edad entre 10 meses y 20 años.
- Caballos nacidos en el distrito de Layo.

Exclusión:

- Animales con signos clínicos de enfermedad o tratamientos farmacológicos recientes.
- Caballos provenientes de altitudes muy bajas.
- Yeguas gestantes.

6.5. Clasificación de caballos

Se clasificó 59 caballos criollos altoandinos, entre machos y hembras de diferentes edades según la edad a través de la dentición descrita por Baker y Easley (2005) (Anexo 1).

Tabla 2. Número de caballos muestreados según edad y sexo.

Sexo	Edad	n
Machos	10 meses – 2.5 años.	10
	2.5 - 6 años.	10
	> a 6 años.	10
Hembras	10 meses – 2.5 años.	9
	2.5 - 6 años.	10
	> a 6 años	10
Total		59

n: número de animales muestreados según edad y sexo

6.6. Variables de estudio

Variable dependiente: Perfil hematológico y bioquímico sanguíneo.

Variables independientes: Edad y sexo

6.7. Materiales

6.7.1. *Materiales de campo*

6.6.1.1. Materiales para selección de caballos

- Tableros más fichas clínica.
- Soga.
- Estetoscopio.
- Cinta equinométrica.
- Termómetro.
- Uniforme médico.
- Lapiceros.
- Cronómetro.
- Lapiceros de tinta indeleble.
- Un archivador.

6.7.1.2. Para la recolección de muestras de heces, desparasitación y recolección de muestra sanguínea para evaluación hematológica y bioquímica

- Marcador de tinta indeleble.
- Cintas Masking tape
- Cuaderno de apuntes.
- Contenedor isotérmico.
- Bolsa rotulada.
- Desparasitante en la marca Triverfen 22.2.
- Jeringa dosificadora.
- Torundas de algodón.
- Alcohol yodado 70°.

- Aguja de seguridad vacutainer.
- Jeringas de 5 ml y de 10 ml.
- Tubos vacutainer con EDTA de 3 ml. Tapa morada.
- Tubos vacutainer tapa roja de 6 ml.
- Gradillas.

6.7.2. *Materiales de laboratorio*

6.6.2.1. Para el análisis coproparasitológico

- Guardapolvo o mandil.
- Guantes.
- Papel toalla.
- Gradilla.
- Tubos falcon®.
- Pipetas.
- Solución azucarada.
- Mortero.
- Baja lenguas.
- Vasos de plástico.
- Lámina cubre objetos.
- Lamina porta objetos.
- Balanza gramera.
- Marcador indeleble.
- Cuaderno de apuntes.
- Tubo precipitado.
- Agua destilada.
- Tamizadores.
- Cámara McMaster.

6.7.2.2. Para análisis sanguíneo y bioquímico

- Muestra sanguínea con anticoagulante en tubos vacutainer con EDTA.
- Muestra sanguínea sin anticoagulante en tubos vacutainer tapa roja.
- Rotores de análisis bioquímico.
- Micropipetas (20 a 200 µL).

6.7.2.3. Equipos de laboratorio

- Analizador hematológico de la marca Genrui modelo KT-6400 Vet.
- Analizador bioquímico de la marca Skyla VB1.
- Microscopio.
- Centrífuga.
- Refrigeradora.
- Congeladora.

6.7.3. Material de oficina

- Papel bond.
- Lapiceros.
- Engrapador.
- Tinta de impresora.
- Computadora portátil.
- Archivadores.
- Disco duro.

6.7.4. Otros materiales de apoyo logístico

- Cámara fotográfica.
- Vehículo lineal.

6.8. Procedimientos

6.8.1. Examen clínico de los caballos

Se utilizó la técnica de selección a través de una revisión médica general y se detalló en una ficha clínica todo lo que se recabo del dueño y del caballo y que también con ellos los dueños dieron su consentimiento para la participación de sus caballos y fue plasmado a través con una firma sobre un consentimiento informado (Anexo 9), de acuerdo con la ley 30407.

6.8.2. Examen coproparasitológico y desparasitación

Se realizaron dos tipos de exámenes coproparasitológicos previos a la desparasitación: uno cualitativo (técnica de flotación) y otro cuantitativo (técnica de McMaster) (Anexo 5). Estos procedimientos permitieron determinar tanto la carga parasitaria como la identificación de los tipos de parásitos presentes (Anexo 6).

La desparasitación se llevó a cabo considerando el peso corporal de cada equino, el cual fue estimado mediante el uso de una cinta equinométrica. Se administró el antiparasitario comercial (Triverfén 22.2 %; Agrovet Market – Perú) con los siguientes principios activos y dosis: triclabendazol (120 mg, a una dosis de 12 mg/kg), fenbendazol (100 mg, a una dosis de 10 mg/kg) e ivermectina (2 mg, a una dosis de 0.2 mg/kg).

Quince días después del tratamiento, se realizó un nuevo control de la carga parasitaria empleando únicamente la técnica de McMaster, de esa forma se verificó la ausencia de huevos de parásitos, por lo que se procedió al muestreo sanguíneo para el hemograma y el perfil bioquímico.

6.8.3. Extracción de muestras sanguíneas

La obtención de muestras sanguíneas se realizó por única vez mediante la técnica de venopunción yugular. Previo al procedimiento, se efectuó la antisepsia del área de punción utilizando una torunda impregnada con alcohol yodado al 70%. La extracción se llevó a cabo con

una jeringa de 10 mL con una aguja 21 G, insertada en un ángulo de aproximadamente 45°, posterior a la aplicación de hemostasia en la región torácica distal del surco yugular. Se extrajo un volumen de sangre entre 8 y 9 ml, el cual fue distribuido en los siguientes tubos:

- **Tubo con anticoagulante (EDTA, tapa morada):** se depositaron 3 ml de sangre destinados al análisis hematológico (hemograma completo), incluyendo el recuento de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.
- **Tubo sin anticoagulante (tapa roja):** se colocaron 6 ml de sangre para la evaluación bioquímica. Las muestras fueron conservadas bajo refrigeración y transportadas para ser procesadas de forma inmediata en el equipo de analizador hematológico automatizado, instalado en el distrito de Layo, con el objetivo de evitar la degradación de las muestras y asegurar la precisión de los resultados.

Para el análisis bioquímico, las muestras fueron centrifugadas usando una centrifuga a una velocidad de 2500 rpm durante 15 minutos para la obtención del suero (modelo 800D de la marca Comedco Perú SAC). Posteriormente, el suero fue transferido a tubos rotulados individualmente según la ficha clínica correspondiente, y almacenado en una congeladora a -20 °C del laboratorio de Fisiología Veterinaria de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Finalmente, dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio veterinario Goofy para su procesamiento especializado.

6.8.4. Parámetros hematológicos

El análisis hematológico fue realizado empleando el equipo hematológico de la marca Genrui modelo KT-6400 Vet, diseñado específicamente para exámenes hematológicos veterinarios. Este equipo permite obtener resultados rápidos y confiables mediante un sistema de análisis

automatizado que garantiza precisión diagnóstica. El procedimiento seguido se detalla a continuación:

1. **Registro de datos clínicos:** Se ingresaron en el sistema del equipo los datos correspondientes del caballo y del propietario, asegurando la correcta identificación de cada muestra según la ficha clínica.
2. **Carga de la muestra:** Se colocó el tubo de ensayo rotulado, contenido 3 ml de sangre entera con EDTA (tubo de tapa morada), en el compartimento correspondiente del equipo Genrui modelo KT-6400 Vet. La manipulación se realizó bajo condiciones de bioseguridad para asegurar la integridad de la muestra.
3. **Análisis automatizado:** El equipo ejecutó el análisis completo de la muestra sanguínea, proporcionando un hemograma automatizado con parámetros hematológicos y sus respectivas unidades de medida (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros hematológicos y unidades de medidas proporcionados por el equipo Genrui modelo KT-6400 Vet.

Parámetro	Unidad de medida
Glóbulos rojos	$\times 10^{12}/L$
Hemoglobina (Hb)	g/dL
Hematocrito	%
Volumen corpuscular medio (MCV)	fL
Hemoglobina corpuscular media (MCH)	pg
Concentración media de hemoglobina corpuscular (MCHC)	g/dL
Recuento total de leucocitos	$\times 10^9/L$
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$
Linfocitos	$\times 10^9/L$
Monocitos	$\times 10^9/L$
Plaquetas	$\times 10^9/L$

4. **Reactivos utilizados:** El funcionamiento del Genrui modelo KT-6400 Vet se basa en el uso de dos reactivos principales: Reactivo Lisis que permite la lisis selectiva de glóbulos rojos para facilitar el análisis diferencial de leucocitos y reactivo diluyente que permite la suspensión y distribución uniforme de las células sanguíneas para su conteo exacto. Los resultados fueron almacenados digitalmente, vinculados a cada ficha clínica, y exportados a un ordenador para su procesamiento.

6.8.5. Parámetros bioquímicos

El procesamiento de las muestras de suero para el perfil bioquímico se realizó siguiendo un protocolo estandarizado para asegurar la integridad y exactitud de los resultados. Los pasos desarrollados fueron los siguientes:

1. **Descongelación de la muestra:** Se esperó a que las muestras de suero almacenadas en congelación alcanzaran temperatura ambiente y estuvieran completamente descongeladas antes de su procesamiento, para evitar interferencias en la medición.
2. **Preparación y carga de la muestra:** Con una micropipeta calibrada de 250 µL, se tomó una alícuota del suero descongelado y se depositó en el rotor específico del analizador bioquímico Skyla VB1.
3. **Análisis automatizado:** El rotor, que contiene todos los reactivos necesarios para la medición de los distintos parámetros bioquímicos, fue introducido en el equipo, donde el procesamiento de la muestra se realizó de manera automática en un tiempo aproximado de 15 minutos.
4. **Parámetros bioquímicos evaluados:** El equipo determinó los parámetros de los siguientes componentes bioquímicos, expresados en sus respectivas unidades de medida (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros bioquímicos y unidades de medidas obtenidos con equipo Skyla VB1

Parámetro bioquímico	Unidad de medida	Rango de referencia
Albúmina	g/dL	2.1–4.3
Proteína total	g/dL	5.6–7.9
Glucosa	mg/dL	63–136
Fosfatasa alcalina	U/L	0–326
Aspartato aminotransferasa (AST)	U/L	92–610
Gamma-glutamil transferasa (GGT)	U/L	0–42
Bilirrubina total	mg/dL	0.0–3.5
Creatina Fosfoquinasa (CK)	U/L	0–350
Nitrógeno ureico (BUN)	mg/dL	10–30
Creatinina	mg/dL	0.7–2
Dióxido de carbono total	mmol/L	20–33
Calcio	mg/dL	11.5–14.2
Sodio	mmol/L	126–146
Potasio	mmol/L	2.5–5.2
Globulinas	g/dL	-----
Urea	mg/dL	21.4–64.2

Fuente: Skyla VB1

El análisis bioquímico se realizó en el laboratorio veterinario Goofy, ubicado en la ciudad del Cusco. El laboratorio cuenta con equipo automatizado y personal técnico capacitado para el análisis bioquímico equino y otras especies.

6.8.6. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó previa verificación de la normalidad de los datos, mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Para evaluar la influencia de la edad (por separado en machos y hembras) sobre los parámetros hematológicos y bioquímicos se aplicó un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$). En cada grupo etario la influencia del sexo sobre los parámetros hematológicos y bioquímicos se evaluó mediante la prueba t de Student.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Parámetros hematológicos

El sexo no influye sobre los parámetros hematológicos, aunque, según la edad se observó variaciones del volumen corpuscular medio y el recuento de leucocitos ($p < 0.05$). En cuanto al recuento total de leucocitos y los monocitos, se observó una tendencia de disminución en caballos machos de mayor edad ($p < 0.05$), lo que podría reflejar una menor actividad inmunitaria (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros hematológicos (promedio ± DE) en caballos, según sexo y edad.

Parámetro		< 2.5 años	2.5 - 6 años	> 6 años	Promedio	p valor
Glóbulos rojos (x10 ¹² /L)	<i>p valor</i>	0.4079	0.209	0.077	0.1467	
	Macho	6.55 ± 1.55	6.21 ± 0.66	5.57 ± 1.42	6.11 ± 1.21	0.2335
Hemoglobina (g/dL)	Hembra	6.00 ± 1.15	5.68 ± 1.02	5.36 ± 0.76	5.68 ± 0.98	0.3795
	<i>p valor</i>	0.5365	0.1857	0.0481	0.4393	
Hemoglobina (g/dL)	Macho	13.37 ± 2.64	15.3 ± 5.65	12.58 ± 2.75	13.75 ± 3.68	0.2984
	Hembra	12.74 ± 1.59	17.62 ± 8.96	13.93 ± 5.54	14.83 ± 5.36	0.2219
Hematocrito (%)	<i>p valor</i>	0.1541	0.7654	0.7754	0.1956	
	Macho	30.08 ± 6.66	30.96 ± 3.99	28.21 ± 6.91	29.75 ± 5.85	0.5542
Volumen corpuscular medio (fL)	Hembra	28.5 ± 3.92	28.25 ± 4.32	27.5 ± 3.42	28.06 ± 3.89	0.8532
	<i>p valor</i>	0.1389	0.9109	0.6071	0.2779	
Volumen corpuscular medio (fL)	Macho	46.23 ± 1.99	49.79 ± 2.64	51.03 ± 2.89	49.04 ± 2.51	0.0005
	Hembra	48.00 ± 3.37	50.11 ± 2.59	51.53 ± 2.42	49.93 ± 2.79	0.0332
Hemoglobina corpuscular media (pg)	<i>p valor</i>	0.471	0.4223	0.4478	0.6539	
	Macho	23.38 ± 7.71	24.47 ± 7.95	22.94 ± 2.15	23.59 ± 5.93	0.8645
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	Hembra	21.5 ± 2.19	27.52 ± 9.5	23.5 ± 0.91	24.32 ± 4.2	0.0728
	<i>p valor</i>	0.3247	0.6941	0.6601	0.830	
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	Macho	44.5 ± 1.66	49.16 ± 15.44	45.08 ± 2.79	46.24 ± 6.63	0.4685
	Hembra	44.83 ± 1.92	47.14 ± 3.26	45.54 ± 1.66	45.87 ± 2.28	0.1186
Recuento total de leucocitos (x10 ⁹ /L)	<i>p valor</i>	0.8898	0.4608	0.9569	0.6537	
	Macho	5.82 ± 1.18	4.59 ± 0.86	4.43 ± 1.68	4.94 ± 1.24	0.0453
Neutrófilos segmentados (x10 ⁹ /L)	Hembra	5.74 ± 1.16	4.32 ± 0.7	4.39 ± 1.58	4.78 ± 1.15	0.0283
	<i>p valor</i>	0.8083	0.8768	0.6409	0.8581	
Linfocitos (x 10 ⁹ /L)	Macho	3.6 ± 1.10	2.92 ± 0.8	3.29 ± 1.4	3.27 ± 1.1	0.425
	Hembra	3.72 ± 1.05	2.97 ± 0.56	3.02 ± 1.1	3.22 ± 0.9	0.1716
Monocitos (x 10 ⁹ /L)	<i>p valor</i>	0.345	0.7279	0.9659	0.8853	
	Macho	1.23 ± 0.48	1 ± 0.67	0.86 ± 0.32	1.03 ± 0.49	0.2764
Monocitos (x 10 ⁹ /L)	Hembra	1.36 ± 0.34	0.96 ± 0.75	0.87 ± 0.65	1.05 ± 0.58	0.2121
	<i>p valor</i>	0.2806	0.6979	0.8599	0.2302	
Plaquetas (x 10 ⁹ /L)	Macho	0.82 ± 0.21	0.57 ± 0.27	0.54 ± 0.29	0.64 ± 0.25	0.0443
	Hembra	0.67 ± 0.14	0.53 ± 0.17	0.52 ± 0.19	0.56 ± 0.5	0.1436
Plaquetas (x 10 ⁹ /L)	<i>p valor</i>	0.4904	0.8933	0.2207	0.6531	
	Macho	161 ± 79.2	124 ± 61.5	109 ± 49.4	131.43 ± 63.36	0.1962
	Hembra	154 ± 61.6	123 ± 58.8	143 ± 75.7	139.13 ± 65.36	0.5892

7.1.1. Glóbulos rojos

Los glóbulos rojos, no presentaron diferencias según el sexo y la edad (machos $6.11 \pm 1.21 \times 10^{12}/L$ y en hembras $5.68 \pm 0.98 \times 10^{12}/L$), estos valores son similares a los reportados por Luna et al. (2018) en los caballos criollos ecuatorianos con valores de $6.96 \pm 1.07 \times 10^6/\mu L$. Además son similares a los estudios de Chikhaoui et al. (2018) donde no encontraron diferencias según el sexo y edad, los valores en hembras de las edades de 1-2 años fue de $7.13 \pm 1.71 \times 10^{12}/L$ y de 11-23 años fue $6.95 \pm 0.84 \times 10^{12}/L$. Asimismo en machos de 2-4 años fue de $6.31 \pm 0.60 \times 10^{12}/L$ y de 11-23 años fue $6.06 \pm 0.62 \times 10^{12}/L$. Nuestros hallazgos fueron inferiores a los reportados por Massányi et al. (2022) de $7.228 \pm 0.716 \times 10^{12}/L$ en caballos en reposo. Asimismo, a los de Izurieta et al. (2016) quienes señalan que en caballos criados a altitudes superiores a 3000 m.snm los valores de glóbulos rojos son más elevados debido a la adaptación fisiológica a la hipoxia, con intervalos entre $8.3 \pm 1.0 \times 10^6/\mu L$.

7.1.2. Hemoglobina

La hemoglobina no presentó diferencias según el sexo y la edad (machos: $13.75 \pm 3.68 \text{ g/dL}$ y hembras: $14.83 \pm 5.36 \text{ g/dL}$). Estos valores son similares a los reportados por Izurieta et al. (2016) que en equinos nacidos y criados a altitudes mayores a 3000 m.s.n.m. con valores de $14.1 \pm 1.6 \text{ g/dL}$, producto de la estimulación eritropoyética por hipoxia. Massanyi et al. (2022) reportaron $14.41 \pm 1.0 \text{ g/dL}$ en caballos en reposo y Chikhaoui et al. (2018) no encontraron diferencia según sexo y edad, además difieren de $11.46 \pm 1.58 \text{ g/dL}$ reportado por Luna et al. (2018). Giordano et al. (2008) indican que la hemoglobina puede variar de forma transitoria por factores como la contracción esplénica inducida por estrés o ejercicio.

7.1.3. Hematocrito

El hematocrito no mostró diferencias según edad y sexo (machos: $29.75 \pm 5.85\%$ y hembras: $28.06 \pm 3.89\%$). Los valores de hematocrito obtenidos en nuestro estudio difieren de los reportes de Luna et al. (2018) que mostraron valores de $33.15 \pm 4.97\%$, lo que resalta una ligera la influencia de la altitud sobre este parámetro hematológico. Izurieta et al. (2016) reportaron valores más elevados en equinos mantenidos en altura a más de 3000 m.s.n.m., hematocrito de $41.1 \pm 4.4\%$, reflejando una mayor adaptación a la hipoxia y otros estudios como los de Chikhaoui et al. (2018) reportan también valores en machos desde $30.7 \pm 2.17\%$, $31.96 \pm 1.52\%$ y en hembras desde $29.66 \pm 4.62\%$, $34.92 \pm 2.66\%$, sin diferencias según el sexo y edad.

7.1.4. Volumen corpuscular medio

El volumen corpuscular medio no presentó diferencias según el sexo. Sin embargo, al analizar por edad se observaron diferencias en machos ($p = 0.0005$) y hembras ($p = 0.0332$), reflejando un incremento gradual del volumen corpuscular medio conforme avanza la edad. Este aumento con la edad podría estar relacionado con la reducción de la eficiencia hematológica en animales más viejos, lo que lleva a la producción de glóbulos rojos más grandes para mantener la eficacia en el transporte de oxígeno y este fenómeno también se ha observado en estudios realizados por Chikhaoui et al. (2018) donde observaron incrementos a mayor edad y reportaron valores en hembras de 1-2 años 44.36 ± 2.05 fL, 3-5 años 47.78 ± 2.63 fL y 11-23 años 50.16 ± 2.04 fL, asimismo en machos de 2-4 años 48.9 ± 3.96 fL, 5-7 años 49.32 ± 1.07 fL y 11-23 años 51.02 ± 2.33 fL.

Pero otro lado, Giordano et al. (2008) señalan que el volumen corpuscular medio en equinos puede variar debido a factores como la hidratación, el estado nutricional y la madurez eritrocitaria,

manteniéndose generalmente estable en animales sanos. Izurieta et al. (2016) reportaron en caballos criados a más de 3000 m.s.n.m. un valor de 49.6 ± 3.4 fL, siendo muy similar a los nuestros.

7.1.5. *Hemoglobina corpuscular media*

La hemoglobina corpuscular media no mostró diferencias según edad y sexo (machos: 23.59 ± 5.93 pg y hembras: 24.32 ± 4.20 pg), lo que indica que la hemoglobina corpuscular media se mantuvo estable. Los valores obtenidos en nuestro estudio fueron ligeramente altos y difieren con los de Izurieta et al. (2016) que en caballos criados a 3000 m.s.n.m. tenían un menor valor de 16.9 ± 1.1 pg y en caballos a 500 m.s.n.m. Luna et al. (2018) reportaron valores de 16.52 ± 0.98 pg. Por otra parte, Chikhaoui et al. (2018) reportan en hembras diferencias por edad. Massanyi et al. (2022) indican, que la hemoglobina corpuscular media puede variar levemente en caballos sometidos a actividad física prolongada, aunque sin alejarse de valores considerados normales mientras el animal mantenga un adecuado estado nutricional y sanitario.

7.1.6. *Concentración de hemoglobina corpuscular media*

La concentración de hemoglobina corpuscular media no presentó diferencias según edad y sexo (machos: 46.24 ± 6.63 g/dL y hembras: 45.87 ± 2.28 g/dL), lo que indica que la concentración de hemoglobina corpuscular media se mantuvo estable. Pero los valores que encontramos en nuestro estudio fueron ligeramente altos, en comparación con los estudios de Izurieta et al. (2016) que indican que los caballos criados a 3000 m.s.n.m. tenían un valor de 34.3 ± 1.0 g/dL. Massányi et al. (2022) reportaron un valor de 54.11 ± 1.49 g/dL en caballos en reposo y que Chikhaoui et al. (2018) en hembras reportaron diferencia según edad.

7.1.7. Recuento total de leucocitos

El recuento total de leucocitos no presentó diferencias según el sexo. Sin embargo, al analizar la variación por edad, se observaron diferencias en machos $4.94 \pm 1.24 \times 10^9/L$ ($p = 0.0453$) y hembras $4.78 \pm 1.15 \times 10^9/L$ ($p = 0.0283$), evidenciando una disminución del conteo leucocitario conforme aumenta la edad. Los machos jóvenes presentaron un recuento leucocitario ligeramente superior, este resultado podría estar vinculado a un mayor tono inmunitario o estrés, ejercicio y excitación según Giordano et al. (2008). La disminución progresiva del recuento total de leucocitos con la edad observada tanto en machos como en hembras coincide con lo reportado por Freeman et al. (2022), donde se describe que el sistema inmunitario tienden a estabilizarse o disminuir ligeramente a medida que los animales alcanzan la madurez fisiológica. Massányi et al. (2022) observaron un recuento de leucocitos de $5.997 \pm 1.488 \times 10^9/L$ y Freeman et al. (2022) reportaron valores en potrillos de un año $6.0 - 15.0 \times 10^9/L$ y adultos de $4.1 - 10.1 \times 10^9/L$. Sin embargo, Chikhaoui et al. (2018) no reportan diferencias según edad y sexo.

7.1.8. Neutrófilos segmentados

Los neutrófilos segmentados no presentaron diferencias según edad y sexo (machos: $3.27 \pm 1.10 \times 10^9/L$ y hembras: $3.22 \pm 0.90 \times 10^9/L$), indicando estos valores fisiológicos estables. Lo cual coinciden con los reportados por Massányi et al. (2022) que reportaron un valor de $3.530 \pm 1.153 \times 10^9/L$ en caballos en reposo sanos. Freeman et al. (2022) indican valores como en potrillos de un año $3.7 - 5.4 \times 10^9/L$ y en caballos adultos de $1.4 - 5.8 \times 10^9/L$. Massanyi et al. (2022) señalan que incluso en caballos sometidos a cargas de trabajo prolongadas, los recuentos neutrofílicos suelen permanecer dentro de límites normales cuando los animales se encuentran sanos y en buen estado nutricional.

7.1.9. Linfocitos

Los linfocitos no mostraron diferencias según edad y sexo machos: $1.03 \pm 0.49 \times 10^9/L$ y hembras: $1.05 \pm 0.58 \times 10^9/L$, lo que indica que esta variable se mantuvo estable. Massányi et al. (2022) muestran un valor de $2.287 \pm 0.854 \times 10^9/L$ al inicio del experimento sin que el caballo pase por un estrés (caballo sano en reposo) al igual que Adamu et al. (2013) por su parte reportan valores en caballos post carrera de edad de 6-10 años ($1.1 \pm 0.3 \times 10^9/L$) y de 11 – 15 años ($1.1 \pm 0.3 \times 10^9/L$). Por otro lado, Chikhaoui et al. (2018) reportan una diferencia según la edad en machos donde observa una disminución progresiva y Massanyi et al. (2022) indican que, en caballos sometidos a actividad física regular, el recuento linfocitario rara vez sale de los límites normales, siempre que no haya infecciones sistémicas o alteraciones inmunológicas.

7.1.10. Monocitos

Los monocitos no presentaron diferencias según el sexo. Sin embargo, al analizar por edad, se evidencio diferencias solo en machos ($p = 0.0443$), pero no en hembras ($p = 0.1436$). Esta reducción progresiva de monocitos con la edad en machos sugiere un ajuste fisiológico normal, sin evidencias de alteraciones patológicas. Massányi et al. (2022), los monocitos mostrados fue de $0.179 \pm 0.188 \times 10^9/L$ al inicio del experimento (caballos sanos en reposo), Freeman et al. (2022) indican en potrillos de un año con un intervalo de $0.2 - 0.5 \times 10^9/L$ y en adultos con un intervalo de $0.36 - 0.56 \times 10^9/L$ ya que en nuestro estudio podemos apreciar valores un poco más elevados.

Adamu et al. (2013) por su parte reportaron valores de caballos sanos post carrera, en caballos con un buen rendimiento de 6 – 10 años ($0.4 \pm 0.1 \times 10^9/L$) y de 11-15 años ($0.4 \pm 0.1 \times 10^9/L$). Chikhaoui et al. (2018) indican la diferencia según la edad en machos donde podría deberse a la naturaleza del estrés, la raza y el manejo.

7.1.11. Plaquetas

El conteo de plaquetas no presentó diferencias según el sexo (machos: $131.43 \pm 63.36 \times 10^9/L$ y hembras: $139.13 \pm 65.36 \times 10^9/L$), lo que indica que la concentración plaquetaria se mantuvo estable también según edad. Valores similares fueron reportados por Adamu et al. (2013), los valores post carrera, en caballos sanos con un buen rendimiento de 6 – 10 años ($138 \pm 10.7 \times 10^9/L$) y de 11-15 años ($103 \pm 45.8 \times 10^9/L$). Sin embargo, difieren con los reportes de Massányi et al. (2022) de $64.85 \pm 23.83 \times 10^9/L$ en caballos en reposo. Asimismo, Chikhaoui et al. (2018) encuentran diferencias según la edad y sexo, lo que podría estar relacionado con la raza y el manejo.

7.2. Parámetros bioquímicos

El sexo no influye sobre la mayoría de los parámetros bioquímicos evaluados; sin embargo, se identificaron influencias sobre la proteína total, bilirrubina total, nitrógeno ureico, calcio, globulinas y urea ($p < 0.05$). La edad no influyó en la mayoría de los parámetros bioquímicos; sin embargo, solo en machos influyen sobre la fosfatasa alcalina y globulinas ($p < 0.05$), mientras que los demás parámetros fueron estables (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros bioquímicos (promedio ± DE) en caballos, según sexo y edad.

Parámetro		< 2.5 años	2.5 - 6 años	> 6 años	Promedio	p valor
Albúmina (g/dL)	<i>p valor</i>	0.6307	0.2922	0.6338	0.5171	
Macho		3.0 ± 0.4	3.1 ± 0.4	3.0 ± 0.5	3.02 ± 0.43	0.9468
Hembra		2.9 ± 0.3	3.2 ± 0.3	3.1 ± 0.3	3.08 ± 0.3	0.1637
Proteína total (g/dL)	<i>p valor</i>	0.3812	0.0266	0.097	0.1083	
Macho		7.1 ± 1.1	6.1 ± 1.0	6.1 ± 1.0	6.44 ± 1.03	0.0808
Hembra		6.7 ± 0.8	6.9 ± 0.3	6.9 ± 1	6.84 ± 0.7	0.3586
Glucosa (mg/dL)	<i>p valor</i>	0.244	0.5731	0.0783	0.3031	
Macho		77.4 ± 8.6	84.0 ± 22.1	68.8 ± 14.4	77 ± 15.03	0.1398
Hembra		85. ± 17.2	79.2 ± 13.4	79.1 ± 7.2	81.1 ± 12.6	0.5270
Fosfatasa alcalina (U/L)	<i>p valor</i>	0.3713	0.1486	0.176	0.5751	
Macho		256 ± 86.4	165 ± 44.1	162 ± 41.7	194.33 ± 57.4	0.0029
Hembra		223 ± 68.3	196 ± 44.8	199 ± 67.5	206 ± 60.2	0.5861
Aspartato aminotransferasa (U/L)	<i>p valor</i>	0.4072	0.3817	0.6947	0.2451	
Macho		280 ± 57	290 ± 80	265 ± 72	278.33 ± 69.66	0.7470
Hembra		304 ± 67	315 ± 33	277 ± 56	298.66 ± 52	0.3012
Gamma-glutamil transferasa (U/L)	<i>p valor</i>	0.8460	0.6358	0.3981	0.8721	
Macho		11.9 ± 3	12.9 ± 3.93	12.2 ± 2.44	12.34 ± 3.12	0.7786
Hembra		12 ± 2.12	13.8 ± 3.99	11.3 ± 2.16	12.21 ± 2.76	0.1552
Bilirrubina total (mg/dL)	<i>p valor</i>	0.5325	0.0449	0.4375	0.057	
Macho		0.9 ± 0.5	1.0 ± 0.3	1.1 ± 0.3	0.99 ± 0.36	0.4396
Hembra		1.0 ± 0.7	1.4 ± 0.5	1.26 ± 0.63	1.23 ± 0.61	0.4094
Creatina Fosfoquinasa (U/L)	<i>p valor</i>	0.8813	0.8112	0.3608	0.5318	
Macho		214 ± 66.6	250 ± 88.2	272 ± 63.1	244.41 ± 72.63	0.2358
Hembra		209 ± 73.5	240 ± 78.1	246 ± 58.4	232.35 ± 70	0.4817
Nitrógeno ureico (mg/dL)	<i>p valor</i>	0.0375	0.9074	0.0012	0.0012	
Macho		13.7 ± 1.7	15.6 ± 2.4	13.9 ± 2.0	14.39 ± 2	0.1073
Hembra		17.3 ± 4.3	15.7 ± 3.4	17.9 ± 2.6	17.03 ± 3.43	0.3721
Creatinina (mg/dL)	<i>p valor</i>	0.7226	0.5404	0.139	0.2083	
Macho		1.17 ± 0.25	1.21 ± 0.23	1.1 ± 0.15	1.16 ± 0.21	0.5274
Hembra		1.2 ± 0.19	1.28 ± 0.2	1.21 ± 0.15	1.23 ± 0.18	0.6419
Dióxido de carbono total (mmol/L)	<i>p valor</i>	0.1775	0.4788	0.1022	0.1539	
Macho		27.7 ± 1.7	28.4 ± 1.5	27.7 ± 1.6	27.94 ± 1.6	0.5436
Hembra		29.1 ± 2.6	27.8 ± 2.2	29.2 ± 1.9	28.7 ± 2.23	0.3367
Calcio (mg/dL)	<i>p valor</i>	0.9266	0.0303	0.0349	0.0091	
Macho		11.3 ± 1.1	10.7 ± 1.0	10.6 ± 1.3	10.87 ± 1.13	0.3632
Hembra		11.3 ± 0.9	11.5 ± 0.5	11.9 ± 1.1	11.57 ± 0.83	0.4078

		<i>p</i> valor	0.1382	0.4730	0.3982	0.4914	
Sodio (mmol/L)	Macho		136 ± 5.1	139.1 ± 5.8	133.9 ± 6.7	136.34 ± 5.86	0.1648
	Hembra		138.9 ± 3.5	137.1 ± 6.0	136.1 ± 3.7	137.32 ± 4.4	0.4102
Potasio (mmol/L)		<i>p</i> valor	0.1757	0.6731	0.7555	0.5182	
	Macho		5.0 ± 0.7	4.5 ± 0.3	4.4 ± 0.5	4.63 ± 0.5	0.0745
Globulinas (g/dL)	Hembra		4.6 ± 0.5	4.6 ± 0.5	4.5 ± 0.4	4.54 ± 0.46	0.9541
		<i>p</i> valor	0.446	0.0227	0.0413	0.1042	
Urea (mg/dL)	Macho		4.0 ± 1.0	3.1 ± 0.7	3.1 ± 0.7	3.41 ± 0.8	0.0213
	Hembra		3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.4	3.8 ± 0.7	3.75 ± 0.6	0.9078
		<i>p</i> valor	0.0467	0.9022	0.0025	0.0030	
Urea (mg/dL)	Macho		29.27 ± 3.70	33.3 ± 5.20	29.73 ± 4.28	30.8 ± 4.39	0.1073
	Hembra		35.3 ± 7.36	33.67 ± 7.28	36.01 ± 3.01	35.61 ± 5.88	0.7019

7.2.1. Albúmina

La albúmina no presentó diferencias según edad y el sexo, lo que indica que la albúmina se mantuvo estable. Nuestros resultados se encuentran dentro de los valores reportados por Riond et al. (2009) donde nos dan intervalos de 29.6 - 38.5 g/L (2.96 - 3.85 g/dL). Asimismo, Miknienè et al. (2014) mostraron en la raza Zémaïtukai diferencias según edad y sexos, pero siempre dentro del rango fisiológico, reportando valores de 12-35 meses 2.896 ± 0.37 g/dL y de 120- 167 meses de 2.922 ± 0.495 g/dL. De igual forma, Pires et al. (2025) reportaron un valor de 3.3 ± 0.6 g/dL para equinos Lusitanos, coincidiendo con los valores obtenidos en nuestro estudio.

7.2.2. Proteína total

En la proteína total no se encontraron diferencias según la edad, pero sí se observó diferencia según el sexo en el grupo de 2.5 - 6 años ($p = 0.0266$), lo que indica que el efecto del sexo sobre la proteína total es puntual, previa a la etapa adulta del caballo. Las concentraciones de proteína total encontradas están dentro de los valores de referencia descritos por Fielder (2024) que

consigna un intervalo de 65 - 75 g/L (6.5 – 7.5 g/dL) para caballos sanos adultos, lo que coincide plenamente con el rango observado en otra población descrita por Rossdales (2016).

Aros et al. (2017) establecieron referencia hematológicos y bioquímicos en 320 caballos de trabajo aparentemente sanos en Chile, reportando un valor de proteína total de 72 ± 11.2 g/L, son características de equinos clínicamente normales, bajo condiciones de trabajo y manejo rutinario. Pires et al. (2025) reportaron valores 3-5 años de 5.6 ± 0.9 g/dL y de mayores de 6 años de 5.8 ± 0.6 g/dL , lo que muestra que son ligeramente bajos con los valores de nuestro estudio, especialmente en los grupos de 2,5 - 6 y >6 años y también no encontró una diferencia según la edad. Adamu et al. (2013) por su parte también reporta valores que coinciden con nuestro estudio en caballos de 6-10 años: 8.03 ± 0.5 g/dL y de 11-15 años: 8.38 ± 0.71 g/dL, sin encontrar diferencia según la edad.

7.2.3. Glucosa

La glucosa no presentó diferencias según edad y sexo, lo que indica estabilidad de la glucemia. Pires et al. (2025) reportaron valores ligeramente superiores a los nuestros, con valores de 103.90 ± 16.25 mg/dL y 98.50 ± 13.79 mg/dL en caballos de 3-5 años y mayores a 6 años, sin diferencia según edad. Massányi et al. (2022) reportaron un valor de 106.56 ± 6.52 mg/dL en caballos en reposo y Velineni et al. (2024), recopilan distintos rangos de referencia para equinos sanos y señalan que la glucemia en caballos se mantiene habitualmente entre 70 - 135 mg/dL, reforzando que la regulación de la glucosa es estrecha en esta especie, posiblemente su regulación depende de factores intrínsecos y extrínsecos.

7.2.4. Fosfatasa alcalina

La fosfatasa alcalina no mostró diferencias según el sexo. Sin embargo, sí se evidenció diferencia según la edad en los machos ($p = 0.0029$), lo que indica una disminución progresiva de fosfatasa alcalina con la edad. Los valores observados en los diferentes grupos de nuestro estudio coinciden con los reportados para caballos clínicamente sanos. Aros et al. (2017) en 320 equinos urbanos saludables de Chile reportaron un valor ligeramente elevado de 296 ± 121 IU/L. Asimismo, Pires et al. (2025) reportaron valores de 3-5 años de 137.74 ± 47.70 U/L y de mayores a 6 años de 102.65 ± 25.72 U/L, estos autores no encontrando diferencia según la edad.

Satué et al. (2022) señalan que la actividad de esta enzima puede ser dos a tres veces mayor en animales jóvenes respecto a adultos lo que se refleja claramente en los machos < 2.5 años de nuestro estudio. De manera similar estudios fisiológicos como los de Gossett y Francés (1984) describen un descenso progresivo de fosfatasa alcalina con la edad en equinos, especialmente en machos. Fielder (2024) establece rangos amplios para fosfatasa alcalina en equinos adultos de 100 - 400 U/L.

7.2.5. Aspartato aminotransferasa

La aspartato aminotransferasa no presentó diferencias según el sexo y la edad. Al comparar con la literatura de caballos sanos, el estudio “Hepatic Enzyme Profile in Horses” de Satué et al. (2022) informa que los valores de AST en equinos clínicamente sanos es de 150 - 270 U/L. En otro estudio como de Pires et al. (2025) reportaron valores en caballos de 3-5 años de 255.74 ± 50.87 U/L y de mayores a 6 años de 234.75 ± 48.21 U/L. Ferreira et al. (2017) indicaron que los valores pueden interpretarse como una variabilidad esperada en equinos sanos dependiendo de raza, manejo y analizador.

7.2.6. *Gamma glutamil transferasa*

La gamma glutamil transferasa no mostró diferencias según sexo y la edad. Pires et al. (2025) reportaron valores en caballos de 3-5 años de 11.58 ± 4.46 U/L y de mayores a 6 años de 13.91 ± 5.32 U/L, no encontraron diferencias según la edad. Los valores obtenidos coinciden con el reporte de Fielder (2024) que los valores de referencia para GGT en equinos adultos se encuentran entre 11 y 20 U/L. Satué et al. (2022) describieron valores de GGT entre 5 y 20 UI/L en equinos sanos, similar a lo observado en los caballos de nuestro trabajo, confirmando que la variación fisiológica entre grupos etarios es mínima en ausencia de enfermedad hepática.

7.2.7. *Bilirrubina total*

La bilirrubina total no presentó diferencias según la edad, pero si se observó según el sexo en el grupo etario de 2.5 - 6 años ($p = 0.0449$), lo que indica un incremento en hembras respecto a machos (machos 1.0 ± 0.3 mg/dL y hembras 1.4 ± 0.5 mg/dL). Estos valores coinciden con los intervalos reportados por Fielder (2024) de 0.6 a 2.4 mg/dL. Pires et al. (2025) reportaron valores de 2.32 ± 1.05 mg/dL en caballos de 3-5 años y de 2.71 ± 1.12 mg/dL en caballos mayores a 6 años, no encontraron diferencias según la edad.

Satué et al. (2022) evaluó perfiles hepáticos en caballos sanos, reportando valores similares, destacando que la bilirrubina puede mostrar leves fluctuaciones por edad o condición nutricional, pero sin significado clínico en ausencia de otros cambios hepatobiliares.

7.2.8. Creatina fosfoquinasa

La creatina fosfoquinasa no presentó diferencias según el sexo y la edad. Fielder (2024) reporta valores de 100 - 350 U/L. Aros et al. (2017) indican que en equinos urbanos sanos en Chile, el valor es de 323 ± 179 UI/L.

Pires et al. (2025) reportaron valores similares de 207.04 ± 57.26 U/L en caballos de 3-5 años y de 168.91 ± 50.43 U/L en caballos mayores a 6 años, encontrando diferencia según la edad. Satué et al. (2022) al evaluar perfiles musculares y metabólicos en caballos clínicamente sanos, concluyeron que la Creatina fosfoquinasa presenta una variabilidad fisiológica, influenciada ocasionalmente por el ejercicio o el estrés, pero dentro de un rango estrecho cuando no existe daño muscular.

7.2.9. Nitrógeno ureico

El nitrógeno ureico no presentó diferencia según la edad, pero se observó diferencias según el sexo en los caballos < 2.5 años ($p = 0.0375$) y en caballos > 6 años ($p = 0.0012$), así como en el promedio general ($p = 0.0012$), indicando que las hembras presentan valores de BUN más elevados que los machos. Fielder (2024) establece un intervalo entre 10 y 25 mg/dL, lo cual abarca completamente los valores observados en nuestro estudio. Ono et al. (2018) reportaron valores casi similares de nitrógeno ureico en caballos de la raza Noma (15.3 ± 4.5 mg/dL) pero diferente de la raza Kiso (12.2 ± 4.8 mg/dl). Asimismo Ju et al. (1993) reportaron un valor de 16.36 ± 4.19 mg/dl en un grupo de caballos sanos, en ese sentido no se encontró diferencias según el sexo y edad.

7.2.10. Creatinina

La creatinina no presentó diferencias según el sexo y la edad indicando estabilidad de este parámetro. Según Fielder (2024) el rango para creatinina es de 0.9 a 1.7 mg/dL, coincidiendo claramente con los valores de todos los grupos evaluados en nuestro estudio. Pires et al. (2025) en su estudio de referencia en caballos Lusitanos, encontraron valores de 1.39 ± 0.25 mg/dL en caballos de 3-5 años y de 1.48 ± 0.22 mg/dL en caballos mayores a 6 años, coincidiendo con nuestro estudio al no encontrar diferencia según edad. Asimismo Aros et al. (2017) reportaron un valores de 90 ± 26.9 μ mol/L (1.02 ± 0.30 mg/dL).

7.2.11. Dióxido de carbono total

En el dióxido de carbono total no se encontró diferencias según el sexo y la edad. Además, revisiones sobre caballos de carreras muestran que los caballos normales presentan valores de CO₂ total en un intervalo de 26 - 36 mmol/L y que valores por encima de 37 mmol/L se consideran indicativos de alcalosis metabólica inducida (por ejemplo, administración de bicarbonato) más que de un estado fisiológico normal (Medication y Testing , 2008). Dirikolu et al. (2017) reportaron valores 26 – 32 mmol/L en caballos pura sangre y que 38.03 ± 0.7 mmol/L es un indicativo de administración de bicarbonato de sodio. En este contexto los promedios de 27.94 mmol/L en machos y 28.7 mmol/L en hembras en nuestro estudio se encuentran claramente dentro del rango esperado para equinos sanos.

7.2.12. Calcio

El calcio no presentó diferencias según la edad, pero se evidenciaron diferencias según el sexo en los caballos de 2.5 - 6 años ($p = 0.0303$) y en caballos > 6 años ($p = 0.0349$), así como en el

promedio general ($p = 0.0091$), indicando que las hembras tienden a presentar valores ligeramente superiores, especialmente en edades avanzadas. Kritchevsky (2011) indica que la mayoría de los caballos sanos mantienen concentraciones de calcio dentro de rangos estrechos y que las variaciones mayores suelen estar asociadas a alteraciones del metabolismo óseo o renal.

Pires et al. (2025) reportan valores similares a nuestro estudio en caballos de 3-5 años es 11.22 ± 0.92 mg/dL, de mayores a 6 años es 11.03 ± 1.01 mg/dL, sin encontrar diferencia según edad, lo que se interpreta como fisiológica. Así mismo Massányi et al. (2022) reportaron que el calcio puede aumentar según el trabajo o ejercicio.

7.2.13. Sodio y potasio

En el sodio y potasio no se encontraron diferencias según el sexo y la edad, y se mantuvieron estables. Pires et al. (2025) reportaron valores en sodio de 141.43 ± 5.86 mmol/L en caballos de 3-5 años y de 140.55 ± 6.68 mmol/L en caballos mayores a 6 años, en potasio de 3.89 ± 0.62 mmol/L en caballos de 3-5 años y de 3.62 ± 0.55 mmol/L en caballos mayores a 6 años, siendo similar a nuestro estudio porque no se encontró diferencias según la edad. De manera complementaria, Adamu et al. (2013) reportaron también en caballos sanos post carrera valores de sodio de 135.8 ± 4.3 mmol/L en caballos de 6-10 años y de 134.3 ± 4.6 mmol/L en caballos de 11-15 años, en potasio de 4.6 ± 0.5 mmol/L en caballos de 6-10 años y de 4.6 ± 0.4 mmol/L en caballos de 11-15 años. Maier y Kienzle (2025) sobre el balance de electrolitos en equinos destaca que el sodio y el potasio séricos muestran variaciones relativamente pequeñas en caballos sanos y que los cambios más marcados suelen asociarse a ejercicio intenso, deshidratación.

7.2.14. Globulinas

Las globulinas presentaron diferencias según el sexo en los grupos de 2.5 - 6 años ($p = 0.0227$) y mayores 6 años ($p = 0.0413$). También según la edad en los machos ($p = 0.0213$). Fielder (2024) indica un intervalo de 2.7 - 4.4 g/dL para caballos. Pires et al. (2025) reportan valores de 2.31 ± 0.66 g/dL en caballos de 3-5 años y de 2.51 ± 0.59 g/dL en caballos mayores a 6 años y no encontró diferencias según la edad. Riond et al. (2009) detallan que la disminución observada en machos < 2.5 años (4.0 ± 1.0 g/dL) versus adultos (3.1 ± 0.7 g/dL), puede atribuirse a cambios fisiológicos asociados al crecimiento y a la maduración del sistema inmunitario.

Estudios en machos de distintas edades en animales jóvenes tienden a mostrar fracciones globulínicas más elevadas debido a una mayor producción de inmunoglobulinas y actividad inmune más intensa, lo que puede disminuir ligeramente con la madurez (Alberghina et al., 2011). Dado que las hembras no presentaron variaciones por edad, se puede deducir que en hembras podría existir una mayor carga de globulinas circulantes asociada a factores fisiológicos como la inmunidad humoral, posibles gestaciones previas o variabilidad hormonal, aunque dentro de rangos normales (Walton et al., 2021). La literatura aún no define claramente diferencias por sexo en globulinas totales en equinos sanos, por lo que este aspecto puede ser una observación interesante para investigaciones.

7.2.15. Urea

En la urea se evidenciaron diferencias según el sexo en el grupo < 2.5 años ($p = 0.0467$) y en el grupo de > 6 años ($p = 0.0025$), así como en el promedio general ($p = 0.0030$) indicando que las hembras presentan niveles de urea consistentemente superiores a los machos. Aunque la edad no se presentó diferencias. Fielder (2024) indica que la urea oscila entre 10 y 30 mg/dL. Pires et al.

(2025) reportaron valores de 28.71 ± 3.24 mg/dL en caballos de 3-5 años y de 29.02 ± 5.25 mg/dL en caballos mayores a 6 años, y no encontrando diferencia según la edad. Aros et al. (2017) evaluaron caballos de trabajo sanos en Chile, reportando un valor de 7.31 ± 1.8 mmol/L (43.9 ± 10.8 mg/dL) y Massányi et al. (2022) observaron diferencias en los valores de urea según el manejo en caballos sanos.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

En sexo del caballo no influyó sobre los parámetros hematológicos. La edad influyó sobre el volumen corpuscular medio, recuento total de leucocitos y los monocitos. El volumen corpuscular medio mostró un incremento en los grupos adultos. Además, los monocitos disminuyeron en machos adultos, reflejando un ajuste inmunológico asociado a la edad. En contraste los otros parámetros se mantuvieron estables, que corresponden a procesos fisiológicos propios de los caballos criollos.

En los parámetros bioquímico la edad no influyó, a excepción de la fosfatasa alcalina y las globulinas en caballos machos. El sexo influyó sobre la proteína total, la bilirrubina total, nitrógeno ureico, las globulinas, calcio y urea. La fosfatasa alcalina disminuyó en machos adultos, asimismo, el nitrógeno ureico y la urea fueron más elevados en hembra que en machos, lo que sugiere particularidades en el metabolismo proteico y renal según el sexo.

8.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios hematológicos en caballos criollos y otras razas presentes en regiones alto andinas, ampliando la muestra, incluyendo diferentes estaciones del año y evaluando factores como la nutrición, la carga de trabajo y la altitud.

Se recomienda también realizar más investigaciones respecto al efecto del ejercicio físico sobre los principales parámetros hematológicos y bioquímicos.

IX. REFERENCIAS

- Adamu, L., Noraniza, M. A., Rasedee, A., & Bashir, A. (2013). Effect of age and performance on physical, hematological, and biochemical parameters in endurance horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(6), 415–420. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.07.015>
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 11, pp.333-338.
- Alberghina, D., Giannetto, C., Vazzana, I., Ferrantelli, V., & Piccione, G. (2011). *Reference intervals for total protein concentration , serum protein fractions , and albumin / globulin ratios in clinically healthy dairy cows.* 114, 111–114. <https://doi.org/10.1177/104063871102300119>
- Anna, M., Weiser, G., Allison, R., & Campbell, T. (2012). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry* (2nd Editio). <https://www.wiley.com/en-us/Veterinary+Hematology+and+Clinical+Chemistry%2C+2nd+Edition-p-9780813810270>
- Arias, M., & Pérez, P. (2006). Comparación de los valores del Hemoleucograma entre caballos de carreras Pura Sangre Inglés velocistas y fondistas del hipódromo los Comuneros de Guarne , Antioquia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 1, 7–13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428096002>
- Aros, K., Carrasco, J., Briones, R., & Tadich, T. A. (2017). *Haematological and serum biochemical reference values for urban-working equines in Chile.* 33, 27–33.
- Bohorquez, D., & Duque, N. (2010). Valores hematológicos en yeguas paso fino colombiano y sus variaciones con ejercicio , en los municipios de Tabio y Cajicá Cundinamarca. *Universidad de La Salle Ciencia Unisalle Medicina Veterinaria*, 1–52.
- Bolger, C. (2003). El análisis de sangre para el caballo de deporte. *Publicado En La Revista*

- Ecuestre – Hurse 1.* <http://www.spillers.es/art-41>
- Bracco, D., Bracco, R., & Fariña, R. (2016). *Difusión temprana del caballo en territorio de la Actual República Oriental del Uruguay: Arqueología e historia.* <http://hdl.handle.net/11441/63400>
- Bush, B. (1999). Interpretacion de los Analisis de Laboratorio. *Hospital Universitario 12 de Octubre - Salud Madrid*, 3.
- Callejas, Á., García, C., Rosell, A., & Siguenza, F. D. (2022). *La equinoterapia esa gran desconocida que a todos ayuda.* 1–10. https://www.upct.es/gestionserv/inter/espacios_usuarios/web_servsimip_fich/doc_secciones/3751a-equinoterapia-articulo-cientifico.pdf
- Campuzano, G. (2008). *Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: los eritrocitos**. 14(5), 311–357.
- Cardoso de Barros, F., Vidal, B., Aguiar, P., & Guerrero, T. (2022). Hematological and biochemical values in Breton breed horses in Brasília-DF. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm001122>
- Castillo, C., Tobón, M., Cano, C., Hernández, J., Suárez, A., & Vásquez, E. (2010). *Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del valle de Aburrá**. 1–18.
- Catherine, P., Suárez, B., Alberto, C., Martínez, C., & Ruiz, I. C. (2014). *Standardization of Serum Creatinine Levels in Healthy Dogs Related to Body Weight at the South Valley of Aburra , Colombia.*
- Chapman, S., & Hostutler, R. (2013). A laboratory diagnostic approach to hepatobiliary disease in small animals. *Veterinary Clinics of NA: Small Animal Practice*. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.07.005>

- Chikhaoui, M., Smail, F., & Adda, F. (2018). *Blood hematological values of Barb horses in Algeria.* 8, 330–334.
- Choquecota, L. (2022). “*Valores de serie roja y constantes clínicas en caballos con aclimatación a la altura pertenecientes a los regimientos de caballería de la región Puno*” [Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano]. chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18740/Choquecota_Guillen_Luis_Fernando.pdf?sequence=1
- Collado, V., Porras, R., Cutuli, M. T., & Gómez, E. (2008). El sistema inmune innato y sus mecanismos. *Revista Complutense de Ciencias Veterinaria*, 2(1), 1–16.
- Collao C, J. L., Lí E, O., Vásquez E, M., Suárez A, F., Hoyos S, L., Moreno S, P., & Llamocca G, J. (2013). *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.* 24(4), 411–416. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i4.2726>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2020). *Un estudio genético descarta Anatolia y el sur del Cáucaso como la cuna de los caballos domésticos.*
- Cunningham, J., & Klein, B. (2013). *Fisiología veterinaria* (5ta edición). Elsevier.
- Díaz, H., Gavidia, C., Li, O., & Tió, A. (2011). Enzimática sérica en caballos Peruanos de Paso del valle de Lurín , Lima. *Rev Inv Vet Perú*, 22(3), 213–222.
- Dirikolu, L., Waller, P., Waguestock, M. L., Michael, F., Keown, M. L., & Gaunt, S. D. (2017). *Original Article The effect of sodium bicarbonate and validation of beckman coulter AU680 analyzers for measuring total carbon dioxide (TCO2) concentrations in horse serum.* 263–269. <https://doi.org/10.1002/vms3.82>
- Doulatov, S., Notta, F., Laurenti, E., & Dick, J. E. (2012). Review Hematopoiesis. *Cell Stem Cell*,

- 10(2), 120–136. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2012.01.006>
- Earth Google. (2024). *Google Earth*.
- <https://earth.google.com/web/search/Ubicacion+geografica+del+distrito+de+Layo+Cusco+Peru/@-14.53279095,-71.10182378,4120.31680387a,36005.14253702d,35y,0h,0t,0r/data=CqMBGnUSbwolMHg5MTY4ZGVjOWE0ZDg2ZDY1OjB4ZjVIYmFmYjZmZjMxODhhZBkVl5mIbQEtwCFQwkzbv8dRwCo0VW>
- Ferreira Padilha, G. F., Giorgia Dimache, A. L., Queiroz deAlmeida, F., & Reis Ferreira, A. M. (2017). *Revista Brasileira de Zootecnia Short Communication Blood biochemical parameters of Brazilian sport horses under training in tropical climate.*
- Fielder, S. E. (2024). *Serum Biochemical Analysis Reference Ranges*.
- <https://www.msdvetmanual.com/reference-values-and-conversion-tables/reference-guides/serum-biochemical-analysis-reference-ranges>
- Freeman, K. P., Farr, A. J., Barrelet, A., & Marrow, B. (2022). Hematology of Equids. In *Schalm's Veterinary Hematology*, Edited by Marjory B. Brooks, Kendal E. Harr, Davis M. Seelig, K. Jane Wardrop, and Douglas J. Weiss. John Wiley & Sons. Seventh Edition. (pp. 993–1003).
- Gaspar, O. (2011). "Características zootómicas del caballo Morochuco, Ayacucho" (Vol. 1) [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
- http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gaxiola, S., Castro, N., Barraza, C., Enriquez, I., & Solis, J. (2020). Manual de prácticas del laboratorio de Parasitología. *Universidad Autónoma de Sinaloa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 3–61.

- Giordano, A., Rossi, G., Pieralisi, C., & Paltrinieri, S. (2008). *Evaluation of equine hemograms using the ADVIA 120 as compared with an impedance counter and manual differential count.* 1, 21–30. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2008.00012.x>
- Gossett, K. A., & Francés, D. . (1984). Effect of age on liver enzyme activities in serum of healthy Quarter Horses. *American Journal of Veterinary Research*, 45(2), 354–356.*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6143523/> PubMed
- Grondin, T., & Dewitt, S. (2010). *Normal hematology of the horse and donkey*. In: Schalm's *Veterinary Hematology*. (6th ed.).
- Guzmán, L., & Orozco, W. (2020). *Manual de consulta en medicina clínica equina*. Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal.
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. <https://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/?id=CensosNacionales>
- Izurieta, J., Luna, D., Cedeño, Y., & Chacha, S. (2016). Determinación de Los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte Ecuatoriana. *La Granja:Revista de Ciencias de La Vida*, 25(1), 62–70. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.06>
- Jain, N. C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology*. Wiley.
- Ju, J. C., Cheng, S. P., Fan, Y. K., Hsu, J. C., & Chiang, S. K. (1993). *Investigation of equine hematological constituents in central Taiwan. I distribution of the blood cell parameters and the biochemical compositions of serum*. pag. 147-153. chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.animbiosci.org/upload/pdf/6-24.pdf>
- Junqueira, L., & Carneiro, J. (2000). *Histología básica: texto y atlas* (Masson (ed.); 5^a ed.).

Junqueira, L., & Carneiro, J. (2022). *Histología Básica* (Editorial Médica Panamericana (ed.); 13th ed.).

Kent, J., & Ewbank, R. (1986). *The effect of road transportation on the blood constituents and behaviour of calves . II . one to three weeks old.* 132–140. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90088-6](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90088-6)

Kritchevsky, J. S. (2011). *Recognizing and treating disorders of calcium metabolism in horses.* <https://www.dvm360.com/view/recognizing-and-treating-disorders-calcium-metabolism-horses-proceedings>

Lucano, G. (2019). *Valores hematológicos de referencia en equinos (Equus ferus caballus) de trabajo a dos diferentes altitudes en la Provincia de Cajamarca.* Tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Luna, D., Hernández, K., Chacha, S., & Cedeño, Y. (2018). Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del Ecuador. *La Granja:Revista de Ciencias de La Vida,* 28(2), 92–102. <https://doi.org/doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.07>

Maier, I., & Kienzle, E. (2025). *A Meta-Analysis on Quantitative Sodium , Potassium and Chloride Metabolism in Horses and Ponies.*

Manz, M., Traver, D., Miyamoto, T., Weissman, I., & Akashi, K. (2016). *Plenary paper Dendritic cell potentials of early lymphoid and myeloid progenitors.* 97(11), 3333–3342.

Martínez, P. P., P, A. M. P., & Participation, C. M. B. (2010). *Participação da excreção renal de cálcio , fósforo , sódio e potássio na homeostase em cães sadios e cães com doença renal crônica 1.* 30(10), 868–876.

Massányi, M., Halo, M., Massányi, P., Mlyneková, E., Greń, A., & Formicki, G. (2022). Changes

- in haematological and biochemical parameters in blood serum of horses during exposition to workload stress. *Heliyon*, 8(12), 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12241>
- Medication Racing y Testing Consortium. (2008). *Recommended “best practices” for tco2 testing and sample collection*.
- Meyer, D. J., & Harvey, J. W. (2004). *Veterinary laboratory medicine: Interpretation & diagnosis* (3º Ed. Sau).
- Miknienė, Z., Maslauskas, K., Kerzienė, S., Kučinskienė, J., & Kučinskas, A. (2014). *The effect of age and gender on blood haematological and serum biochemical parameters in Žemaitukai horses*. 65(87).
- Montoya, A. (2017). *Valores bioquímicos indicadores de funcionamiento hepático y renal en perros clínicamente sanos clasificados por edad y género*.
- Moreno, F. (2008). *Evaluación de 30 parámetros hemáticos en bovinos bos indicus en los municipios de San Juan de Urabá y arboletes del Uraba Antioqueño*. Universidad CES.
- Muñoz, A., Riber, C., Trigo, P., & Castejón, F. (2012). Research in Veterinary Science Age- and gender-related variations in hematology , clinical biochemistry , and hormones in Spanish fillies and colts. *Elsevier*, 93, 943–949. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.11.009>
- Muñoz, & Naveira. (2007). Prevalencia y tratamiento de la anemia en el paciente crítico. *Medicina Intensiva*, 31(7), 388–398. [https://doi.org/10.1016/S0210-5691\(07\)74843-X](https://doi.org/10.1016/S0210-5691(07)74843-X)
- Ono, T., Yamada, Y., Hata, A., & Miyama, T. S. (2018). *Reference values of hematological and blood biochemical parameters for the Noma horse*. September.
- Oviedo, F. (2020). “ *Perfiles enzimáticos y constantes fisiológicas en caballos alto andinos de carrera de la provincia de Canas - Cusco .* ” Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Pappaterra, G. (2002). *Efecto in vitro e in vivo de un inmunomodulador compuesto por LPS de e.*

coli y propionibacterium granulosum sobre el sistema inmune del cerdo trabajo.

Departament de Sanitat ID' Anatomia Animals Facultat de Veterinària Universitat Autònoma de Barcelona efecto.

Pires, M. J., Cotovio, M., Queiroga, F., Pires, C. A., & Silvestre, A. C. (2025). *Reference Intervals for Biochemical Analytes in Clinically Healthy Adult Lusitano Horses*. 1–12.

Pritchard, J. C., Lindberg, A. C., Main, D. C. J., & Whay, H. R. (2005). *Assessment of the welfare of working horses , mules and donkeys , using health and behaviour parameters*. 69, 265–283. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.02.002>

Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats. *Elsevier, 10th Editi.*

Ramírez, L. (2006). La volemia en los animales domésticos. *Mundo Pecuario, II*, 4–5.

Reagan, W., Sanders, T., & Denicola, D. (2019). *Hematología Veterinaria. Atlas de Especies Domésticas Comunes*. <https://www.quirumed.com/es/hematologia-veterinaria-atlas-de-especies-domesticas-comunes.html>

Riond, B., Wenger-Riggenbach, B., Hofmann-Lehmann, R., & Lutz, H. (2009). Serum protein concentrations from clinically healthy horses determined by agarose gel electrophoresis. *Veterinary Clinical Pathology. Wiley Online Library*. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2008.00100.x>

Rodríguez. (2019). *Estudio Hematológico en el Caballo Criollo Colombiano del Área Metropolitana de Cúcuta “Criadero Equino Villa María.”* Universidad de Pamplona.

Rojas, V. (2014). Valores hematológicos en el caballo Morochuco, según edad y sexo; Ayacucho. In *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga* (Vol. 1). http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?s

- quence=1&isAllowed=y
- Rosddales. (2016). *Reference ranges. Adult thoroughbred horses at stud.* 1–2.
- Santiago, M. del R. (2020). Manual de Prácticas Parasitología. *Universidad Autónoma Del Estado de México Centro Universitario UAEM Amecameca Licenciatura En Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 3–31.
- Satué, K., Miguel pastor, L., Chicharro, D., & Carlos, J. (2022). *Hepatic Enzyme Profile in Horses.* <https://doi.org/10.3390/ani12070861> MDPI+1
- Schalm, O. W., & Feldman, B. F. (2000). *Schalm's veterinary hematology* (5^a ed. Wil).
- SENAMHI. (2024). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.* <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=estaciones>
- Shortman, K., & Naik, S. (2007). *Steady-state and inflammatory dendritic-cell development.* 7(January), 19–30. <https://doi.org/10.1038/nri1996>
- Solanet, E. (1946). *Caballo criollo: Patrimonio cultural Argentino.*
- Southwood, L. L. (2013). *Normal Ranges for Hematology and Plasma Chemistry and Conversion Table for Units.* 2008, 339–342.
- Tizard, I. (2009). *Veterinary Immunology: An Introduction* (S. Elsevier. (ed.); 8th Ed.).
- Velineni, S., Schiltz, P., & Cowles, B. (2024). *Accuracy and validation of a point-of-care blood glucose monitoring system for use in horses.* October, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1436714>
- Walton, R. M., Cowell, R. L., & Valenciano, A. C. (2021). *Equine Hematology, Cytology, and Clinical Chemistry* (John Wiley).
- Willard, M., & Tvedten, H. (2012). *Diagnóstico clínico en pequeños animales por métodos de laboratorio* (5.^{ta} edici).

Zuluaga, A., Casas, M., Martínez, J., & Castillo, V. (2022). Parámetros hematológicos, bioquímicos y endocrinos en la respuesta aguda al ejercicio de intensidad creciente en caballos de Paso colombianos. *Rev Mex Cienc Pecu*, 211–224.

X. APÉNDICE Y ANEXOS

Anexo 1. Cronometría equina

0	Petros	Adultos
Palas	Al nacimiento o primera semana	2,5-3 años
Medios	4-6 semanas	3,5-4 años
Extremos	6-9 meses	4,5-5 años
Caninos		4-6 años (machos)
Premolares	1 semana (P1)-2 semana (P2) 4-6 semanas	2,5-3 años (P1)-3-4 años (P2)- 4-5 años (P3)
Molares	9-12 meses (M1)	2 años (M2) 3,5-4 años (M3)
Rasamiento		
Palas	10 meses	6 años (I) 9 años (S)
Medios	12 meses	7 años (I) 10 años (S)
Extremos	15-20 meses	8 años (I) 11-12 años (S)
Surco de Galvayne		
Extremos		10 años al inicio 15 años en la mitad 20-21 años al final
Cola de alondra		
Extremos		4-18 años
Cambio de forma dental		
Redondeado		9-10-11 años (inferiores) 12-13-14 años (superiores)
Triangular		15-16-17 años (inferiores) 18-19-20 años (superiores)
Biangular		18-19-20 años (Inferiores) 21-22-23 años (superiores)

Anexo 2. Ficha clínica

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
ANTONIO ABAD DEL CUSCO
MEDICINA VETERINARIA
FILIAL SICUANI**

**Historia Clínica**

Fecha: _____

Datos del Propietario

Nombre: _____ Teléfono: _____
 Domicilio: _____

Reseña del Paciente:

Nombre: _____ Raza: _____ Sexo: _____
 Edad: _____ Color: _____
 Peso: _____
 Señas Particulares: _____

Anamnesis

Historia o Antecedentes:

Dieta: _____

Desde cuando tiene a su caballo? _____

Existen otros animales? _____

Descripción del medio ambiente donde vive: _____

Enfermedades que ha padecido: No ____ No sabe ____ Si ____ Cuales _____

Vacunaciones y Desparasitaciones Previas:

Influenza/Tetanos No ____ No sabe ____ Si ____ Fecha _____

Ha estado expuesto recientemente a enfermedades infecciosas: Si ____ Cual: _____

¿Hace cuánto? _____ No ____ No sabe _____

Última desparasitación y producto: _____

Con que frecuencia se le desparasita al equino y que producto utilizan: _____

Examen Físico

Constantes Fisiológicas:

Temperatura: _____ °C

Pulso: _____ / minuto

Frecuencia Cardiaca: _____ / minuto

Frecuencia Respiratoria: _____ / minuto

Tiempo de llenado capilar _____ / segundo

Mucosas _____

Motilidad GI (izq., der.) _____

Aspecto General: _____

Aparato Locomotor: _____

Aparato Respiratorio: _____

Aparato Circulatorio: _____

Aparato Digestivo: _____

Aparato Genitourinario: _____

Sistema Nervioso: _____

Oídos: _____

Ojos: _____

Ganglios Linfáticos: _____

Piel: _____

Exámenes Complementarios: _____

Diagnóstico Presuncional: _____

Diagnóstico Definitivo: _____

Tratamiento: _____

Observaciones: _____

Firma del Clínico Responsable:

Anexo 3. Ficha de consentimiento**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo.....con DNI nº.....

Con domicilio en.....,

Teléfono: Propietario de..... ,

especie..... , sexo.....,

Raza.....,edad.....,color.....

Nº de Identificación o señas particulares

Manifiesto que he recibido y entendido la información sobre el procedimiento que se le realizará a mi equino al que voluntariamente autorizo se someta hasta concluir el trabajo de investigación , las actividades a realizarse son la desparasitación y posteriormente la extracción de sangre para su análisis de hemograma y perfiles bioquímicos.

Propietario

Tesista responsable

Anexo 4. Flujograma de trabajo

Paso 1: Selección de Caballos: Revisión médica, clasificación por edad, sexo y características morfológicas, y obtención de consentimiento informado.



Paso 2: Se realizo un control de carga parasitaria y posteriormente se desparasito a los caballos y que luego nuevamente se realizo un control de la carga parasitaria.



Paso 3: Preparación para la Toma de Muestras: Uso de guantes, jeringas, y tubos EDTA/tapa roja, y fichas clínicas para identificación.



Paso 4: Obtención de Muestras: Venopunción yugular con antisepsia, extracción de 8-9 ml de sangre, distribución en tubos específicos.



Paso 5: Almacenamiento Temporal: Conservación en tubos vacutainer (EDTA y tapa roja) y preservación en una caja termica con hielo.



Paso 6: Transporte de Muestras: Traslado inmediato al laboratorio adaptado.



Paso 7: Procesamiento en el Laboratorio: Análisis de hemograma (Genrui KT- 6400 Vet.) y perfil bioquímico (Skyla VB1) tras centrifugación.



Paso 8: Almacenamiento de Muestras: Conservación del suero en congeladora a -20⁰C y almacenamiento de datos de los resultados del hemograma en una base electrónica.



Paso 9: Traslado y procesamiento al laboratorio externo: Se traslado las muestras congeladas en un caja termica para su inmediato procesamiento en la Veterinaria Goofy para la obtencion de resultados del perfil bioquímico



Paso 10: Análisis de datos: Procesamiento estadístico, normalidad pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Para evaluar la influencia de la edad se aplicó un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha <0.05$). En cada grupo etario la influencia del sexo se evaluó mediante la prueba t de Student.

Anexo 5. Protocolos de análisis coproparasitologicos (cualitativo y cuantitativo)

Métodos cualitativos:

Son aquellos los cuales hacen uso de procedimientos y sustancias específicas, para mejorar las posibilidades de la identificación cualitativa de los parásitos, ya sea larvas, huevos u ooquistes y esta técnica de flotación es la adecuada para la búsqueda de huevos de nematodos, cestodos y ooquistes de coccidios (Gaxiola et al., 2020).

La técnica de flotación.- se fundamenta en el uso de soluciones con una densidad superior a la del agua ($1.200\text{--}1.300\text{ g/cm}^3$), lo que permite que estructuras con menor peso específico, como ooquistes de protozoarios, huevos de helmintos y algunos huevos de artrópodos (por ejemplo, ácaros de vida libre), asciendan a la superficie.

Procedimiento

Se toma aproximadamente 3 gramos de heces frescas, recolectadas de distintas zonas de la muestra, y se homogenizan en un mortero. Luego, se diluyen en 42 mL de agua desmineralizada contenida en un vaso de precipitados. La suspensión fecal se filtra tres veces utilizando una coladera con triple malla para eliminar residuos sólidos.

Posteriormente, se transfiere la suspensión filtrada a un tubo de ensayo, el cual se coloca en una gradilla y se deja sedimentar durante 15 minutos. Una vez completado el proceso de sedimentación, se retira cuidadosamente el sobrenadante y se completa el volumen del tubo con una solución glucosada saturada, formando un menisco convexo en la parte superior. Sobre este menisco se coloca cuidadosamente un cubreobjetos, el cual se deja en contacto con la solución durante 30 minutos para permitir la adherencia de los huevos a su superficie.

Transcurrido este tiempo, se retira el cubreobjetos y se coloca sobre una lámina portaobjetos para su observación microscópica, utilizando el objetivo de 10x. Cabe destacar que esta técnica es

de carácter cualitativo; por lo tanto, la detección de huevos no permite estimar el grado de infección. En casos donde se requiere cuantificación, es necesario aplicar métodos complementarios de tipo cuantitativo (Gaxiola et al., 2020).

Método cuantitativo:

Técnica de McMaster: Es una técnica cuantitativa para determinar la eliminación de huevos de helmintos u ooquistes de protozoarios presentes en la materia fecal. El principio de esta técnica de diagnóstico se basa en la utilización de una solución saturada, generalmente elaborada con cloruro de sodio, aunque pueden utilizarse otras soluciones saturadas, las cuales por su densidad, permiten que los huevos de helmintos y ooquistes de protozoarios (formas parásitas) presentes en la materia fecal, floten y puedan ser observados y contabilizados en una cámara de McMaster, para determinar su cantidad por gramo de heces (Santiago, 2020).

La base matemática de esta técnica cuantitativa, es que una muestra de 2 g de heces se diluye en solución saturada en un volumen de 28 ml en una probeta, los cuales permiten el desplazamiento de la suspensión en un volumen total de 30 ml.

Esta muestra es homogenizada para depositar mediante un gotero, en una cámara de McMaster, la cual cuenta con dos compartimentos, cada uno de los cuales mide un cm², con una altura de 0.15 cm, dando una suma total de los dos compartimentos de 0.30 ml que corresponden al 100%, por lo que la cantidad de huevos u ooquistes contabilizados, se multiplican por 100 y se divide entre dos puesto que se utilizaron 2 g de heces, expresándose el resultados, como el número de ooquistes o huevos de helmintos por gramo de heces (Santiago, 2020).

Anexo 6. Resultados de los exámenes coproparassitologicos.

En la primera etapa para verificar la carga parasitaria de los equinos a través del análisis coproparasitológico mediante los métodos cualitativos y cuantitativos se evidenciaron los siguientes parásitos:

Método cualitativo:

Nematodos:

- *Strongyloides westeri*

Oxiurus equi Cestodos:

- *Anoplocephala* ssp.

Método cuantitativo:

Nematodo:

- *Strongyloides westeri*; el caballo con más carga parasitaria presenta en cámara 1(37 huevos) y en cámara 2(30 huevos) : $((37+30) \times 100) / 2 = 3350$ huevos por gramo de heces.

- *Oxiurus equi*; el caballo con más carga parasitaria presenta en cámara 1(1 huevos) y en cámara 2(3 huevos): $((1+3) \times 100) / 2 = 200$ huevos por gramo de heces.

Cestodos:

- *Anoplocephala* ssp.; el caballo con más carga parasitaria presenta en cámara 1(2 huevos) y en cámara 2(1 huevos): $((2+1) \times 100) / 2 = 150$ huevos por gramo de heces.

En el control de la carga parasitaria que se realizó ya solo por el método cuantitativo McMaster ya no se logró observa ningún tipo de huevo de parásitos, este control se realizó a las dos semanas después de la desparasitación que nos indica que el desparasitante tuvo un efecto positivo.

Anexo 7. Tablas de datos del excel de los perfiles hematológicos y bioquímicos.

Tabla 7. Grupo 1 de machos de 10 meses a 2.5 años de edad.

GRUPO 1 DE MACHOS DE 10 MESES A 2.5 AÑOS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
2	2 años	6.54	14	31.4	48.1	21.4	44.5	6	3.2	1.7	1.1	48
10	10 meses	7.93	16.4	36.3	45.9	20.4	44.6	6.3	3.9	1.4	1	134
11	2.5 años	7.96	16	37.4	46.9	20.1	42.8	7	3.9	2	1.1	254
14	2 años	4.38	9.4	21	48.1	21.4	44.7	4	2	1.5	0.5	138
19	2 años	7.65	15.7	35.4	46.4	20.5	44.3	5.9	3.9	1.2	0.8	331
22	2-2.5 años	6.41	13.4	27.4	42.8	23.38	44.5	5.8	3.6	0.5	0.8	175
50	2-2.5 años	8.53	15.1	36.4	42.7	17.7	41.7	7.7	5.8	1.1	0.8	157
39	1 año	6.88	13.4	32.1	46.7	44.9	44.5	5.8	3.6	0.5	0.9	102
49	2-2.5 años	4.3	9.3	20.6	48.1	21.6	45.1	3.8	1.9	1.3	0.6	134
55	12 meses	4.9	11	22.8	46.6	22.4	48.2	5.9	4.2	1.1	0.6	139

GRUPO 1 DE MACHOS DE 10 MESES A 2.5 AÑOS DE EDAD

ID DEL CABALLO		PERFIL BIOQUIMICO															
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
2	2 años	3.6	7.2	74	377	329	16	0.6	205	11	1.55	30.3	12.5	147	5.8	3.6	23.5
10	10 meses	3.2	7.1	67	294	283	18	0.5	323	12.7	0.95	28.1	12	133	5.1	3.9	27.2
11	2.5 años	3.2	6.9	65	249	347	10	1.8	174	13.1	1.08	28.2	11	132	6	3.7	28
14	2 años	2.6	6.6	85	214	207	14	0.6	171	15.1	1.12	30	10.8	135	5.1	4	32.3
19	2 años	3.2	6.9	72	169	319	10	1.2	329	12.4	1.41	27.4	10.8	132	3.5	3.7	26.5
22	2-2.5 años	2.9	5.5	74	164	293	11	1.5	164	14	1.03	26.3	9.7	132	4.9	2.6	30
50	2-2.5 años	3.4	7.8	90	395	332	10	1	176	14.8	1.24	24.9	13.1	138	5	4.4	31.7
39	1 año	2.9	7.7	76	194	267	10	0.4	194	12	1.47	26.5	10.9	134	4.9	4.8	25.7
49	2-2.5 años	2.3	5.6	84	181	173	10	0.5	144	15.1	1.07	28.4	10	133	5.1	3.3	32.3
55	12 meses	2.9	9.3	87	323	251	10	0.4	259	16.6	0.76	26.6	12	142	4.2	6.4	35.5

Tabla 8. Grupo 2 de machos de 2.5 años a 6 años de edad.

GRUPO 2 DE MACHOS DE 2.5 AÑOS A 6 AÑOS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
1	4 años	6.7	14.8	33.8	50,5	22	43.7	5.6	2.6	2	1	132
16	3 años	7.12	15.7	38.8	54.5	22	40.4	5.4	2.6	2.2	0.6	105
21	3.5 años	6.7	14	32.4	48.5	20.8	43.2	4.6	2.9	1	0.7	121
24	4-5 años	6.21	13.5	29.3	47.2	21.7	46	4.7	2.6	1.4	0.7	144
28	3.5 años	4.8	11.7	25	52.1	24.3	46.8	2.9	2.1	0.5	0.3	77
29	3.5 años	6.01	13.4	29.2	48.6	22.2	45.8	5.3	5	0.2	0.1	195
36	3 años	5.78	13.1	29.4	51	22.6	44.5	4.9	3	0.7	0.8	48
40	5 años	6.6	31	33.4	50.7	46.9	92.8	4.6	2.9	0.4	0.7	51
34	2.5 años	6.42	14	31.9	49.7	21.8	43.8	4.6	3.4	0.8	0.4	246
56	4-5 años	5.77	11.8	26.4	45.8	20.4	44.6	3.3	2.1	0.8	0.4	122

GRUPO 2 DE MACHOS DE 2.5 AÑOS A 6 AÑOS DE EDAD																	
ID DEL CABALLO		PERFIL BIOQUIMICO															
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
1	4 años	3.5	7	77	213	435	20	1.1	195	13.7	1.48	29.1	11.7	142	4.7	3.5	29.3
16	3 años	3.5	6.9	77	207	429	20	0.8	178	14.1	1.42	28.6	11.5	137	4.3	3.4	30.2
21	3.5 años	3.2	7.1	55	192	307	11	1.4	380	19	1.37	31.5	10.3	144	4.6	3.9	40.7
24	4-5 años	2.8	5.2	83	94	265	10	1.5	193	13.5	0.96	26.9	9.9	128	4.2	2.4	28.9
28	3.5 años	2.6	5.1	127	151	242	10	0.6	300	14.9	0.98	27.5	10.3	137	4.5	2.5	31.9
29	3.5 años	2.6	4.8	116	92	191	10	0.9	216	15.9	1.36	29.3	9	143	4.2	2.2	34
36	3 años	2.9	5.1	66	177	275	14	0.9	273	12.5	0.98	26.6	9.8	135	4.3	2.2	26.8
40	5 años	3.4	6.4	71	197	265	11	0.9	197	15.9	1.51	27.9	11.8	134	4.9	3	34
34	2.5 años	2.8	6.6	77	187	256	12	0.7	410	15.9	0.98	27	11.6	146	4.9	3.8	34
56	4-5 años	3.3	7.1	91	143	236	11	1.1	155	20.2	1.11	29.7	11.1	145	4.2	3.8	43.2

Tabla 9. Grupo 3 de machos de 6 años a mas de edad.

GRUPO 3 DE MACHOS DE 6 AÑOS A MAS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
5	8 años	6.32	12.8	29.6	46.9	20.2	43.2	4.4	5.4	0.9	0.4	181
6	6 años	4.21	10.6	22.8	54.2	25.1	46.4	3	2	0.7	0.3	69
7	9-10 años	2.16	5.7	11.1	51.8	26.3	51.3	1.7	1.1	0.5	0.1	29
15	6 años	4.96	12.3	26.1	52.8	24.7	47.1	2.2	1.6	0.4	0.2	87
17	8-10 años	6.19	13.9	33	53.4	22.4	42.1	4.4	3.3	0.9	0.5	81
18	10 años	6.48	13.7	30.2	46.7	21.1	45.3	7	4.8	1.2	1	112
32	7-8 años	6.37	15.3	33.9	53.3	24	45.1	4.9	3.4	0.8	0.7	182
35	7 años	6.54	14.2	33	50.6	21.7	43	5.1	3.1	1.3	0.7	148
37	8 años	6.4	12.9	30.5	47.7	20.1	42.2	5.9	4.7	0.6	0.6	117
59	9-10 años	6.04	14.4	31.9	52.9	23.8	45.1	5.7	3.5	1.3	0.9	84

GRUPO 3 DE MACHOS DE 6 AÑOS A MAS DE EDAD																	
ID DEL CABALLO		PERFIL BIOQUIMICO															
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
5	8 años	3.5	7.3	87	184	321	12	1.3	263	14	0.96	28.2	12.5	135	3.8	3.8	30
6	6 años	3.5	6.5	81	140	350	15	0.7	326	13	1.12	30.9	10.5	137	4.3	3	27.8
7	9-10 años	3.4	6.7	86	230	363	17	0.9	346	13.1	1.14	25.5	12	139	4.4	3.3	28
15	6 años	3.2	6	74	108	231	12	1.2	282	15.5	1.16	28.1	10.8	143	5.1	2.8	33.2
17	8-10 años	2.6	6	52	215	153	10	1.4	134	13	1.43	28.2	10.4	124	4.7	3.4	27.8
18	10 años	2.7	5	68	141	266	10	1.3	241	13.4	0.88	26.6	10	128	3.8	2.3	28.7
32	7-8 años	2.3	4.2	54	116	185	10	0.8	273	13.5	1.08	27.4	8.2	127	4	1.9	28.9
35	7 años	2.5	5.9	50	166	233	11	0.6	328	11.2	1.07	25.9	9.9	131	5	3.4	24
37	8 años																
59	9-10 años	3.3	7.3	67	161	286	13	1.5	259	18.3	1.07	28.9	11.2	141	4.9	4	39.2

Tabla 10. Grupo 1 de hembras de 10 meses a 2.5 años de edad.

GRUPO 1 DE HEMBRAS DE 10 MESES A 2.5 AÑOS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
9	2 años	7.16	13.3	31.8	44.5	18.5	41.8	7.4	5	1.6	0.8	131
13	18 meses	6.29	12.4	28.4	45.2	19.7	43.6	6	3.8	1.5	0.7	122
27	2.5 años	4.25	10.7	21.9	51.6	25.1	48.8	4.5	3.2	0.8	0.5	127
33	2 años	5.54	12.2	27.2	49.1	22	44.8	5.6	3.2	1.7	0.7	141
41	2 años	5.57	12.9	28.1	50.5	23.1	45.9	4.8	3.3	1.1	0.4	311
46	2 años	5.5	12.3	27.2	49.5	22.3	45.2	5.9	3.5	1.6	0.8	168
47	2.5 años	8.18	15.6	34.5	42.2	19	45.2	7.7	5.8	1.2	0.7	147
53	20 meses	5.25	10.8	24.8	47.3	20.5	43.5	4.6	2.3	1.7	0.6	131
57	15 meses	6.27	14.5	32.4	51.7	23.1	44.7	5.2	3.4	1	0.8	104

GRUPO 1 DE HEMBRAS DE 10 MESES A 2.5 AÑOS DE EDAD																	
ID DEL CABALLO		PERFIL BIOQUIMICO															
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
9	2 años	3.2	6.8	84	265	334	10	0.4	178	16.8	1.19	30.2	12.2	139	5.8	3.6	36
13	18 meses	3.1	6.4	66	219	399	10	1.2	243	13.2	1.53	30.8	11.4	140	4.4	3.3	28.2
27	2.5 años	2.5	6.2	77	239	281	12	0.4	268	19	1.11	28	10.1	135	4.4	3.7	40.7
33	2 años	2.9	6.9	84	218	293	14	1.1	198	20.5	1.28	27.4	11.1	140	4.4	4	43.9
41	2 años	2.8	5	72	83	214	10	1.6	136	14.5	1.26	27.8	9.9	134	4.5	2.2	31
46	2 años	2.9	6.9	86	221	293	14	0.9	188	21.1	1.19	29.3	11	144	4.1	4	45.2
47	2.5 años	3.1	8	83	181	348	10	0.7	307	24.1	1.38	24.1	12.3	141	4.6	4.9	35.3
53	20 meses	2.6	6.9	88	245	374	10	0.5	283	10.5	0.89	32.1	12	135	4.6	4.3	22.5
57	15 meses	3.4	6.9	127	339	204	15	2.4	80	16.3	1.01	32.5	11.9	142	4.3	3.5	34.9

Tabla 11. Grupo 2 de hembras de 2.5 años a 6 años de edad.

GRUPO 2 DE HEMBRAS DE 2.5 AÑOS A 6 AÑOS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
12	3 años	5.53	12.2	26.6	48.2	22	45.8	3.3	1.7	1.2	0.4	61
23	5 años	8.03	33.3	36.6	45.7	41.4	47.2	4.3	3	0.4	0.6	198
26	5 años	6.6	32.4	35	53.1	49	47.2	4.3	3	0.4	0.7	181
31	6 años	5.58	11.9	26.7	48	21.3	44.5	5.2	3.5	0.9	0.8	102
38	3 años	4.43	24.8	24.2	54.8	27.7	56	4.3	3	0.4	0.7	228
42	4 años	5.72	13.2	29.1	51	23	45.3	4.7	3.3	1	0.4	109
51	4 años	5.32	12.3	26.2	49.4	23.1	46.9	5.6	3.8	1.2	0.6	91
52	6 años	5.68	12.9	28.3	49.9	22.7	45.5	3.8	2.8	0.7	0.3	81
54	3.5 años	4.63	10.7	23.5	50.9	23.1	45.5	3.4	2.6	0.5	0.3	114
58	5-6 años	5.26	12.5	26.3	50.1	23.7	47.5	4.3	3	2.9	0.5	62

GRUPO 2 DE HEMBRAS DE 2.5 AÑOS A 6 AÑOS DE EDAD																	
ID DEL CABALLO		PERFIL BIOQUIMICO															
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
12	3 años																
23	5 años	3.7	7.2	89	130	377	16	2.1	242	17.6	1.08	26.1	11.5	139	5.3	3.5	37.7
26	5 años	3.4	7.2	92	160	276	11	1.8	177	16.1	1.06	27.5	12.4	146	4.8	3.8	34.5
31	6 años	3	7.3	65	177	292	10	1.5	183	19.7	1	25.7	10.9	134	4.1	4.3	42.2
38	3 años	3	6.8	69	282	330	20	1.2	429	20.3	1.42	29.5	11.1	143	5.1	3.8	43.4
42	4 años	3.4	6.9	88	221	325	10	1.8	228	17.5	1.36	27.2	11.9	133	4	3.5	37.5
51	4 años	3.1	6.5	54	210	317	11	0.8	282	13	1.54	28.5	11.2	129	4.5	3.4	27.8
52	6 años	3.4	6.6	90	206	310	16	1.4	190	11.3	1.44	26.5	11.8	142	5.1	3.2	24.2
54	3.5 años	2.6	6.8	85	161	273	11	0.6	230	14.9	1.18	32.7	11.6	138	3.8	4.2	31.9
58	5-6 años	3.5	7.2	81	219	337	19	1.4	203	11.1	1.41	26.2	11.4	130	4.4	3.7	23.8

Tabla 12. Grupo 3 de hembras de 6 años mas de edad.

GRUPO 3 DE HEMBRAS DE 6 AÑOS MAS DE EDAD												
ID DEL CABALLO		DATOS DE HEMOGRAMA										
Nº DE CABALLO	EDAD	RBC	HB	HCT	VCM	HCM	CHCM	WBC	NEUT#	Lym#	Mon#	PLT
3	12 años	6.27	14.1	32.3	51.6	22.4	43.6	5.5	4.3	0.6	0.6	255
4	20 años	5.01	12.1	25.6	51.1	24.1	47.2	7.9	4.7	2.7	0.5	82
8	15 años	4.86	11.9	25.7	53	24.4	46.3	2.3	1.5	0.5	0.3	155
20	15 años	4.85	11.3	26.9	55.5	23.2	42	3.3	1.9	0.9	0.5	275
25	15 años	6.95	29.4	33.5	48.3	23.5	45.5	4.4	3	0.6	1	201
30	7-8 años	4.58	10.6	22.5	49.3	23.1	47.1	3.3	2.2	0.7	0.4	89
43	9 años	5.36	12	26.8	50	22.3	44.7	3.6	2.4	0.7	0.5	82
44	7 años	5.16	11.9	25.4	49.4	23	46.8	3.7	2.6	0.7	0.4	79
45	9-10 años	4.76	12	26.1	55	25.2	45.9	4.4	3.3	0.7	0.4	121
48	9 años	5.81	14	30.2	52.1	24	46.3	5.5	4.3	0.6	0.6	87

GRUPO 3 DE HEMBRAS DE 6 AÑOS MAS DE EDAD																	
ID DEL CABALLO	PERFIL BIOQUIMICO																
Nº	EDAD	ALB	TP	GLU	ALP	AST	GGT	TBIL	CPK	BUN	CREA	tCO2	Ca	Na	K	GLOB	UREA
3	12 años	3.1	7.5	84	293	261	15	0.4	246	17.1	1.5	30.5	12.6	137	4.3	4.4	36.6
4	20 años	3.3	7	77	261	256	10	2	294	22.2	1.1	27.5	13.4	134	4.4	3.7	37.3
8	15 años	3.2	7.1	75	131	271	10	1.2	273	21.5	1.26	29.1	11.4	138	4.6	3.9	36.4
20	15 años	2.3	4.6	77	121	250	10	0.4	178	17.3	1.04	26.2	9.9	129	5.1	2.3	37
25	15 años	2.9	5.7	84	122	203	13	1.6	131	13.5	1.03	27.9	10.7	133	4.8	2.8	28.9
30	7-8 años	3.4	7.4	72	207	414	10	1.8	297	18.5	1.24	32	12.5	142	5	4	39.6
43	9 años	3.2	7.1	74	174	258	10	1.5	294	15.9	1.19	27.8	11.5	134	4.2	3.9	34
44	7 años	3.2	7.3	69	179	263	10	1.5	305	16.4	1.28	28.4	11.6	136	4	4.1	35.1
45	9-10 años	3.2	8.1	90	195	325	10	1.8	233	18.7	1.08	30.5	11.9	139	4.1	4.9	36
48	9 años	3.1	7.4	89	302	272	15	0.4	210	18.3	1.38	31.8	13	139	4.6	4.3	39.2

Anexo 8. Galería de fotografías.**Figura 1.** Selección, triaje y una revisión médica general plasmado en una ficha clínica.

Ficha clínica

Universidad Nacional de San Cusco
Medicina Veterinaria

Hospital Veterinario "San Francisco"

Historia Clínica

Datos del Propietario

Nombre: Moises Pallara M.
Teléfono: 96 991 67 54
Domicilio: Comunidad Dali

Reseña del Paciente

Nombre: _____ Raza: _____
Edad: 4 años 4 dientes Color: _____
Peso: 30+ kg
Señas Particulares: Patas blancas posteriores

Anamnesis

Historia o Antecedentes:
Come pasto Cultivo y pasto Natural
Se le castro 06-23, Esta dormida

Dieta:
Desde cuando tiene a su caballo? Scria de la casa
Existen otros animales? convive con vacas, perro
Descripción del medio ambiente donde vive:
Enfermedades que ha padecido: No No sabe _____

Vacunaciones y Desparasitaciones Previas:

Influenza/Tetanos No No sabe _____ Si _____ Fecha _____
Ha estado expuesto recientemente a enfermedades infecciosas: Si _____ Cual: _____

¿Hace cuánto? _____ No No sabe _____
Última desparasitación y producto: 12-23
Con qué frecuencia se le desparasita al equino y qué producto utilizan: No es con frecuencia

Examen Físico

Constantes Fisiológicas:

Temperatura:

38.1 °C

Pulso:

70 / minuto

Frecuencia Cardíaca:

72 / minuto

Frecuencia Respiratoria:

60 / minuto

Tiempo de llenado capilar

1 / segundo

Mucosas

Rosadas

Motilidad GI (izq., der.)

Aspecto General: sin ningún tipo de malestarAparato Locomotor: sin algún tipo de claudicaciónAparato Respiratorio: sin algún tipo de congestión

Aparato Circulatorio: _____

Aparato Digestivo: _____

Aparato Genitourinario: _____

Sistema Nervioso: _____

Oídos: sin ningún tipo de dolor y sorderaOjos: no hinchados sin ningún tipo de secreción

Ganglios Linfáticos: _____

Piel: _____

Exámenes Complementarios: _____

Diagnóstico Presuncional: _____

Diagnóstico Definitivo: _____

Tratamiento: _____

Observaciones: _____

Firma del Clínico Responsable:

Figura 2. Consentimiento de autorización de manipuleo de los caballos.

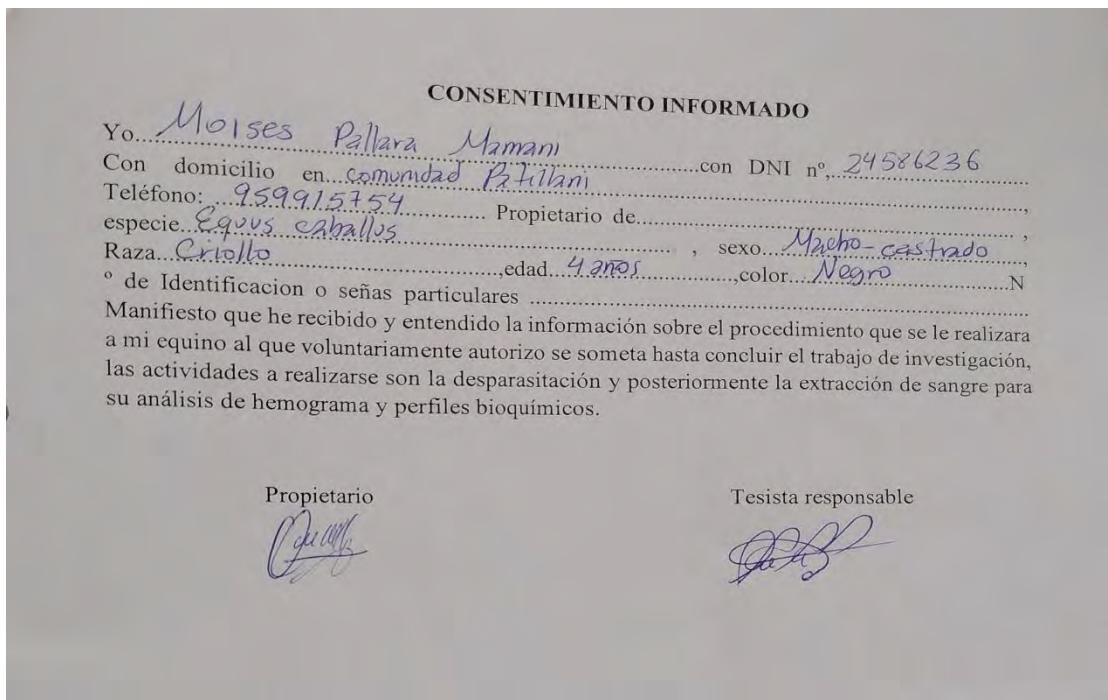


Figura 3. Toma de constantes fisiológicas y peso de los caballos.

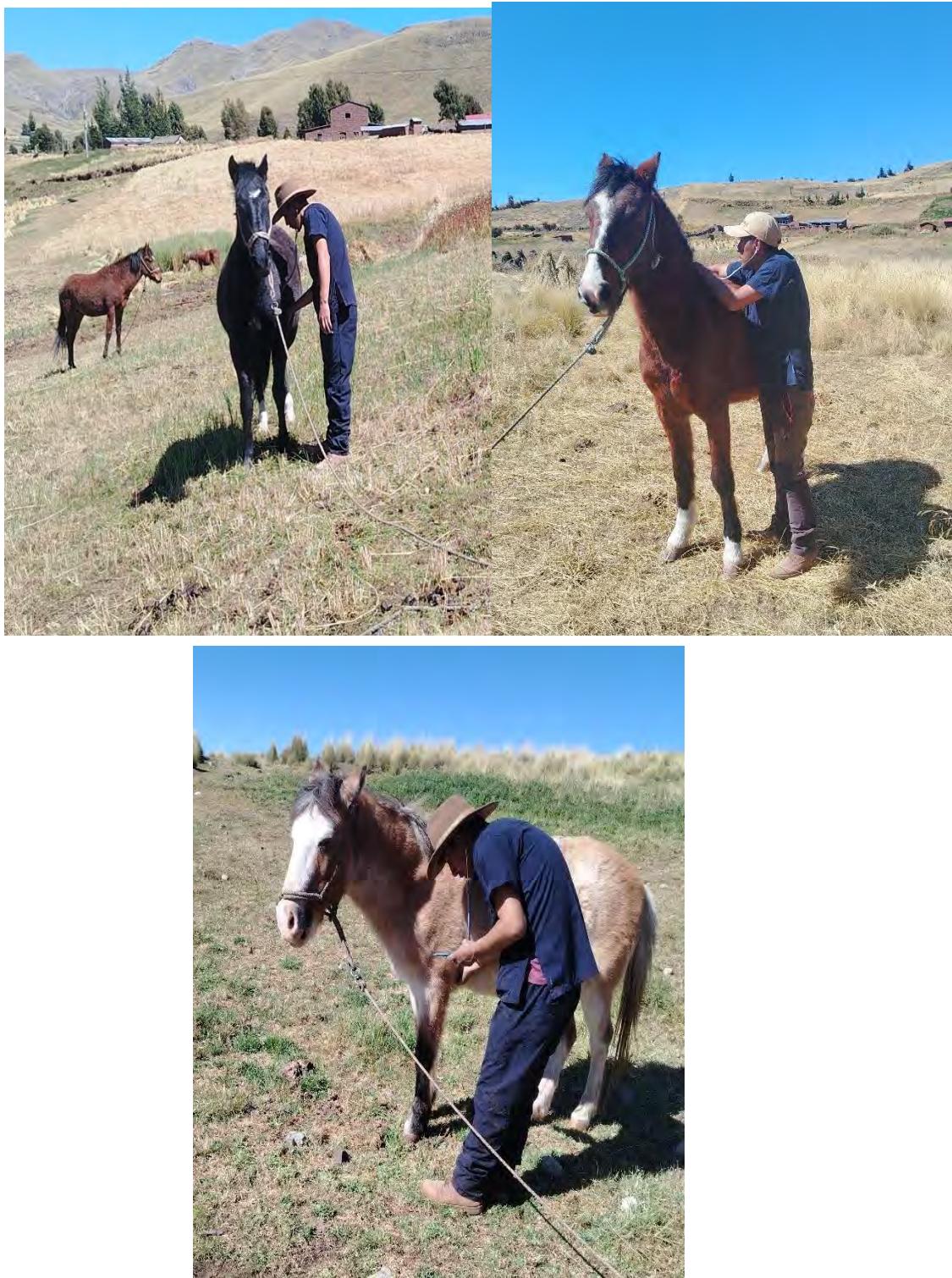


Figura 4. Toma de peso referencial de los caballos con una cinta equinometrica.



Figura 5. Desparasitación de caballos



Figura 6. Materiales de laboratorio y las muestras de heces debidamente rotuladas



Figura 7. Procesamiento de las muestras de heces por el método cuantitativo y cualitativo.





Figura 8. Observación de las muestra procesada en un microscopio a 10X y 40X.



Figura 9. Diferentes tipos de huevos de parásitos encontrados a través de los métodos.

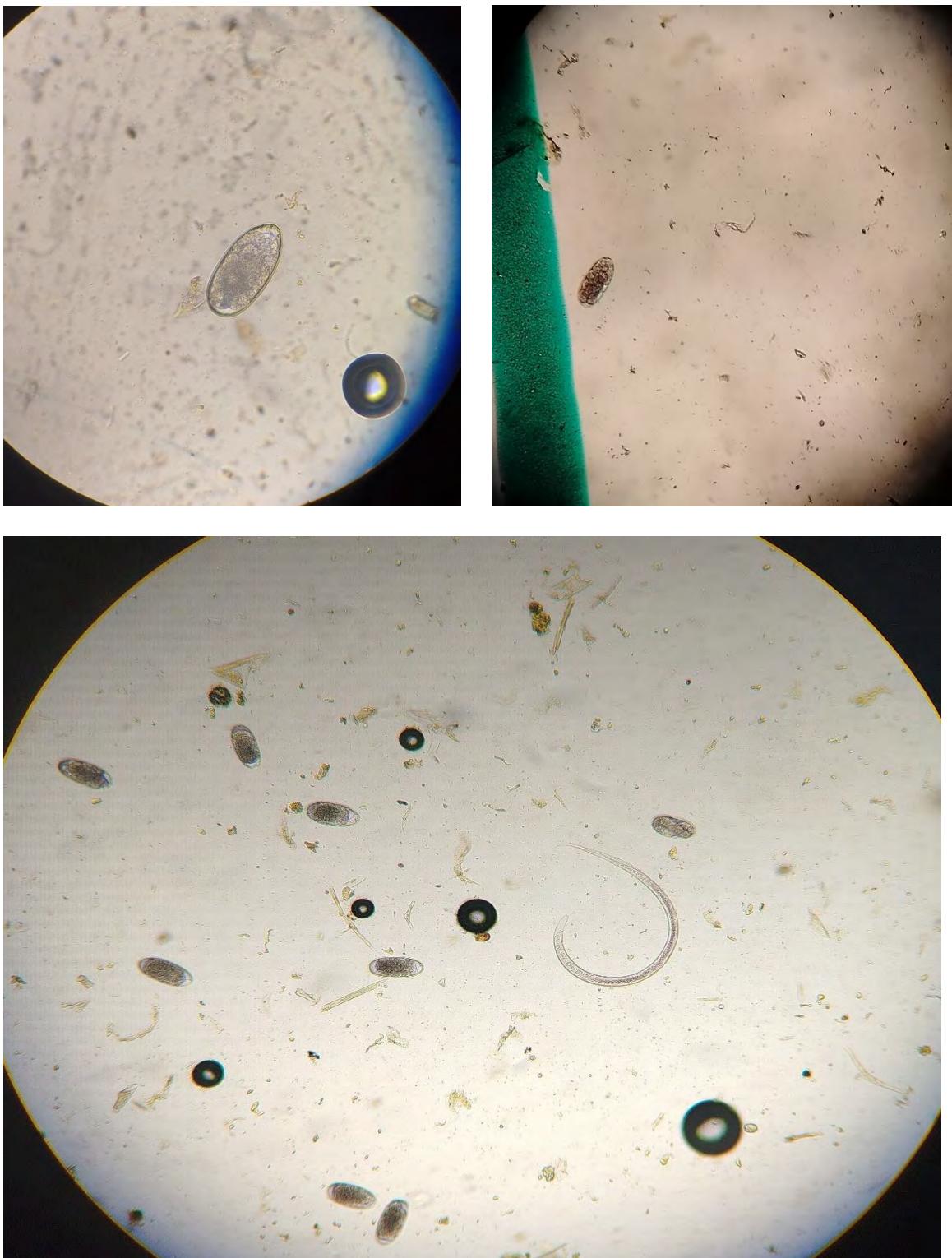


Figura 10. Recolección de muestras de sangre para el análisis hematológico y el perfil bioquímico a través de la técnica de veno puncion.





Figura 11. Traslado inmediato de muestras obtenidas en una caja térmica para su procesamiento del perfil hematológico en el equipo instalado en el distrito de Layo.



Figura 12. Resultados del perfil hematológico en el equipo Genvet VH30.

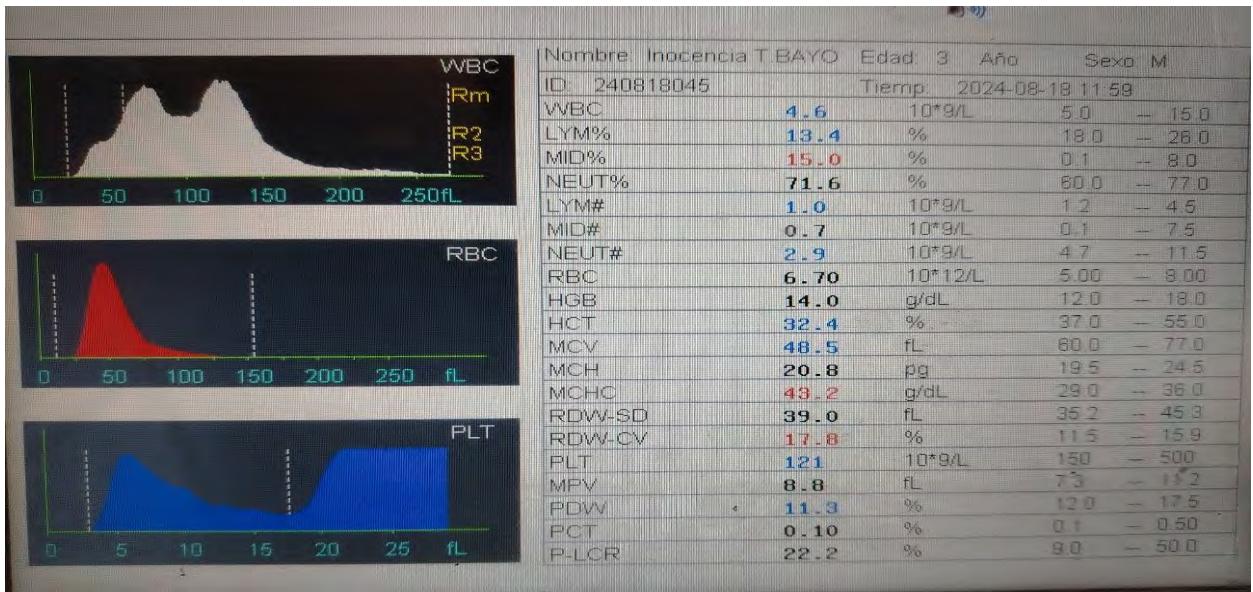


Figura 13. Almacenamiento de las muestras obtenidas para el perfil bioquímico para su procesamiento en el laboratorio externo.

