



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



**NIVELES SÉRICOS DE GLUCOSA, TRIGLICÉRIDOS,
PROTEÍNAS TOTALES, ALBUMINAS Y GLOBULINAS EN
CABALLOS (*Equus caballus*) A 3 825 METROS DE
ALTITUD.**

TESIS

PRESENTADA POR:

HECTOR DAVID CAIRA MAMANI

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

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios por guiarme e iluminarme en mi vida que está conmigo en cada momento, a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para seguir adelante.

A mi esposa Yaneth M. Almanza Coila por ser insistente frente a mis propósitos y apoyarme siempre en los momentos más difíciles te amo amor.

Caira



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano en especial la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por permitir mi formación profesional.

A los miembros del Jurado, MSc. Mario Rubén Zavaleta Gibaja, Mg. Jesús Martín Urviola Sánchez, Mg Oscar Henry Espezua Flores por las correcciones y sugerencias realizadas del presente trabajo de investigación.

Agradecimiento al Responsable del Laboratorio de Bioquímica, por permitirme el uso de sus instalaciones y equipos para el procesamiento de las muestras, así mismo al personal que laboran en dicha instalación Sr. Martín Chayña Vargas y Sr. Vicente Flores y a Álvaro Montoya Curo por el apoyo en la colección de muestras.

A todos mis amigos, compañeros, aquellas personas que directa o indirectamente apoyaron en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación en tiempos de pandemia.

Caira



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 8

ABSTRACT 9

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVO GENERAL 14

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 14

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Marco conceptual 15

2.2 Antecedentes..... 28

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Metodo experimental..... 6

3.2 Material experimental 36

3.3 Métodos 38

3.4 Metodo estadistico 43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Niveles séricos de glucosa..... 44

4.2. Niveles séricos de triglicéridos..... 47

4.3 Niveles séricos de proteínas totales 49



4.4 Niveles séricos de albuminas.....	52
4.5 Niveles séricos de globulinas	54
V.CONCLUSIONES	55
VI.RECOMENDACIONES.....	56
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	59
ANEXOS	64

Área: Bioquímica clínica animal

Tema: Parámetros séricos caballos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 24 DE AGOSTO DE 2021



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Distribución de animales para la obtención de muestras de sangre	35
Tabla 2:	Niveles séricos de glucosa (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud.....	42
Tabla 3:	Niveles séricos de triglicéridos (mg/dL) según sexo y edad(grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud.....	45
Tabla 4:	Niveles séricos de proteínas totales (g/dL) según sexo y edad(grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud.....	47
Tabla 5:	Niveles séricos de albuminas (g/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud.....	50
Tabla 6:	Niveles séricos de globulinas (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud.....	52



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

PT	= Proteína total
ALB	= Albúmina
GLB	= Globulina
A/G	= Relación Albumina-Globulina
TG	= Triglicéridos
mg/dL	= Miligramos por decilitro
mg/L.	= Miligramos por litro
g/dL	= Gramos por decilitro
mmol/L	= Milimol por litro
VR	=Valores de referencia



RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el perfil energético y proteico en equinos pobladores a 3 825 m de altitud procedentes del matadero de equinos Inversiones Felipe & María Fernanda SAC ubicada en el centro poblado de Canchi Grande del distrito de Caracoto, se analizaron muestras sanguíneas de 40 caballos Criollo (*Equus caballus*) distribuidas por sexo y edad (grupo etario); se determinaron niveles séricos de glucosa, triglicéridos, proteínas totales, albúminas, globulinas, mediante técnicas colorimétricas-espectrofotométricas en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno; la investigación fue conducida en un diseño completo al azar bajo un arreglo factorial de 2 x 2, cuyos resultados fueron analizados mediante el procedimiento GLM del SAS Versión 9.1. Los resultados muestran que los niveles séricos de glucosa en machos ($122,09 \pm 1,70$ mg/dL) y hembras ($122,78 \pm 1,78$ mg/dL) fueron similares ($P > 0,05$), los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles ($127,61 \pm 1,37$ mg/dL) respecto a caballos de más de 7 años de edad ($117,26 \pm 1,16$ mg/dL) ($P \leq 0,05$); los triglicéridos en machos ($24,66 \pm 0,26$ mg/dL) fue menor respecto a las hembras ($25,78 \pm 0,29$ mg/dL) ($P \leq 0,05$) y los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles ($25,89 \pm 0,28$ mg/dL) respecto a caballos de más de 7 años de edad ($24,55 \pm 0,24$ mg/dL) ($P \leq 0,05$); los niveles de proteínas totales en machos ($6,78 \pm 0,22$ g/dL) y hembras ($6,74 \pm 0,18$ g/dL) fueron similares ($P > 0,05$), los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles ($5,96 \pm 0,07$ g/dL) respecto a caballos de más de 7 años de edad ($7,55 \pm 0,09$ g/dL) ($P \leq 0,05$); las albúminas en machos ($3,23 \pm 0,04$ g/dL) fue igual respecto a las hembras ($3,35 \pm 0,05$ g/dL) ($P > 0,05$), los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles ($3,34 \pm 0,05$ g/dL) respecto a caballos de más de 7 años de edad ($3,24 \pm 0,04$ g/dL) ($P \leq 0,05$) y las globulinas en machos ($3,55 \pm 0,23$ g/dL) fue igual respecto a las hembras ($3,39 \pm 0,20$ g/dL) ($P > 0,05$), los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles ($2,62 \pm 0,09$ g/dL) respecto a caballos de más de 7 años de edad ($4,32 \pm 0,11$ g/dL) ($P \leq 0,05$); se concluye que el sexo no influye en los niveles séricos estudiados a excepción de triglicéridos, la edad es un factor influyente en todos los metabolitos analizados.

Palabras claves: Equinos, criollo, glucosa, triglicéridos, perfil proteico.



ABSTRACT

In order to evaluate the energy and protein profile in equine settlers at an altitude of 3,825 m from the Equine slaughterhouse Inversiones Felipe & María Fernanda SAC located in the town of Canchi Grande in the Caracoto district, blood samples from 40 horses were analyzed. Creole (*Equus caballus*) distributed by sex and age (age group); Serum levels of glucose, triglycerides, total proteins, albumins, globulins were determined by colorimetric-spectrophotometric techniques in the Biochemistry Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the National University of Altiplano de Puno; The research was conducted in a complete randomized design under a 2 x 2 factorial arrangement, the results of which were analyzed using the GLM procedure of SAS Version 9.0. The results show that the serum glucose levels in males (122.09 ± 1.70 mg / dL) and females (122.78 ± 1.78 mg / dL) were similar ($P > 0.05$). 3 to 7 years had higher levels (127.61 ± 1.37 mg / dL) compared to horses over 7 years of age (117.26 ± 1.16 mg / dL) ($P \leq 0.05$); triglycerides in males (24.66 ± 0.26 mg / dL) were lower compared to females (25.78 ± 0.29 mg / dL) ($P \leq 0.05$) and horses from 3 to 7 years old presented higher levels (25.89 ± 0.28 mg / dL) compared to horses over 7 years of age (24.55 ± 0.24 mg / dL)($P \leq 0.05$); the total protein levels in males (6.78 ± 0.22 g / dL) and females (6.74 ± 0.18 g / dL) were similar ($P > 0.05$), the horses from 3 to 7 years old presented lower levels (5.96 ± 0.07 g / dL) compared to horses over 7 years of age (7.55 ± 0.09 g / dL)($P \leq 0.05$); albumin in males (3.23 ± 0.04 g / dL) was the same with respect to females(3.35 ± 0.05 g / dL) ($P > 0.05$), horses from 3 to 7 years old presented higher levels (3.34 ± 0.05 g / dL) with respect to horses over 7 years of age (3.24 ± 0.04 g / dL) ($P \leq 0.05$) and globulins in males (3.55 ± 0.23 g / dL) was the same with respect to females (3.39 ± 0.20 g / dL) ($P > 0.05$), horses from 3 to 7 years old presented lower levels (2.62 ± 0.09 g / dL) with respect to horses over 7 years of age (4.32 ± 0.11 g / dL) ($P \leq 0.05$); It is concluded that sex does not influence the serum levels studied except for triglycerides, age is an influencing factor in all the metabolites analyzed.

Key words: Horses, Creole, glucose, triglycerides, protein profile.



CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El Perú cuenta con una población de 1 260 219 équidos de las cuales 597 969 son caballos (*Equus caballus*) y la diferencia corresponde a burros y mulas (INEI, 2012). La población de caballos comprende caballos criollos o de crianza familiar que son utilizados como medio de transporte, en labores agrícolas y los caballos de raza dedicados a actividades deportivas o de exhibición, como el Caballo Peruano de Paso, de equitación y carrera. Al igual que en otros países, el caballo cumple diversos roles en el aspecto social, pecuario y económico (Goodwin, 1999; Gordon, 2001). En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés por la aplicación de los análisis clínicos en el diagnóstico de patologías en animales, el perfil metabólico energético y proteico tiene gran importancia porque ofrece información adicional al veterinario para realizar un diagnóstico más preciso que conducirá al tratamiento específico y en el ámbito de la salud la utilización de pruebas de laboratorio constituye un apoyo clínico sumamente relevante, a lo cual la medicina veterinaria no queda ajena. Los resultados obtenidos de un análisis sanguíneo son capaces de entregar información objetiva respecto del estado de un individuo, lo que, conjugado con una adecuada interpretación, anamnesis y un exhaustivo examen clínico, contribuye a la posibilidad del éxito diagnóstico (Cevallos, 2001; Oblitas, 2021).

En el marco específico de los equinos a 3825 m de altitud, cada vez toma mayor importancia el empleo de pruebas de laboratorio para evaluar su condición física y de salud. Sin embargo, la interpretación de estas pruebas bioquímicas, a menudo es restringida producto de la ausencia de valores de referencia apropiados para el sexo, edad (Judson et al., 2008).



Esto debido a que los laboratorios encargados del procesamiento de las muestras, comúnmente desprenden sus resultados a partir de rangos de referencia instaurados por entidades extranjeras, cuyos datos no están adaptados a las condiciones del país y la región; y que por lo demás, consideran como individuo de referencia al equino atleta sometido a un sistema de entrenamiento. Por lo anterior, se hace necesario estudiar y conocer el perfil bioquímico del equino cuyos valores de referencia han sido obtenidos, principalmente, de caballos extranjeros (Duncan y Prasse, 1986; Kaneko et al., 1997), quienes están expuestos a distintos factores climáticos, de alimentación y de manejo.

La glucosa es el monosacárido más importante en el metabolismo de los mamíferos. Asimismo, la glicemia depende de diversos factores, ya que es el resultado del equilibrio entre el ingreso y la depuración de los nutrientes. Hay que tener en cuenta a la reabsorción renal, ya que cuando se sobrepasa el umbral, la glucosuria interviene en la mantención de la concentración de glicemia; los niveles de triglicéridos en caballos saludables y en ayuno son menores a 200.17 mg/dL (Naylor et al., 1980), la elevación de triglicéridos puede ser de importancia clínica como signo catabólico que demuestra un progreso claro de daño severo del órgano, como es el caso de lipidosis hepática o infiltración grasa de otros órganos. Diferencias notables en hipertrigliceridemia podrían relacionarse con el tipo de equino y sus diferencias en el metabolismo energético y endocrino, así como su respuesta al tipo de dieta y ejercicio físico. Entre los factores predisponentes para hipertrigliceridemia están la ingesta reducida de alimento, la influencia del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, así como laotemia y la gestación avanzada (Dunkel y McKenzie, 2003), aunque también se observa aumento de los triglicéridos y cortisol en respuesta al ejercicio (García et al., 1999).



La determinación de proteínas totales y fraccionadas (albúminas y globulinas) representan un método de diagnóstico que refleja situaciones patológicas en múltiples sistemas orgánicos como: deficiencia proteica, malnutrición, malabsorción, enfermedades hepáticas y renales, entre otras (Larson et al, 1978).

Razón por la cual la bioquímica sanguínea en equinos pobladores a grandes altitudes constituye una necesidad para contribuir en la crianza de esta especie y será de gran utilidad para el conocimiento de la fisiología y la adaptación de las especies al medio ambiente, también radica su importancia en la parte clínica, ya que esta información es de interés para el diagnóstico, la evolución o determinar el grado de un proceso patológico.

La investigación se realizó con el objetivo de determinar los niveles séricos de glucosa, triglicéridos proteínas totales, albuminas y globulinas en muestras de suero sanguíneo de caballos (*Equus caballus*) pobladores a 3 825 m de altitud considerando grupo etario y sexo.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles séricos de glucosa, triglicéridos, proteínas totales, albuminas y globulinas en caballos pobladores a 3 825 metros de altitud.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los niveles séricos de glucosa, triglicéridos, proteínas totales, albuminas y globulinas en caballos según edad.

Determinar los niveles séricos de glucosa, triglicéridos, proteínas totales, albuminas y globulinas en caballos según sexo.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Perfil metabólico y su función

Los perfiles metabólicos se desarrollaron hace aproximadamente treinta años en Inglaterra, donde un análisis de sangre, que incluye los sustratos adecuados le permitiría al médico veterinario obtener la información relacionada con la nutrición y salud; determinar la presencia de uno o más factores de riesgo que puedan incidir en el desempeño productivo del rebaño (Cevallos,2001).

Las enfermedades en las especies son producidas por un desequilibrio entre el ingreso de elementos al organismo (ingestión), su biotransformación (metabolismo) y los egresos (orina, leche) y los perfiles metabólicos tienen como objetivo proporcionar tempranamente la interpretación del estado del animal, en términos de energía, proteínas, minerales, lípidos, triglicéridos y colesterol (Oblitas, 2012).

El perfil metabólico es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tiene por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos (Vargas, 2009; Cevallos et al., 2002). También ayuda a valorar el estado nutricional y refleja la dinámica metabólica del animal (Campos et al., 2007).

En la realización de un perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionados con el estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación) las que están determinadas por consumo de nutrientes al seguir diferentes vías después de su ingestión en el organismo, el estado de estas vías puede



verse afectados por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales (Hincapie, 2012). Se conoce dos grandes grupos de indicadores metabólicos: los convencionales y los no convencionales.

Metabolitos convencionales: Son las constantes hematoquímicas comúnmente establecidas, tales como: volumen globular aglomerado, hemoglobina, glucosa, urea, proteínas totales, albuminas, globulinas, calcio, fosforo inorgánico, magnesio, potasio y sodio. Estas variables son las principales representantes de las vías metabólicas más importantes involucradas con la producción. Sus concentraciones sanguíneas en la mayoría de los casos, están regulados por el balance entre aporte de la dieta y sus productoso vías de eliminación.

Metabolitos no convencionales: Son los indicadores hematoquímicos incluidos por el médico veterinario de acuerdo con la problemática que se sospecha. Así entre otras variables, están los oligoelementos como cobre y zinc, PBI (proteína ligada al yodo) y tiroxina; algunos indicadores del fundamento hepático, como las transaminasas y la bilirrubina, el colesterol total (CT), el glutatión peroxidasa y los cuerpos cetónicos (Álvarez, 2008).



2.1.2. Bioquímica

sanguínea Glucosa

La glucosa es el principal monosacárido en la naturaleza siendo fundamental para el mantenimiento de los tejidos (Bromerschenkel et al., 2015; Jellyman et al 2014) necesario para la actividad muscular (Barreto, 2007); y neuronal (Johnson et al., 2012), a nivel sérico proviene de dos fuentes; la dieta y el metabolismo hepático (Martínez et al., 2007).

En équidos estos niveles presentan variaciones inter específicas (Bromerschenkel et al., 2015), pues se ha reportado una mayor concentración de glucosa al nacimiento en burros que en caballos (Sgorbini et al., 2013) e intra específicas principalmente por condiciones fisiológicas como la edad, la dieta y el estado reproductivo o de manera patológica por alteraciones como diabetes, obesidad, disfunción pituitaria, laminitis (Vervuert y Coenen, 2006)

En la práctica médica las concentraciones séricas de glucosa han sido utilizadas como indicadores de enfermedad y como predictor de sobrevivencia (Hassel et al., 2009; Hollis et al., 2008), para su determinación pueden utilizarse técnicas de laboratorio y portátiles, aunque los primeros son más confiables tienen la limitante de estar restringidos a clínicas y hospitales (Bromerschenkel et al., 2015). Se ha demostrado que la técnica realizada con glucómetro portátil a pesar de ser invasiva, es de fácil ejecución y si es realizada adecuadamente en potros neonatos criollo colombiano genera estrés en los animales (Hug et al., 2013), y proveen una precisión suficiente para las mediciones de glucosa en los animales domésticos (Hackett y McCue, 2010).



La glucosa es un componente químico de la sangre, que es también llamada azúcar sanguíneo o dextrosa, es un hidrato de carbono de 180 Daltons de peso molecular, que tiene un papel destacado en el metabolismo como fuente de energía que participa en el ciclo de Krebs de las mitocondrias para generar energía en forma de ATP. La glucosa se incorpora a través de la dieta, pero su reserva sanguínea es escasa (unas 6-8 horas) dada su rápida conversión hepática hasta su forma habitual de almacenamiento (glucógeno y grasa). La concentración de glucosa en la sangre normalmente es regulada por la acción hipoglucemiante y la acción hiperglucemiante, es decir mediante las hormonas de la insulina y el glucagón, se impiden el incremento o disminución de la glucosa; si disminuye la concentración de glucosa en la sangre, el hígado reestablece el nivel, favoreciendo la glucogenólisis (hidrólisis del glucógeno) y gluconeogénesis (formación de glucosa a partir de precursores que no sean carbohidratos). Por el contrario, si aumenta la concentración de glucosa en la sangre el hígado puede retirar parte de la glucosa derivándola a síntesis de glucógeno; transformarla a glucosa-6P, de esta forma no puede salir de la célula (Lehninger, 1998; Salgado y Vilardell, 1996). Los monogástricos tienen los más altos niveles de glucosa sanguínea que los rumiantes adultos, porque los almidones son degradados y absorbidos como ácido propiónico, que ha sido formado a partir del ácido pirúvico, reportando así valores para los rumiantes de 40-50 mg/dL de glucosa en la sangre (Verastegui, 1984). Los niveles glucémicos, es decir la concentración sanguínea de glucosa en la sangre de los monogástricos es de 80-120 mg/dL similar al de rumiantes jóvenes. El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del sujeto. Después de la comida aumenta "hiperglucemia alimentaria" en animales monogástricos, pero no en los rumiantes.



Durante la excitación aumenta probablemente como efecto de la liberación de norepinefrina. Por esta razón es costumbre obtener la sangre de individuos posabsortivos quietos, para determinar la "glucosa sanguínea en ayunas". La concentración de glucosa en los hematíes se aproxima a la concentración de glucosa en plasma en la mayoría de los monogástricos y rumiantes jóvenes. Los eritrocitos de los equinos contienen también poca glucosa, la concentración de glucosa en el plasma excede generalmente a la de glucosa en sangre en 10 a 30 mg/100 mL en rumiantes y caballos adultos (Busch, 1982).

Triglicéridos

Los triacilglicéridos son triésteres de ácidos grasos y glicerol, sustancias no polares insolubles en agua, los ácidos grasos se almacenan en las plantas y animales en forma de triglicéridos. Los triacilglicéridos difieren de acuerdo con la identidad y posición de sus tres residuos de ácidos grasos. Los triacilglicéridos simples contienen un solo tipo de ácidos grasos, los triacilglicéridos mezclados o mixtos contienen dos o tres tipos diferentes de ácidos grasos y se denominan de acuerdo con su localización en la molécula del glicerol (Lehninger 1998).

Muchos tejidos del cuerpo humano pueden convertir los ácidos grasos en triacilglicéridos mediante una secuencia común de reacciones, pero el hígado y el tejido adiposo realizan este proceso en cantidad mayor. Los triacilglicéridos se almacenan en forma de gotitas líquidas en el citoplasma. De ninguna manera es esto un "depósito muerto", ya que el cambio tiene lugar con una vida media general de sólo unos pocos días. Así, en una situación homeostática hay una síntesis y degradación continuas de triacilglicéridos en el tejido adiposo (Herrera, 1996).



Los triacilglicéridos se sintetizan en muchos tejidos a partir de ácidos grasos activados y de un producto de tricarbonadofosforilado que proviene del catabolismo de la glucosa. La síntesis de triacilglicéridos a partir de los fragmentos tricarbonadosfosforilados implica la formación del ácido fosfático, el cual es un intermediario clave también en la síntesis de otros lípidos (Devlin,1988).

La producción de lipoproteínas es función exclusiva del hígado; corresponde a este hecho que el hígado sintetiza la mayor parte de los fosfolípidos, colesterol y los triacilglicéridos del plasma en donde el papel principal de tejido adiposo como depósito de grasa es el almacenamiento de los triacilglicéridos hasta que se necesiten en alguna parte del cuerpo para producir energía. Además, protegen al cuerpo contra variaciones de temperatura. La cantidad de lipoproteínas en el plasma se halla alrededor de 700 mg/100 mL. El hígado contiene grandes cantidades de triacilglicéridos, en donde estas se movilizan del tejido adiposo y son transportados como ácidos grasos no esterificados por la sangre, se depositan como triacilglicéridos en el hígado por lo tanto en condiciones fisiológicas normales la cantidad total de triacilglicéridos del hígado depende estrechamente del grado de utilización energética de las grasas, además las células hepáticas contiene grandes cantidades de colesterol cuya síntesis efectúa continuamente el hígado, también se ve de que dos tercios a tres cuartos de la energía total producida por las células proviene de triacilglicéridos (Guyton, 2006).



Proteínas Totales

Las proteínas son compuestos orgánicos macromoleculares, ampliamente distribuidos en el organismo animal cumpliendo diversidad de funciones. Estructuralmente, están formadas por la unión de aminoácidos, a través de enlaces peptídicos. Desde el punto de vista de composición elemental, contienen 50-55% de carbono, 20-23% de oxígeno, 6-7% de hidrógeno y de 12-20% de nitrógeno y azufre; muy a menudo, se encuentran otros elementos como fósforo, zinc, hierro, cobalto (Laguna, 2001).

Las principales proteínas que se encuentran en el plasma sanguíneo son las albuminas (ALB) y las globulinas (GLB). A la suma de ambas se denomina proteínas totales. Las globulinas de acuerdo a su movilidad en el campo eléctrico se clasifican: alfa, beta y gamma, sintetizadas en su mayoría a nivel hepático con excepción de las gammaglobulinas que son sintetizadas por las células plasmáticas. El fibrinógeno y casi todos los factores de la coagulación también son globulinas. Las albúminas son también sintetizadas por el hígado. La albúmina representa el 60% de las proteínas que contiene el suero, el resto son las globulinas (Cachorro, 2009).

Las proteínas plasmáticas, tienen diferentes funciones como: transporte de sustancias (lípidos, vitaminas, hormonas, minerales), mantenimiento de la presión osmótica de la sangre, mantenimiento del pH, inmunidad humoral, entre otras, lo que contribuye al mantenimiento del homeostasis (Barret et al., 2016).

Las principales proteínas que se encuentran en el suero sanguíneo son las albúminas y las globulinas. Las globulinas pueden dividirse en Alfa 1, Alfa 2, Beta y Gamma. El fibrinógeno y casi todos los factores de la coagulación



también son globulinas.

Las funciones de las proteínas del plasma son las siguientes: Conservar la presión osmótica de la sangre (la albúmina explica 75% de la presión osmótica del plasma). Formar una reserva de proteínas para la regeneración y el crecimiento de los tejidos. Actuar como amortiguadores del pH (más que a las proteínas plasmáticas, este papel le corresponde a la hemoglobina). Sirve como transportadores para los lípidos y sustancias liposolubles (bilirrubina, vitamina A, D y E, hormonas esteroides). Además, cerca de la mitad del calcio sanguíneo está unido a las proteínas. Actúa como agentes inmunológicos. Por ejemplo, la globulina gamma contiene los anticuerpos contra los microbios patógenos. Las aglutinas de los grupos sanguíneos se encuentran unidas a las globulinas beta. Suministran los factores necesarios para la coagulación de la sangre, como fibrinógeno, protrombina, globulina antihemofílica, factores V y VII, etc. Finalmente, representa las enzimas necesarias en la sangre (Lynch, 1987). La sangre se encuentra constituida por un 5-7 % de moléculas de origen proteico, llamadas proteínas plasmáticas, las cuales se hallan suspendidas en el plasma sanguíneo, estas proteínas tienen diferentes funciones como transporte de sustancias, mantenimiento de la presión oncótica, inmunidad humoral, entre otras, lo que contribuye al mantenimiento del homeostasis. De acuerdo a las características químicas y pesos moleculares que presentan estas proteínas, han permitido clasificarlas en: albúmina, globulinas y fibrinógeno. Las globulinas de acuerdo a su movilidad en el campo eléctrico se clasifican en: alfa, beta y gamma, sintetizadas en su mayoría a nivel hepático con excepción de las gamma globulinas que son sintetizadas por las células plasmáticas; sin embargo, muchas proteínas plasmáticas, las cuales representan las tres cuartas partes del total de solutos en el plasma, se sintetizan en este órgano. Es la albúmina plasmática la proteína que



se sintetiza en mayor cantidad en el hígado. La hipoalbuminemia puede resultar de una inadecuada nutrición, inanición o síndrome de mala absorción (Ganong, 2006). Las proteínas plasmáticas son una mezcla de diferentes cuerpos proteicos de estructura y funciones variables. En muchas enfermedades del organismo se producen alteraciones en la cantidad como en las proporciones de las distintas fracciones, que pueden determinarse a efectos de diagnóstico y pronóstico. La cuantía de proteínas séricas varía según la especie animal, en el hombre el contenido de albúmina es superior a la globulina, y la tasa total de proteínas plasmáticas oscila en los mamíferos adultos de (6-8 g/dL). La disminución de la fracción de la albúmina existe especialmente en enfermedades hepáticas, ya que estas proteínas se originan en el hígado la mayor parte, y las globulinas también se forman en el hígado y en las células del sistema retículo endotelial, muchas enfermedades infecciosas crónicas cursan con incremento de globulinas gamma (Kolb, 1979). Un bajo nivel de proteínas en la sangre origina una reducción en la presión osmótica coloidal del plasma sanguíneo que puede producir edema siendo el efecto principal una disminución coloidosmótica del plasma, y en un incremento de los niveles de globulinas pueden presentarse enfermedades hepáticas graves como (hepatitis o cirrosis hepática), por consiguiente existirá incapacidad para producir cantidades adecuadas de proteínas plasmáticas por ejemplo incapacidad del hígado para producir albúminas (Bush, 1982; Guyton, 1988).

La concentración de proteínas plasmáticas totales y fraccionadas (albúmina y globulinas) estas colaboran en el mantenimiento del equilibrio hídrico, influyendo sobre la presión osmótica; además aumentan la viscosidad de la sangre y ayudan a mantener la presión arterial. Todas las proteínas plasmáticas, excepto las gammaglobulinas, son sintetizadas en el hígado y estas representan un método de



diagnóstico que refleja situaciones patológicas en múltiples sistemas orgánicos como son: deficiencia proteica severa, mala nutrición, mala absorción, enfermedades hepáticas y renales entre otras (Larson y Malbruck, 1978; Mosby, 1982). Los valores normales de proteínas, casi en todos los animales varían entre (5-8 g/dL) que los animales jóvenes por lo general tienen valores normales que los adultos, la concentración de proteínas séricas totales por lo general tienen poco valor para el estudio de la función o infección hepática, la fracción de albúmina puede encontrarse disminuida y la globulina aumentada; la suma de las dos fracciones puede conducir a una fluctuación muy amplia de los valores desde bajas hasta altas en presencia de enfermedades hepáticas (Benjamín, 1990). Las proteínas que sufren modificaciones son principalmente las proteínas séricas (albúmina y globulinas), estos trastornos pueden deberse a problemas hereditarios o adquiridos, como suele ser enfermedades lisosómicas y también de etiología multifactorial respectivamente. Además, los trastornos de proteínas son consecuencia de cambios del sistema digestivo o de cuadros patológicos, las alteraciones de proteínas propias pueden ser por defecto de hipoproteïnemia, (causada por síndrome de mala absorción y de causas secundarias como edema hipooncótico, subcutáneo y cavitatorio) la hiperproteïnemia es la más frecuente ya que suele constituir alteraciones orgánicas en las células plasmáticas (Gazquez, 1991).

En el estudio de las proteínas plasmáticas de los sujetos nativos residentes en las grandes alturas se encuentra que la cifra media de proteínas totales es discretamente más elevada que la hallada a nivel del mar, mientras que la relación albúmina se encuentra por debajo de la cifra media hallada en los sujetos del nivel del mar, debido al incremento de globulinas. En el metabolismo de las seroproteínas, el hígado juega destacado papel en la síntesis de ella, principalmente de seroalbúminas,



fibrinógeno, protombina y gammaglobulina. En el estudio de la bilirrubinemia de los sujetos nativos residentes de las grandes alturas encontramos que la cifra de bilirrubina total está incrementada a expensas de la bilirrubina indirecta, este aumento está en relación con el menor o mayor grado de policitemia, la cual depende en forma directa del grado de hipoxia a la que están sometidos los sujetos (Reynafarge, 1990).

Albúminas

La albúmina sanguínea es sintetizada en el hígado, y se cataboliza en los tejidos periféricos y tiene una vida media de 7-10 días, las dos principales funciones de la albúmina son: mantener la presión osmótica coloidal del plasma que evita la pérdida del plasma a nivel capilar y transportar diversas hormonas, iones y fármacos. La producción de albúmina está sujeta a un mecanismo regulador de la presión osmótica coloidal y es secundario a las alteraciones de la concentración de globulinas. Las anomalías de las proteínas plasmáticas no indican una enfermedad específica si no un estado que altera los tejidos responsables del balance entre la síntesis de proteínas y el catabolismo o pérdida mecánica (Fenner, 1993; Maxine, 1991). La molécula de albúmina parece tener forma elíptica alargada, pero puede modificar reversiblemente su configuración. En la molécula existen unos 17 puentes disulfuro, pero tan solo un grupo SH; la molécula tiene una gran afinidad por todos los iones en particular los aniones. Estas cualidades (modificación esférica de configuración y fijación iónica) ayudan a explicar el importante papel como molécula portadora de muchísimas sustancias: bilirrubina, ácidos grasos, ácido úrico, vitamina C libre, acetil colina libre, colinesterasa, histamina, triyodotironina, tiroxina, adenosina y múltiples fármacos como los antibióticos y colorantes como salicilatos, barbitúricos, digitonina, sulfonamidas, aureomicina, penicilina, cloromicetina, estreptomina, rojo congo, rojo de fenol, bromosulfaleína, y medios



de contraste para rayos X a base de yodo. Fija aproximadamente la mitad de calcio sanguíneo total y una cantidad considerable de zinc y cobre, sin embargo, debemos insistir en que la albúmina no es el transportador habitual o principal de otras sustancias, como tiroxina o cobre. Aparte de sus papeles osmóticos y de transporte, la albúmina representa una reserva de aminoácidos cuando se almacena (Lynch, 1987). La albúmina es la proteína más abundante en el plasma, el hígado produce alrededor de (12.00 g/día de albúmina). La síntesis de albúmina se deprime en enfermedades hepáticas, y se reduce en estados de desnutrición proteica y se piensa que la albúmina es responsable del 75 a 80% de la presión osmótica del plasma, la albúmina sérica esta disminuida en una desnutrición, síndromes de mala absorción, glomérulo nefritis aguda o crónica, e insuficiencia aguda o crónica. Muchas enfermedades producen alteraciones similares en las fracciones de las proteínas plasmáticas, pero los cambios pueden ser de valor diagnóstico para demostrar que se está llevando a cabo un proceso patológico y puede contribuir a un diagnóstico (Benjamín, 1990).

La función principal de la albúmina es conservar la presión osmótica coloidal, que evita la pérdida del plasma a nivel capilar, a diferencia de las globulinas que desempeñan varias funciones de tipo enzimático en el plasma, pero sobre todo tiene a su cargo la inmunidad natural y adquirida, contra organismos invasores (Guyton, 1988).

Globulinas

Las globulinas se dividen en tres grupos principales alfa, beta y gamma, de donde alfa y beta ejercen diversas funciones en la circulación como transporte de esterinas, hormonas esteroideas, fosfatos, ácidos grasos, en ambas fracciones



pueden notarse una cantidad de lipoproteínas y otras sustancias combinándose con ellas y transportando proteínas. Las globulinas beta sirven para transporte de metales pesados, sobre todo el hierro, cobre y zinc. La fracción de las globulinas gamma comprende una serie muy heterogénea de sustancias proteicas, que actúan sobre todo como anticuerpos (inmunoglobulinas) en esta fracción se encuentran las precipitinas, aglutininas y las lisinas. Las globulinas desempeñan varias funciones de tipo enzimático en el plasma, pero sobre todo tiene a su cargo la inmunidad natural y adquirida, contra organismos invasores y las gamma globulinas en menor grado, desempeñan un papel principal protegiendo el cuerpo contra la infección, pues estas globulinas son las que constituyen principalmente los anticuerpos que resisten la infección e intoxicación proporcionando al cuerpo lo que llamamos inmunidad (Guyton, 1988; Kolb, 1979). La globulina comprende las inmunoglobulinas y diversas proteínas de transporte, se producen aumentos con la inflamación, infección, estimulación antigénica, neoplasia o producción anormal de inmunoglobulinas (mieloma múltiple) y puede verse producciones en estados de inmunodeficiencias y en animales jóvenes (Fenner, 1993).

La concentración de globulinas se obtiene restando la concentración de las albúminas (determinada por el análisis directo) del total de proteínas del suero. A menudo se expresa la concentración de estas dos fracciones proteicas principales indicando la relación es aproximadamente de 1.2:1 las variaciones cuantitativas de las distintas fracciones proteicas llevan a una disminución de la estabilidad de los coloides del suero, con una mayor tendencia a la floculación de cada una de ellas, especialmente la disminución de la albúmina o el aumento de globulinas, conducen a una mayor labilidad del suero. La concentración de ambas proteínas en el plasma se eleva ante todo en las enfermedades infecciosas- inflamatorias (Kraft, 1998; Harper, 1980).



2.2. Antecedentes

Márquez et al. (2014) con el objetivo de conocer las variaciones de los perfiles lipídico y proteico en tres estadios reproductivos de yeguas de raza cuarto de milla (no gestantes, gestantes y lactantes), se estudiaron diez animales pertenecientes a un harás del estado Lara, Venezuela. Mediante punción yugular se obtuvo plasma anticoagulado con EDTA y por espectrofotometría se determinaron las concentraciones de triglicéridos (TG) los que no mostraron diferencias significativas entre los estadios reproductivos estudiados; sus niveles fueron de $22,6 \pm 2,02$ mg/dL en no gestantes, $25,2 \pm 1,54$ mg/dL en gestantes y $23,3 \pm 0,24$ mg/dL durante la lactancia; así como de proteínas totales (PT), albúmina (AL) y globulinas (GL) en las hembras no gestantes los valores plasmáticos obtenidos fueron de $6,2 \pm 0,05$ g/dL para PT, de $3,5 \pm 0,05$ g/dL para AL y de $2,7 \pm 0,05$ g/dL para GL. Tanto PT como GL fueron significativamente más altas ($p < 0,05$) durante la gestación ($7,9 \pm 0,32$ g/dL y $4,4 \pm 0,21$ g/dL, respectivamente), en contraste con los otros dos períodos reproductivos estudiados.

Adamu et al. (2012) con el objetivo de investigar los cambios de los parámetros bioquímicos plasmáticos, treinta caballos árabes de resistencia fueron examinados físicamente y se recogieron muestras de sangre antes y después de la carrera; los resultados muestran que para proteínas totales antes y después fue de $68,94 \pm 9,45$ g/L ($6,89$ g/dL) y $68,43 \pm 4,66$ g/L ($6,84$ g/dL, respectivamente) y los niveles de triglicéridos fue de $0,25 \pm 0,09$ mmol/L y $0,25 \pm 0,09$ mmol/L ($21,88$ mg/dL), respectivamente, sin diferencia estadística. Herrera et al. (2018) reportó valores promedios de un perfil metabólico-proteico fueron determinados en mulos (*Equus mulus*) del departamento de Córdoba, Colombia, se tomaron muestras de sangre de 24 mulares de la vena yugular externa en tubos sin anticoagulante



para la posterior determinación de los analitos por espectrofotometría. Los valores promedios obtenidos fueron para proteínas totales $7,42 \pm 0,71$ g/dL, albumina $3,17 \pm 0,39$ g/dL, globulina $4,25 \pm 0,78$ g/dL, se encontró diferencia significativa para el parámetro proteínas totales según el sexo como criterio de clasificación. Zarate et al. (2012) obtuvo los valores promedios y desviaciones estándar de las concentraciones sanguíneas de proteína total y albumina, en dos grupos de equinos adultos de caballería e hipódromo, los resultados obtenidos para el grupo caballería fueron proteína total 6.3 g/dL; albumina 3.1 g/dL; Para el grupo hipódromo las medias obtenidas fueron Proteína total 6.8 g/dL; albumina 4.3 g/dL; encontrándose diferencias estadísticamente significativas en los analitos, Albúmina. Estos resultados nos ayudan a contar con un banco de datos para el sector productor de Equinos; según la aptitud y el desempeño socioeconómico. Rebolledo (2016) establece que los parámetros bioquímicos sanguíneos son herramientas sumamente importantes en medicina veterinaria. Sin embargo, su utilidad al servicio del clínico en medicina equina suele estar limitada producto de la ausencia de valores de referencia (VR) adaptados a las diferentes edades, razas y manejos de la especie. El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de determinar VR para perfil bioquímico de equinos Fina Sangre de Carrera (FSC) de un año de edad, sin entrenamiento y clínicamente sanos. Además, se establecieron preliminarmente VR según sexo y se realizó una prueba comparativa para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas con los valores entregados por la literatura. Con estos objetivos se seleccionaron 60 ejemplares FSC de un año de edad (30 hembras y 30 machos), ubicados en tres predios aledaños de la región Metropolitana, sometidos a normas de manejo, alimentación y entrenamiento habituales para la especie y raza. Las pruebas de laboratorio se realizaron mediante equipos automatizados. En términos



estadísticos, se identificaron y eliminaron los valores atípicos, se obtuvieron medidas de resumen de estadística descriptiva y se elaboraron los VR para perfil, aplicando la fórmula correspondiente según el tipo de distribución (normal / no normal) y en todos los casos con un intervalo de confianza de 90%. La misma metodología se utilizó para determinar VR según sexo. Los nuevos VR se compararon con los mencionados en la literatura sin obtener diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), resultado que se repitió al evaluar diferencias intersexo. Los resultados muestran que el nivel sérico de proteínas totales fue de $6,07 \pm 0,29$ g/dL, albuminas $3,62 \pm 0,14$ g/dL, globulinas $2,45 \pm 0,31$ g/dL y glucosa $130,08 \pm 20,79$ mg/dL, para el sexo en hembras los niveles séricos de proteínas totales fue de 6,13 g/dL (5,55 - 6,71), albuminas 3,67 g/dL (3,34 - 3,99), globulinas 2,47 g/dL (1,75 - 3,19) y glucosa 120,23 mg/dL (116,31 - 124,15), en machos los niveles séricos de proteínas totales fue de 6,00 g/dL (5,45 - 6,55), albuminas 3,59 g/dL (3,33 - 3,86), globulinas 2,42 g/dL (2,34 - 2,49) y glucosa 140,27 mg/dL (92,76 - 187,78).

Domínguez (2016) con el objetivo de este estudio fue determinar intervalos de referencia (IR) para perfil bioquímico, de dos grupos de equinos FSC en competencia, de dos y tres años de edad hípica y compararlos entre sí. Se utilizaron 60 equinos FSC, clínicamente sanos, con iguales normas de manejo, alimentación y entrenamiento, en dos grupos, 30 de dos años y 30 de tres años (edad hípica), con uno y dos años de entrenamiento respectivamente, adscritos a corrales del Club Hípico de Santiago. Los exámenes de sangre se realizaron en equipos automatizados. Se identificaron y eliminaron estadísticamente los valores atípicos, se obtuvo medidas de resumen de estadística descriptiva y se elaboraron los IR para perfil bioquímico, aplicando la fórmula según el tipo de distribución (normal / no normal) con intervalo de confianza de 90%. Se aplicó prueba comparativa para medias de dos



muestras emparejadas. Los resultados se compararon con los valores de Duncan y Prasse, (1986); Kaneko et al., (1997), ampliamente usados por laboratorios clínicos nacionales. Se establecieron valores de referencia para ambos grupos experimentales, sin diferencias significativas entre estos, en ninguno de los parámetros estudiados ($p > 0,05$), los resultados muestran para proteínas totales $5,81 \pm 0,32$ g/dL; albúminas $4,10 \pm 0,18$ g/dL, globulinas $1,71 \pm 0,26$ g/dL y glucosa $91,62 \pm 8,18$ mg/dL. Huertas (2019) en investigación que realizó en seis caballos criollos, de ambos sexos, con peso corporal de 400-450 kg, empleados rutinariamente como productores de plasma hiperinmune, las muestras sanguíneas se tomaron antes de ser sometidos a una sangría de escala industrial y se encontró los siguientes parámetros bioquímicos sanguíneos, albuminas $3,70 \pm 0,10$ g/dL; proteínas totales $7,80 \pm 0,30$ g/dL, glucosa $107,00 \pm 7,00$ mg/dL, triglicéridos $16,00 \pm 4,00$ mg/dL; considerando los valores referenciales para la especie de albuminas (2,7 -3,7 g/dL), proteínas totales (4,1 – 7,3 g/dL), glucosa (76 – 127 mg/dL) y triglicéridos (20- 34 mg/dL). Marín y Soto (2013) mediante muestreo consecutivo, se recolectaron muestras de 36 caballos, de los cuales 4 fueron caballos de trabajo propiedad del Campus agropecuario (UNAN-León), 6 caballos de Pura Raza Española y 30 caballos de trabajo (carretoneros) de la ciudad de León, para determinar valores de glucosa y proteínas séricas totales, los resultados del análisis laboratorio promedio de glucosa en los caballos estudiados fue de 73.51 ± 12.52 mg/dL y para proteínas séricas totales de $3,89 \pm 0,43$ g/dL. Hollis et al. (2008) determinó la concentración de glucosa en sangre(515 potros), los potros tenían concentraciones de glucosa en sangre dentro del rango de referencia (76-131 mg/dL).

Benavides (2017) con el objetivo determinar los niveles de glucosa sanguínea mediante el método de medición de bioquímica sanguínea y por el



método de glucómetro en Caballos Pura Sangre de Carrera (PSC) entre 2 a 8 años de edad del Hipódromo de Monterrico, con la finalidad de poder identificar la existencia de cualquier enfermedad metabólica. Para el propósito se utilizaron 90 caballos PSC, machos y hembras entre 2 a 8 años de edad aparentemente sanos, obteniendo de cada animal una muestra de 3mL de sangre entera la cual fue transferida a un tubo vacutainer EDTA-F glucosa, para el análisis sanguíneo en laboratorio y se utilizó una gota de sangre entera para la medición de glucosa en el analizador portátil. Los resultados de los niveles de glucosa sanguínea obtenidos fueron: 87.57 mg/dL para el método de medición por glucómetro y 96.40 mg/dL para el método de medición por bioquímica sanguínea, los cuales no tuvieron una diferencia significativa ($p>0.05$). Con respecto a la edad se determinó que no hay diferencia estadística significativa con el método de medición por glucómetro ($p>0.05$)

Díaz et al. (2008) con el objetivo de comparar los niveles de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y fraccionado en caballos peruanos de paso (CPP) de la Región Lambayeque. Se analizaron sueros de 50 CPP (25 sedentarios, 25 activos). Los TG y CT se determinaron con el uso de kits comerciales, mientras que las lipoproteínas HDL-C y LDL-C se determinaron después de precipitación selectiva con polímeros precipitantes selectivos (sulfato de dextrán, Mg^{++}). Las VLDL-C se calcularon restando al CT los valores de HDL-C + LDL-C. Los niveles promedio fueron de 25.69 mg/dl para TG, 108.71 mg/dl para CT, 66.55 mg/dl para HDL-C, 21.38 mg/dl para LDL-C, y 20.78 mg/dl para VLDL-C. Los valores séricos de HDL-C en CPP activos fueron estadísticamente superiores que en los sedentarios ($p<0.01$), en tanto que los valores de TG fueron inferiores en caballos castrados en comparación con las yeguas ($p<0.05$). Los CPP sedentarios tuvieron niveles menores de HDL-C que los activos, aunque estos últimos tienen menor riesgo



aterogénico; sin embargo, tanto caballos activos como sedentarios son poco susceptibles a sufrir hipertrigliceridemia.

Buitrago et al. (2016) estableció que el nivel de glicemia es un parámetro importante para el clínico dedicado a la neonatología equina, especialmente en las unidades de cuidados neonatales, en las cuales es un parámetro crítico como indicador pronóstico, por lo que es necesario tener parámetros de referencia precisos que ayuden a la toma de decisiones. En la raza Criollo Colombiano no se han encontrado valores de referencia, por lo que en la práctica clínica son usados valores establecidos para razas y ambientes diferentes, siendo este el primer reporte en esta raza en Colombia. El estudio se desarrolló en el municipio de Ciudad Bolívar; en donde se evaluaron los niveles de glicemia en muestra de sangre periférica mediante un glucómetro portátil. Fueron evaluados 29 potros neonatos hijos de yeguas estabuladas, se realizaron mediciones antes de la primera lactancia (T0) y tres mediciones más con intervalos de tres horas. (T3, T6 y T9). Se determinaron los intervalos de confianza para la media poblacional, y se realizó una comparación entre sexos, también se determinó una ecuación de regresión para la predicción de la glucosa según el tiempo de medición. Se determinó que al T0 se presentó una media de $81,76 \pm 9,25$ mg/dL, para el T3 fue de $88,97 \pm 11,73$ mg/dL, para el T6 de $112,31 \pm 16,52$ mg/dL y para el T9 fue de $118,52 \pm 13,59$ mg/dL. La ecuación de regresión polinómica fue $\text{Glucosa} = 80,27 + 1,617 \text{ tiempo} - 0,127 \text{ tiempo}^2 + 0,0001 \text{ tiempo}^3$ ($R^2 = 0,58$). No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre los sexos.

Ussa y Salgado (2009) con el objetivo estudiar la variación en los niveles de hematocrito (Hto), proteínas plasmáticas totales (Ppt) y albúmina (Alb) en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en la ciudad de Bogotá D.C., en el que se utilizaron 12 equinos (edad entre 5 y 9 años) de salto de la Escuela de



Equitación del Ejército Nacional de Colombia (EEE), como metodología se tomaron muestras sanguíneas directamente de la vena yugular de los equinos, sometidos a ejercicio monitorizado y cronometrado (30 minutos) en 3 momentos específicos: en reposo (T1), inmediatamente finalizado el entrenamiento (T2) y a las 6 horas post-entrenamiento (T3), durante un periodo total de 2 meses. Estas tomas se realizaron en los días 0, día 15, día 30, día 45 y día 60, bajo los parámetros antes mencionados; los resultados obtenidos fueron depurados y analizados por medio del programa EXCEL y STATISTIX, haciéndose un análisis de estadística descriptiva y de comparación de medias por medio del test de Tukey, lo cual determinó diferencias estadísticamente significativas entre T1 y T2 y entre T1 y T3 en el mismo día de muestreo para hematocrito, en contraste con los niveles séricos de proteínas plasmáticas totales y albúmina que mostraron diferencias significativas entre los valores obtenidos en los distintos días de muestreo (0, 15, 30, 45, 60); indicando que la síntesis de proteínas séricas puede verse afectada por factores ambientales, nutricionales, patologías agudas y crónicas, factores fisiológicos como la edad, cambios hormonales, factores extrínsecos y por estrés. Se concluyó que las diferencias significativas entre los días de muestreo para albúmina, puede relacionarse a factores como baja disponibilidad de agua, aumento de la temperatura ambiental, entre otros Tadich et al. (1997) realizó estudios para establecer los niveles de glucosa, ácido láctico, urea, creatininkinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), calcio (Ca), fósforo inorgánico (Pi) y magnesio (Mg)) en plasma de caballos de tiro de carga en Valdivia, Chile, y el grado de adaptación de estos animales al ejercicio realizado; además, se determinó la relación de estas concentraciones con el sexo, la edad y el conteo de huevos de parásitos de los caballos. Se utilizaron sesenta muestras de suero y plasma obtenidas de crías cruzadas clínicamente sanas, de 3 a 20 años



de edad y yeguas no preñadas. Antes de tomar muestras, los animales se dejaron reposar durante al menos 30 minutos y luego se sometieron a un examen clínico general; Se registraron el nombre y la dirección del propietario, raza, sexo, edad y peso de los caballos. Después del examen, se obtuvieron dos muestras de sangre mediante venopunción yugular, utilizando tubos lisos y tubos con NaF. Las concentraciones medias en sangre fueron 7.31 ± 1.46 mmol / L para la urea; $4,62 \pm 0,55$ mmol / L de glucosa; $2,55 \pm 0,92$ mmol / L de lactato; $390,27 \pm 148,56$ U / L, AST; $2,74 \pm 0,17$ mmol / L de Ca; $1,03 \pm 0,25$ mmol / L de Pi y $0,70 \pm 0,07$ mmol / L para Mg. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) cuando se compararon las concentraciones en sangre de los parámetros bioquímicos analizados según la edad, el sexo y el conteo de huevos de parásitos de los animales. Se concluyó que los caballos de tiro cargados en Valdivia presentan concentraciones medias en sangre de ácido láctico plasmático y actividad en suero de CK por encima de los rangos de referencia establecidos para la especie, lo que sugiere que no están bien adaptados al trabajo que realizan. Las concentraciones en sangre de los diferentes parámetros bioquímicos analizados no mostraron una correlación significativa ($p > 0.05$) con el sexo y la edad de los caballos.



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Medio experimental

Las muestras sanguíneas procedieron de los equinos que fueron beneficiados en el matadero de equinos “Inversiones Felipe & María SAC” ubicada en el centro poblado de Canchi Grande del distrito de Caracoto, el distrito tiene una superficie territorial de 285,87 Km², y su capital se encuentra sobre los 3 825 m entre las siguientes coordenadas geográficas: 15°33’59” de latitud Sur y 70°06’12” de longitud Oeste, limita al norte con el distrito de Juliaca, al este con el distrito de Huatta y Coata Provincia de Puno al oeste con el Distrito de Cabana (San Román) y al sur con la Provincia de Puno. Los análisis bioquímicos de las muestras fueron realizados en el laboratorio de Bioquímica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, que se encuentra situado, en la ciudad universitaria de la región de Puno – Perú a una altitud de 3825 m.

3.2. Material experimental

De los animales

Se seleccionaron 40 caballos criollo según edad (grupo etario) y sexo, y aparentemente en buen estado salud, se obtuvieron muestras sanguíneas para evaluar los niveles séricos. Su tipo se corresponde con el de los equinos desilla, presenta un andar ágil, de rápidos movimientos.



Tabla 1: Distribución de animales para la obtención de muestras de sangre

Edad (grupo etario)	Macho	Hembra
3 a 7 años	10	10
Más de 7 años	10	10
Total	20	20

Materiales y equipos

De muestreo

- Tubos y agujas Vacutainer de 10 mL.
- Caja tecnopor conteniendo hielo.
- Alcohol yodado.
- Algodón.
- Cinta masking type
- Registros

De laboratorio

- Congeladora
- Centrífuga
- Espectrofotómetro modelo Espectronic 21
- Baño María
- Pipetas y micropipetas
- Material de vidrio diverso
- Gradillas
- Cronómetro

Reactivos

Kits para determinación de proteínas totales, albuminas, globulinas, triglicéridos, glucosa (Wiener Lab ®, Buenos Aires, Argentina) y “Diagno TEST”.



3.3. Métodos

a. Selección de animales

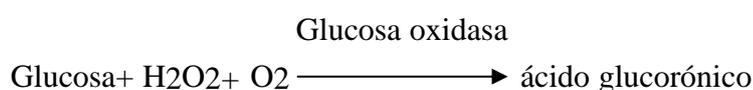
Se realizó por un muestreo aleatorio, las que fueron distribuidas en dos grupos experimentales: por grupo etario 20 y por sexo 20 equinos clínicamente sanos, animales alimentados a base de pastos naturales, la determinación de la edad fue realizada con exactitud por examinación dentaria de los incisivos y los molares.

b. Obtención y conservación de muestras

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción venosa de los caballos en ayuno, la sangre se colectó en tubos de ensayo sin anticoagulante para inmediatamente ser centrifugados a 3000 rpm durante 15 minutos, luego se obtuvo el suero sanguíneo, los que se conservaron en viales de plástico esterilizados de 5 mL los cuales fueron rotulados considerando grupo etario y sexo y conservados en congelación a menos 20°C hasta su análisis en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA, por espectrofotometría.

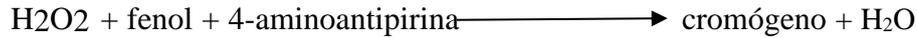
• Determinación de glucosa sanguínea

Para la determinación de glucosa sanguínea se utilizó el método de colorimétrico enzimático, la que se determinó luego de una oxidación enzimática en presencia de glucosa oxidasa; produciéndose un color rosado cuya intensidad fue proporcional a la cantidad de glucosa presente en la muestra, de acuerdo a la siguiente reacción:





+H₂O₂ Peroxidasa



Procedimiento

Se siguió el siguiente protocolo:

1. Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:

Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar (μL)	-	10 μL	-
Suero (μL)	-	-	10μL
Reactivo enzimático (mL)	1 mL	1 mL	1mL

2. Mezclar suavemente
3. Incubar por 10 minutos a 37°C
4. Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546 nm.
5. Realizar el cálculo con la siguiente fórmula:

$$[\text{Glucosa}](\text{mg/dL}) = \frac{[\text{St}]}{\text{Ast}} \times \text{Am}$$

[Concentración del St] = 100 mg/dL

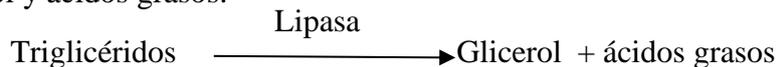
6. Expresar los resultados en miligramos de glucosa por 100 mL de suero sanguíneo (mg/dL).

- **Determinación de triglicéridos.**

El método empleado fue el enzimático colorimétrico, utilizando un kit de reactivos de laboratorio “diagno TEST”, cuyo fundamento es:

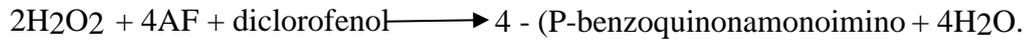
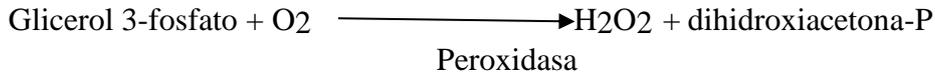
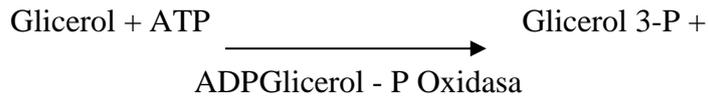
Fundamento

Los triglicéridos presentes en la muestra por la acción de la enzima lipasa, liberan glicerol y ácidos grasos:



El glicerol liberado por esta reacción es determinado por las siguientes reacciones enzimáticas acopladas:

Glicerol Quinasa



El color fue directamente proporcional a la cantidad de triglicéridos presentes en la muestra.

Procedimiento:

- Se reconstituyó el reactivo según las instrucciones.
- Se homogenizó las muestras antes de utilizar.
- Se rotuló tres tubos de ensayo; B (blanco), S (standard) y M (muestra),

Preparación de reactivos y muestras para la determinación de triglicéridos.

	Blanco (mL)	Standard (mL)	Muestra suero (mL)
Muestra de suero	--	--	0.01
Standard del reactivo	--	0.01	--
Reactivo de trabajo	1.00	1.00	1.00

- Se mezcló suavemente y luego se incubó por un lapso de 5 minutos a 37 °C, en baño María.
- Se llevó el espectrofotómetro a cero con el blanco, para leer la absorbancia a una longitud de onda de 546 nm (500 – 550nm).

Cálculos de resultados

Se procedió a corregir las lecturas con el blanco para los cálculos.

Triglicéridos mg/dL = x concentración del Standard

Concentración del Standard = 200 mg/dL.



- **Determinación de proteínas totales**

La determinación se basó en la aplicación del reactivo Biuret, lo cual permite que los enlace peptídicos de las proteínas reaccionen en el medio alcalino con el ion cúprico del reactivo de Biuret dando un complejo de color violeta, cuya intensidad es proporcional a la concentración de proteínas totales en la muestra, las cuales se determinaron espectrofotométricamente a 540 nm, con una cubeta de 1 cm de espesor.

Procedimiento

Se siguió el siguiente protocolo:

Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:

Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar (µl)	-	25	-
Suero (µl)	-	-	25
Reactivo enzimático (ml)	1.75	1.75	1.75

1. Mezclar e incubar por 15 minutos a una temperatura de 37°C.
2. Llevar al espectrofotómetro y realizar la lectura de la absorbancia del estándar y de las muestras a una longitud de onda de luz de 540 nm de absorbancia.
3. Realizar el cálculo con la siguiente formula:

$$[Proteínas Totales] (g / dl) = \left[\frac{St}{Ast} \times \downarrow \right] Am$$

[Concentración del St] = 8 g/dL

Expresar los resultados g/dL de suero sanguíneo.

- **Albumina sérica**

La determinación se basó en el método BCG verde de bromocresol,



el cual reacciona cuantitativamente con la albúmina una vez que se unen formando rápidamente un color azul intenso, la intensidad del color fue proporcional a la concentración de albúmina en la muestra. Esto se determinó a una longitud de onda de 625 nm.

Procedimiento

Se siguió el siguiente protocolo:

1. Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:

Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar (μL)	-	5	-
Suero (μL)			5
Reactivo enzimático (mL)	1.75	1.75	1.75

1. Mezclar e incubar por 10 minutos a una temperatura de 28°C.
2. Llevar al espectrofotómetro y realizar la lectura de la absorbancia del estándar y de las muestras a una longitud de onda de 625 nm.
3. Realizar el cálculo con la siguiente formula:

$$[Albúmina] (g / dl) = \frac{[St]}{Ast} \times Am$$

[Concentración del St] = 4 g/dL

4. Expresar los resultados g/dL de suero sanguíneo.

- **Determinación de globulinas**

La determinación de las globulinas se obtuvo por la diferencia de las concentraciones de albúmina de las proteínas totales como muestra la siguiente fórmula. Los resultados fueron expresados en g/dL de suero sanguíneo.

$$\text{Globulinas (g/dL)} = \text{Proteínas totales} - \text{Albúmina}$$



3.4. Método estadístico.

Estadística descriptiva

Se determinaron medidas de tendencia central (Promedio) y de dispersión (Error estándar y valores extremos).

Diseño experimental

El estudio fue conducido en un diseño completo al azar bajo un arreglo factorial de 2 x 2, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + B_i + S_j + (BS)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Variable de respuesta
- u : Media general
- B_i : Efecto del i –ésimo edad ($i = 1, 2$)
- S_j : Efecto del j –ésimo sexo ($j = 1, 2$)
- $(BS)_{ij}$: Efecto de la interacción de la edad por sexo
- E_{ijk} : Error residual ($= 1, 2, \dots, 20$).

Prueba de comparación de medias

Se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey a un $\alpha=0.05$. Para el procesamiento de datos y el análisis estadístico se utilizó el software SAS versión 9,1. SAS (2018)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Niveles séricos de glucosa

Los niveles séricos de glucosa sanguínea según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Niveles séricos de glucosa (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud

Edad (grupo etario)	n	Sexo		Total Promedio ± EE
		Macho Promedio ± EE	Hembra Promedio ± EE	
De 3 a 7 años	20	127,58 ± 0,044	127,64 ± 0,055	127,61 ± 1,37^a
Más de 7 años	20	116,61 ± 0,042	117,91 ± 0,048	117,26 ± 1,16^b
Total	40	122,09 ± 1,70^a	122,78 ± 1,78^a	122,43 ± 1,21

Las letras diferentes muestran diferencia estadística

Los niveles séricos de glucosa sanguínea en machos y hembras fueron similares sin diferencia estadística ($P > 0,05$), para el efecto de factor edad (grupo etario) los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles de glucosa sanguínea respecto a caballos de más de 7 años de edad, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$). Los valores obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los valores normales reportados para la especie por Rebolledo (2016) para glucosa de $130,08 \pm 20,79$ mg/dL, Huertas (2019) reporta para glucosa (76 – 127 mg/dL), Hollis et al. (2008) encontró niveles de glucosa en sangre dentro del rango de referencia (76 -131 mg/dL), Buitrago et al. (2016) de $81,76 \pm 9,25$ mg/dL a $118,52 \pm 13,59$ mg/dL; Sin embargo, valores ligeramente inferiores fueron citados por Domínguez (2016) de $91,62 \pm 8,18$ mg/dL, Marín y Soto (2013)



Mediante muestreo consecutivo, se recolectaron muestras de 36 caballos de trabajo y pura sangre reportaron niveles de 73.51 ± 12.52 mg/dL. Las ligeras variaciones probablemente se deben al efecto raza, tipo de alimentación y otras variables que podrían influir en los niveles séricos.

Los resultados respecto al efecto edad son similares a los reportados por Benavides (2017), al análisis estadístico de los valores de niveles basales de glucosa sanguínea en una población de 90 equinos de raza pura sangre de carrera, analizados por el método de medición de bioquímica sanguínea agrupados según edades afirma que los animales de 7 años de edad a más son completamente distintos en niveles séricos a comparación de las demás edades, siendo mayor en caballos de 2 a 6 años respecto a caballos de 8 a más años. Sobre el particular en el estudio de Galindo et al. (2007) se evaluaron caballos PSA (Pura Sangre Árabe) entre 4 a 11 años obteniéndose un valor promedio de 89 mg/dL y en el estudio de Barra (2007) en caballos mestizos entre 6 a 9 años se obtuvo un valor promedio de 77 mg/dL, por otro lado, Castillo et al. (2007) evaluaron caballos de trabajo entre 5 a 10 años, y obtuvieron valores promedio de 80.64 mg/dL. Estos valores inferiores podrían deberse al grado de adaptación de estos animales al ejercicio tal como refiere Tadich et al. (1997).

Los resultados son similares respecto al efecto sexo citado por Benavides (2017) en la medición de glucosa en sangre según género y métodos de diagnóstico de bioquímica sanguínea y de la medición por glucómetro portátil en una población de 90 equinos de raza pura sangre de carrera del Hipódromo de Monterrico, sin diferencia estadística. Sin embargo, Rebolledo (2016) en equinos Fina Sangre



de Carrera (FSC) de un año de edad reporta valores de 120, 23 mg/dL (116,31 – 124,15) en hembras y 140, 27 mg/dL (92,76 – 187,78) en machos.

No existen muchos estudios donde se compare diferencias según sexo para los niveles sanguíneos de glucosa en caballos; sin embargo, Quintero (2010) menciona que podría haber una cierta variación según sexo, ya que en hembras durante las épocas reproductivas o en estado de preñez pueden presentar alteraciones del metabolismo de la glucosa sanguínea debido a una variación hormonal. Precisamente, en los resultados del estudio no se encontraron variaciones significativas según sexo probablemente debido a que las muestras fueron tomadas durante los meses de Junio y Julio, meses en los cuales las hembras no se encuentran en etapa reproductiva y mucho menos en estado de preñez.

Sobre el particular Tadich et al. (1997) realizó estudios para establecer los niveles de glucosa, en plasma de caballos de tiro de carga en Valdivia, Chile, y el grado de adaptación de estos animales al ejercicio estableciendo que las concentraciones en sangre de los diferentes parámetros bioquímicos analizados no mostraron una correlación significativa ($P > 0.05$) con el sexo y la edad de los caballos.

Las diferencias respecto a diferentes investigaciones se deben probablemente a que en équidos estos niveles presentan variaciones inter específicas tal como refiere Bromerschenkel et al. (2015), pues se ha reportado una mayor concentración de glucosa al nacimiento en burros que en caballos citado por Sgorbini et al. (2013) e intra específicas principalmente por condiciones fisiológicas como la edad, la dieta y el estado reproductivo o de manera patológica por alteraciones como diabetes, obesidad, disfunción pituitaria, laminitis tal como menciona Vervuert y Coenen (2006). Sin embargo, en la práctica médica las concentraciones séricas de glucosa

han sido utilizadas como indicadores de enfermedad y como predictor de sobrevivencia tal como mencionan Hassel et al. (2009) y Hollis et al. (2008).

Las referencias citadas en discusión corresponden a investigaciones realizadas a nivel del mar, los équidos en altura han desarrollado adaptaciones, así por ejemplo los estudios sobre el sistema muscular permitieron comprender la adaptación del músculo equino, evidenciaron el incremento de la actividad enzimática del metabolismo aeróbico como las enzimas del ciclo de Krebs, de la cadena respiratoria mitocondrial y de la β oxidación lipídica, como la adaptación muscular más precoz (Rivero et al., 1995). Estos cambios están asociados con el incremento de mitocondrias y de la densidad capilar, las respuestas adaptativas más tardías involucran la mejora en la difusión de O_2 y en la eliminación de los desechos metabólicos.

4.2. Niveles séricos de triglicéridos

Los niveles séricos de triglicéridos según sexo y edad (grupo etario en caballos a 3 820 m de altitud, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Niveles séricos de triglicéridos (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud

Edad (grupo etario)	n	Sexo		Total
		Macho Promedio \pm EE	Hembra Promedio \pm EE	Promedio \pm EE
De 3 a 7 años	20	25,27 \pm 0,044	26,50 \pm 0,042	25,89 \pm 0,28^a
Más de 7 años	20	24,04 \pm 0,038	25,06 \pm 0,041	24,55 \pm 0,24^b
Total	40	24,66 \pm 0,26^b	25,78 \pm 0,29^a	25,22 \pm 0,21

Las letras diferentes muestran diferencia estadística

Los niveles séricos de triglicéridos sanguíneos en machos fueron menor respecto a las hembras con diferencia estadística ($P \leq 0,05$), para el efecto de factor edad (grupo



etario) los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles de triglicéridos sanguíneos respecto a caballos de más de 7 años de edad, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$). Los valores obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los valores normales para la especie reportados por Huertas (2019) considerando valores referenciales para la especie de triglicéridos de 20 - 34 mg/dL y además reporta que en muestras de sangre de seis caballos criollos, de ambos sexos, con peso corporal de 400-450 kg, empleados rutinariamente como productores de plasma hiperinmune encontró valores de triglicéridos $16,00 \pm 4,00$ mg/dL, similares a los citados por Márquez et al. (2014) quienes con el objetivo de conocer las variaciones de los perfiles lipídico en tres estadios reproductivos de yeguas de raza cuarto de milla (no gestantes, gestantes y lactantes) determinó que las concentraciones de triglicéridos no mostraron diferencias significativas entre los estadios reproductivos estudiados y sus niveles fueron de $22,6 \pm 2,02$ mg/dL en no gestantes, $25,2 \pm 1,54$ mg/dL en gestantes y $23,3 \pm 0,24$ mg/dL durante la lactancia. Sin embargo, son ligeramente superiores a los reportados por Adamu et al. (2012) quienes con el objetivo de investigar los cambios de los parámetros bioquímicos plasmáticos en treinta caballos árabes de resistencia encontraron niveles de triglicéridos de $0,25 \pm 0,09$ mmol/L ($21,88$ mg/dL). Los resultados son similares a los reportados por Díaz et al. (2008) quienes con el objetivo de comparar los niveles de triglicéridos, en caballos peruanos de paso (CPP) de la Región Lambayeque reportaron niveles promedio de $25,69$ mg/dL, en tanto que los valores de triglicéridos fueron inferiores en caballos castrados en comparación con las yeguas ($P < 0,05$). Existen varios factores que influyen en las concentraciones de metabolitos sanguíneos, en particular los niveles séricos de triglicéridos podrían estar relacionados con la edad de los animales y con el peso corporal, estos tienden a aumentar tal como refiere Herrera et al. (2018); Así por

ejemplo las fuentes más importantes de energía son las grasas y en segunda instancia, el glucógeno; la glucosa y los ácidos grasos libres se incrementan en sangre a los pocos minutos de haber comenzado el ejercicio, pero una vez degradado entre el 20 – 30 % del glucógeno almacenado en el músculo se activa la Beta-oxidación (Helge et al., 2001). El aporte energético durante la actividad física no deriva de una única vía metabólica, sino que, hay una integración muy dinámica de todas las vías energéticas; la distribución es 20 a 1 dentro de la célula para el glucógeno y fuera para las grasas, habiendo un flujo de sustratos y formación constante.

4.3. Niveles séricos de proteínas totales

Los niveles séricos de proteínas totales según sexo y edad (grupo etario) encaballos a 3 820 m de altitud, se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Niveles séricos de proteínas totales (g/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud

Edad (grupo etario)	n	Sexo		Total Promedio ± EE
		Macho Promedio ± EE	Hembra Promedio ± EE	
De 3 a 7 años	20	4,20 ± 0,611	4,31 ± 0,617	5,96 ± 0,07^b
Más de 7 años	20	5,72 ± 0,562	5,02 ± 0,660	7,55 ± 0,09^a
Total	40	6,78 ± 0,22^a	6,74 ± 0,18^a	6,76 ± 0,14

Las letras diferentes muestran diferencia estadística

Los niveles séricos de proteínas totales sanguíneos en machos fue igual respecto a las hembras sin diferencia estadística ($P > 0,05$), para el efecto de factor edad (grupo etario) los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles de proteínas totales sanguíneos respecto a caballos de más de 7 años de edad, con



diferencia estadística ($P \leq 0,05$). Los valores obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los valores normales para la especie reportados por Duncan y Prasse, (1986); Kaneko et al., (1997), así como por Huertas (2019) de 4,1 - 7,3 g/dL y a los resultados en seis caballos criollos, de ambos sexos, con peso corporal de 400-450 kg, empleados rutinariamente como productores de plasma hiperinmune, siendo los parámetros bioquímicos sanguíneos de proteínas totales de $7,80 \pm 0,30$ g/dL; también son similares a los reportados por Rebolledo (2016) para perfil bioquímico de equinos Fina Sangre de Carrera (FSC) de un año de edad, sin entrenamiento y clínicamente sanos, estos muestran niveles séricos de proteínas totales de $6,07 \pm 0,29$ g/dL.

Así mismo, están dentro de los valores reportados por Márquez et al. (2014) quienes con el objetivo de conocer las variaciones del perfil proteico en tres estadios reproductivos de yeguas de raza cuarto de milla (no gestantes, gestantes y lactantes) encontraron que en las hembras no gestantes los valores plasmáticos fueron de $6,2 \pm 0,05$ g/dL y significativamente más altas ($P < 0,05$) durante la gestación ($7,9 \pm 0,32$ g/dL) en contraste con los otros dos períodos reproductivos estudiados.

Son similares a los reportados por Adamu et al. (2012) quienes con el objetivo de investigar los cambios de los parámetros bioquímicos plasmáticos en treinta caballos árabes de resistencia encontraron valores de 6,89 g/dL y a los citados por Zarate et al. (2012) quienes obtuvieron valores promedios en dos grupos de equinos adultos, para caballería fue de 6,30 g/dL e hipódromo 6,80 g/dL, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en los analitos analizados.

Los resultados son superiores a los citados por Marín y Soto (2013) quienes, mediante muestreo consecutivo, recolectaron muestras de 36 caballos, de los cuales 4 fueron caballos de trabajo, 6 caballos de Pura Raza Española y 30 caballos de trabajo



(carretoneros) reportando para proteínas séricas totales valores de $3,89 \pm 0,43$ g/dL

Para el efecto del factor sexo los resultados son similares a los reportados por Rebolledo (2016) para perfil bioquímico de equinos Fina Sangre de Carrera (FSC) de un año de edad, sin entrenamiento y clínicamente sanos, los resultados muestran que los niveles séricos de proteínas totales fue de $6,07 \pm 0,29$ g/dL, para el sexo en hembras los niveles séricos de proteínas totales fue de $6,13$ g/dL (5,55 - 6,71), en machos los niveles séricos de proteínas totales fue de $6,00$ g/dL (5,45 - 6,55) y sin diferencia estadística y diferentes a los reportados por Herrera et al. (2018) quienes determinaron valores del perfil metabólico proteico en mulos (*Equus mulus*), citando valores de $7,42 \pm 0,71$ g/dL y se encontró diferencia significativa para el parámetro proteínas totales según el sexo como criterio de clasificación.

Para el efecto del factor edad los resultados son similares a los reportados por Domínguez (2016) comparado con el primer grupo etario del estudio, quien con el objetivo de determinar el intervalo de referencia (IR) para perfil bioquímico, de dos grupos de equinos FSC en competencia, de dos y tres años de edad hípica, se establecieron valores de referencia para ambos grupos experimentales de proteínas totales de $5,81 \pm 0,32$ g/dL, sin diferencias significativas entre los grupos estudiados ($P > 0,05$).

Las variaciones encontradas respecto a otros estudios se deben probablemente a los citados por Ussa y Salgado (2009) quienes con el objetivo estudiar la variación en los niveles de proteínas plasmáticas totales en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en la ciudad de Bogotá indicando que la síntesis de proteínas séricas puede verse afectada por factores ambientales, nutricionales, patologías agudas y crónicas, factores fisiológicos como la edad, cambios hormonales, factores extrínsecos y también por estrés. Así mismo, la proteinemia en reposo y durante la actividad es el

resultado de la interacción de numerosos factores, como grado de filtración entre los espacios intra y extravascular, demandas metabólicas, control neuroendocrino, estado nutricional y equilibrio hídrico tal como refiere Messer (1995).

En el estudio de las proteínas plasmáticas de los sujetos nativos residentes en las grandes alturas se encuentra que la cifra media de proteínas totales es discretamente más elevada que la hallada a nivel del mar, mientras que la relación ~~al~~ ^{al} ~~se~~ ^{se} encuentra por debajo de la cifra media hallada en los sujetos del nivel del mar, debido al incremento de globulinas tal como refiere Reynafarge (1990).

4.1. Niveles séricos de albuminas

Los niveles séricos de albuminas según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud, se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Niveles séricos de albuminas (g/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud

Edad (grupo etario)	n	Sexo		Total
		Macho	Hembra	Promedio ± EE
		Promedio ± EE	Promedio ± EE	
De 3 a 7 años	20	3,28 ± 0,061	3,41 ± 0,071	3,34 ± 0,05^a
Más de 7 años	20	3,19 ± 0,060	3,29 ± 0,049	3,24 ± 0,04^a
Total	40	3,23 ± 0,04^a	3,35 ± 0,05^a	3,29 ± 0,03

Las letras diferentes muestran diferencia estadística

Los niveles séricos de albuminas sanguíneos en machos fue igual respecto a las hembras sin diferencia estadística ($P > 0,05$), para el efecto de factor edad (grupo etario) los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles de proteínas totales sanguíneos respecto a caballos de más de 7 años de edad), con diferencia estadística ($P \leq 0,05$).

Los resultados se encuentran dentro de los valores normales reportados por



Duncan y Prasse, (1986); Kaneko et al., (1997) para la especie, así como a los reportes de Huertas (2019) en investigaciones con seis caballos criollos, de ambos sexos, con peso corporal de 400-450 kg, empleados rutinariamente como productores de plasma hiperinmune citando valores para albuminas de $3,70 \pm 0,10$ g/dL ($2,7 - 3,7$ g/dL), de manera similar a lo reportado por Rebolledo (2016) de $3,33 - 3,86$ g/dL, considerando el perfil bioquímico de equinos Fina Sangre de Carrera (FSC) de un año de edad, sin entrenamiento y clínicamente sanos, los resultados muestran que los niveles séricos de albuminas $3,59$ g/dL y como a los citados por Márquez et al.(2014) del perfil proteico en tres estadios reproductivos de yeguas de raza cuarto demilla (no gestantes, gestantes y lactantes) con un promedio de $3,5 \pm 0,05$ g/ dL. Asimismo al citado por Zarate et al. (2012) quienes obtuvieron valores promedios de las concentraciones sanguíneas de albumina en dos grupos de equinos adultos de caballería 3.10 g/dL y para el grupo hipódromo 4.30 g/dL, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en los analitos analizados.

Para el efecto del factor sexo los resultados son similares a los citados por Herrera et al. (2018) reportando valores promedios de un perfil metabólico proteico en mulos (*Equus mulus*) de $3,17 \pm 0,39$ g/dL de albumina, no se encontró diferencia significativa para el parámetro de albuminas según el sexo como criterio de clasificación.

Respecto al factor edad valores de comportamiento similar fueron citados por Domínguez (2016) quien con el objetivo de determinar intervalos de referencia (IR) para perfil bioquímico de dos grupos de equinos FSC en competencia de dos y tres años de edad hípica, se establecieron valores de referencia de $4,10 \pm 0,18$ g/dL para ambas edades y sin diferencia estadística.

El particular Ussa y Salgado (2009) al estudiar la variación en los niveles de albúmina en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en la ciudad de Bogotá indican que la síntesis de proteínas séricas puede verse afectada por factores

ambientales, nutricionales, patologías agudas y crónicas, factores fisiológicos como la edad, cambios hormonales, factores extrínsecos y por estrés y concluye que las diferencias significativas entre los días de muestreo para albúmina, puede relacionarse a factores como baja disponibilidad de agua, aumento de la temperatura ambiental, entre otros.

Las concentraciones ligeramente superiores de albumina observados en el presente trabajo puede explicarse en base a la función de transporte de nutrientes que cumple la albumina, en este caso las condiciones nutricionales de los animales era bastante deficiente y por ende el organismo debe redireccionar de manera inmediata todo el alimento consumido a través la albumina, como transportadora, a los órganos que exigen gran demanda de nutrientes, por lo que habría una movilización constante de nutrientes y explicaría el valor de la albumina comparado con los demás estudiados como refiere Morais et al. (2000).

4.4. Niveles séricos de globulinas

Los niveles séricos de globulinas (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Niveles séricos de globulinas (mg/dL) según sexo y edad (grupo etario) en caballos a 3 820 m de altitud

Edad (grupo etario)	n	Sexo		Total Promedio ± EE
		Macho Promedio ± EE	Hembra Promedio ± EE	
De 3 a 7 años	20	2,66 ± 0,144	2,58 ± 0,169	2,62 ± 0,09^b
Más de 7 años	20	4,43 ± 0,142	4,20 ± 0,068	4,32 ± 0,11^a
Total	40	3,55 ± 0,23^a	3,39 ± 0,20^a	3,47 ± 0,15

Las letras diferentes muestran diferencia estadística

Los niveles séricos de globulinas sanguíneos en machos fueron igual respecto a



las hembras sin diferencia estadística ($P > 0,05$), para el efecto de factor edad (grupo etario) los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles de proteínas totales sanguíneas respecto a caballos de más de 7 años de edad, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$). Los resultados se encuentran dentro de los valores citados por Duncan y Prasse, (1986); Kaneko et al., (1997), ampliamente usados por laboratorios clínicos nacionales. Son ligeramente superiores a los citados por Márquez et al. (2014) al conocer las variaciones del perfil de globulinas en tres estadios reproductivos de yeguas de raza cuarto de milla (no gestantes, gestantes y lactantes) reportaron valores de $2,7 \pm 0,05$ g/dl Para el efecto del factor sexo son similares a los reportados por Rebolledo (2016) para perfil bioquímico de equinos Fina Sangre de Carrera (FSC) de un año de edad, sin entrenamiento y clínicamente sanos, los resultados muestran que los niveles séricos de globulinas promedio fue de $2,45 \pm 0,31$ g/dL, para hembras fue de $2,47$ g/dL ($1,75 - 3,19$ g/dL) y en machos de $2,42$ g/dL ($2,34 - 2,49$ g/dL), también similares a los citados por Herrera et al. (2018) al determinar el perfil metabólico de globulinas en mulos (*Equus mulus*), siendo los valores promedios de $4,25 \pm 0,78$ g/dL y sin diferencia significativa para el parámetro según el sexo como criterio de clasificación.

Respecto al factor edad Domínguez (2016) al determinar intervalos de referencia (IR) para perfil bioquímico de dos grupos de equinos FSC en competencia, de dos y tres años de edad hípica y compararlos entre sí, se establecieron valores de referencia para ambos grupos experimentales, sin diferencias significativas entre estos ($p > 0,051$) con un promedio de globulinas de $1,71 \pm 0,26$ g/dL El aumento de las globulinas plasmáticas estaría relacionado a la necesidad de aumentar los anticuerpos con fines de asegurar una adecuada inmunidad tal como refiere Márquez et al. (2014), y los niveles



relativamente bajos de inmunoglobulinas circulantes reflejan deficiencia del sistema inmune y una respuesta limitada a los desafíos de las enfermedades, la deficiencia de nutrientes debido a la baja calidad nutritiva de los pastos afecta circunstancialmente la síntesis proteica al no aportar la cantidad necesaria de los precursores proteicos para el organismo tal como refiere Girardi (2012). Así mismo Alves (2008) observó en una relación directamente proporcional entre el aumento en las concentraciones de globulinas y la edad, concentraciones elevadas de globulinas pueden deberse a ejercicio intenso a consecuencia del trabajo pesado junto a cortos periodos de descanso, causando cierto grado de deshidratación, debido al desvío del fluido intercelular y aumento de las proteínas de fase aguda tal como señala McGowan,



V. CONCLUSIONES

Los niveles de glucosa en machos y hembras fueron similares ($P > 0,05$), los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles respecto a caballos de más de 7 años de edad.

Los niveles de triglicéridos en machos fueron menor respecto a las hembras y los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles respecto a caballos de más de 7 años de edad.

Los niveles de proteínas totales en machos y hembras fueron similares, los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles respecto a caballos de más de 7 años de edad.

Las albuminas en machos fueron iguales respecto a las hembras, los caballos de 3 a 7 años presentaron mayores niveles respecto a caballos de más de 7 años de edad.

Las globulinas en machos fueron iguales respecto a las hembras, los caballos de 3 a 7 años presentaron menores niveles respecto a caballos de más de 7 años de edad.



VI. RECOMENDACIONES

Para el diagnóstico de patologías en caballos, considerar como valores referenciales en altura de los resultados de la investigación.

Proseguir estudios del metabolismo de urea, colesterol, considerando otras variables y factores influyentes, como época del año, nivel de alimentación, y otros.

Considerar dentro de los variables de estudio otros marcadores bioquímicos, enzimáticos y hematológicos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adamu, L., Noraniza, M.A., Rasedee 1, A., Bashir, A. 2012. Metabolic responses endurance horses during Racing in relation to uric acid profile, leucocytes, heart rate and plasma biochemical parameters *Veterinarni Medicina*, 57, 2012 (11): 591– 596 Álvarez
- J. 2001. *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*, 1º Ed., Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Alves, L. 2008. *Influência da idade e do sexo sobre o perfil bioquímico sérico de Jumentos da raça brasileira*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia.
- Barra, M. 2007. *Evaluación del hemograma, concentración sanguínea de cortisol y glucosa en equinos sometidos a un ejercicio estandarizado en treadmill* – Universidad de Concepción, Chile.
- Barreto, L.F. 2007. *Revisión De Literatura De Hallazgos Hematológicos Y Fisiológicos En Caballos Atletas En La Modalidad De Competición Completa De Equitación*. Monografía, Facultad de Ciencias Agropecuarias Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales, Bogota, 2007.
- Benavides, C. P. 2017. *Niveles basales de glucosa sanguínea en caballos pura sangre de carrera del hipódromo de Monterrico*. Tesis para optar el Título Profesional de Médica Veterinaria, Universidad Ricardo Palma Benjamín, M. 1990. *Manual de Patología Veterinaria*. Editorial LIMUSA.
- México. Bromerschenkel, I., Martins, C. 2015. *Mensuração da glicemia em potros neonatos*. *Rev ACSA* 2015; 10-15.
<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/502>



- Buitrago, J.A., Campuzano, S., Bolívar, D., López, Y., Cardona, J. 2016. Niveles de glicemia en potros criollo colombiano durante sus primeras horas de vida. 2016. Vol 11, Num 3 CES Medicina veterinaria y zootecnia. Medellín Colombia
- Campos, R., Carreño, E.S. y Gonzales, F. D. 2004. Perfil metabólico de razas nativas colombianas. Redalyc. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/896/89680203.pdf.0121-3709>. Rev.Col.
- Castillo, J.C., Cepero, O., Silveira, E., Casanova, R. 2007. Caballos de tracción de la ciudad de Santa Clara, Cuba III Glicemia y electrolitos. [REDVET] Vol. VIII N°7. Cuba; 2007. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612662009.pdf>
- Cevallos, A. 2001. Análisis de resultados de perfiles metabólicos en lechería. Devlin, T. 1988. Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas (Tomo I y II). 2 ° Edición. Editorial REVERTE. S.A. Barcelona
- Díaz, C., Plaza, E., Chimoy, E. 2008. Niveles séricos de triglicéridos y colesterol en caballos peruanos de paso bajo dos sistemas de crianza. Rev. Inv. Perú 19: 134-139.
- Díaz, H. 2009. Parámetros hemato - bioquímicos en el caballo peruano de paso – Universidad Nacional Mayor de San Marcos [tesis de grado]. Perú.
- Domínguez, D. 2016. Determinación de intervalos de referencia para perfil bioquímico y hemograma en equinos fina sangre de carrera de dos y tres años de edad, sometidos a entrenamiento, en la región metropolitana. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario Departamento de Ciencias, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.
- Duncan, J., Prasse, K. 1986. Veterinary Laboratory Medicine, 2nd ed. Ames, IA: Iowa State University Press. 105-144 p.



- Dunkel, B., Mckenzie. H. C. 2003. Severe hypertriglyceridaemia in clinically illhorses: diagnosis, treatment and outcome. *Equine Vet J* 35: 590-595.
- Fenner, N. 1993. *Medicina Veterinaria. Manual de diagnóstico rápido*. 1ª Edición. Editorial LIMUSA S.A. México. casinus) da raa pga, Dissertao de Mestrado, Universidade EstadualPaulista Júlio de Mesquita Filho.
- Goodwin, D. 1999. The importance of ethology in understanding the behaviour of thehorse. *Equine Vet J* 28: 15-19. doi: 10.1111/j.2042-3306. 1999.tb05150.
- Gordon, J. 2001. The horse industry. Rural Industries Research & Development Corporation. [Internet]. Disponible en: <http://www.horsecouncil.org.au/ahic/index.cfm/topics/surveys/the-horse- industry-contributing-to-the-australian-economy/>
- Guyton, A. C. y Hall, J.E. 2006. *Textbook of medical physiology*. Eleventh Edition. Elsevier-Saunders. horses. *J Vet Intern Med* 2010; 24:617– <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20337908> INTERAMERICANA México 621.
- Hassel, D.M., Hill, A.E., Rorabeck, R.A. 2009. Association between Hyperglycemia and survival in 228 horses with acute gastrointestinal disease. *J Vet Intern Med* 2009; 23: 1261–1265. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19780927>
516. Marín, E., Soto, O. 2013. Validación de un analizador de glucosa portátil para uso en caballos. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Escuela Medicina Veterinaria.
- Helge, J.W., Watt, P.W., Richter, E.A., Rennie, M.J., Kiens, B. 2001. Fat utilization during exercise: adaptation to a fat-rich diet increases utilization of plasma fatty



- acids and very low density lipoprotein-triacylglycerol in humans. *J. Physiol.* 537(Pt 3), 1009-1020
- Hincapie, I. 2012. Perfiles metabólicos. Curso de Graducion de "Buiatría Cuenca, Ecuador.<http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/mundopec/v9n1/art04.pdf>
- Hollis, A.R, Boston, R.C, Corley, K.T. 2007. Blood glucose in horses with acute abdominal disease. *J Vet Intern Med* 2007; 21:1099-1103.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17939570>
- Hollis, A.R., Furr, M.O, Magdesian, K.G., Axon, J.E, Ludlow, V., Boston, R.C.,Corley K.T.T. 2008. Blood glucose concentrations in critically ill neonatal foals. *J Vet Intern Med* 2008; 22:1223-1227. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18691362>
- Huertas, R. M. 2019. Efecto de la administración intravenosa de albúmina equinasobre el tiempo de recuperación del volumen plasmático, los parámetros hematológicosy la química sérica de caballos productores de plasma hiperinmune. Tesis de Estudios de Posgrado en Microbiología, Parasitología, Análisis Clínicos e Inmunología. Universidad Rodrigo Facio. Costa Rica
- Hug, S.A, Riond, B., Schwarzwald, C.C. 2013. Evaluation of a continuos glucose monitoring system compared with an in house standard laboratory assay and handheld point of care gucometer in critically ill neonatal foals. *Journal of veterinary emergency and critical care* 2013; 23(4): 408-415.
[http:// onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ vec.12072/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vec.12072/abstract)
- Jellyman, J. K., Valenzuela, O. A., Allen, V. L., Holdstock N. B.,Fowden A. L. 2014. Sex- associated differences in pancreatic B cell function in healthy



- preweaningpony foals. *Equine Veterinary Journal* 46: 722-728. 2014;
[http:// onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evj.12230/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evj.12230/full)
- Johnson, A.L., Gilsenan, W.F., Palmer, JE. 2012. Metabolic encephalopathies in foals- pay attention to the serum biochemistry panel. *Equine vet. Educ* 2012; 24 (5) 233- 235.
[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042- 3292.2012.00396.x/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3292.2012.00396.x/abstract)
- Judson, G., Mooney, G., Thornbury, R. 2008. Plasma biochemical values in Thoroughbred Horses in Training. In: Kenneth, W.; Raymond, J.; Andris, J. *Equine Exercise Physiology*. Elsevier Ltd. pp. 354-361.
- Kaneko, J., Harvey, J., Bruss, M. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5 ed., Academic Press USA. San Diego CA, USA. 890-905 p.
- Kolb, E. 1979. *Fisiología Veterinaria*. Segunda reimpresión. Editorial ACRIBIA. Zaragoza España.
- Kraft, H. 1998. *Métodos de laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de mamíferos domésticos*. Editorial ACRIBIA S.A España. and reproductive performance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 63:283-289
- Lehninger, A. 1998. *Bioquímica*. 2º Edición. Editorial OMEGA S.A. Barcelona - España. Lynch, M. 1987. *Métodos de Laboratorio*. 2da Edición. Interamericana.México. Márquez, A., De Abreu, J. C., Márquez, Y .C., López, A. 2014. Perfiles lipídico y proteico en plasma de yeguas de raza cuarto de milla endiferentes etapas reproductivas *Rev. vet.* 25: 1, 54-57.
- Martínez, M., Carbo, R., Castrejon, V. 2007. Mecanismos moleculares que intervienen en el trasporte de glucosa. *REB* 2007; 49-
www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2007/02/e *Transpo* 57. <http://Glucosa.Pdf> Maxime, B. 1991. *Manual de patología*



veterinaria. 3° edición. Editorial Limusa,

Mexico. McGowan, C. 2008. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance, *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 24, no. 2, pp. 405-421.

Morais, M., Rangel, J., Madureira, J., & Silveira, A. 2000, `Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas aneloradas sob pastaje continuo de *Brachiaria decumbens*, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, vol. 52, no.2, pp. 98-104.

MOSBY MEDICAL, 1982. Enciclopedia mosby de medicina y laboratorio clínico.

Naylor J. M, Kronfeld, D.S., Acland, H. 1980. Hyperlipemia in horses: effects of undernutrition and disease. *Am J Vet Res* 6: 899-905. Oblitas,

F. 2012. Uso de los perfiles metabólicos en el diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos nutricionales en vacas lecheras. Sistema de revisiones en Investigación.

Quintero, C. 2010. Uso de la glicemia como indicador del estado atlético en equinos –Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina Veterinaria [tesis de grado]. Argentina.

Rebolledo, C. 2016. Determinación de intervalos de referencia para valores sanguíneos de potrillos fina sangre de carrera de un año de edad de la región metropolitana. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario Departamento de Ciencias, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

L., Vallenás, E. y Faura, A. 1975. Oxygen transport of hemoglobin in high-altitude animals (Camelidae). *Journal of Applied Physiology*. 38(5): 806- 810.



- Rivero, J.L.L., Ruz, M.C., Serrano, A. Diz, A.M. 1995. Effects of a 3 months endurance training programme on skeletal muscle histochemistry in Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian horses. *Equine Vet. J.*, 27, 51- 59.
- SAS Institute Inc. 2018. SAS University edition virtual application. Cary, North Caroline, USA. Available at Available at http://www.sas.com/en_us/software/universityedition.html (Accessed 10 August 20) Sgorbini, M., Bonelli, F., Rota, A., Baragli, P., Marchetti, V., & Corazza, M.2.013
- Hematology and Clinical Chemistry in Amiata Donkey Foals from Birth to 2 Months of Age. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33, 35-59. [http://www.j-evs.com/article/S0737-0806\(12\)00214-6/abstract](http://www.j-evs.com/article/S0737-0806(12)00214-6/abstract)
- Tadich, N., Méndez, G., Wittwer, F., Meyer, K. 1997. Valores bioquímicos sanguíneos de equinos que tiran carretones en la ciudad de Valdivia (Chile) *Arch. med. vet.* v.29 n.1 Valdivia 1997
- Ussa, J. N., Salgado, J. A. 2009. Determinación de hematocrito (hto), proteínas totales (ppt) y albúmina (alb) en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en Bogotá. Tesis de grado. Universidad de la Salle facultad de ciencias agropecuarias programa de medicina veterinaria Bogotá
- Vargas, J. 2009. Evaluación del perfil metabólico y condición corporal y su relación con el estado reproductivo de vacas en el trópico seco Michoacano. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Vervuert, I., Coenen, M. 2006. Factors affecting glycaemic index of feds for horses. University of Veterinary Medicine Hannover 2006; [acceso: 8 de julio del 2016]. URL: <http://www.ivis.org/proceedings/eenhc/2006/vervuert.pdf?LA=1>.



ANEXOS

Anexo 1: Niveles séricos de glucosa en caballos pobladores a 3 820 m de altitud

N°	ADULTOS		JOVENES	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
1	113,697	110,633	123,371	120,062
2	116,839	116,839	133,863	126,771
3	110,633	120,062	133,863	133,863
4	113,697	113,697	123,371	130,266
5	110,633	123,371	130,266	141,386
6	123,371	126,771	120,062	130,266
7	123,371	123,371	120,062	126,771
8	120,062	113,697	126,771	116,839
9	113,697	120,062	133,863	126,771
10	120,062	110,633	130,266	123,371
PROMEDIO	116,606	117,914	127,576	127,637
SD	4,856	5,676	5,598	6,961
CV	4,164	4,814	4,388	5,453
EE	0,042	0,048	0,044	0,055
MAX	123,371	126,771	133,863	141,386
MIN	110,633	110,633	120,062	116,839

Anexo 2: Niveles séricos de triglicéridos en caballos pobladores a 3820 m de altitud

N°	ADULTOS		JOVENES	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
1	23,564	23,564	24,899	25,600
2	23,564	24,221	24,221	25,600
3	24,899	24,899	24,221	24,899
4	23,564	24,899	23,564	26,326
5	23,564	24,221	24,899	26,326
6	23,564	25,600	25,600	27,858
7	24,221	24,899	26,326	27,078
8	23,564	24,899	26,326	28,670
9	23,564	27,078	27,078	26,326
10	26,326	26,326	25,600	26,326
PROMEDIO	24,040	25,061	25,273	26,501
SD	0,918	1,039	1,111	1,115
CV	3,817	4,146	4,395	4,208
EE	0,038	0,041	0,044	0,042
MAX	26,326	27,078	27,078	28,670
MIN	23,564	23,564	23,564	24,899

Anexo 3: Niveles séricos de proteínas totales en caballos pobladores a 3820 m de altitud

N°	ADULTOS		JOVENES	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
1	7,222	7,222	5,951	6,120
2	7,222	7,421	6,294	5,951
3	8,981	7,421	6,120	5,622
4	7,421	7,626	5,951	5,463
5	7,626	7,836	5,785	6,120
6	8,052	7,222	5,307	6,294
7	7,421	7,626	6,120	6,120
8	7,836	7,836	6,120	5,622
9	7,222	7,421	5,622	6,120
10	7,222	7,222	6,120	6,471
PROMEDIO	7,623	7,485	5,939	5,990
SD	0,558	0,237	0,295	0,323
CV	7,315	3,169	4,960	5,397
EE	0,073	0,032	0,050	0,054
MAX	8,981	7,836	6,294	6,471
MIN	7,222	7,222	5,307	5,463

Anexo 4: Niveles séricos de albuminas en caballos pobladores a 3820 m de altitud

N°	ADULTOS		JOVENES	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
1	3,107	3,107	3,249	3,249
2	3,107	3,249	3,408	3,588
3	2,978	3,408	3,107	3,408
4	3,249	3,408	3,249	3,796
5	3,588	3,249	3,588	3,249
6	2,978	3,588	3,107	3,107
7	3,249	3,107	2,978	3,249
8	3,408	3,408	3,249	3,249
9	3,107	3,107	3,588	3,408
10	3,107	3,249	3,249	3,796
PROMEDIO	3,188	3,288	3,277	3,410
SD	0,192	0,162	0,200	0,242
CV	6,009	4,927	6,111	7,086
EE	0,060	0,049	0,061	0,071
MAX	3,588	3,588	3,588	3,796
MIN	2,978	3,107	2,978	3,107

Anexo 5: Niveles séricos de globulinas en caballos pobladores a 3820 m de altitud

N°	ADULTOS		JOVENES	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
1	4,115	4,115	2,702	2,871
2	4,115	4,172	2,886	2,363
3	6,002	4,014	3,014	2,214
4	4,172	4,218	2,702	1,667
5	4,038	4,587	2,197	2,871
6	5,074	3,634	2,200	3,187
7	4,172	4,519	3,142	2,871
8	4,428	4,428	2,871	2,373
9	4,115	4,315	2,034	2,712
10	4,115	3,973	2,871	2,675
PROMEDIO	4,435	4,198	2,662	2,581
SD	0,630	0,285	0,383	0,435
CV	14,202	6,797	14,379	16,872
EE	0,142	0,068	0,144	0,169
MAX	6,002	4,587	3,142	3,187
MIN	4,038	3,634	2,034	1,667

Anexo 6: Análisis de variancia para glucosa sanguínea

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	1070.500622	1070.500622	31.58	<.0001
SEXO	1	4.685402	4.685402	0.14	0.7122
EDAD*SEXO	1	3.875063	3.875063	0.11	0.7372

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Glucosa Mean
0.469285	4.755396	5.822162	122.4328

Tukey Grouping	Mean	n	Edad
A	127.606	20	2
B	117.260	20	1

Tukey Grouping	Mean	n	Sexo
A	122.775	20	2
A	122.091	20	1



Anexo 7: Análisis de variancia para triglicéridos sanguínea

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	17.87970122	17.87970122	16.26	0.0003
SEXO	1	12.64162922	12.64162922	11.49	0.0017
EDAD*SEXO	1	0.10639923	0.10639923	0.10	0.7576

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Triglicéridos Mean
0.436161	4.158531	1.048722	25.21858

Tukey Grouping	Mean	n	Edad
A	25.8872	20	2
B	24.5500	20	1

Tukey Grouping	Mean	n	Sexo
A	25.7808	20	2
B	24.6564	20	1

Anexo 8: Análisis de variancia para proteínas totales sanguínea

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	25.25715562	25.25715562	180.88	<.0001
SEXO	1	0.01844702	0.01844702	0.13	0.7184
EDAD*SEXO	1	0.08883063	0.08883063	0.64	0.4303

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Proteinas Mean
0.834597	5.528342	0.373676	6.759275

Tukey Grouping	Mean	n	Edad
A	7.5539	20	1
B	5.9647	20	2

Tukey Grouping	Mean	n	Sexo
A	6.7808	20	1
A	6.7378	20	2



Anexo 9: Análisis de variancia para albuminas sanguínea

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.11161923	0.11161923	2.77	0.1049
SEXO	1	0.13560603	0.13560603	3.36	0.0750
EDAD*SEXO	1	0.00264062	0.00264062	0.07	0.7995

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Albumina Mean
0.146780	6.103901	0.200863	3.290725

Tukey Grouping	Mean	n	Edad
A	3.34355	20	2
A	3.23790	20	1

Tukey Grouping	Mean	n	Sexo
A	3.34895	20	2
A	3.23250	20	1

Anexo 10: Análisis de variancia para albuminas sanguínea

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	28.72686010	28.72686010	141.16	<.0001
SEXO	1	0.25376490	0.25376490	1.25	0.2715
EDAD*SEXO	1	0.06052840	0.06052840	0.30	0.5889

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Globulina Mean
0.798546	13.00588	0.451122	3.468600

Tukey Grouping	Mean	n	Edad
A	4.3161	20	1
B	2.6212	20	2

Tukey Grouping	Mean	n	Sexo
A	3.5483	20	1
A	3.3890	20	2