

**DETERMINACIÓN DE LÍNEA ROJA Y PROTEÍNAS PLASMÁTICAS
TOTALES EN EQUINOS CRIOLLOS COLOMBIANOS DE SILLA DE LAS
PESEBRERAS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE PASTO**

**JOHNATAN FRANCISCO RUALES BENAVIDES
ADRIÁN ELISEO CANCEMANCE VARGAS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO-COLOMBIA
2008**

**DETERMINACIÓN DE LÍNEA ROJA Y PROTEÍNAS PLASMÁTICAS
TOTALES EN EQUINOS CRIOLLOS COLOMBIANOS DE SILLA DE LAS
PESEBRERAS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE PASTO**

**JOHNATAN FRANCISCO RUALES BENAVIDES
ADRIÁN ELISEO CANCEMANCE VARGAS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Médico Veterinario**

**Presidente:
CARMENZA JANNETH BENAVIDES MELO
Médico Veterinario Esp.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO- COLOMBIA
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1ro. Del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

JOSE MAURICIO RENDON CÓRDOBA
Jurado Delegado

YANNI MILENA RUÍZ CÓRDOBA
Jurado

CARMENZA JANNETH BENAVIDES MELO
Presidente

San Juan de Pasto, de 2008.

Dedicatoria a:

MI PADRE Y MADRE, por todo el esfuerzo y confianza que depositaron en mí
MI HIJO, por ser el centro de mi inspiración
MIS HERMANAS, por mostrarme el camino.
MI ESPOSA, por todo su tiempo y esperanza.

Johnatan Francisco Ruales

Dedicatoria a:

MIS PADRES, por tener la valentía de atreverse.

MIS HERMANOS, por los ánimos y la paciencia.

MIS FAMILIARES Y AMIGOS, por los momentos los consejos y las anécdotas.

MIS MAESTROS, por la generosidad en dar su conocimiento.

Adrian E. Cancimance V.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

CARMENZA JANNETH BENAVIDES MELO. Médico Veterinario Esp.

Presidente de Tesis, quién fue el gestor para el desarrollo de este trabajo.

YANNI MILENA RUIZ CÓRDOBA Médico Veterinario.

Por su constante apoyo y seguimiento en el desarrollo del trabajo.

Al laboratorio clínico de la Clínica Carlos Martínez Hoyos, en especial a la doctora KATIA BENAVIDES M.V. Por el apoyo que nos brindó mediante sus conocimientos sobre el tema y las explicaciones sobre el procesamiento de las muestras

ARSENIO HIDALGO TROYA. Asesor Estadístico

JOSE MAURICIO RENDON Médico Veterinario

Por haber servido de guía en todo el proceso y haber facilitado la realización de esta tesis.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño y a nuestros profesores.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	23
2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
3 OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4 MARCO TEÓRICO	26
4.1 EL CABALLO	26
4.1.1 Origen	26
4.1.2 Clasificación científica	26
4.1.3 Historia del caballo criollo colombiano de silla	27
• Caballo de silla americano	27
• Criollo	28
4.2 EL ERITRÓN	28

4.2.1 EVALUACIÓN DEL ERITRÓN	29
4.3 HEMATOCRITO	30
4.4 HEMOGLOBINA	31
4.5 RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS	32
4.6 ÍNDICES ERITROCITARIOS	33
4.6.1 Volumen Corpuscular Medio (VCM)	33
4.6.2 Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	33
4.6.3 Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)	34
4.7 ERITROPOYESIS	34
4.7.1 Desarrollo del eritrocito	35
4.7.2 Regulación de la eritropoyesis	38
4.8 TRANSPORTE DE OXÍGENO EN LA SANGRE	39
4.9 ESTRUCTURA DE LA MÉDULA ÓSEA	41
4.10 PROTEÍNAS PLASMÁTICAS	43
4.10.1 Alteraciones de las proteínas plasmáticas	44
• Hiperproteinemia relativa	44

• Hiperalbuminemia	44
• Hiperfibrinogenemia	44
• Hiperglobulinemia	44
4.10.2 Hipoproteinemias	44
• Hipoalbuminemia	44
4.11 ENFERMEDADES DEL ERITRÓN	45
4.11.1 Policitemia	45
4.11.2 Eritrocitosis	45
• Eritrocitosis relativa	45
• Eritrocitosis absoluta	45
❖ Eritrocitosis absoluta primaria	45
❖ Eritrocitosis absoluta secundaria	45
• Redistribución de eritrocitos	46
4.11.3 Anemia	46
4.11.4 Síntomas físicos de anemia	47
• Clasificación	47

❖ Clasificación en función de la respuesta de la medula ósea	47
➤ Anemia regenerativa	47
➤ Anemia no regenerativa	48
❖ Clasificación según los mecanismos fisiopatológicos principales	48
➤ Pérdida aguda de sangre	48
➤ Pérdida crónica de sangre	49
❖ Diferencias entre anemias causadas por hemorragias internas y externas	49
➤ Anemias hemolíticas	50
➤ Anemia por eritropoyesis reducida o defectuosa	50
❖ Clasificación según tamaño (VCM) y Concentración Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) del eritrocito	51
❖ Destrucción acelerada de eritrocitos	51
❖ 4.12 TÉCNICAS DE LABORATORIO	53
4.12.1 Técnicas manuales	53
• Método del microhematocrito	53

• Método de la cianometahemoglobina	54
4.12.2 Sistemas automatizados	56
• Impedancia electrónica	56
• Método Coulter	58
5 DISEÑO METODOLÓGICO	59
5.1 LOCALIZACIÓN	59
5.2 SELECCIÓN DE LOS ANIMALES	59
5.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MUESTRA	59
5.3.1 Traslado de la muestra	60
5.4 POBLACIÓN OBJETO DE MUESTRA	60
5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
5.6 VARIABLES DE ESTUDIO	62
6 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
6.1 Resultados para la determinación de los valores promedio y rangos de referencia para línea roja y proteínas totales obtenidos para la población	63

6.2 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes grupos etarios	64
6.3 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes sexos	65
6.4 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes estados reproductivos	66
6.5 Comparación de los resultados del presente estudio con valores de referencia en laboratorios de la ciudad y bibliografía pertinente.	68
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
7.1 CONCLUSIONES	71
7.2 RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de los bloques para la muestra.	61
Tabla 2. Valores hematológicos de la población.	63
Tabla 3. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta la edad.	65
Tabla 4. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta el sexo.	66
Tabla 5. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta la condición reproductiva.	67
Tabla 6. Comparación entre otros valores de referencia.	68

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Enfermedades que causan anemia por hemólisis en equinos.

51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ejemplar Caballo Criollo Colombiano De Silla	29
Figura 2. Esquema de la función eritropoyética	40
Figura 3. Centrífuga laboratorio Clínica Carlos Martínez Hoyos	55
Figura 4. Tabla de lectura para microhematocrito laboratorio Clínica Carlos Martínez Hoyos	55
Figura 5. Instalaciones laboratorio Clínica Carlos Martínez Hoyos	57
Figura 6. Espectrofotómetro para lectura de hemoglobina	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Pesebreras donde se realizó el estudio	76
Anexo B. Censo equino en pesebreras del área urbana de pasto (mayo de 2008).	76
Anexo C. Valores de referencia en Hematología Equinos.	77
Anexo D. Valores de referencia en Hematología Equinos.	77
Anexo E. Valores de referencia en Hematología Equinos.	77
Anexo F. Tabla de valor nutricional.	78
Anexo G. Formato historia clínica.	78

GLOSARIO

ANEMIA: disminución de la cantidad normal de eritrocitos por unidad de sangre, del valor de hemoglobina y del volumen del paquete celular.

CHCM: ab Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

ERITROPOYESIS: proceso de desarrollo y maduración de los eritrocitos.

GLOBINA: subunidad proteica de la hemoglobina compuesta de una cadena polipeptídica alfa uno y polipeptídica beta uno.

HEMATÍE: célula roja o corpúsculo; uno de los elementos formes de la sangre periférica.

HEMATOCRITO: se define como el volumen que ocupan los eritrocitos en una muestra de sangre determinada.

HEMOCITÓMETRO: instrumento que sirve para contar el número de células, especialmente en la sangre.

HEMOGLOBINA: materia colorante de los hematíes que contiene el hierro de la sangre; sustancia cristalina de color rojo y composición compleja, consta principalmente de una proteína globina combinada con hematina.

HEMÓLISIS: destrucción de eritrocitos por disolución o por lisis con liberación de la hemoglobina al plasma.

Hg: ab Hemoglobina.

HIPOCROMÍA: disminución importante de la densidad del color característico de la hemoglobina del eritrocito.

HIPOXIA: condición en la cual un organismo experimenta una disminución en el aporte O₂ en sus tejidos.

Hto: ab hematocrito.

ÍNDICES: cálculos del tamaño del eritrocito, del contenido de hemoglobina y de la concentración.

MICROCÍTICO: eritrocito que tiene menor tamaño que el que correspondería a su especie.

PHC: ab Promedio de Hemoglobina Corpuscular.

POLICITEMIA: estado de la sangre que se caracteriza por un aumento en el número de eritrocitos.

PPT: ab Proteínas Plasmáticas Totales.

PROTEÍNAS PLASMÁTICAS: suma total de las proteínas encontradas en el plasma sanguíneo

PVC: Promedio Volumen Corpuscular.

RETICULOCITO: cualquier célula nucleada de la serie eritrocítica que contenga RNA, la cual al teñirse mostrará gránulos discernibles o una red difusa de fibrillas.

RGR: ab Recuento de Glóbulos Rojos.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la ciudad de Pasto bajo la supervisión de la doctora Carmenza Janneth Benavides Melo, se tomaron 66 muestras de sangre en equinos de silla criollo colombiano de las pesebreras ubicadas en área urbana, verificando que se encontraran clínicamente sanos al examen físico y a los que además se les realizó pruebas de funcionamiento hepático lo que hace más confiable los resultados del estudio. Estas se trasladaron al laboratorio clínico de la Clínica Veterinaria Carlos Martínez Hoyos de la Universidad de Nariño, donde se les realizaron las diferentes pruebas para determinar los parámetros a evaluar (Hematocrito, Hemoglobina, Recuento de glóbulos rojos, Proteínas plasmáticas totales, Promedio de Volumen Corpuscular, Promedio de Hemoglobina Corpuscular, Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media) a los resultados obtenidos se realizó un Análisis Unidimensional para determinar los rangos de referencia para la zona, y un ANOVA multifactorial para establecer diferencias estadísticamente significativas entre las variables: sexo, edad y condición reproductiva.

Los resultados mostraron aumento de los valores promedios de Hemoglobina, lo que sugiere adaptación de los individuos a la altura y a la condición de caballo deportista o exposición. Estos resultados son relevantes en la medida en que la interpretación clínica tome como valores de referencia los arrojados en el presente estudio ya que refleja las adaptaciones de los organismos a la zona donde se realizó.

ABSTRAC

The present work was developed in the city of Pasto under the doctor's supervision Carmenza Janneth Benavides Melo, they took 66 samples of blood in equine of seat Creole Colombian of the stable located in urban area, verifying that they were clinically healthy to the physical exam and those that are also carried out tests of hepatic operation that he makes more reliable the results of the study. These they moved to the clinical laboratory of the Veterinary Clinic Carlos Martínez Hoyos of the University of Nariño, where they were carried out the different tests to determine the parameters to evaluate (Hematocrit, Hemoglobin, Recount of red globules, total plasmatic Proteins, Average of Corpuscular Volume, Average of Corpuscular Hemoglobin, Concentration of Hemoglobin Corpuscular medium) to the obtained results he was carried out an Analysis One-dimensional to determine the reference ranges for the area, and an ANOVA multifactorial to establish differences statistically significant among the variables: sex, age and reproductive condition.

The results showed increase of the values averages of Hemoglobin, what suggests adaptation from the individuals to the height and the condition of sports horse or exhibition. These results are outstanding in the measure in that the clinical interpretation takes like reference values the heady ones presently study since reflective the adaptations of the organisms to the area where he was carried out.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio en la práctica diaria del médico veterinario hace necesario la utilización de herramientas y ayudas diagnosticas, tales como el laboratorio clínico, esto con el fin de precisar las diferentes patologías que afectan un organismo.

La mayoría de los valores de referencia que están a disposición del médico para la interpretación de los resultados; son estudios realizados en otras latitudes con condiciones medioambientales y geográficas diferentes a las nuestras, “la ciudad de Pasto se encuentra ubicada a 2527 metros sobre el nivel del mar”.¹ “Condición que afecta el nivel de glóbulos rojos y hemoglobina incrementándolos”.² Esto afecta directamente la interpretación del clínico llevándolo a posibles errores en su diagnóstico. Es por esto que se hace necesario desarrollar estudios encaminados a obtener valores de referencia propios de la zona y que ofrezcan certeza en la significación de resultados; además para el presente estudio se tendrán en cuenta variables como sexo, edad, estado reproductivo (castrados y reproductores), (preñadas y vacías). Significando esto la utilización de los resultados del presente trabajo en el ejercicio de la medicina veterinaria de los equinos de la región.

¹FAJARDO, Rosita y CIFUENTES, Jorge. Diccionario Geográfico de Colombia. Santa Fe de Bogotá: Instituto geográfico “Agustín Codazzi”. p. 350

² LOPEZ, Carlos. Hematología Veterinaria. En: Jornadas Médico Veterinarias. (7º: 2005: Pasto). Ponencias de la VII Jornadas Médico Veterinarias. Pasto: Universidad de Nariño, 2005.

1 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El equino como en el principio es un recurso que ha proporcionado al hombre diferentes funciones, y aunque en la actualidad estas han cambiado; sigue siendo una especie fundamental en el desarrollo de la sociedad.

A pesar de que ya existen valores hematológicos determinados para la especie. “Es bien conocido que muchas funciones orgánicas, tales como gasto cardíaco, presión arterial, producción de hormonas, la temperatura, la línea roja y proteínas totales del cuerpo muestran valores que fluctúan”³. Desde el punto de vista práctico, es de mucha importancia tener en cuenta que tanto la altura, como la alimentación, el ejercicio y otros factores; causan alteraciones en cuanto a los rangos de referencia para línea roja y proteínas totales.

Y con la certeza de que el origen y proceso evolutivo, son únicos e irrepetibles para nuestra raza “**caballo criollo colombiano de silla**”. Es fundamental conocer los valores fisiológicos que rigen dicha raza y mucho mas a los ejemplares que habitan el área designada para el estudio.

³ CASTILLO, Cesar. et. al. Parámetros Hematológicos en Equinos de Tracción. [En Línea]. Pagina Web versión PDF. [Fecha de Consulta: 26 Marzo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.reduc.edu.cu/147/06/2/14706208.pdf>

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuales son los valores de referencia para línea roja y proteínas totales en equinos criollos colombianos de silla de las pesebreras del área urbana de Pasto (Nariño, Colombia)?

3 OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los valores de referencia para línea roja y proteínas totales en equinos criollos colombianos de silla clínicamente sanos de las pesebreras del área urbana de Pasto.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los valores de referencia para línea roja y proteínas totales en equinos criollos colombianos de silla de diferentes edades (menores de treinta meses, entre treinta y sesenta meses y mayores de sesenta meses) de las pesebreras del área urbana de Pasto.
- Determinar los valores referencia para línea roja y proteínas totales según el sexo de equinos criollos colombianos de silla de las pesebreras del área urbana de Pasto.
- Determinar los valores referencia para línea roja y proteínas totales según el estado reproductivo de equinos criollos colombianos de silla de las pesebreras del área urbana de Pasto.
- Comparar los valores referencia para línea roja y proteínas totales en equinos criollos colombianos de silla de las pesebreras del área urbana de Pasto con los valores de referencia bibliográfica.

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 EI CABALLO (*equus caballus*)

4.1.1 Origen. Según Struman:

“Hace 55 millones de años habitó el "Hyracotherium" o "Eohippus", del cual descienden todos los miembros del género "Equus". El "Eohippus" tenía un tamaño que oscilaba entre los 2 y los 4 dm de altura, con cuatro dedos en las extremidades anteriores y tres en las posteriores. A simple vista era similar a un perro. Sus orígenes se pueden encontrar en América del Norte, donde se extinguió. Muchos años más tarde serían los colonizadores españoles quienes reintroducirían el caballo en el continente americano.

La evolución del "eohippus" le hizo aumentar su altura hasta los 115 cm. y perder sus dedos hasta hacerse monodáctilo, es decir, con un solo dedo. Poco a poco, su único dedo se endurecería hasta desarrollar cascos para poder huir de los depredadores.

El "Eohippus" evolucionaría posteriormente a una especie denominada "Mesohippus", de mayor tamaño y que ya presentaba pies con forma de casco. Luego éste evolucionaría al "Merychippus", después a la especie del "Pliohippus", para luego evolucionar al equus y, finalmente, al que conoce hoy en día, los equinos.

Pronto sus mandíbulas evolucionarían hasta llegar al género denominado '**Equus**', de ahí el nombre de 'equinos', del que procede toda la familia de los caballos. En realidad esta teoría no está aceptada por la totalidad de la comunidad científica, aunque sí es la más extendida.

4.1.2 Clasificación científica

<u>Reino:</u>	<u>Animalia</u>
<u>Filo:</u>	<u>Chordata</u>
<u>Clase:</u>	<u>Mammalia</u>
<u>Orden:</u>	<u>Perissodactyla</u>
<u>Familia:</u>	<u>Equidae</u>

Género: *Equus*
Especie: *E. Caballus*⁴

4.1.3 Historia del caballo criollo colombiano de silla. Caballero afirma:

“Los caballos comienzan a llegar al Nuevo Mundo en el segundo viaje de Colón en 1493 a la isla La Española, hoy República Dominicana. Los caballos encuentran allí un hábitat propicio y se multiplican en una forma más fecunda que en España; allí se inicia el primer centro de cría de los caballos en América. De La Española se distribuyen los caballos a Cuba, Puerto Rico, Colombia y Perú.

Las nuevas condiciones de hábitat, la alta consanguinidad y la selección, dieron como fruto un caballo de mejor calidad. Nuestros antecesores comienzan a cuidar esa nueva raza que usaban para recorrer grandes distancias, y ellos necesitaban sentir y tener en la silla, un caballo que desplazara mucho pero que fuera muy suave, para sus largas jornadas de recorrido”.⁵

- **Caballo de silla americano.** Meneses nos presenta:

“El origen de esta raza se remonta a los días en que los pioneros necesitaban caballos fuertes, robustos y veloces, y que además tuvieran buen temperamento y se les pudiera poner el arnés. Como en EEUU no había caballos indígenas, los colonizadores tuvieron que criarlos selectivamente con ingleses de paso, caballos de España, Oriente y África. Hoy el caballo de silla americano es criado para exhibiciones hípicas en la que puede competir en tres clases, arnés ligero, tres y cinco andares. Puede efectuar dos pasos adicionales al normal, trote y medio galope; que son el paso lento y el pasitrote, que son especiales de esa raza. El aspecto de exhibición de esta raza se acentúa

⁴ STRUMAN, Valencia. Evolución Animal. España: Carbajal. 1982 p. 54

⁵ GOMEZ CABALLERO, Mario. Historia del Caballo. [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 14 Mayo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.fedequinas.org/principal/index2>

Por la elevada implantación de la cola, producida de forma artificial; que se logra mediante una incisión en el maslo y haciendo que la cola se sostenga en la baticola.

- **Criollo.** Si existe algún caballo que sea nativo de América del Sur es el criollo, aunque desciende de raza española. Tienen una alzada entre 13 y 14 manos. Son compactos y musculosos y cargan pesos considerables. Su cabeza es corta y ancha. El cuello y los cuartos muy desarrollados, el tórax amplio, la cruz alta, y el lomo corto. Las patas musculosas y los cascos duros. Se destaca por su temperamento enérgico y vivaz. De volumen y peso medianos, su estructura fuerte y proporcionada le otorga una armonía apta para el deporte. Su pelaje, notablemente liso y sedoso, puede ser alazán, zaino o tordillo. Este animal de líneas largas y armoniosas posee ojos vivaces y expresivos, cola y cuello bien insertados y extremidades fuertes y nítidas, correctamente aplomadas. Sumamente resistente y eficaz, es utilizado en toda clase de competencias ecuestres”.⁶

4.2 EL ERITRÓN

Latimer propone:

“El eritrón es una masa de células eritroideas, ampliamente dispersa, que incluye los eritrocitos circulantes y los precursores, progenitores y células madre de la medula ósea. Su función es el transporte de oxígeno, por medio de la hemoglobina. La hemoglobina es transportada por los eritrocitos cuya membrana, citoesqueleto y procesos metabólicos, aseguran la integridad de la célula frente a las tensiones debidas a la circulación así como varias substancias perjudiciales”.⁷

Para Reed y bayly⁸: Los eritrocitos son esenciales para la liberación de oxígeno hacia todos los tejidos del cuerpo. La compleja maduración y desarrollo de los eritrocitos y su papel central en la supervivencia de todos los tejidos los hace únicos en el hecho de reflejar muchas alteraciones patológicas. La compresión

⁶MENECES Efrain . [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 28 Mayo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.info@argentinidad.com>.

⁷ LATIMER, Kenneth S; MAHAFFE, Edward A; PRASSE, Keith W. Patología Clínica Veterinaria. España: Multiméda Ediciones Veterinarias, 2005. pg 12.

⁸ REED, Stephen M; BAYLY, Warwick M; SELLON, Debra C. Medicina Interna Equina. Argentina: Inter-medica, 2005. p. 797.

del eritrón y sus respuestas a las perturbaciones en los mecanismos homeostáticos en todo el cuerpo proporcionan al veterinario inteligente guía de datos inestimable para aclararle problemas diagnósticos difíciles.

Figura 1. Ejemplar Caballo Criollo Colombiano De Silla.



4.2.1 Evaluación del eritrón Jennis⁹ nos presenta la siguiente definición: El volumen celular o hematocrito (Hto), la hemoglobina (Hg), y el recuento de hematíes (RE) son análisis que se realizan frecuentemente. Estos disminuyen con rapidez durante las primeras semanas de vida del caballo neonato. Esta disminución ha sido atribuida a la reducción de la producción eritrocitaria, una vida media eritrocitaria mas corta en los neonatos y a la hemodilución. Durante este periodo, el volumen eritrocitario medio también disminuye hasta el punto en que las células se clasifican en microcítica si se las compara con los valores normales del adulto.

⁹ JENNIS, Paul B. Texto de Cirugía de los Animales Domésticos. España: Salvat, 1989. p.45.

Reed y Bayly comenta que: “La evaluación de los índices eritrocitarios pueden ayudar a caracterizar una anemia. Si estos parámetros no están incluidos en los análisis automatizados, pueden calcularse a partir del hematocrito, el recuento eritrocitario (en millones) y la concentración de hemoglobina (en g/dl)”.¹⁰

4.3 HEMATOCRITO

Bush menciona que: “Esta prueba quiere decir literalmente separación de la sangre. Está ideada para separar la sangre contenida en un tubo en tres capas, mediante centrifugación, las partículas más pesadas, los glóbulos rojos, se depositan en el fondo, los leucocitos y las plaquetas forman una capa sobre ellos (llamada “buffy coat”) y la capa superior esta formada por el plasma”.¹¹

Según Jennis¹²: La estabilidad de la suspensión de eritrocitos en rumiantes es buena, mientras que los eritrocitos de caballo y de cerdo se sedimentan más rápidamente. Para lograr buenos resultados es esencial que la sangre este bien mezclada antes de llenar los tubos de microhematocrito. Un exceso de EDTA puede determinar una disminución del Hto del 25% o más.

La contracción esplénica que se produce con la excitación y liberación de adrenalina puede incrementar notablemente el Hto en algunas especies. Puede existir dilatación esplénica cuando se utilizan anestésicos o productos farmacológicos, lo que determina una disminución del Hto.

En estados de deshidratación hay alteraciones en el volumen del plasma, es decir; hemoconcentración. Simultáneamente aumentan las proteínas plasmáticas. El volumen plasmático puede aumentar en estados persistentes de hiperproteinemia, con lo cual los valores del Hto son inferiores a los normales.

¹⁰ REED, Stephen; BAYLY, Warwick; SELLON, Debra, Op. cit., p.797.

¹¹ BUSH.M.B, Manual veterinario de laboratorio. España: Acribia, 2003. p.132-138.

¹² JENNIS, Paul, Op. cit., p. 45.

4.4 HEMOGLOBINA

Como dice Vélez¹³, La Hemoglobina es una molécula compleja constituida por cuatro unidades hemo o cuatro globinas. Aproximadamente esférica con diámetro de 50x 55x64 angstrom y un peso moléculas de 60000 daltons.

Martínez afirma que: “Es una proteína tetramérica formada por 4 polipéptidos de tamaño, forma y peso aproximadamente iguales. Dos se denominan cadenas alfa y las otras dos, cadenas beta”.¹⁴

Martínez nos comenta: “En el interior de cada polipéptido el m esta formado por un tetrapirrol con cadenas laterales (protoporfirina), y aprisiona en su centro de hierro ferroso con dos cargas positivas. El hierro es incorporado en el último paso por la enzima ferroquelatasa”.¹⁵

Según Vélez:

“El M se encuentra también en la mioglobina, molécula que capta el O₂ necesario para la actividad muscular y en los citocromos de las mitocondrias donde juega un papel importante en los procesos oxidativos musculares el hierro aprisionado en el centro del anillo tetrapirrólico tiene seis uniones covalentes. Cuatro se unen con los anillos pirrólicos, otros con imidazol de una molécula histidina del polipéptido respectivo y la última queda disponible para la fijación al oxígeno molecular.

Los polipéptidos en el interior de M confieren un nivel adicional de organización molecular y dota las hemoglobinas de sus características fisicoquímicas tan exquisitamente adaptadas a las necesidades fisiológicas de los organismos animales superiores.

El grupo M dentro de cada polipéptido queda con acceso al exterior de la molécula solamente a través de una ventana en el sitio donde se abren las cadenas de aminoácidos. Esta ventana se abre o se cierra en función de

¹³ VELEZ, Hernán. Fundamentos de Medicina Hematología. Colombia: Corporación para Investigaciones Biológica, 1998. p. 1-4.

¹⁴ MARTÍNEZ, Héctor et al. Vademécum Veterinario. Madrid: Grupo Latino, 20006. p. 177.

¹⁵ Ibid., p. 179.

diversas variables físico químicas y la manera como esta modifica la afinidad de la molécula por el oxígeno.

La hemoglobina ha permitido identificar dos estados estructurales de la misma una es la forma tensa estructura T de hemoglobina no oxigenada, en la cual las hendiduras por donde asoma el grupo M a la superficie de la molécula están prácticamente cerradas. En estas circunstancias la fijación del primer oxígeno es relativamente difícil. Sin embargo, al fijarse la primera molécula de oxígeno al primer grupo M, el átomo de hierro se desplaza ligeramente hacia el anillo tetrapirrólico arrastrando la histidina proximal y abriendo como un resorte todas las estructuras de polipéptido.

Esto conduce a que la hendidura de los demás grupos M se abran un poco mas y que la fijación de la molécula subsiguiente de oxígeno se facilite progresivamente

Cada molécula de hemoglobina puede conjugar de manera reversible hasta con cuatro moléculas de oxígeno. Cuando la meseta de la curva de disociación de la hemoglobina se encuentre por encima de una P_{O_2} de 70mm/hg permite que la hemoglobina se sature con oxígeno. Un gramo de hemoglobina saturada puede retener 1,36 a 1,39 ml de oxígeno”.¹⁶

Jennis nos comenta: “No debe realizarse la determinación de hemoglobina en vez de hematocrito. Su utilidad reside principalmente en el cálculo de los índices eritrocitarios. La determinación de hemoglobina permite una valoración mas precisa de los hematíes circulantes que el Hematocrito cuando están presentes los efectos del EDTA”.¹⁷

4.5 RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS

Según Reed y Bayly:

“El eritrocito normal del caballo es un disco bicóncavo, pero a diferencia de otras especies, la mayoría de eritrocitos del caballo carecen de un centro pálido distintivo. Normalmente, el recuento eritrocitario equino exhibe una fuerte tendencia hacia la formación de pilas de monedas. Esta tendencia hace que los eritrocitos del caballo sedimenten con rapidez después de la

¹⁶ VELEZ, Hernán et al. Op.cit. p.5.

¹⁷ JENNIS, Paul B. Op.cit .p.45.

recolección, siendo necesario mezclar bien las muestras antes de cualquier evaluación”.¹⁸

Latimer concluye: “El principal valor del recuento de glóbulos rojos es que permite el cálculo de VCM y HCM”¹⁹

4.6 ÍNDICES ERITROCITARIOS

Jennis propone que: “Los índices eritrocitario o constantes celulares medias, basados en métodos utilizados en el ser humano, aportan una información clínica que solo es de utilidad cuando se tiene en cuenta las limitaciones metodológicas y se conocen los valores normales”²⁰.

4.6.1 Volumen Corpuscular (V.C.M.) Medio o Promedio de Volumen Corpuscular (P.V.C.): Es el tamaño promedio de todas las células entre 36 y 360 femtolitros (Fl.). Se obtiene de relacionar el volumen de las células empacadas (Hto) y el número de eritrocitos en millones /ml²¹. Se calcula de la siguiente manera:

$VCM = Hto \times 10 / \text{recuento eritrocitario en millones.}$

4.6.2 Hemoglobina Corpuscular Media (HMC) o Promedio de Hemoglobina Corpuscular (PCH) según Berrio: “Hace referencia la cantidad de hemoglobina en cada en cada glóbulo rojo. Representa el peso de la hemoglobina por glóbulo rojo. Este dato se obtiene a través de un cálculo matemático de la siguiente forma”²².

$HCM = \text{Hemoglobina (g/dl)} / \text{Recuento de g. rojos en millones.}$

Se expresa en picogramos (pg).

¹⁸ REED, Stephen; BAYLY, Warwick; Y SELLON, Debra. Op.cit. p.801.

¹⁹ LATIMER, Kenneth S; MAHAFFEY, Edward A.; PRASSE, Keith W. Op. cit. p.14.

²⁰ JENNIS, Paul B. Op.cit. p.47.

²¹ BERRIO, Margarita. CORREA María Galicia. Y JIMENEA, Elena. El Hemograma: análisis e interpretación con las tres generaciones. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico de Universidad de Antioquia. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2003. p.38.

²² Ibid., p. 38.

4.6.3 Concentración De Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) o Promedio de la Concentración De Hemoglobina Corpuscular (PCHM) para Veles:

“Es la expresión de la concentración promedio de la hemoglobina en los eritrocitos. Relaciona la cantidad promedio (peso) de hemoglobina en los glóbulos rojos con el volumen promedio de los mismos a través de la siguiente formula:

$$\text{CHCM} = \text{Hemoglobina} \times 100 / \text{Hematocrito}.$$

Se expresa en porcentaje. Esta constante se comporta como marcador de hipo, normo, e hipercromía, este ultimo solo en casos de esferocitosis hereditaria”.²³

4.7 ERITROPOYESIS

Según Brown²⁴. La sangre es un tejido conectivo fluido, porque esta compuesto por células y una sustancia intercelular líquida, el plasma sanguíneo. La eritropoyesis es el proceso de desarrollo y maduración de los eritrocitos. El conocimiento del proceso metabólico de estas células es crítico para la comprensión del proceso patológico que interfiere con su función primaria de oxigenación de los tejidos.

En los mamíferos, la eritropoyesis es extravascular y se realiza en el parénquima de la medula ósea.

Parra Reed:

“En el feto, los elementos celulares de la sangre se producen casi exclusivamente en el hígado. A medida que el cuerpo madura y se diferencia en el útero, la hematopoyesis se traslada gradualmente a la cavidad medular, de forma tal que al nacimiento la medula ósea es el principal órgano de la hematopoyesis. Con el envejecimiento del animal, la

²³ VELEZ, Op. cit., p.16-17.

²⁴ BROWN, Esther. Histología veterinaria. México: Etlha, 1987. p. 87.

hematopoyesis de la médula ósea disminuye y la grasa infiltra lo que, previamente, era médula activa”.²⁵

Martínez dice: “La sangre aporta a las células agua, electrolitos, nutrientes y hormonas, además de eliminar los productos de desecho”²⁶.

Medway comenta que:

“La sangre puede separarse en sus componentes celulares y líquido mediante centrifugación método denominado microhematocrito. Millones de glóbulos blancos y rojos y plaquetas son producidos diariamente por cada kilogramo de peso de un organismo. El entorno de la médula ósea, interacciones entre células y sustancias químicas llamadas factores de crecimiento influyen de forma importante en la producción de las células de la sangre”.²⁷.

4.7.1 Desarrollo del Eritrocito: según Spurgeon: “Son células con 7,5 micras de diámetro en promedio, especializadas en el transporte de oxígeno, su forma es de un disco bicóncavo, con bordes relativamente gruesos, el disco bicóncavo presenta una área superficial relativamente grande para el intercambio de oxígeno”²⁸.

Para Medway: “Las primeras células sanguíneas se forman por proliferación de células mesenquimatosas en islotes del saco vitelino. Las células periféricas de estos islotes forman la pared endotelial de los vasos, y las células centrales se convierten en células sanguíneas primitivas, predominando los eritrocitos”²⁹.

Reed menciona:

“La producción de eritrocitos comienza desde una unidad formadora de colonia pluripotencial capaz de diferenciarse en líneas celulares eritroideas,

²⁵ REED, Op. cit., p.797.

²⁶ MARTINEZ, op. cit., p 177.

²⁷ MEDWAY. PRIER. Y WILKINSON. Patología Clínica Veterinaria. México: Uteha, 1985. p.242.

²⁸ SPURGEON, Fradson. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. México: Interamericana, 1995. p.223.

²⁹ MEDWAY, Op. cit., p. 210.

mieloideas, megacariocitoideas o linfoides. La célula madre es capaz de autorrenovarse, para suministrar una continua fuente de células madres pluripotenciales. La dirección de la diferenciación está determinada, en parte, por los tipos y las cantidades de citocinas a las cuales la célula madre está expuesta en el momento de comenzar a dividirse. Las combinaciones exactas de mediadores necesarios para la diferenciación directa en cada línea celular no se conocen del todo.

“Los cambios morfológicos que se experimentan durante la maduración del eritrocito se caracterizan por una notable disminución del tamaño nuclear de los eritroblastos, con condensación progresiva de la cromatina y desaparición de los nucléolos. El citoplasma evoluciona perdiendo la intensa basofilia propia de los estadios más jóvenes, y adquiere la acidofilia típica que le proporciona la hemoglobina en los estadios más maduros”.³⁰

Según Engelhardt³¹. Una vez finalizada la maduración del eritroblasto ortocromático, el núcleo, es expulsado de la célula por un mecanismo no del todo conocido, es posteriormente fagocitado por las células del sistema mononuclear fagocítico de la médula ósea. Con la pérdida del núcleo, el eritroblasto ortocromático se transforma en reticulocito. Los reticulocitos son las células precursoras directas de los eritrocitos. En el caballo y en otros solípedos no se encuentran reticulocitos en sangre circulante, porque el periodo de liberación a la sangre es mucho más largo.

Jennis dice que: “Los caballos no liberan reticulocitos de la médula ósea como respuesta a un incremento de la eritropoyesis, cualquiera que sea la magnitud del estímulo”³².

Para Ramírez y Gutiérrez:

“A medida que el reticulocito madura va perdiendo retículo granulo filamentoso hasta transformarse en un hematíe o eritrocito maduro. El hierro, imprescindible para la síntesis hemoglobínica es captado por los eritroblastos a través de diversos mecanismos, entre los que destaca el

³⁰ REED, Op. cit., p. 798.

³¹ ENGELHARDT, Wolfgang. Y BREVES, Gerhard. Fisiología Veterinaria. España: Acribia, 2005. p. 207.

³² JENNIS, Op. cit., p. 54.

fenómeno de la rofeocitosis. Este metal se acumula en el interior de los eritroblastos en forma de inclusiones constituidas por varias moléculas de ferritina rodeadas de una membrana, que reciben el nombre de siderosomas.

El proeritroblasto es la célula más inmadura de la serie roja capaz de ser identificada ópticamente como tal. Su tamaño es grande con un núcleo redondo central de gran talla que ocupa la mayor parte de la célula, por lo que la relación nucleocitoplasmática es elevada. La cromatina muestra una estructura finamente reticulada, y posee uno o dos nucleolos mal limitados. El citoplasma es intensamente basófilo debido a su gran riqueza en polirribosomas, y queda reducido a una delgada franja perinuclear en la que se aprecia una zona más clara, de forma semilunar, que corresponde al centrosoma de la célula. En ocasiones presenta unas proyecciones citoplasmáticas a modo de casquetes bastante característicos de este estadio madurativo.

El eritroblasto basófilo es una célula de menor tamaño que posee un núcleo central con cromatina algo más madura. El citoplasma todavía tiene un color basófilo intenso. La relación nucleocitoplasmática disminuye progresivamente debido al rápido descenso del tamaño nuclear.

El eritroblasto policromático tiene un tamaño inferior y un núcleo redondo y central, cuya cromatina está fuertemente condensada. La relación nucleocitoplasmática alcanza el 25%. El citoplasma, en el que se ha iniciado poco a poco la síntesis hemoglobínica, va perdiendo basofilia y adquiere una tonalidad gris rosada, acidófila. Es la última célula eritroblástica con capacidad mitótica.

El eritroblasto ortocromático tiene un tamaño pequeño con núcleo intensamente picnótico y cromatina muy condensada de aspecto homogéneo. El citoplasma muy acidófilo va aumentando su contenido hemoglobínico hasta adquirir la tonalidad propia del hematíe maduro. Este eritroblasto puede sintetizar proteínas y hemoglobina. El núcleo, una vez finalizada su maduración, es expulsado de la célula por un mecanismo no del todo conocido, siendo éste posteriormente fagocitado por las células del sistema mononuclear fagocítico de la médula ósea.

Con la pérdida del núcleo el eritroblasto ortocromático se transforma en reticulocito".³³

4.7.2 Regulación de la Eritropoyesis. Según Medway:

“La hematopoyesis exige una serie de condiciones para desarrollarse plenamente, se requiere un compartimiento de células troncales y progenitoras, estímulos específicos para su desarrollo y diferenciación, inductores de la producción de estos estímulos que por lo general son células activadas, moduladores o inhibidores de la acción o liberación de los factores estimulantes y un ambiente propicio. Los estadios iniciales del desarrollo de los eritrocitos depende en gran parte de la presencia de la hormona glucoproteica eritropoyetina es una glucoproteína soluble en agua, relativamente termoestable, que es inactivada por enzimas proteolíticas y es inactivada por vía bucal; su peso molecular es 27,000”.³⁴

Aufderheide define:

“Es un importante regulador en los progenitores BFU-E y CFU-E, pero no es el único factor de crecimiento en la eritropoyesis, podemos citar a las prostaglandinas, PGE1 y PGE2, PGI2 y ácido araquidónico, las interleucinas IL-3 e IL-9, el GM-CSF así como las hormonas sexuales preferentemente los andrógenos. Su ausencia siempre causa anemia grave. Un sistema de retroalimentación controla la eritropoyesis, en él, los riñones son sensores del aporte de oxígeno y de esta manera secretan la eritropoyetina con la consecuente expansión rápida de los progenitores.

La diferencia de hematocrito en hembras y machos depende del efecto estimulante de la testosterona sobre la formación de la eritropoyetina; se utiliza en el tratamiento de anemias resistentes a tratamientos y en las anemias debidas a insuficiencia de la M.O. Todos los andrógenos activos tienen la capacidad de estimular la eritropoyesis.

La producción de eritropoyetina se produce principalmente en las células peritubulares de la corteza renal, aunque existe una síntesis de pequeño volumen a nivel hepático (una séptima parte de la secreción renal) Es una

³³RAMIREZ, Orellana1. GUTIERRES. Fisiología De La Hematopoyesis. En Línea]. Página Web versión PDF. [Fecha de Consulta: 24 Marzo 2008]. Disponible en Internet: [http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/_USER_/Hematopoyesis_fisiologia\(1\).pdf](http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/_USER_/Hematopoyesis_fisiologia(1).pdf)

³⁴ MEDWAY, Op. cit., p. 211.

proteína de 193 aa., de la que los 27 primeros aa. (Residuo hidrofóbico) se dividen durante la secreción, siendo la proteína madura final altamente glicosilada (40% carbohidratos) y de un P.M. 30.400. La glicosilación es importante para prolongar la vida media de la misma, no así su actividad biológica.³⁵

4.8 TRANSPORTE DE OXÍGENO EN SANGRE

Lidaz reporta: “El oxígeno disuelto esta libre en la solución y explica casi el 2% del contenido total de oxígeno, este contribuye al peso parcial de la sangre”³⁶.

Schottelius menciona:

“El oxígeno unido a la hemoglobina es del 98 %, la unión es de manera reversible. Como el oxígeno viaja ligado a la hemoglobina el contenido de oxígeno en la sangre estará determinado por la concentración de hemoglobina y la capacidad del oxígeno para unirse a ella.

La afinidad menor por el oxígeno supone un incremento de la P50 lo cual significa que se alcanza la saturación del 50 % con un valor más alto que el normal. Si la afinidad decrece, la descarga de oxígeno a los tejidos se facilita”³⁷.

Para Lidaz³⁸, Si aumenta la actividad metabólica de los tejidos, la producción de CO² crece; el aumento de PCO² en los tejidos aumenta la concentración de H⁺ y el PH disminuye. En conjunto, estos efectos reducen la afinidad de hemoglobina por O², desplazando la curva de disociación oxígeno-hemoglobina a la derecha y aumenta la P50 todo lo cual facilita el desprendimiento de oxígeno a los tejidos.

El aumento de la temperatura también propicia el desplazamiento a la derecha de la curva de disociación oxígeno-hemoglobina y un aumento de la P50.

³⁵ AUFDERHEIDE, W. Hematopoietic. The Veterinary Clinics of North America. Horse Animal Practice. Canada: verluc, 1990. p. 156-157.

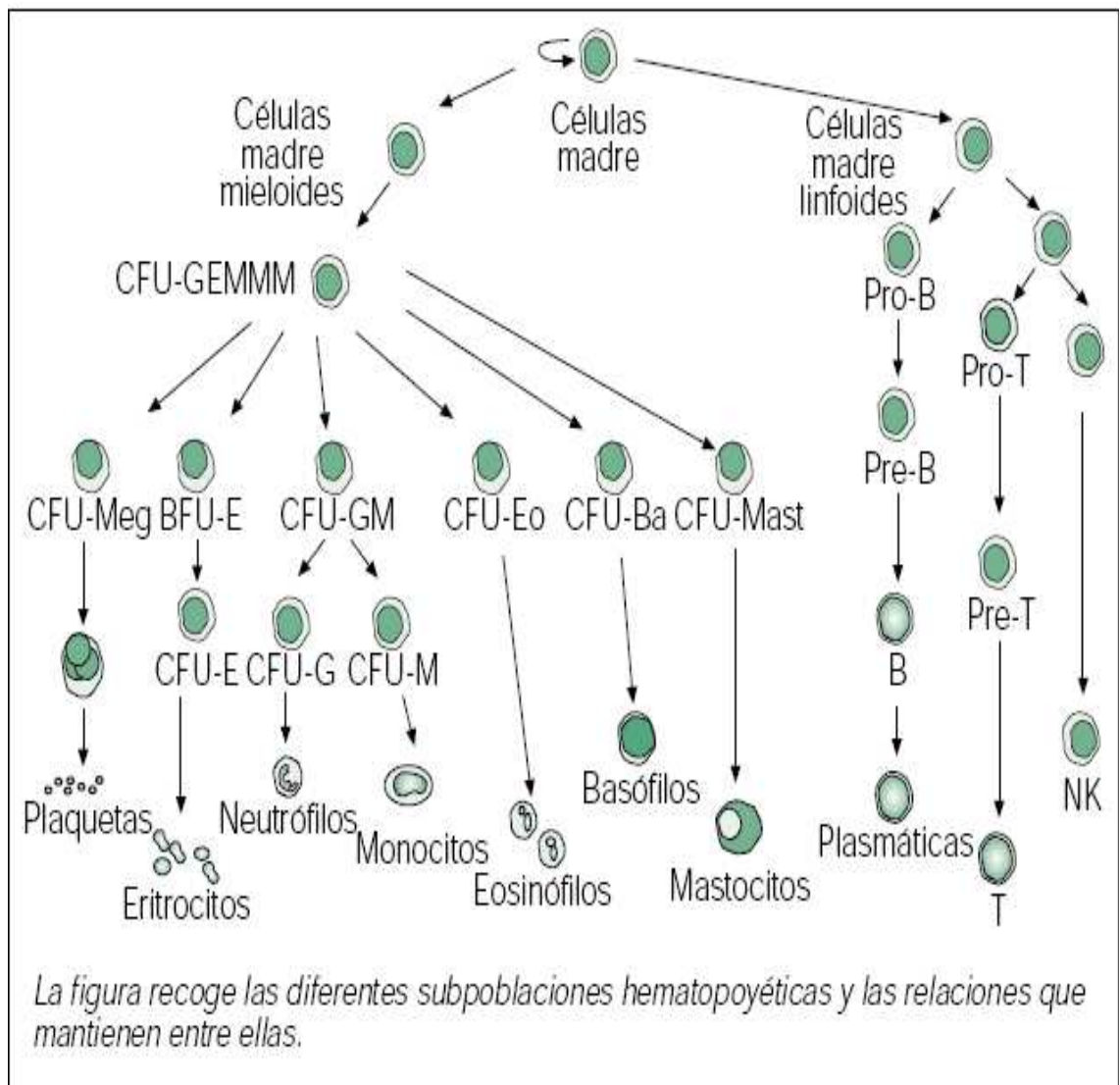
³⁶ LIDAZ, Constanzo. Fisiología. México: Interamericana, 1999. p. 203.

³⁷ SCHOTTELIUS, Byron. Fisiología principios. México: Interamericana, 1994. p. 198.

³⁸ LIDAZ. Op. cit., p. 210.

Barthuomew menciona: “El incremento de las concentraciones de 2,3-DPG el cual es un subproducto de la glucólisis en los eritrocitos. Este agente se une a las cadenas B de la desoxihemoglobina y reduce su afinidad por el oxígeno. Tal disminución de la afinidad desplaza la curva de disociación oxígeno-hemoglobina ala derecha”.³⁹

Figura 2 Esquema de la función eritropoyética.



[http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/_USER_/Hematopoyesis_fisiologia\(1\).pdf](http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/_USER_/Hematopoyesis_fisiologia(1).pdf)

³⁹ BARTHUOMEW, George. Fisiología Animal Principio y Adaptación. México: Agribal, 1990. p.281.

Según Lidaz:

“El desplazamiento de la curva de disociación a la izquierda tiene lugar cuando aumenta la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, esta situación ocurre cuando el metabolismo de los tejidos disminuye y por ende decrece la producción de CO^2 y la concentración de H^+ y aumenta el PH. En consecuencia las demandas de oxígeno disminuyen; la unión de oxígeno con hemoglobina es mas firme y la descarga de oxígeno en los tejidos es menor.

La disminución de la temperatura y la disminución de la concentración de 2,3-DPG producen más afinidad hemoglobina-oxígeno. En consecuencia podemos decir que no es la concentración de glóbulos rojos en la sangre la que controla la intensidad de la producción de hematíes si no que es la capacidad funcional de las células para transportar oxígeno a los tejidos lo que rige la intensidad de producción”⁴⁰.

4.9 Estructura de la médula ósea

Medbran comenta:

“La médula ósea es un tejido compuesto por una mezcla de células en suspensión entre una trama de trabéculas óseas y grasa que se encuentra en el interior de los huesos (tuétano). Estas células son lo que se denomina tejido hemopoyético porque dan lugar a todas las células adultas que circulan en la sangre (glóbulos rojos, blancos y plaquetas). Todas ellas proceden de la división y maduración de una célula precursora común que se denomina célula madre pluripotente porque tiene capacidad de autorrenovación y diferenciación, (es capaz de generar una o más subseries de células maduras) y que reside en este entorno, entre sus múltiples células hijas”.⁴¹

Según Brown:

“La medula ósea aparece en el equino en el tercer mes de vida fetal, cuando se osifican los primeros huesos, y luego se desarrolla en los demás

⁴⁰ LIDAZ, Op. cit., p. 212.

⁴¹ MEDBRAN, Saulin. Alteraciones Hemáticas. [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 21 Marzo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.leucemiylinfoma.com/trasplante/>

huesos, y a medida que este se van formando. Gradualmente la medula ósea va tomando la función formadora de células sanguíneas del hígado. Es el tejido hematopoyético más importante de la última mitad de la vida fetal y del resto de la vida”.⁴²

Medway confirma que: “La medula ósea contiene una gran reserva de reticulocitos, aproximadamente igual a los eritrocitos nucleados presentes, permanecen en al medula ósea aproximadamente de 3 a 4 días”.⁴³

Para Feldman⁴⁴: A simple vista, la medula ósea puede ser rojo amarillento. La medula ósea roja es hemopoyeticamente activa y el color se debe al contenido de eritrocitos en sus estadios ricos en hemoglobina. La medula ósea amarilla es hemopoyeticamente casi inactiva y predominan los adipositos.

Al igual que otros tejidos la medula ósea tiene células y componentes extracelulares. Las células en partes son fijas, compuesta por adipositos y por células de las paredes de los vasos.

La medula ósea se caracteriza por estar dividida histológicamente en compartimientos vasculares, compuestos principalmente por un sistema de sinusoides vasculares, y un compartimiento hemopoyético, que forma columnas o cuñas irregulares entre los vasos.

Las células libres aparecen en el compartimiento hemopoyético, que en la medula ósea esta casi lleno de células hemopoyeticas, en el centro de la medula, alrededor de los grandes vasos, se observa gran cantidad de grasa puesto que la hemopoyesis es mas activa en la periferia.

Jennis propone que:

“El mejor procedimiento para valorar la intensidad de la eritropoyesis en los animales domésticos pare ser el examen de medula ósea. La biopsia tomada de la cresta iliaca es un procedimiento útil para determinar la celularidad total. El numero de reticulocitos en la medula ósea combinado con la proporción mieloide: eritroide (M:E) es un criterio mas útil para la

⁴² BROWN, Op. cit., p. 90.

⁴³ MEDWAY, Op.cit. p. 212.

⁴⁴ FELDMAN, Bernard. ZINKL, Joseph. y JAIN, Noemi. Schalm`s Veterinary Haematology Lippincott . Canada: Wiliams & Wilkins, 2000. p. 43.

valoración de la actividad eritropoyética que la proporción M:E por si sola”.⁴⁵

4.10 PROTEÍNAS PLASMÁTICAS

Para Latimer:

“De forma colectiva, las proteínas plasmáticas realizan una función nutritiva, ejercen presión coloidal osmótica y ayudan en el mantenimiento del equilibrio ácido-base. Las proteínas en forma individual sirven como enzimas, factores de coagulación, hormonas y sustancias de transporte. El principal lugar de síntesis de las proteínas plasmáticas es el hígado y el segundo lugar de síntesis principal es el sistema inmunitario”.⁴⁶

Según Engelhardt⁴⁷: Las proteínas plasmáticas son la albúmina, el fibrinógeno y diversas globulinas. La albúmina constituye una fracción homogénea de proteína pura, es decir, no contiene un grupo prostético. Las globulinas son una fracción sumamente heterogénea, que suele estar compuesta de glucoproteína, lipoproteínas y metaloproteínas.

Latimer menciona que: “La vida media de la albúmina es 8 días en el perro y 19 días en el caballo”.⁴⁸

Jennis propone:

“Las proteínas totales del caballo son bajas en el potro recién nacido y aumentan durante la toma del calostro debido a la absorción de inmunoglobulinas. A partir de entonces, las proteínas plasmáticas aumentan de manera gradual. Los valores equivalentes a los correspondientes a los animales adultos normales se alcanzan a la edad de tres meses”.⁴⁹

⁴⁵ JENNIS, Op. cit., p. 57.

⁴⁶ LATIMER, Op. cit., p. 199.

⁴⁷ ENGELHARDT, Op. cit., p 201

⁴⁸ LATIMER, Op. cit., p 200.

⁴⁹ JENNIS, Op. cit., 56.

4.10.1 Alteraciones de las proteínas plasmáticas Según Latimer las disproteinemias se clasifican así:

- **“Hiperproteinemia relativa:** Se da como consecuencia de la deshidratación que hace que todas las proteínas plasmáticas se concentren de forma proporcional.
- **Hiperalbuminemia:** Es un incremento relativo de la concentración de albumina secundaria a la deshidratación, es raro encontrar un incremento absoluto de esta.
- **Hiperfibrinogenemia:** Es común en enfermedades inflamatorias y neoplásicas porque el fibrinógeno es una proteína de fase aguda, es un indicador de fase inicial de inflamación en caballos y puede preceder al desarrollo de neutrofilia. La deshidratación provoca incrementos en la concentración de fibrinógeno.
- **Hiperglobulinemia:** Las concentraciones de globulinas tienden a aumentar en situaciones de infección, inflamación y en gestaciones cerca del parto.

4.10.2 Hipoproteinemias: Puede ser relativa como en el caso de la dilución del plasma por un exceso de fluido, se observa en el caso de una administración excesiva de fluidos intravenosos, cambios de agua intersticial hacia el plasma tras una pérdida aguda de sangre o de plasma y ocasionalmente, en gestación.

- **Hipoalbuminemia:** La reducción de producción de albumina se asocia con gestación, lactación, mala absorción intestinal, mal nutrición, caquexia secundaria a una neoplasia, insuficiencia pancreática exocrina, enfermedad hepática crónica”.⁵⁰

⁵⁰ LATIMER, Op. cit., p. 51.

4.11 ENFERMEDADES DEL ERITRÓN

4.11.1 Policitemia según Latimer: “La policitemia es el aumento del hematocrito, recuento de glóbulos rojos y concentración de hemoglobina”.⁵¹

4.11.2 Eritrocitosis. Reed⁵² nos comenta: La masa total de de glóbulos rojos es normal. La eritrocitosis o policitemia es un aumento real o aparente de la masa de eritrocitos circulantes y puede clasificarse como relativa, causada por una disminución del volumen plasmático, o absoluta, causada por un aumento real del número de eritrocitos”.

- **Eritrocitosis relativa.** La eritrocitosis o policitemia relativa puede deberse a una hemoconcentración o a una contracción esplénica. Un aumento de las proteínas plasmáticas totales suele acompañar a la eritrocitosis relativa causada por hemoconcentración.
- **Eritrocitosis absoluta.** para Latimer⁵³: esta sucede cuando la eritropoyesis aumenta causando un incremento en el hematocrito, el recuento eritrocitario y la concentración de hemoglobina. El volumen plasmático y la concentración plasmática de proteínas permanecen normales.
- ❖ **Eritrocitosis absoluta primaria.** es un trastorno de las células madre. La concentración de eritropoyetina esta dentro de su intervalo normal o disminuida. La PO_2 esta dentro del rango de referencia. Ocasionalmente acompaña a la eritrocitosis, trombocitocis y leucocitosis.
- ❖ **Eritrocitosis absoluta secundaria.** La eritrocitosis absoluta secundaria puede ser apropiada o inapropiada Esta; causada por un aumento de la secreción de Eritropoyetina durante la hipoxia (baja PO_2), que se da en las siguientes situaciones.

⁵¹ Ibid., p. 51.

⁵² REED, Op. cit., p. 803.

⁵³ LATIMER, Op. cit., p. 52.

- ✓ Derivación derecha-izquierda de la sangre en el corazón (tetralogía de Fallot, defectos septales interventriculares) o en los grandes vasos.
 - ✓ Enfermedad pulmonar crónica. Rara en equinos, solamente en casos graves.
 - ✓ Adaptación a la altura.
- **Redistribución De Eritrocitos** Latimer menciona: "El bazo de los caballos en reposo puede dar asilo a un tercio del total del volumen eritrocitario circulante. La excitación da lugar a la liberación de epinefrina y contracción esplénica. La contracción esplénica envía a la circulación general sangre esplénica con un valor hematocrito alto (Hto=80%). Este efecto es frecuente en el caballo y gato".⁵⁴

Para Reed⁵⁵: La segunda se produce después del aumento de la liberación de eritropoyetina o de otras hormonas en ausencia de hipoxia tisular, esta alteración es mas frecuente en caballos con neoplasias hepáticas o anomalías renales. Esta condición no disminuye con fluidoterapia; y se registra, una concentración plasmática normal de proteínas.

4.11.3 Anemia. Para Reed, Bayly y Sellon⁵⁶ la anemia es una disminución absoluta del valor hematocrito, la concentración de hemoglobina y/o el recuento de glóbulos rojos causada por un desequilibrio en la tasa de pérdida o destrucción de eritrocitos y la tasa de producción en la medula ósea. Todas las anemias pueden clasificarse como regenerativa o no regenerativas, basándose en la respuesta de la medula ósea a la disminución de la masa eritrocitaria circulante. La anemia relativa puede darse por un aumento del volumen plasmático (p. ej. Administración de fluidos parenterales en exceso, gestación, neonatos).

⁵⁴ LATIMER, Op. cit., p. 51.

⁵⁵ REED, Op. cit., p.804.

⁵⁶ Ibid., p. 806

- **Síntomas físicos de anemia:** Según Latimer y Mahaffey⁵⁷ los signos clínicos que sugieren la presencia de anemias, están relacionados con la manera y la capacidad de transporte de oxígeno; y los reajustes fisiológicos para aumentar la eficiencia del eritrón y reducir el trabajo del corazón. Los signos clínicos típicos son los siguientes:

- ✓ Membranas mucosas pálidas.
- ✓ Debilidad, pérdida de la resistencia física, intolerancia al ejercicio.
- ✓ Taquicardia y polipnea, especialmente después del ejercicio.
- ✓ Sincope, depresión.
- ✓ Sensibilidad al frío aumentado.
- ✓ Murmullos cardiacos causados por la baja viscosidad y aumento de turbulencias del flujo sanguíneo.
- ✓ Shock, si se pierde de forma rápida mas de un tercio del volumen sanguíneo.

❖ **Clasificación.** Reed, Bayly y Sellon comentan:

“Siempre que sea posible debería identificarse la causa de la anemia, porque el termino anemia por si solo no constituye un diagnostico.

❖ **Clasificación en función de la respuesta de la medula ósea.** Todas las anemias pueden clasificarse como regenerativas o regenerativas, basándose en la respuesta de la medula ósea a la disminución de la masa eritrocitaria.

❖ **Anemia regenerativa:**

- ✓ La medula ósea responde activamente a la anemia aumentando la producción de eritrocitos.
- ✓ Las especies capaces de maximizar la respuesta reticulocítica son las que tienen la regulación mas intensas; el hematocrito vuelve al intervalo de referencia más rápidamente. La capacidad de las especies para organizar una respuesta regenerativa en orden decreciente son: aves, perro, gato, vaca, caballo.

⁵⁷ LATIMER, Op. cit., p. 30.

- ✓ La presencia de regeneración es indicador de una etiología externa a la médula ósea, implicando pérdida o lisis de los eritrocitos de suficiente duración para que la respuesta regenerativa sea evidente en la sangre.
- ✓ La regeneración en el caballo es difícil de detectar, porque los reticulocitos no se liberan a la circulación. Un incremento del VCM y RDW pueden indicar una respuesta regenerativa. El examen de médula ósea puede ayudar pero no siempre es concluyente; en los aspiramos observamos hiperplasia eritroide e incremento de le número de reticulocitos.
- ✓ Algunos ejemplos de anemias regenerativas son la hemólisis, la hemorragia o la regeneración una vez resuelto la causa de una anemia no regenerativa.

➤ **Anemia no regenerativa:**

- ✓ “La anemia aregenerativas indica la ausencia de la respuesta eritroide en la médula ósea. La falta de respuesta puede ser causa de que no haya transcurrido el tiempo necesario para la respuesta, y también por otras circunstancias como la inflamación crónica, enfermedad renal y desordenes endocrino. Los caballos no liberan reticulocitos a la sangre por lo que en esta especie todas las anemias aparecen de tipo aregenerativa.
- ✓ La anemia puede parecer aregenerativa en los primeros 2-3 días del inicio de una hemorragia o hemolisis aguda o sobreaguda.
- ✓ Algunos ejemplos de anemias aregenerativas son: enfermedades inflamatorias, fallo renal, anemias por deficiencia de hierro, anemia aplásica, desordene endocrinos”.⁵⁸

❖ **Clasificación según los mecanismos fisiopatológicos principales**

➤ **Pérdida aguda de sangre:**

- ✓ Normalmente hay una evidencia visual directa de la hemorragia, pero puede haber hemorragias ocultas. Cuando los resultados de laboratorio nos indica una anemia hemorrágica pero no encontramos evidencia de esta, hay que considerar la posibilidad de sangrado oculto, como hemorragias gastrointestinales.
- ✓ Los signos clínicos dependen de la cantidad de sangre perdida, el periodo de tiempo que a durado el sangrado y el lugar de la hemorragia. Hemorragia en múltiple sitios o el inicio retardado de hemorragias en lugares de intervención vascular indican problemas de coagulación

⁵⁸ REED, Op. cit., p. 804.

- ✓ El hematocrito en el inicio puede estar en el intervalo de referencia porque todos los componentes sanguíneos se pierden en igual proporción.
- ✓ La contracción esplénica libera sangre esplénica con un alto valor hematocrito a la circulación, aumentando el valor hematocrito temporalmente.
- ✓ El volumen sanguíneo se restablece posteriormente por aporte de líquido intersticial empezando unas 2-3 horas después de iniciarse la hemorragia y desarrollándose durante 48-72 horas. Este movimiento de líquidos causa dilución de la masa de eritrocitos y genera signos laboratorio de anemia.

➤ **Perdida crónica de sangre**

- ✓ La anemia se desarrolla lentamente y no hay hipovolemia.
- ✓ El hematocrito puede llegar a valores bajos antes de que sean evidentes los signos clínicos de anemia, porque el inicio lento de la anemia permite adaptaciones fisiológicas.
- ✓ Hay una respuesta regenerativa pero normalmente no es tan intensa
- ✓ Normalmente hay hipoproteinemia
- ✓ Puede haber trombocitocis persistente
- ✓ Con el tiempo puede agotarse los depósitos de hierro y aparecer anemias por deficiencia de hierro, caracterizada por microcitocis e hipocromacia.

❖ **Diferencias entre anemias causadas por hemorragias internas y externas**

La pérdida de sangre externa, incluyendo el sangrado gastrointestinal, impiden la reutilización de ciertos componentes como el hierro y las proteínas plasmáticas. En el caso de las hemorragias internas estos pueden reciclarse.

Las hemorragias internas pueden ser menos graves y más marcadamente regenerativas. Después de una hemorragia interna, algunos eritrocitos son reabsorbidos por los vasos linfáticos, sobretodo cuando la hemorragia se localiza en las cavidades corporales. El resto de los eritrocitos se lisan o son fagocitados. El hierro y los aminoácidos del catabolismo de las proteínas se reciclan.

➤ **Anemias hemolíticas**

- ✓ No hay signos clínicos de hemorragias.
- ✓ En la anemia hemolítica aguda grave se puede observar ictericia.
- ✓ Si hay una hemólisis intravascular considerable se observara hemoglobinuria, hemoglobinemia.
- ✓ Las anemias hemolíticas pueden ser intravasculares o extravasculares
- ✓ La hemólisis extravascular los eritrocitos son secuestrado en el bazo o hígado, donde son fagocitados o lisados procediéndose, en le lugar donde se destruye, a la contabilización de la hemoglobina.
- ✓ En la hemólisis intravascular el eritrocito es destruido en el torrente sanguíneo, liberando hemoglobina al plasma, la cual será degradada por el hígado o secretada por el riñón, la membrana del eritrocito debe estar muy alterada para permitir la salida de hemoglobina al plasma. La mayoría de hemólisis intravascular es debido a defectos extrincicos o extracorpúsculares.

➤ **Anemia por eritropoyesis reducida o defectuosa**

- ✓ Las anemias causadas por disminución o defectos de la eritropoyesis son de tipo aregenerativas. Se caracteriza por tener una medula ósea anormal que no puede mantener una eritropoyesis efectiva. El curso clínico es generalmente largo y el inicio insidioso.
- ✓ En el fallo primario de la medula ósea, por una enfermedad interna, da como resultado una producción inadecuada de células madres y progenitoras.
- ✓ En el fallo secundario de la medula ósea se produce causas externas a la medula, como carencia de nutrientes o factor de crecimiento
- ✓ El fallo de medula ósea puede ser selectivo para el eritroide o puede afectar a los granulocitos
- ✓ La anemia por carencia de eritropoyetina causada por ciertas enfermedades como enfermedad renal crónica por la destrucción de células intersticiales peritubulares secretoras de Epc
- ✓ Edocrinopatias como son hipoadrenocorticismo, hipoandrogenismo y hipopituitarismo
- ✓ Anemia de la enfermedad inflamatoria.

❖ **Clasificación según Tamaño (VCM) y Concentración Media De Hemoglobina (CHCM) Del Eritrocito Para Latimer y Mahaffey:**

“El VCM clasifica la anemia en normocítica, macrocítica o microcítica, dependiendo si el volumen eritrocitario esta dentro del intervalo de referencia, aumentado o disminuido, respectivamente.

La CHCM clasifica las anemias en normocrómica, hipocrómica o hipercromía. Si los eritrocitos son normocrómicos, la concentración de hemoglobina esta dentro de su intervalo de referencia. Si son hipocrómicos esta disminuida. La hipercromasia esta relacionada más frecuentemente con la hemolisis de eritrocitos o la administración de oxiglobina, ya que los eritrocitos no producen excesos de hemoglobina”.⁵⁹

❖ **Dstrucción acelerada de eritrocitos**

Según Latimer, Mahaffey, y Prasse clasifican la causas de hemolisis en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Enfermedades que causan anemia por hemólisis en equinos

Hemolisis intravascular	Hemolisis extravascular
<p>Bacterias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Clostridium hemolyticum</i> • <i>Cl novy</i> • <i>Cl perfinges</i> • <i>E. coli (síndrome hemolítico urémico)</i> • <i>Leptospira spp.</i> <p>Parásitos de los glóbulos rojos</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Babesia ssp.</i> 	<p>Parásitos de los glóbulos rojos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anaplasma • Tripanosoma <p>Inmunomediadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anemia infecciosa equina • Ehrlichia • Hemangiosarcoma • Penicilina

⁵⁹ LATIMER, Op. cit., p. 32.

<p><i>Plantas y productos químicos</i></p> <p>Oxidantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Brassica ssp</i> • Deficiencia de cobre, molibdeno • Cebollas • Fenotiacina • Fenazopiridina • Propilenglicol • Vitamina K • Cefalosporina • Veneno de serpientes • Zinc <p>Inmunomediadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anemia hemolítica autoinmune • Isoeritrolisis neonatal • Transfusiones incompatibles <p>Hiposmolaridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hemoglobinuria fría • Fluidos hipotónicos • Intoxicación por sal <p>Fallo hepático</p>	<p>Fracmentacion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coagulación intravascular diseminada
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LATIMER, Kenneth S. MAHAFFEY, Edward A. PRASSE, Keith W. Patología Clínica Veterinaria. 6 ed. Veterinaria. Multimédica Ediciones Veterinarias. Barcelona, España. 2005. P.

4.12 TÉCNICAS DE LABORATORIO

4.12.1 Técnicas manuales

- **Método del Microhematocrito.** Medwan comenta: "Es un método de rápida ejecución, y requiere poca cantidad de sangre, pero la capa de glóbulos blancos, la lipemia y el color del plasma son mucho más difíciles de interpretar"⁶⁰.

Según Coles:

"Este es el método que se prefiere para medir el PCV. Para la determinación se recomienda el uso de un tubo capilar para hematocrito de 7 cm. de longitud aproximadamente, con un agujero de 1mm de diámetro. Llenar el tubo capilar, unas tres cuartas partes de su capacidad. Este llenado se realiza por capilaridad, inclinando el tubo y poniendo en contacto la sangre del tubo de muestra con el capilar, taparlo por el lado limpio con plastilina quitando la que sobre; en seguida colocamos los capilares en la centrífuga (Los extremos cerrados tienen que quedar hacia fuera y ajustados al borde exterior de la goma se centrifuga durante 5 minutos a unas 12.000 r.p.m. se retira los tubos de la centrífuga. Y se realiza la lectura"⁶¹

La lectura la podemos realizar por dos métodos:

a) *Con un lector de hematocrito.*

Colocar el capilar de manera que el principio de la sangre coincida con la línea 0

Mover el capilar hacia la derecha o izquierda hasta que coincida la línea 100 con el final de plasma

El valor nos lo dará aquella línea que cruce la parte del capilar donde están pegados el plasma y las células.

⁶⁰ MEDWAN Op. cit. p.24.

⁶¹ COLES, Embert H. Diagnostico y Patología en Veterinaria. E.U.A: College of Veterinary Medicine, 1995. p.19.

b) Con una regla.

Realizar las medidas de la longitud total (plasma + células) y parte corpuscular.

Por la siguiente regla de 3 calcular el valor hematocrito:

A ___ 100 X = hematocrito en tanto por ciento

B ___ X A = longitud total

B = longitud de la parte corpuscular

- **Método De La Cianometahemoglobina:** Medwand comenta⁶²: "Este es el método de determinación de hemoglobina recomendado como norma por el Nacional Research Council, la American Society of Clinical Chemists y el Collage of American". El ferrocianuro convierte el hierro de la hemoglobina del estado ferroso al férrico para formar metahemoglobina en una solución alcalina, la metahemoglobina se combina con el cloruro de potasio para formar un pigmento estable Cianometahemoglobina, usando orthoacuglobina hemoglobina estándar a temperatura ambiente se hacen diluciones de 1 a 3 (25%), de 1 a1 (50%) de 3 a 1 (75%), con el reactivo de Dravkin. Se lee la densidad óptima de estos puntos con un estándar sin diluir a 540 nm.

Según Benjamín:

"La concentración de hemoglobina del estándar no diluido es igual al valor del ensayo en las ampollas de tiempo para dilución; para los procedimientos que requiere 0,2ml de sangre total y 5ml de diluyente, la dilución es de 1 a 251, estos valores deben integrar una línea recta cuando se tracen en el papel ordinario para graficas.

Puede usarse un patrón blanco ya sea solución de Drabkin o de agua destilada para establecer 100 en la escala de transmitancia o 0 en la escala de densidad óptica.

Se coloca 5ml de solución diluyente de Drabkin en una cubeta o tubo del calorímetro, se agrega 0.02 ml de sangre con la pipeta sahli, enjuagando la pipeta con el diluyente por lo menos tres veces; se mezcla y se deja

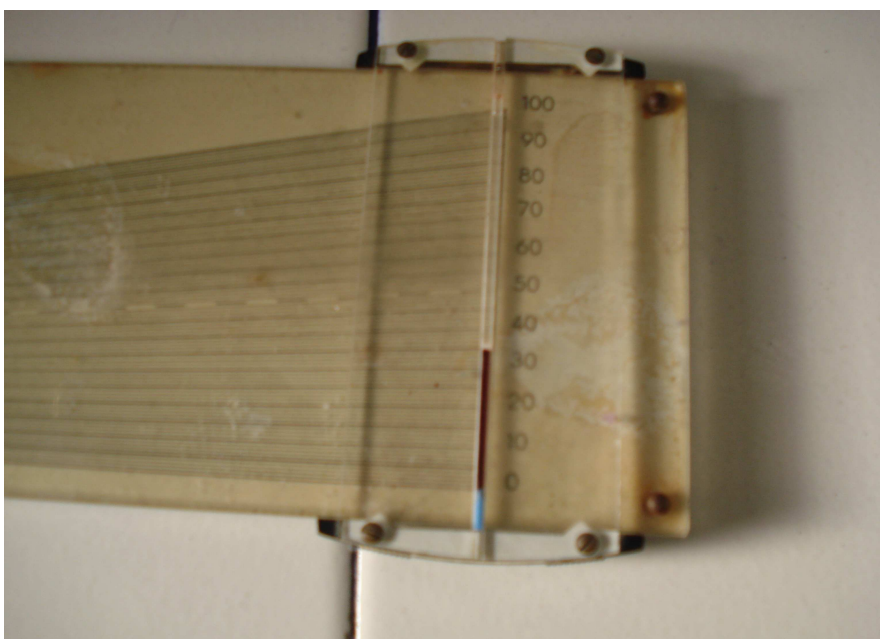
⁶² MEDWAN, Op. cit., p.243.

reposar por lo menos diez minutos antes de hacer la lectura se lee la D. O. en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm; se lee la hemoglobina equivalente de la curva de calibración.

Figura 3 Centrifuga Clay Adams^R Brand Compact



Figura 4 Tabla de lectura para microhematocrito laboratorio Clínica Carlos Martínez Hoyos.



El método de la Cianometahemoglobina tiene un error de 1-2% en los sistemas automatizados y del 2-5% en los métodos manuales estándar. Además este método mide todas las formas de hemoglobina que pueden encontrarse en sangre oxihemoglobina hemoglobina reducida y metahemoglobina pero no la sulfometohemoglobina.⁶³

4.12.2 SISTEMAS AUTOMATIZADOS. Según Knoll y Rowell:

“Los contadores de células automatizados analizan miles de células en cada muestra, en general son más precisos y exactos que las técnicas manuales. Los modelos más simples proporcionan recuentos celulares de hematíes, leucocitos y plaquetas, miden el VCM (Volumen corpuscular medio) de eritrocitos y determinan la concentración de Hg de la muestra. Así, es posible calcular el valor de Hematocrito, Hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina corpuscular media. Los instrumentos más avanzados también aportan información como al fórmula leucocitaria y las características morfológicas de los hematíes.

Los instrumentos semiautomáticos son más trabajosos ya que requieren dilución de la muestra antes del análisis, mientras que los complementos automatizados diluyen la muestra, añaden soluciones de lisis e imprimen los resultados de la prueba”.⁶⁴

- **Impedancia Electrónica** Knoll y Rowell⁶⁵ comenta:

Esta tecnología se basa en el principio de que las células son malos conductores de electricidad, se hace pasar sangre mezclada a un diluyente, que si conduce la electricidad, a través de una abertura en un electrodo; Las células se cuentan cuando provocan una alteración de la impedancia eléctrica.

⁶³ MAXINE, Benjamín. Manual de Patología Clínica en Veterinaria. México: Limusa. S.A, 1991. p.89-90

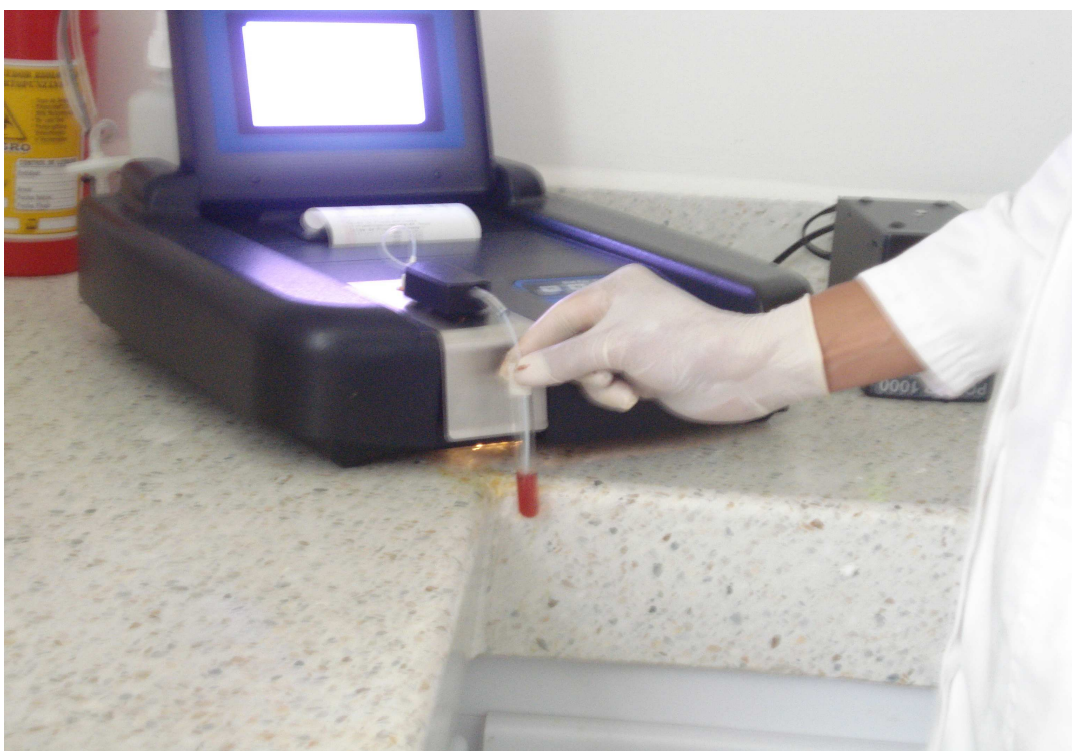
⁶⁴ KNOLL, Joyce S. and ROWELL, Steven L. Lo Último en Patología Clínica. The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice. Volumen 5. 1996. p. 993.

⁶⁵ Ibid., . p. 993.

Figura N°5: Instalaciones laboratorio Clínica Carlos Martínez Hoyos



Figura N°6: Espectrofotómetro para lectura de hemoglobina



Los hematíes y las plaquetas se distinguen por el tamaño, puede que se incluyan leucocitos en el recuento de hematíes, pero en general ello no ocasiona problemas, a menos que el animal padezca leucemia; el número de leucocitos se determina después de lisar los hematíes.

- **Método Coulter:** En un vaso se hace una dilución de las células con el diluyente. Las células sanguíneas son aislantes, mientras que los diluyentes salinos son buenos conductores; la base de la operación es las diferencias de conductividad eléctrica entre las células sanguíneas y el diluyente. Se pone el vaso en una plataforma de muelle para que el tubo de orificio se sumerja en la muestra un electrodo en el tubo de orificio y otro en el vaso de la muestra produce una corriente eléctrica que fluye a través del orificio. Cuando las células pasan por el orificio pequeño, elevan la resistencia eléctrica del con tenido del orificio. Lo cual produce un pulso de voltaje de corta duración, se aplica y aparece en la pantalla del osciloscopio como una vertical definida con el tamaño relativo indicado por la altura variable de la espiga. A continuación se dirige a un circuito de entrada con un nivel de entrada ajustable y se cuenta el pulso cuando se llega a sobrepasar el nivel de entrada o sobrepasa el nivel de entrada. La cuenta se hace automáticamente activando una llave de control de vacío y volviendo a encender el apagador de conteo

Los modelos más simples proporcionan recuentos celulares de hematíes, leucocitos y plaquetas, miden el VCM (Volumen corpuscular medio) de eritrocitos y determinan la concentración de Hg de la muestra. Así, es posible calcular el valor de Hematocrito, Hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina corpuscular media. Los instrumentos mas avanzados también aportan información como al formula leucocitaria y las características morfológicas de los hematíes. Los instrumentos semiautomáticos son más trabajosos ya que requieren dilución de la muestra antes del análisis, mientras que los complementos automatizados diluyen la muestra, añaden soluciones de lisis e imprimen los resultados de la prueba.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el área urbana del municipio de Pasto capital del departamento de Nariño esta localizado a 1° 13' de latitud norte, 77°17' de longitud oeste de Greenwich. La altura sobre el nivel del mar es de 2527 m, con una temperatura media de 14°C y precipitación media anual de 841 mm. Distante entre 795 Km. al sur de la capital de la república y a 85 Km. por la vía panamericana de la frontera Ecuatoriana. El área urbana del municipio de pasto cuenta aproximadamente con 7 pesebreras en las cuales se manejan 153 en equinos criollos colombianos de silla.

5.2 SELECCIÓN DE LOS ANIMALES

En este estudio se trabajó con una población de animales que se manejan en las diferentes pesebreras ubicadas en la zona urbana del área de San Juan de Pasto. La muestra fue escogida al azar y se les realizó una historia clínica en la cual se recolectó datos como son: condición de mucosas, tiempo de llenado capilar y constantes fisiológicas (temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria), condición reproductiva, dieta alimentaría y tiempo diario de entrenamiento. Además que se les valoraron creatinina y GPT para así poder tener muestras homogéneas y establecer que los equinos muestreados estaban clínicamente sanos. Con la colaboración de la pesebreras de la ciudad ***Ver anexos***

5.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MUESTRA.

Según MEDWAY, PIER, WILKINSON “El principal requisito en una muestra de sangre enviada para análisis es que se conserve, cuanto se posible, semejante al estado que tenía la muestra cuando fue tomad del animal”.⁶⁶

La sangre fue obtenida de cada uno de los 66 animales a muestrear mediante punción en la vena yugular previa desinfección del área (tabla de cuello) con alcohol de 90 grados se procedió a puncionar la vena yugular con una ajuga numero 20 y de pulgada y media de longitud. Se recogió la sangre en un tubo con anticoagulante EDTA (etilenodialino tetraacetato) y sin anticoagulante.

⁶⁶ MEDWAY, Op.cit., p.46.

Según el laboratorio medico veterinario “el EDTA es el anticoagulante que mejor conserva las células y de mayor uso en todos los casos que requieren de cuadro héptico”⁶⁷ la sangre fue vertida suavemente por las paredes del tubo para evitar la hemólisis.

5.3.1 Traslado de muestras Las muestras de sangre fueron debidamente rotuladas con el número de historia clínica de cada animal y colocadas en cajas de icopor con gel refrigerante, y cada tubo envuelto en papel servilleta para evitar el contacto directo de las muestras con los perseverantes. Luego fueron trasladados al laboratorio de la clínica veterinaria Carlos Martínez Hoyos, de la Universidad de Nariño, en la ciudad de San Juan de Pasto, para su respectivo análisis.

5.4 POBLACIÓN OBJETO Y MUESTRA

Según ASOCANA la población de equinos en las diferentes pesebreras de la ciudad de pasto, es de 153 equinos⁶⁸, censo realizado en mayo de 2008 con el fin establecer la población total de la zona y utilizarlo como base para realizar la jornada de vacunación como prevención contra la encefalitis equina. El muestreo se efectuará en las diferentes pesebreras de la ciudad con la colaboración de los propietarios de los animales.

El tamaño de la muestra se calculó basándose en la siguiente formula; la cual fue escogida ya que al analizar todas las variables dependientes con esta se obtuvo el valor mas alto para la muestra y por ende es representativa para cada una de las variables.

Formula:

$$n = \frac{N Z^2 p (1-p)}{(N-1) e^2 + Z^2 p (1-p)}$$

Donde:

N = Tamaño de la población

Z = Valor asociado al valor de confianza establecido (1.96)

⁶⁷ LABORATORIO MEDICO VETERINARIO. Manual de toma, almacenamiento y transporte de muestras para diagnostico veterinario. Bogotá. 2003. p.10.

⁶⁸Fuente: Asociación de caballistas de Nariño (ASOCANA). Mayo de 2008. Dr. José Mauricio Rendón. M. V. Director Técnico. D. T.

P = Valor de referencia establecido 40%

e = Error máximo admitido del 9%

Teniendo en cuenta lo anterior y con un nivel de confianza de 95% el tamaño de la muestra será:

$$n = 153 \times (1,96)^2 \times 0.4 \times (1-0.4) / ((153 - 1) \times (0.09)^2 + (1,96)^2 \times 0.4 \times (1-0.4))$$

$$n = 153 \times 3.8416 \times 0.24 / (152 \times 0.0081 + 3.8416 \times 0.24)$$

$$n = 141 / (1.2312 + 0.923)$$

$$n = 141 / 2.1542$$

$$n = 65.5 \approx 66$$

Para un mayor orden y distribución homogénea se realizó el muestreo de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1. Distribución de los bloques para la muestra.

SEXO	EDAD			CONDICION REPRODUCTIVA
	MENORES DE 30 MESES	ENTRE 30 Y 60 MESES	MAYORES DE 60 MESES	
MACHOS	3	1	6	CASTRADO
		8	12	REPRODUCTOR
HEMBRAS	2	5	6	PREÑADA
		10	9	VACIA

Con un margen de error del 9% y una confiabilidad del 95 %, el tamaño de la población muestreada fue: 66 animales.

5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el programa STATGRAPHICS plus ® versión 5,1 para Windows, en el cual se realizó un análisis Unidimensional para determinar los valores promedio, varianza y límites de confianza con un 95% de

confiabilidad de la muestra seleccionada y una tabla ANOVA Multifactorial para establecer diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes variables: grupos etarios, sexo, y condición reproductiva.

5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

Se manejaron dos tipos de variables; variables dependientes: (Hematocrito(Hto), Hemoglobina (Hg) , Recuento De Glóbulos Rojos (R.G.R.), Promedio De Volumen Corpuscular (P.V.C.), Promedio De Hemoglobina Corpuscular (PCH), Promedio De La Concentración De Hemoglobina Corpuscular(PCHM) Y Proteínas Totales (PPT).; variables independientes: Edad, Sexo, Condición Reproductiva.

6 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Resultados para la determinación de los valores promedio y rangos de referencia para línea roja y proteínas totales obtenidos para la población

A la muestra seleccionada se le realizó un procedimiento Unidimensional que arrojó los siguientes resultados con 95% de confiabilidad.

Tabla 2. Valores hematológicos de la población.

PARÁMETRO	UNIDADES	FRECUENCIA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	INTERVALOS DE CONFIANZA	
					INFERIOR	SUPERIOR
HTO	L/L	66	0.45	0,079	0,43	0.47
Hg	g/L	66	181,66	37,5	172,44	190,88
R. G. R.	1000000/L	66	6,57	1,43	6,22	6,92
P. V. C.	Fl	66	72,34	18,85	67,7	76,98
P. H. C.	Pg.	66	28,75	7,97	26,79	30,71
C. H. C. M	g/dL	66	40,05	9,39	37,74	42,36
P.P.T.	g/L	66	6,84	0,65	6,68	7,01

Según los resultados del presente estudio el valor de la hemoglobina esta aumentado, dado que es el resultado de una adaptación fisiológica a la altura y la condición de caballos deportivos.

Esto concuerda con lo reportado Por Ganon⁶⁹: Los cambios fisiológicos que se tiene en respuesta a una acenso a grandes alturas en las cuales habrá una hipoxia ya que la presión de oxígeno esta disminuida habrá entonces P_{O_2} alveolar disminuida por lo cual habrán factores que se desencadenan para poder compensar como es el aumento de la de la frecuencia respiratoria (hiperventilación) hasta llegar a un limite capacidad ventiladora máxima. Esta hiperventilación hace disminuir la P_{O_2} en la sangre y eleva el pH. Entonces los

⁶⁹GANONG, William. Fisiología Médica. México: editorial moderna, 1998. p. 145.

receptores H^+ de la medula tienden a suprimir la respiración. El defecto del PH es corregido gradualmente hacia el valor normal por mecanismo renal.

La hipoxia es un estímulo para la producción de eritrocitos y hemoglobina. En esta respuesta esta implicada la eritropoyetina la cual aumenta el número de eritrocitos y por ende la cantidad de hemoglobina; por esto habrá un aumento en la viscosidad de la sangre, en condiciones adaptativas estas alteraciones serán controladas. Al necesitarse un aumento en el transporte de oxígeno la hemoglobina tiene mayor afinidad por el oxígeno, la curva de disociación estará a la izquierda. Sin embargo el hematocrito de los animales sometidos a grandes alturas no es tan elevado, el contenido de hemoglobina es mayor y por ende los índices eritrocitarios también.

Según Dorothy y Byron⁷⁰ En los animales nativos de grandes alturas algunos sistemas enzimáticos oxidativos celulares son algo más abundantes que en los que habitan en el nivel del mar. Además en aquellos animales que habitan a grandes alturas la curva de disociación esta hacia la derecha, la presión arterial de oxígeno en estas condiciones es de 40mm Hg pero, debido su mayor cantidad de hemoglobina, la cantidad de oxígeno en la sangre es mayor. Debido al gran aumento de la viscosidad de la sangre, el flujo sanguíneo es lento. Esto tiende a reducir el retorno venoso, sin embargo el aumento en la cantidad de la sangre aumenta el retorno venoso compensando esto. Pero en ocasiones estos sistemas de compensación no resisten y se desploman.

Según Restrepo⁷¹ el oxígeno combinado con la hemoglobina representa más 98,7% del contenido total de oxígeno en la sangre; es por ello; que los organismos que habitan en las grandes alturas compensan la deficiencia de presión de oxígeno con un incremento de la concentración de hemoglobina circundante, lo cual aumenta el contenido total de oxígeno en la sangre. Esto se puede apreciar a diferentes altitudes como la de Santa fe de Bogotá.

6.2 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes grupos etarios con un 95% de confiabilidad.

A la muestra se le realizo un procedimiento comparativo ANOVA Factorial que arrojó los siguientes resultados:

⁷⁰ SCHOTTELIUS, Byron. y Dorothy D. Fisiología. México: Interamericana, 1994. pg. 195.

⁷¹ RESTREPO, Félix. Fisiología de la Respiración Gases Sanguíneos, Bogotá: Arroyo, 1995. p.53.

Tabla 3. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta la edad.

PARÁMETRO	EDAD		
	MENORES DE 30 MESES	ENTRE 30 Y 60 MESES	MAYORES DE 60 MESES
Hto	0,38 - 0,52	0,41 - 0,47	0,44 - 0,49
Hg	126,47 - 193,18	165,36 - 194,43	174,13 - 199,7
RGR	8,78 - 6,22	6,12 - 7,23	5,86 - 6,84
PVC	48,6 - 82,32	61,79 - 76,48	69,58 - 82,5
PHC	15,85 - 29,69	24,61 - 30,64	28 - 33,31
CHCM	27,79 - 44,83	35,69 - 43,11	37,86 - 44,4
PPT	6,52 - 7,71	6,59 - 7,12	6,57- 7,02

Unidades de Medida: Hto (L/L), Hg (g/L), RGR ($10^6/L$), PVC (fl), PHC (pg), CHCM (g/dL), PPT (g/L).

Los resultados obtenidos en este estudio no muestran diferencias estadísticamente significativas de Hematocrito, Hemoglobina, R.G.R. Proteínas Totales, V.C.M., HMC, CHCM. Lo cual no concuerda con lo mencionado por Jennings⁷²: existe una caída inicial del hematocrito con el punto mas bajo entre los ocho a doce días seguido de un incremento gradual de hematocrito y hemoglobina y un aumento insignificante en el numero de hematíes estos cambios están relacionados con la disminución del tamaño de los eritrocitos y el cambio del volumen corpuscular medio. A medida que los caballos van creciendo el número de hematíes disminuye mientras que el hematocrito permanece constante esto es consecuencia de un aumento del VCM. Los animales viejos tienen valores superiores de VCM. Si embargo estos cambios solo son marcados en animales pura sangre Ingles. Lo cual hace pensar que en los mestizajes estas condiciones no se de.

6.3 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes sexos con un 95% de confiabilidad.

A la muestra se le realizó un procedimiento comparativo ANOVA Factorial que arrojo los siguientes resultados:

⁷²JENNIS, Op. cit. p. 53.

Tabla 4. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta el sexo.

PARAMETRO	SEXO	
	MACHO	HEMBRAS
Hto	0,42 - 0,49	0,41 - 0,48
Hg	165,17 - 196,86	154,23 - 185,92
RGR	6,23- 7,45	6,24 - 7,46
PVC	63,42- 79,43	60,99 - 77,01
PHC	24,85 - 31,43	22,6 - 29,18
CHCM	34,99 - 43,09	34,8 - 42,9
PPT	6,64 - 7,21	6,64 - 7,2

Unidades de Medida: Hto (L/L), Hg (g/L), RGR ($10^6/L$), PVC (fl), PHC (pg), CHCM (g/dL), PPT (g/L).

No existen diferencias estadísticamente significativas para ningún parámetro entre los diferentes sexos.

Los resultados obtenidos en el estudio no muestran diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras, en cuanto a hematocrito y hemoglobina se refiere. Por el contrario Aufderheide⁷³ menciona lo siguiente: los machos reproductores tienden a tener un valor más elevado de hematocrito; por la acción estimulante de la testosterona sobre la formación de la eritropoyetina. Sin embargo coinciden con lo reportado por Schalm, Jain y Carroll que nos menciona que si existen diferencias en cuanto al sexo pero son de baja magnitud.

6.4 Determinación de rangos de referencia para línea roja y proteínas totales en diferentes estados reproductivos con un 95% de confiabilidad.

La muestra se le realizó un procedimiento comparativo ANOVA Factorial que arrojó los siguientes resultados:

⁷³ AUFDERHEIDE, Op. cit., p. 156.

Tabla 5. Valores hematológicos e intervalos de confianza teniendo en cuenta la condición reproductiva.

PARÁMETRO	CONDICIÓN REPRODUCTIVA			
	MACHO		HEMBRAS	
	CASTRADO	REPRODUCTOR	PREÑADAS	VACIAS
Hto	0,43 - 0,5	0,37 - 0,5	0,44 - 0,56	0,38 - 0,46
Hg	146,9 - 210,3	164,3 - 198,62	150,51 - 196,27	148,69 - 165,23
RGR	6,04 - 8,45	6,1 - 7,41	5,69 - 7,43	6,33 - 7,79
PVC	43,98 - 73,72	65,91 - 82	67,23 - 88,68	53,46 - 71,39
PHC	18,56 - 31,48	25,28 - 32,28	22,87 - 32,2	20,73 - 28,52
CHCM	35,37 - 51,2	33,89 - 42,46	30,76 - 42,17	35,9 - 45,44
*PPT	6,11 - 7,2	6,68 - 7,26	6,88 - 7,65	6,36 - 7,01

Unidades de Medida: Hto (L/L), Hg (g/L), RGR ($10^6/L$), PVC (fl), PHC (pg), CHCM (g/dL), PPT (g/L).

*Existen diferencias estadísticamente significativas para este parámetro entre las diferentes condiciones reproductivas.

Las diferencias en cuanto a proteínas totales se presentan fundamentalmente entre machos castrados y hembras preñadas que se explicaría de acuerdo con los siguientes autores.

En cuanto al estado reproductivo en machos (castrados, enteros) podemos darnos cuenta en cuanto a hematocrito, hemoglobina y RGR no hay diferencias significativas lo cual no concuerda con lo reportado por Arthur y John⁷⁴ que nos informa que cuando se inyecta cantidades de testosterona en un adulto castrado, el número de eritrocito por milímetro cúbico aumenta entre un 15 a 20%. Este aumento puede deberse en parte al aumento de la tasa metabólica tras la administración de testosterona, más que un efecto directo de la testosterona sobre la eritropoyesis.

Según nos reporta Engelhardt y Breves⁷⁵ La gonadotropina sérica de la yegua gestante (PMSG, gonadotropina coriónica equina, eCG) es una glicoproteína (peso molecular relativo (45000-65000))...La PMSG se sintetiza en las cavidades endometriales de la parte fetal de la placenta...El análisis de la PMSG entre los días 40 y 100-120 se puede utilizar para el diagnóstico de la gestación en la yegua.

⁷⁴ ARTHUR, Guyton. y John, E. Hall Tratado de Fisiología Médica. México: Interamericana, 2001. p. 201.

⁷⁵ ENGELHARDT, Op. cit., p. 541.

6.5 Comparación de los resultados del presente estudio con valores de referencia en laboratorios de la ciudad y bibliografía pertinente.

Tabla 6. Comparación entre otros valores de referencia y bibliografía

PARÁMETRO	I		II		III		IV	
Hto L/L	0,43	0,47	0,32	0,55	0,32	0,47	0,27	0,43
Hg g/L	172,44	190,88	100	180	110	170	101	161
R.G.R. 10 ¹² /L	6,22	6,92	6,4	10	6,4	10	6	10,4
PVC fl	67,7	76,98	39	45	43	54	37	49
PHC pg	26,79	30,71	14	18,5	15	19	13,7	18,2
CHCM g/L	37,74	42,36	33	35,5	34	35	30	36
PPT g/L	6,68	7,01	6,0	7,4	6,1	8	5,6	7,6

I Presente estudio.

II Laboratorio UDENAR (Fundación Colombiana de Estudios de Parásitos)
Director: José Luis Azumendi.

III Laboratorio mundo animal (Denny J. Meyer. John W. Harvey. Laboratorio en Medicina Veterinaria).

IV Latimer, Mahaffey, Prasse.

En el presente estudio se obtuvo los siguientes resultados:

Hematocrito con una media de 0.45 L/L y unos rangos desde 0.43 hasta 0.47 L/L.

Latimer reporta un intervalo para Hto (0,27-0,43L/L) podemos darnos cuenta que los valores del presente estudio sobrepasan el límite superior y esta por encima del límite inferior.

Hemoglobina con una media (181,66g/L) y un rango desde 172,44g/L hasta 190,88g/L.

Según lo reportado por Denny y John (110g/L-170g/L) este rango no coincide con lo reportado en el presente estudio. El límite inferior está por encima del límite superior reportado por Denny y John.

Latimer reporta un intervalo para Hemoglobina (101g/L-161g/L) podemos darnos cuenta que en los valores del presente estudio superan tanto el límite inferior como el límite superior.

RGR con una media de $6,57 \times 10^{12}/L$ y unos rangos desde $6,22 \times 10^{12}/L$ hasta $6,92 \times 10^{12}/L$.

Nos podemos dar cuenta que en este caso que el rango obtenido en este estudio esta dentro del rango establecido por los demás autores antes mencionados.

PVC con una media de 72,34fl y un rango desde 67,7fl hasta 76,8fl

Al comparar los resultados del presente estudio con los reportes realizados por Azumendi (34fl-45fl), Denny y John (43fl-54fl), Latimer (37fl-49fl), se puede concluir que los valores no concuerdan con lo reportado por este estudio y están muy por encima de los valores reportados por los anteriores autores.

PHC con una media de 28,75pg y un rango desde 26.79pg hasta 30,71pg

Los valores reportados por Azumendi (15pg-19pg), Denny y John (15pg-19pg) y Latimer (13,7pg-18,2pg) no concuerdan con los valores del este estudio los cuales son superiores.

CHCM con una media de 40,05g/L y un rango desde 37,74g/L hasta 42,36g/L.

Al analizar el reporte realizados por Azumendi, Denny y John y Latimer se puede observar que los valores de referencia del presente estudio están sobrepasados y no hay similitud con los anteriores reportes.

PPT con una media 6,84g/L y un rango desde 6,68 g/L. hasta 7,01g/L.

Al analizar los resultados se puede deducir que el rango obtenido en el presente estudio esta dentro del rango establecido por los demás autores.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El presente trabajo se convierte en una ayuda en la clínica diaria ya que brinda información para los rangos de referencia hematológicos medidos en la zona donde se realizó.

Los valores arrojados por el estudio determinaron una adaptación de los equinos de la zona a la altura donde viven, en cuanto se refiere; al aumento de la hemoglobina fuera de los rangos que reporta la literatura.

Los parámetros como: Hematocrito, Recuento De Glóbulos Rojos y Proteína Totales. No mostraron cambios fuera del rango de lo normal reportado por la literatura, lo que confirmaría la adaptación de los sujetos de estudio a la zona donde se encuentran.

Los parámetros como: P.V.C., P.H.C. y C.H.C.M. presentaron un aumento respecto a lo reportado por la literatura. Sin embargo esto se explicaría: diciendo que ya que son valores calculados mediante una fórmula matemática; no medidos directamente; y dado que en estas fórmulas la Hemoglobina es un factor de las mismas el resultado estará influenciado por este factor.

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes edades para el parámetro P.H.C. al igual que para P.V.C. entre las diferentes condiciones reproductivas.

La práctica diaria de una hora y media de ejercicio en promedio; realizado por los animales influiría el aumento de la concentración de hemoglobina para adaptarse al esfuerzo al que son sometidos. Este aumento en la media, y por consiguiente en los límites superior e inferior del parámetro hemoglobina, y no así en los otros parámetros medidos. Se daría por la condición de equinos deportivos y/o exhibición en los cuales se presenta este aumento.

7.2 RECOMENDACIONES

- Emplear como fuente de referencia los datos obtenidos en el presente estudio, para la evaluación de los equinos criollos colombianos de silla que requieran estudio hematológico para determinar con mayor certeza si existen o no alteraciones.
- Realizar estudios similares mediante un método sistematizado para reducir al mínimo los errores que se pudieran cometer al realizar el análisis.
- Realizar un estudio seriado en diferentes estados fisiológicos para observar el comportamiento eritrocitario después de un ejercicio o el entrenamiento normal que se les realiza.
- Realizar estudios que permitan abarcar otras variables como: son humedad, temperatura, y otras condiciones medioambientales que puedan afectar los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

ARTHUR, Guyton. y John, E. Hall Tratado de Fisiología Médica. México: Interamericana, 2001.

Asociación de caballistas de Nariño (ASOCANA). Mayo de 2008. Dr. José Mauricio Rendón. M. V. Director Técnico. D. T

AUFDERHEIDE, W. Hematopoyecis. The Veterinary Clinics of North América. Horse Animal Practice. Volumen 8, No. 2. May, 1990.

BARTHUOMEW, George. Fisiología Animal Principio y Adaptación. México: Agribal, 1990.

BERRIO, Margarita. CORREA María Galicia. Y JIMENEA, Elena. El Hemograma: análisis e interpretación con las tres generaciones. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico de Universidad de Antioquia. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2003.

BROWN, Esther. Histología veterinaria. Etlha. México. 1987.

BUSH.M.B, Manual veterinario de laboratorio. España: Acribia, 2003.

CASTILLO, Cesar. et. al. Parámetros Hematológicos en Equinos de Tracción. [En Línea]. Pagina Web versión PDF. [Fecha de Consulta: 26 Marzo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.reduc.edu.cu/147/06/2/14706208.pdf>

ENGELHARDT, Wolfgang v. BREVES, Gerhard. Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España.2005.

FAJARDO, Rosita y CIFUENTES, Jorge. Diccionario Geográfico de Colombia. Santa Fe de Bogotá: Instituto geográfico "Agustín Codazzi".

FELDMAN, Bernard; ZINKL, Joseph y JAIN, Nemi. Schalm`s Veterinary Haematology. 5th edition. Lippincott Wiliams & Wilkins. Canadá. 2000.

GANONG, William. Fisiología Médica. México: editorial moderna, 1998. p. 145.

GOMEZ CABALLERO, Mario. Historia del Caballo. [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 14 Mayo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.fedequinas.org/principal/index2>

JENNIS, Paul B. Texto de Cirugía de los Animales Domésticos. Volumen I. Salvat. Barcelona España,1989.

KNOLL, Joyce S. and ROWELL, Steven L. Lo Último en Patología Clínica. The Veterinary Clinics of North América. Small Animal Practice. Volumen 5. 1996.

LABORATORIO MEDICO VETERINARIO. Manual de toma, almacenamiento y transporte de muestras para diagnostico veterinario. Bogotá. 2003.

LATIMER, Kenneth S. MAHAFFEY, Edward A. PRASSE, Keith W. Patología Clínica Veterinaria. 6 ed. Veterinaria. Multimédica Ediciones Veterinarias. Barcelona, España. 2005.

LIDAZ, Constanzo. Fisiología. México: Interamericana, 1999.

LÓPEZ, Carlos. Hematología Veterinaria. En: Jornadas Médico Veterinarias. (7º: 2005: Pasto). Ponencias de la VII Jornadas Médico Veterinarias. Pasto: Universidad de Nariño, 2005.

MARTÍNEZ, Héctor et al. Vademécum Veterinario. Grupo Latino. Madrid. 2006.

MAXINE, Benjamín. Manual de Patología Clínica en Veterinaria. Limusa. S.A. México. 1991.

MEDBRAN, Saulin. Alteraciones Hemáticas. [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 21 Marzo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.leucemiaylinfoma.com/trasplante/>

MEDWAY. PRIER. WILKINSON. Patología Clínica Veterinaria. Uteha. México. 1985.

MENECES Efrain. [En Línea]. Página Web versión HTML. [Fecha de Consulta: 28 Mayo 2008]. Disponible en Internet: <http://www.info@argentinidad.com>

RAMIRES, Orellana¹. GUTIERRES. Fisiología De La Hematopoyesis. En Línea]. Página Web versión PDF. [Fecha de Consulta: 24 Marzo 2008]. Disponible en Internet: [http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/ USER /Hematopoyesis fisiologia\(1\).pdf](http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/USER/Hematopoyesis_fisiologia(1).pdf)

REED, Stephen. BAYLY, Warwick. Y SELLON, Debra. Medicina Interna Equina. Interamericana. Argentina. 2005.

RESTREPO, Félix. Fisiología de la Respiración Gases Sanguíneos, Bogotá: Arroyo, 1995.

SCHOTTELIUS, Byron. y Dorothy D. Fisiología. México: Interamericana, 1994.

SPURGEON, Fradson. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. 5 edición. Interamericana. México. 1995.

STRUMAN, Valencia. Evolución Animal. España: Carbajal. 1982.

VELEZ, Hernán et al. Fundamentos de Medicina Hematología. 5 edición. Corporación para Investigaciones Biológica. Colombia. 1998.

ANEXOS

Anexo A. Pesebreras donde se realizara el estudio

NOMBRE DE LA FINCA	UBICACION	PROPIETARIO	TELEFONO
Madrigal	Cra. 51 Cll 18. Torobajo Lote Inferior	Rolando Muñoz	3163644848
Sombreritos	Torobajo Lote Interno	José Mauricio Rendón	3154032449
El Condado	Cll 16 B con Cra. 45.	Camilo Arcos	3113391278
Criadero Montelo	Vereda Chapalito, contigua al Barrio Chapalito alto	Julio Montenegro	3164027165
Primavera	Vía a Obonuco, contigua a la planta Empopasto.	Jesús Barcenás	3127911575
La Hacienda	Barrio Panamericano	Javier Salas	
La Floresta	Vereda Chachatoy.	Luís Zarama	

Anexo B. Censo equinos en pesebreras del área urbana de pasto (mayo de 2008)

PESERERA	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL	PORCENTAJE
MADRIGAL	36	29	65	43,05%
SOMBRERITOS		8	8	4,86%
EL CONDADO	6	6	12	8,33%
LA HACIENDA	10	7	17	11,83%
MONTELO	8	22	30	17,36%
LA FLORESTA	2	6	8	5,55%
LA PRIMAVERA	7	6	13	9,02%
TOTAL	69	84	153	100,00%
PORCENTAJE	45,14%	54,86%	100,00%	

Fuente: Asociación de caballistas de Nariño (ASOCANA). Mayo de 2008. Dr. José Mauricio Rendón. M. V. Director Técnico. D. T.

Anexo C. Valores de referencia en Hematología Equinos

PARAMETRO Y UNIDAD	RANGO	PROMEDIO
Eritrocitos ($10^6/\mu\text{l.}$)	6.4-10	8.2
Hemoglobina (g/dl)	10-18	14
VCM (fl)	42-58	50
HCM (pg)	18-21	19.2
CHCM (g/dl)	34-37	35.5
Hematocrito %	32-55	43.5
Proteína plasmáticas totales	6.1-8	7.05

Fuente: Laboratorio clínico UDENAR (Fundación Colombiana de Estudios de Parásitos) Director: José Luis Azumendi.

Anexo D. Valores de referencia en Hematología Equinos

PARAMETRO Y UNIDAD	RANGO	PROMEDIO
Eritrocitos ($10^6/\mu\text{l.}$)	06-10	8
Hemoglobina (g/dl)	10-16	13
VCM (fl)	37-49	43
HCM (pg)	13.7-18.2	31.9
CHCM (g/dl)	35.3-39.3	37.3
Hematocrito %	27-43	35
Proteínas plasmáticas totales	6-8.	7

Fuente: Denis, Meyer. Johna Hervey. Laboratorio en Medicina Veterinaria. Interamericana México 2000. Pg. 369

Anexo E. Valores de referencia en Hematología Equinos.

PARAMETRO Y UNIDAD	RANGO	PROMEDIO
Eritrocitos ($10^6/\mu\text{l.}$)	6.4-10	8.2
Hemoglobina (g/dl)	11-17	14
VCM (fl)	43-54	48.5
HCM (pg)	15-19	17
CHCM (g/dl)	34-37	35.5
Hematocrito %	32-47	39.5
Proteínas plasmáticas totales	6.1-8	7.05

Fuente: Kenneth Latimer, Edwar Mahaffey, Keith Prasse. Patología Clínica Veterinaria. Multimédica, España 2005. Pág. 415-41

Anexo F. Tabla de valor nutricional

CAMPEON DORADO	
Composición Garantizada	
Proteína -	15.0%
Grasa mínimo	3.0%
Fibra máxima	10.0%
Cenizas máximo	10.0%
Humedad máxima	13.0%
Registro ICA 3637 AL	

www.solla/equinos/campeon.htm

Anexo G. Formato historia clínica

1. FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACION

REGISTRO # _____
FECHA: _____
IDENTIFICACION DEL PACIENTE: _____
EDAD _____ SEXO _____
ESTADO REPRODUCTIVO _____
PROPIETARIO _____
PESEBRERA _____

ANAMNESICOS

EVALUACION FISICA:

1. CONSTANTES FISIOLÓGICAS:

Temperatura _____ Frecuencia Cardiaca _____
Frecuencia respiratoria _____

2. PIEL Y ANEXOS _____

3. SISTEMA LINFATICO _____

4. SISTEMA MUSCULOESQUELETICO _____

5. SISTEMA NERVIOSO _____

6. SISTEMA GENITAL _____

7. SISTEMA URINARIO _____

8. SISTEMA RESPIRATORIO _____

9. SISTEMA CARDIOVASCULAR _____

10. SISTEMA DIGESTIVO _____

RESPONSABLE _____

