



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

“DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA EN HEMOGRAMA Y  
QUÍMICA SANGUÍNEA EN EQUINOS MACHOS (*Equus caballus*)  
APARENTEMENTE SANOS EN CONDICIONES DE ALTITUD”

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR: EDWIN RAFAEL ALCOCER IMBAQUINGO

TUTOR: DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE, Mgtr.

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Edwin Rafael Alcocer Imbaquingo con documento de identificación N°  
1003690755, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la  
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de  
manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 17 de noviembre del 2022

Atentamente,



---

Edwin Rafael Alcocer Imbaquingo

1003690755

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Edwin Rafael Alcocer Imbaquingo con documento de identificación N° 1003690755, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea en equinos machos (*Equus caballus*) aparentemente sanos en condiciones de altitud”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario Zootecnista, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de noviembre del 2022

Atentamente,



---

Edwin Rafael Alcocer Imbaquingo

1003690755

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Leonardo Masache Masache con documento de identificación N° 1103109003, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA EN HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN EQUINOS MACHOS (*Equus caballus*) APARENTEMENTE SANOS EN CONDICIONES DE ALTITUD”, realizado por Edwin Rafael Alcocer Imbaquingo con documento de identificación N° 1003690755, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de noviembre del 2022

Atentamente,



---

Dr. Juan Leonardo Masache Masache, Mgtr.

1103109003

## DEDICATORIA

A mi madre MARINA IMBAQUINGO y mis abuelos RAFAEL y AIDA quienes son las mejores personas que Dios me ha dado, los cuales estuvieron en todo momento y que con su apoyo incondicional me ayudaron a seguir adelante en los proyectos que me propuse hasta ahora, les doy gracias por todo el esfuerzo que ellos han realizado a pesar de las adversidades.

A mis hermanos por el afecto y cariño que me han brindado durante todo este proceso de formación como profesional.

A mis tíos ALEXANDRA y WILLIAM quienes aportaron con un granito de arena en mi vida estudiantil y por estar siempre pendiente de mí, y en general a toda mi familia por el apoyo recibido.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de ser mejor y lograr una meta más que con mucho esfuerzo y sacrificio se pudo lograr.

A mis queridos padres, abuelos hermanos y tíos por toda la confianza que pusieron en mí y por no permitir que me rindiera hasta cumplir mi sueño.

A mi tutor Dr., Juan Masache, un gran docente, un gran amigo y una gran persona, quien impartió sus conocimientos y enseñanzas sin pedir nada a cambio, dejando siempre una lección de vida y sobre todo por su gran ayuda para culminar con mi trabajo de investigación.

A los profesores de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por impartir sus conocimientos sin egoísmo y darme las herramientas y bases necesarias para poder desarrollarme y poder tener un buen desempeño profesional en la vida cotidiana.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Problema .....	16
1.2 Delimitación.....	16
1.2.1 Temporal .....	16
1.2.2 Sectorial.....	16
1.2.3. Académica.....	17
1.3. Explicación del problema .....	17
1.4 Objetivos .....	18
1.4.1 Objetivo general .....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 Hipótesis .....	19
1.5.1 Hipótesis alternativa.....	19
1.5.2 Hipótesis nula.....	19
1.6 Fundamentos teóricos .....	19
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....	20
2.1. Origen e historia de los equinos.....	20
2.1.2 Requerimientos nutricionales .....	21
2.1.3 Exploración clínica .....	21

2.1.3.1 Anamnesis .....	21
2.1.3.2 Peso y condición corporal .....	22
2.1.3.3 Examen objetivo general .....	22
2.1.4 La sangre .....	23
2.1.4.1 Hematología .....	23
2.1.4.2 Hematología Equina .....	24
2.1.4.3 Hematopoyesis .....	24
2.1.4.4 Eritropoyesis .....	25
2.1.4.5 Leucopoyesis .....	25
2.1.4.6 Trombopoyesis .....	25
2.1.4.7 Eritrocitos .....	26
2.1.5 Hemograma .....	27
2.1.5.1 Leucocitos .....	28
2.1.5.2 Eritrocitos .....	29
2.1.5.3 Hematocrito, recuento de glóbulos rojos y hemoglobina .....	29
2.1.5.4 Plaquetas .....	30
2.1.6 Bioquímica sanguínea .....	31
2.1.6.1 Alanino aminotransferasa (ALT) .....	32
2.1.6.2 Aspartato aminotransferasa (AST) .....	33
2.1.6.3 Lactato deshidrogenasa (LDH) .....	33
2.1.6.4 Fosfatasa alcalina (FAS) .....	34

2.1.6.5 Urea .....	34
2.1.6.6 Proteína total .....	35
2.1.6.7 Creatinina .....	35
2.1.6.8 Creatin Kinasa (CK).....	36
2.1.6.9 Gamma glutamil transpeptidasa (GGT).....	36
2.1.6.10 Colesterol .....	36
2.1.6.11 Albúmina.....	37
2.1.6.12 Bilirrubina total y directa .....	37
2.1.6.13 Glucosa.....	38
2.1.6.14 Amilasa.....	38
2.1.6.15 Lipasa .....	38
2.1.6.16 Triglicéridos .....	38
2.1.6.17 Globulinas .....	39
2.2 Resumen del estado del arte y estudio del problema .....	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1 Diseño .....	41
3.2.1 Selección y tamaño de la muestra .....	41
3.2.2 Toma de muestras sanguíneas .....	42
3.2.3 Procedimiento para realizar el hemograma.....	42
3.2.4 Procedimiento para realizar la química sanguínea.....	43
3.2.5 Operacionalización de variables.....	46

3.3 Materiales.....	48
3.3.1 Biológicos.....	48
3.3.2 Físicos.....	48
3.3.3 Laboratorio clínico .....	49
3.3.4 Químicos .....	50
3.4 Consideración ética.....	51
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
5.1 Conclusiones .....	66
5.2 Recomendaciones .....	67
6. BIBLIOGRAFÍA .....	68
7. ANEXOS .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana</i> .....	28
Tabla 2. <i>Intervalos de Referencia para perfil bioquímico de equinos FSC de dos y tres años de edad (muestra total), promedio y distribución de los datos.</i> .....	32
Tabla 3. <i>Variable independiente: Equino macho</i> .....	45
Tabla 4. <i>Variabes dependientes: Hemograma</i> .....	46
Tabla 5. <i>Variabes dependientes: Química sanguínea</i> .....	47
Tabla 6. <i>Materiales biológicos</i> .....	48
Tabla 7. <i>Materiales físicos</i> .....	48
Tabla 8. <i>Materiales de laboratorio clínico</i> .....	49
Tabla 9. <i>Materiales químicos</i> .....	50
Tabla 10. <i>Materiales para toma de muestra de sangre</i> .....	51
Tabla 11. <i>Resultados de parámetros hematológicos de equinos machos</i> .....	53
Tabla 12. <i>Comparación de valores de hemograma referenciales de literatura y los valores obtenidos en la investigación</i> .....	54
Tabla 13. <i>Resultados de parámetros sanguíneos de equinos machos</i> .....	58
Tabla 14. <i>Comparación de los valores de química sanguínea referenciales de la literatura y valores obtenidos en la investigación</i> .....	60
Tabla 15. <i>Valores obtenidos en hemograma de equinos machos</i> .....	74
Tabla 16. <i>Valores obtenidos de química sanguínea en equinos machos.</i> .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de la Ciudad de Cuenca .....	17
<i>Figura 2.</i> Exploración física del paciente (tiempo relleno capilar).....	82
<i>Figura 3.</i> Exploración física del paciente (frecuencia cardiaca).....	82
<i>Figura 1.</i> Historia clínica.....	82
<i>Figura 5.</i> Equipos de hematología y química sanguínea.....	82
<i>Figura 6.</i> Centrifugadora.....	83
<i>Figura 7.</i> Procesamiento de muestras.....	83

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo la determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en equinos machos aparentemente sanos en condiciones de altitud, los datos para la investigación se obtuvieron de 100 muestras de equinos machos aparentemente sanos procedentes de la ciudad de Cuenca, las muestras se procesaron en el laboratorio Polivet de la Universidad Politécnica Salesiana donde se evaluaron los parámetros sanguíneos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Microsoft Excel y el software (Minitab 19), con la ayuda de la elaboración de un diagrama de caja, se logró eliminar valores atípicos, seguido de un análisis estadístico descriptivo. Los valores referenciales obtenidos en esta investigación están dentro de los valores de referencia citados; sin embargo, hay analitos como amilasa, lipasa y ácido úrico que no tienen referencia en otros estudios, por lo que estos mismos servirán de guía para estudios posteriores. Por lo tanto, se puede concluir que la altitud no interfiere en los resultados de hemograma y química sanguínea en equinos machos.

## ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to determine reference values in hemogram and blood chemistry in apparently healthy male equines in altitude conditions, the data for the investigation were obtained from 100 samples of apparently healthy male equines from the city of Cuenca, the samples were processed in the Polivet laboratory of the Salesian Polytechnic University where the blood parameters were evaluated. For the statistical analysis, the Microsoft Excel program and the software (Minitab 19) were used, with the help of the elaboration of a box plot, outliers were eliminated, followed by a descriptive statistical analysis. The reference values obtained in this investigation are within the reference values cited; however, there are analytes such as amylase, lipase and uric acid that are not referenced in other studies, so these same ones will serve as a guide for later studies. Therefore, it can be concluded that altitude does not interfere with the results of complete blood counts and blood chemistry in male equines

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se hace necesario la inclusión de pruebas de laboratorio, especialmente valores referenciales referentes a hemograma y química sanguínea de nuestros animales, las cuales nos indican valores referenciales.

Los hemogramas consisten en datos tanto cuantitativos (cuenta total de células, cuenta diferencial de células, índices eritrocitos, etc.), como cualitativos (morfología de las células sanguíneas). La interpretación adecuada depende de la integración de ambos. La interpretación adecuada también depende del desarrollo de un enfoque sistemático. Tanto para los datos cuantitativos, como para los cualitativos, nosotros recomendamos la evaluación primero de los leucocitos, seguido de los eritrocitos, y por último de las plaquetas. Para todas las divisiones celulares, la interpretación, puede ser guiada mediante preguntas y respuestas a una serie de cuestionamientos bien diseñados. (Rebar, et al., 2008)

Actualmente el equino es un animal de gran valor para las haciendas debido a su alto valor económico, al igual que muchas especies esta es muy susceptible a padecer enfermedades que requieren la intervención de un Médico Veterinario. Para un buen diagnóstico es fundamental que el Médico Veterinario se apoye en algo más que en su experiencia y una correcta evaluación física, es por ellos que es fundamental el uso de exámenes complementarios como hemograma y química sanguínea, las cuales le permiten al Médico sustentar con firmeza sus diagnósticos.

## 1.1 Problema

En la actualidad en la ciudad de Cuenca los laboratorios clínicos veterinarios no cuentan con valores referenciales de hemograma y química sanguínea en equinos, es por esta razón que se ve la necesidad de obtener estos valores, ya que en nuestro medio es escasa la información sobre los parámetros hematológicos y químicos en equinos. Por lo general se manejan distintos rangos de referencia y además no se han establecido valores normales en condiciones de altitud, clima, sexo, estado de producción, las cuales son condiciones que pueden provocar una variación en los resultados de laboratorio. Es importante mencionar que en la zona sierra las investigaciones sobre pruebas hematológicas y químicas en equinos son escasas, por lo que la presente investigación se enfoca en proporcionar una información propia de la zona y así mejorar los diagnósticos por parte de los médicos veterinarios encargados.

## 1.2 Delimitación

### 1.2.1 Temporal

La investigación tuvo una duración de 400 horas, las cuales fueron distribuidas en el proceso experimental y redacción del informe final.

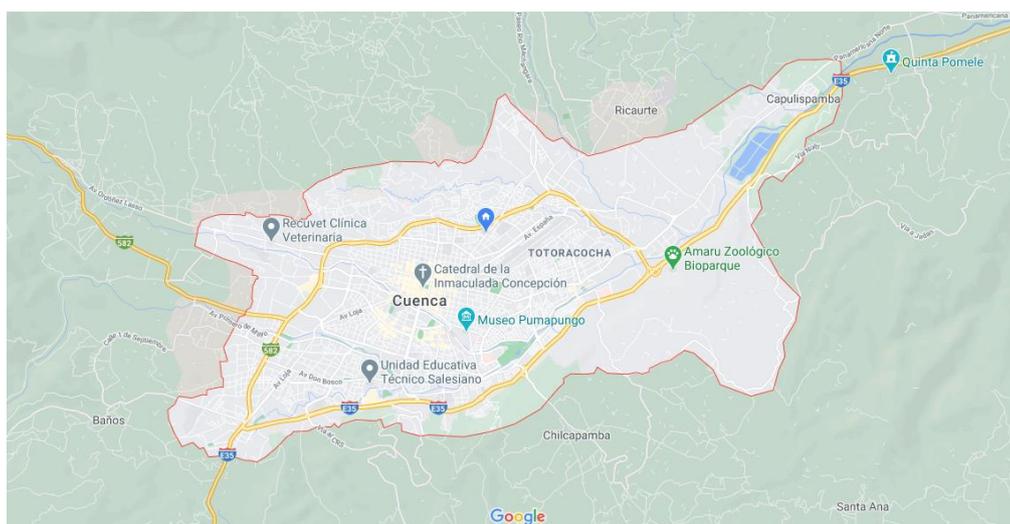
### 1.2.2 Sectorial

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana (Polivet), las muestras sanguíneas fueron obtenidas de equinos machos procedentes de la ciudad de Cuenca.

El cantón Cuenca se encuentra localizado dentro de la región sierra, pertenece a la provincia del Azuay y cuenta con una latitud de 2°54'01''S y una longitud de 79°00'16''O, su superficie es de 15.730 hectareas y presenta un clima con temperaturas que oscilan entre los 14°C y los 18°C, durante todo el año, se encuentra a 2543 m.s.n.m.. Limita al norte con

la provincia del Cañar, al sur con los cantones Camilo Ponce Enríquez, San Fernando, Santa Isabel y Girón, al oeste con las provincias del Guayas y hacia el este con los cantones Paute, Gualaceo y Sígsig.

*Figura 2. Mapa de la Ciudad de Cuenca*



Fuente: (*Google Maps, 2020*)

### 1.2.3. Académica

Con la presente investigación, se espera fortalecer los conocimientos adquiridos en el área de Laboratorio Clínico, así de esta manera proporcionar valores referenciales de equinos a los profesionales, docentes y estudiantes para establecer un diagnóstico óptimo, por cuanto estará disponible para la Universidad Politécnica Salesiana.

### 1.3. Explicación del problema

En la actualidad la actividad ecuestre es una de las más importantes y desarrolladas a nivel nacional, debido a que forma parte de los ingresos económicos del propietario y de muchas familias que ayudan en el cuidado y mantenimiento de los equinos.

El hemograma y la química sanguínea son métodos de diagnóstico muy usados por el Médico Veterinario con la finalidad de detectar anomalías o patologías de manera rápida

y eficaz, es así que los análisis de laboratorio son de suma importancia para confirmar o descartar alguna enfermedad que el médico tratante está sospechando. Por este motivo es necesario tener valores referenciales en hemograma y química sanguínea en equinos específicos de la ciudad de Cuenca para una mejor detección de enfermedades o patologías y así poder tratar a los pacientes de una manera rápida y eficaz.

Los hemogramas consisten en datos tanto cuantitativos (cuenta total de células, cuenta diferencial de células, índices eritrocíticos, etc.), como cualitativos (morfología de las células sanguíneas). La interpretación adecuada depende de la integración de ambos. La interpretación adecuada también depende del desarrollo de un enfoque sistemático. Tanto para los datos cuantitativos, como para los cualitativos (...). Para todas las divisiones celulares, la interpretación, puede ser guiada mediante preguntas y respuestas a una serie de cuestionamientos bien diseñados. (Rebar, et al., 2008)

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Determinar los valores de referencia en hemograma y química sanguínea de equinos machos (*Equus caballus*) aparentemente sanos en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar el hemograma y química sanguínea a 100 equinos machos (*Equus caballus*) aparentemente sanos.
- Determinar el valor medio de los parámetros del hemograma y química sanguínea.
- Comparar los resultados obtenidos con diferentes tablas referenciales.
- Elaborar una tabla de valores referenciales obtenidos en hemograma y química sanguínea a una altitud sobre los 2500 m.s.n.m.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis alternativa

Los valores referenciales de hemograma y química sanguínea de equinos machos (*Equus caballus*) aparentemente sanos sobre los 2500 m.s.n.m. difieren de los valores referenciales de la bibliografía citada.

### 1.5.2 Hipótesis nula

Los valores referenciales de hemograma y química sanguínea de equinos machos (*Equus caballus*) aparentemente sanos sobre los 2500 m.s.n.m. no difieren de los valores referenciales de la bibliografía citada.

## 1.6 Fundamentos teóricos

La presente investigación está enfocada en obtener datos relevantes de hemograma y química sanguínea de equinos machos aparentemente sanos específicos a nivel de la ciudad de Cuenca, de esta manera vamos a tener datos para los profesionales y laboratorios clínicos veterinarios de la provincia ya que no existen estos datos referenciales locales y mucho menos a condiciones de 2550 m.s.n.m.

## 2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1. Origen e historia de los equinos

Ningún ser, salvo quizá el perro, tiene tanto significado para el hombre como el caballo. Ninguno tiene una influencia tan profunda en la vida humana, (...). La historia del caballo al servicio del hombre ha estado vinculada desde tiempos inmemoriales, al proceso de evolución económica y social de los pueblos, al inicio el valor del caballo sólo se resumía en la conveniencia de obtener con facilidad comida, vestido y combustible, pero esto no fue por mucho tiempo, ya que asumió un papel de mayor importancia al servir como medio de transporte, comunicación y, sobre todo, de conquista. Acompañante insustituible de los conquistadores, lo mismo en el Imperio Romano siglos antes de la era cristiana que, en la conquista y colonización de la Nueva España, con el transcurrir de los años su uso fue evolucionando, arrastraron cargamentos de piedra y madera con el fin de construir pueblos y ciudades, araron la tierra y llevaron el alimento; también, transportaron carbón, hierro y mercancías de toda clase, iniciando con ello nuevas industrias que dieron origen al comercio. (Baron, 1970, p. 90)

La búsqueda de los primeros caballos domésticos ha tropezado con varias dificultades referentes al tiempo y el modo en el que dicha domesticación tuvo lugar. Los estudios en relación al origen geográfico de los primeros caballos domésticos han señalado las estepas euroasiáticas como la zona más plausible para este fenómeno. Concretamente, los restos de caballos recuperados en los yacimientos de Dereivka (Ucrania) y Botai (Kazajistán) han sido objeto de diversos análisis que han mostrado resultados contradictorios, ya que bien reafirmaban o bien rechazaban el estado doméstico de los mismos. Investigaciones más recientes sobre la aparición de los primeros caballos domésticos han propuesto que esto aconteció hace unos 5000 años y han corroborado la idea

de que en el yacimiento de Botai (Kazajistán) ya había caballos domésticos por lo menos hacia el 3500 antes de Cristo. (Lira, 2015, p. 166)

### 2.1.2 Requerimientos nutricionales

La base en la alimentación del caballo son los alimentos voluminosos, bien sea el forraje o el heno. Las necesidades de proteína y energía Los pastos y forrajes son la base fundamental de los sistemas de alimentación de los equinos. Estos alimentos, generalmente, aseguran un contenido adecuado de nutrientes, en función del tipo de planta y agrotecnia recibida. Sin embargo, lo más común es que se suplan determinados nutrientes según la categoría fisiológica y el régimen de trabajo de los animales. Los alimentos concentrados aportan muchos de estos nutrientes. Los animales jóvenes necesitan mayores cantidades de energía y proteína para enfrentar las altas exigencias del crecimiento. Algo similar ocurre con las yeguas durante la lactancia y el crecimiento fetal, y con los caballos, según el tipo de trabajo que realizan. (Perez, 1995)

### 2.1.3 Exploración clínica

#### 2.1.3.1 Anamnesis

Brejov(2016) En la anamnesis actual el clínico debe interrogar acerca del motivo de la consulta, inicio de los signos, duración, progresión o remisión de los mismos. Tipo de alimento, calidad, cantidad, frecuencia de suministro y cambios de alimentación, entre otros. Los datos a recoger durante la anamnesis remota serán de probables padecimientos anteriores, tratamientos recibidos y su respuesta, como también sobre los planes sanitarios realizados (vacunaciones, desparasitaciones, fechas y frecuencia). En los equinos se debe obtener información referida al ambiente, cantidad y distribución de comederos y bebederos, facilidad de acceso a los mismos, y manejo general de los animales, si vive en caballerizas

o a campo, tipo y forma de racionamiento, alimentación (calidad y cantidad) que depende de la actividad, forma racionamiento, etc. (p.14)

#### 2.1.3.2 Peso y condición corporal

Antes de entrar en la consulta se pesará al paciente, anotando el peso en la historia clínica, y se valorará la condición corporal en una escala de 1 a 5, en divisiones de 0,5: 1.

- Caquéctico: masa muscular disminuida, sin grasa subcutánea, costillas perfectamente visibles en toda su extensión, esqueleto marcado, siendo fácil individualizar las apófisis espinosas y transversas de las vértebras torácicas, y de contar sin necesidad de palpar las de las lumbares.
- Delgado: poca grasa subcutánea, costillas fácilmente visibles y palpables, esqueleto levemente aparente, siendo fácil individualizar las apófisis transversas de las vértebras lumbares.
- Normal: las costillas no se ven, pero se pueden contar por palpación, esqueleto no aparente, nivel medio de grasa subcutánea que redondea todos los salientes óseos.
- Sobrepeso: presencia de panículos de grasa a los lados de la base de la cola, detrás de las escápulas y en la crinera, costillas difícilmente palpables.
- Obeso: panículos de grasa en toda la superficie corporal, hipertrofia del cuerpo adiposo de la crinera, imposibilidad de palpar las costillas, disfunción respiratoria o locomotora. (León, 2014)

#### 2.1.3.3 Examen objetivo general

Brejov (2016) El EOG se inicia con una exploración a distancia del sujeto (entre 2 y 3 metros) y otra próxima al animal. EOG a distancia: comprende la inspección general del sujeto, la cual incluye: Constitución (Conformación o Biotipo). Estado de nutrición. Estado de la piel y faneras. Actitudes. Estado del sensorio. Facies. Rumia (en rumiantes). EOG

próximo al animal: comprende: Temperatura corporal. Exploración de las mucosas aparentes. Exploración de los linfonódulos o ganglios linfáticos superficiales. Frecuencia respiratoria. Frecuencia del pulso arterial. Estado de hidratación

#### 2.1.4 La sangre

La sangre representa cerca del 8% del peso corporal de un animal. Los análisis de sangre son un importante apoyo para el diagnóstico clínico. Puede extraerse con jeringa y aguja y transferirse a recipientes de diferentes capacidades, con o sin anticoagulante, o recolectarse en tubos de vacío que, al ser herméticos, garantizan la esterilidad de la muestra, lo que es deseable en toda punción venosa. Para que sean representativas, se debe mantener la composición y la integridad de las muestras de sangre durante las fases preanalíticas de recolección, manipulación, transporte y eventual almacenamiento. (Pituco, et al., 2017)

Morales (2009) Los glóbulos rojos en los mamíferos se definen como células anucleadas, de forma bicóncava y que presenta una zona central con aspecto pálido, aunque en los equinos cabe indicar que a diferencia de las otras especies carece de esta zona pálida distintiva. Estas células están estructuralmente conformadas por un estroma que es una red proteica que actúa como citoesqueleto, dándole una alta capacidad de deformidad y flexibilidad a la célula. Por otro lado, la hemoglobina es el segundo componente de los glóbulos rojos que se define cada una y que tiene como función específica el transporte de oxígeno.

##### 2.1.4.1 Hematología

Hinchcliff (2007) Con el paso del tiempo dentro de la práctica médica, se ha observado que la evaluación tanto del hemograma como de otras pruebas diagnósticas (Bioquímica plasmática o sérica), han sido de mucha utilidad para la determinación del estado de salud o la función de varios aparatos corporales, especialmente de caballos

deportivos debido a que dichos exámenes son muy significativos al momento de valorar el estado de entrenamiento y el potencial rendimiento de los equinos.

#### 2.1.4.2 Hematología Equina

Cuenca & Pastor (2006) La hematología del caballo es única en varios aspectos en comparación con otros mamíferos domésticos, estas diferencias deben ser tomadas en cuenta al momento de realizar un hemograma equino. La característica más importante del hemograma de un caballo es que el número de glóbulos rojos circulantes es altamente inestable debido a la gran reserva de estas en el bazo, que prontamente se contrae bajo la influencia de excitación por emociones, miedo o actividad muscular, liberando así los glóbulos rojos para la circulación.

#### 2.1.4.3 Hematopoyesis

Hematopoyesis es la producción de las células sanguíneas, en las que se incluyen eritrocitos, leucocitos y plaquetas, en la médula ósea. La hematopoyesis durante la vida intrauterina se inicia en el saco vitelino, en el hígado, en el bazo y en la médula ósea; en esta última se va incrementando gradualmente su actividad, y al nacimiento es el principal órgano hematopoyético. Durante la vida posnatal, en la mayoría de los mamíferos, la hematopoyesis se restringe a la médula ósea, mientras que el hígado y el bazo son usualmente inactivos, pero mantienen su potencial hematopoyético, mismo que se activa al incrementarse las necesidades de las células sanguíneas. La médula ósea roja activa es reemplazada por la médula amarilla en animales adultos, pero la hematopoyesis activa continúa a lo largo de la vida en los huesos planos y en las epífisis de los huesos largos (Nuñez y Bouda, 2007, pp. 25-26).

#### 2.1.4.4 Eritropoyesis

Según Guyton & Hall (2016) El principal factor que estimula la producción de eritrocitos es la eritropoyetina, una glucoproteína circulante cuyo peso molecular es del orden de 34000 dalton. En ausencia de eritropoyetina, la hipoxia o bien no tiene efecto estimulante de la producción de eritrocito, su efecto es muy pequeño. Por otra parte, cuando funciona bien el sistema de la eritropoyetina, la hipoxia induce un gran aumento de la producción de esta hormona que a su vez eleva la producción de eritrocitos hasta que desaparece la hipoxia. (p. 1159)

#### 2.1.4.5 Leucopoyesis

Leucopoyesis proviene de las raíces griegas: leucos, que significa blanco y poyesis que significa producción, leucopoyesis, por tanto, es la producción de las células blancas. Los leucocitos constituyen una población celular compuesta por diversos tipos, así, se les clasifica en polimorfonucleares, en los que se encuentran los neutrófilos, eosinófilos y basófilos; y en mononucleares, constituidos por monocitos y linfocitos. La granulopoyesis involucra la producción de neutrófilos, eosinófilos y basófilos, en un proceso ordenado (Nuñez y Bouda, 2007, p. 26). La granulopoyesis es el proceso que permite que un conjunto de células de la línea granulopoyética se vayan diferenciando, desde la célula progenitora granulopoyética hasta la formación de granulocitos. Estas células representan, aproximadamente, 60% del total de las células medulares, mientras que las células eritropoyéticas suponen el 30% (proporción 2:1) (Ilbay, 2016, p. 7).

#### 2.1.4.6 Trombopoyesis

Las plaquetas se originan por fragmentación de los megacariocitos de la médula ósea. El proceso de trombopoyesis dura aproximadamente 7 días. Se inicia a partir de una célula progenitora multipotencial común a las series eritroide, mielóide y megacariocítica

(CFU-GEMM). De esta célula derivan las células progenitoras comprometidas para megacariocitos (CFU-Meg). Tras una primera fase proliferativa, las células progenitoras sufren una intensa división nuclear sin división celular, dando lugar al megacarioblasto que es una célula gigante. En el megacarioblasto se inicia la maduración del citoplasma formándose los orgánulos en gran cantidad. Una vez completado este proceso madurativo, la célula se ha de transformado en megacariocito. El megacariocito por último sufre un proceso de fragmentación de su citoplasma originándose de las plaquetas o trombocitos (Ilbay, 2016, p. 10).

#### 2.1.4.7 Eritrocitos

Núñez & Bouda (2007) El diámetro en micrómetros del eritrocito en las diferentes especies varía: en el perro y el cerdo es de 7, en el felino, de 5.8; en el equino 5.7; en el bovino, de 5.5 y en la cabra, de 4. (...). El color rojo, rosa o anaranjado del eritrocito se considera normal en la mayoría de las especies. Los policromatófilos, eritrocitos que aparecen de un color gris-azulado en frotis teñidos con Wright, pueden ser vistos de forma ocasional en los frotis de perros y gatos, pero no en los de equino. Además, el Rouleaux, arreglo celular eritrocitario en forma de pilas de monedas, es típico del caballo. (p.33)

Guyton & Hall (2016) Una función importante de los eritrocitos, también conocidos como hematíes, es transportar hemoglobina, que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos. En algunos animales inferiores, la hemoglobina circula como una proteína libre en el plasma, no encerrada en los eritrocitos. La hemoglobina de las células es un excelente amortiguador ácido básico (igual que la mayoría de las proteínas), de manera que los eritrocitos son responsables de la mayor parte del poder amortiguador ácido básico de la sangre completa. (p.413)

Cuenca & Pastor (2006) Los eritrocitos del caballo tienen forma discoide bicóncava, y un tamaño de 5-6  $\mu\text{m}$  de diámetro. De forma fisiológica se observa la presencia de *rouleaux* o “pilas de moneda”, hileras de eritrocitos superpuestos los unos a los otros, lo que genera que la sangre de esta especie sedimente de forma rápida y que los eritrocitos se separen más rápidamente del plasma en las muestras anticoaguladas, que en otras especies. (p.16)

#### 2.1.5 Hemograma

Cuenca & Pastor (2006) El hemograma consiste en la cuantificación de los componentes de la sangre y de la observación de las alteraciones morfológicas o en su composición. Los recuentos celulares sanguíneos se pueden realizar de forma manual (con cámara hemocitométrica de Neubauer y distintos diluyentes) o de forma automatizada mediante máquinas de conteo celular, las cuales han incrementado la fiabilidad y veracidad de los resultados obtenidos y han reducido el tiempo empleado en cada análisis.

Tabla 1. *Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana*

Elemento	Valor	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
Eritrocitos	x10 <sup>6</sup> /mL	8,3	8,3	1	6,23	10,84
Hemoglobina	g/dL	14,1	14,0	1,6	11,4	18,4
Hematocrito	%	41	41,0	4,4	32,3	52,2
VCM	fL	49,6	49,5	3,4	40,2	57
HCM	pg	16,9	17,1	1,1	14	20,3
CHCM	g/dL	34,3	34,2	1	32	37
Leucocitos	10 <sup>3</sup> /mL	8,3	8,3	1,7	4,8	12
Lym#	10 <sup>3</sup> /mL	3,6	3,6	1,2	1,4	7,5
Mon#	10 <sup>3</sup> /mL	0,4	0,4	0,2	0,2	0,7
Gra#	10 <sup>3</sup> /mL	4,3	4	1,4	2,2	8,8
Plaquetas	10 <sup>3</sup> /mL	239	225,5	68,2	101	401

Fuente: (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017)

#### 2.1.5.1 Leucocitos

Los leucocitos son las células de la sangre encargadas de reconocer y eliminar cualquier agente extraño del organismo; son, por tanto, un componente fundamental en la lucha contra la infección y el desarrollo de la reacción inflamatoria. El examen al microscopio de una extensión de sangre periférica (frotis), adecuadamente teñida, permite diferenciar cinco tipos de leucocitos según sus características morfológicas: granulocitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos), linfocitos y monocitos. (Moraleda, 2017)

### 2.1.5.2 Eritrocitos

Núñez & Bouda (2007) El diámetro en micrómetros del eritrocito en las diferentes especies varía: en el perro y el cerdo es de 7, en el felino, de 5.8; en el equino 5.7; en el bovino, de 5.5 y en la cabra, de 4. (...). El color rojo, rosa o anaranjado del eritrocito se considera normal en la mayoría de las especies. Los policromatófilos, eritrocitos que aparecen de un color gris-azulado en frotis teñidos con Wright, pueden ser vistos de forma ocasional en los frotis de perros y gatos, pero no en los de equino. Además, el Rouleaux, arreglo celular eritrocitario en forma de pilas de monedas, es típico del caballo. (p.33)

Guyton & Hall (2016) Una función importante de los eritrocitos, también conocidos como hematíes, es transportar hemoglobina, que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos. En algunos animales inferiores, la hemoglobina circula como una proteína libre en el plasma, no encerrada en los eritrocitos. La hemoglobina de las células es un excelente amortiguador ácido básico (igual que la mayoría de las proteínas), de manera que los eritrocitos son responsables de la mayor parte del poder amortiguador ácido básico de la sangre completa. (p.413)

Cuenca & Pastor (2006) Los eritrocitos del caballo tienen forma discoide bicóncava, y un tamaño de 5-6  $\mu\text{m}$  de diámetro. De forma fisiológica se observa la presencia de *rouleaux* o “pilas de moneda”, hileras de eritrocitos superpuestos los unos a los otros, lo que genera que la sangre de esta especie sedimente de forma rápida y que los eritrocitos se separen más rápidamente del plasma en las muestras anticoaguladas, que en otras especies. (p.16)

### 2.1.5.3 Hematocrito, recuento de glóbulos rojos y hemoglobina

Adrados (2020) El hematocrito es el volumen que ocupan los eritrocitos en un determinado volumen de sangre. Es el monitor más útil para evaluar la deshidratación (32-53 %).

- El recuento de glóbulos rojos es el nº de eritrocitos por microlitro de la muestra de sangre ( $6.8-12.9 \cdot 10^6/\mu\text{L}$ ).
- La hemoglobina es el contenido total de hemoglobina en un decilitro de sangre (11-19 g/dL).
- El aumento de estos valores es un indicativo de deshidratación, mientras que la disminución lo es de anemia.

#### 2.1.5.4 Plaquetas

Son pequeños fragmentos de células, no nucleadas, en forma de disco, productos de la maduración del citoplasma de megacariocitos en la médula ósea, que son liberadas en la sangre periférica.

En los mamíferos, las plaquetas son fragmentos diminutos de sus precursores, los megacariocitos, células de gran tamaño que se localizan en la médula ósea y que derivan de la línea mieloide proveniente de las células madre hematopoyéticas. Los megacariocitos al madurar generan fragmentos citosólicos que dan lugar a las plaquetas, en un proceso (trombopoyesis) regulado por diversos factores de crecimiento y diferenciación hematopoyéticos, entre los que destaca la proteína hepática trombopoyetina. Las plaquetas tienen forma de disco (diámetro de 2-3 micrómetros), con bordes irregulares y carecen de núcleo, por lo que no pueden dividirse. Las plaquetas tienen una vida media de 5-10 días, eliminándose de la circulación sanguínea por la acción de los macrófagos del sistema mononuclear fagocítico del bazo, fundamentalmente, localización que constituye también su único reservorio en el organismo. (Aguera, et al., 2018)

Las alteraciones funcionales de las plaquetas y la trombocitopenia pueden provocar sangrados, los cuales suelen afectar a las superficies corporales y las mucosas;

así como también pueden observarse hemorragias de tipo petequias y equimosis. La trombocitosis y el incremento de la función plaquetar pueden incrementar el riesgo de trombosis. (Gallo, 2014, pág. 101)

#### 2.1.6 Bioquímica sanguínea

Permite determinar la concentración de diversas sustancias químicas disueltas en la sangre del animal.

La colección de sangre para realizar una evaluación bioquímica se hace en tubos Vacutainer® o Monovette® sin anticoagulante (tapón rojo), y con revestimiento de silicón, para evitar la adsorción de algunos analitos en el vidrio del tubo y la consecuente subestimación. Una vez tomada la muestra de sangre, se dejan reposar los tubos en posición horizontal o vertical hasta la coagulación y la retracción del coágulo, lo cual ocurre de 30 a 45 minutos después. Posteriormente, se realiza la separación del suero por centrifugación. No se debe centrifugar la muestra ni colocarla en refrigeración antes de que coagule, porque resulta en hemólisis y se vuelve inadecuada para la evaluación bioquímica. El suero se transfiere a otro tubo, sin anticoagulante, para refrigerar. Si no fuera posible centrifugar la muestra, se puede refrigerar a 4 °C después de que el coágulo se haya retraído y se observe un poco de suero.

Díaz & Ceroni da Silva (2017) “La determinación e interpretación de los componentes químicos de la sangre son algunas de las principales aplicaciones prácticas de la bioquímica clínica.” (p.497)

Tabla 2. *Intervalos de Referencia para perfil bioquímico de equinos FSC de dos y tres años de edad (muestra total), promedio y distribución de los datos.*

Variable	Unidad	N	Media	Mediana	DE	Varianza	Min.	Máx.
----------	--------	---	-------	---------	----	----------	------	------

PT	g/dL	59	5,81	5,8	0,32	0,1	5,1	6,5
Albúminas	g/dL	58	4,1	4,1	0,18	0,03	3,8	4,5
Globulinas	g/dL	58	1,71	1,7	0,26	0,07	1,2	2,3
Índice A/G	-	58	2,45	2,46	0,39	0,16	1,74	3,39
Colesterol	mg/dL	54	97,98	97,5	13,11	171,87	73	130
Calcio	mg/dL	59	12,41	12,5	0,88	0,77	10,7	14
Fósforo	mg/dL	56	4,03	4,1	0,46	0,21	3	5,1
Glucosa	mg/dL	58	91,62	90	8,18	66,87	74	115
NUS	mg/dL	54	11,02	10,9	1,85	3,43	7,6	15,9
Creatinina	mg/dL	58	1,5	1,52	0,23	0,06	0,88	1,97
CK	U/L	52	180,94	160,5	55	3.025,15	108	350
GOT	U/L	55	343,75	324	98,71	9,743,12	114	595
GGT	U/L	56	27,06	25,25	10,34	106,91	14,8	54,4
FA	U/L	58	395,32	388,5	97,24	9.456,02	135,2	676
B. Total	mg/dL	58	2,94	2,94	0,62	0,38	1,81	4,38

Fuente: (Domínguez, 2016)

#### 2.1.6.1 Alanino aminotransferasa (ALT)

Esta enzima pertenece al grupo de las transaminasas que catalizan la transferencia irreversible de un grupo amino entre un aminoácido y un cetoácido. Esta función es esencial para la producción de aminoácidos necesarios para la producción de proteínas en el hígado. En una inflamación y/o necrosis del hígado, es un parámetro hepático más específico que la AST, pero en traumatismos graves puede estar aumentada. El grado de elevación suele ser proporcional al daño en el hígado, es decir un aumento de la ALT acusado, indica un daño más severo, esta enzima permanece mayor tiempo en la sangre que la AST. Sin embargo,

hay que tener en cuenta que los tratamientos con corticoides, elevan los valores de esta enzima. (Simes & Brich, 2015)

#### 2.1.6.2 Aspartato aminotransferasa (AST)

“Aspartato amino transferasa: enzima presente en el citoplasma de las células hepáticas pero la principal fuente suele ser muscular. Tiene un tiempo de vida medio largo (2 semanas). La hemolisis y la lipemia pueden falsear sus resultados” (Viu, 2012, p. 70).

Núñez & Bouda (2007) Durante las alteraciones hepatocelulares que afectan a la membrana celular o al citosol, el incremento de la actividad de AST es menos marcado con respecto a la ALT, sin embargo, este es notable si involucra daño o destrucción de organelos como la mitocondria, donde normalmente se encuentra en altas concentraciones. En grandes especies es la enzima más sensible para identificar lesiones hepatocelulares, en pequeñas especies es de utilidad para reconocer el grado de lesión o el curso de una afección hepática. La interpretación debe ir siempre acompañada de anamnesis y examen clínico exhaustivos, para no caer en errores. Esta enzima se ve menos afectada por fármacos, los corticosteroides causan incrementos mínimos. Causas de aumento de actividad de AST en el caballo:

- Glucocorticoides, salicilatos
- Daño hepático
- Daño muscular
- Ejercicio
- Complicaciones intestinales
- Septicemia (pp.124-125)

#### 2.1.6.3 Lactato deshidrogenasa (LDH)

Montoya (2017) También conocida como lactato deshidrogenasa sérica (SLDH). Esta enzima comprende 5 isoenzimas, que aparecen en una amplia variedad de tejidos, en

particular en el musculo esquelético, musculo cardiaco, hígado y eritrocitos; también en páncreas, hueso y pulmón. La LDH también es conocida como hidroxibutirato deshidrogenasa (HBD o HBDH). Aunque la LDH no separada no es órgano-especifica, tiene la ventaja, para el diagnóstico de alteraciones musculares, de poseer una vida media más larga que la CK.

“Participa en el metabolismo energético anaerobio, reduciendo el piruvato (procedente de la glucólisis) para regenerar el NAD<sup>+</sup>, que en presencia de glucosa es el sustrato limitante de la vía glucolítica” (Guerrero, et al , 2009).

#### 2.1.6.4 Fosfatasa alcalina (FAS)

Núñez & Bouda (2007) Un indicador importante de vías biliares es la fosfatasa alcalina. Esta enzima se produce en la membrana de las mitocondrias y los canalículos biliares de los hepatocitos. Bajo condiciones normales, es liberada mayormente en la bilis. Otro sitio donde se produce en cantidad importante es el tejido óseo; sobre todo, existe liberación a la sangre cuando hay actividad osteoblástica. En animales jóvenes los valores de los adultos se llegan a duplicar. Otros tejidos que secretan FA a la circulación son: mucosa intestinal, riñón y placenta; sin embargo, las lesiones sobre éstos no causan incrementos significativos de la enzima. (p.125)

#### 2.1.6.5 Urea

Bush (1999) La urea se sintetiza en el hígado a partir del amonio, que en su mayoría proviene de la degradación (catabolismo) de los aminoácidos derivados de las proteínas tisulares o de las proteínas de la dieta. Una parte de la urea se absorbe en el intestino, donde se forma por la acción de las bacterias sobre los aminoácidos de la dieta y sobre a urea endógena recirculada y se transporta hasta el hígado. (p. 390)

El hígado es el principal órgano donde se forma la urea; tres aminoácidos, la ornitina, citrulina, y arginina, promueven la formación de urea en rebanadas del hígado; la enzima arginasa hidroliza la arginina y la convierte en ornitina y urea. (Cunningham & Klein , 2009)

#### 2.1.6.6 Proteína total

Las proteínas plasmáticas constituyen alrededor el 7-9% de los solutos del plasma, la estructura es variable en relación a la concentración de las diferentes producciones que existe gran variabilidad, así por ejemplo en ovinos, conejos, perros, cuyes la albumina predomina sobre las globulinas; mientras que en los caballos, cerdos y vacunos la albumina y la globulinas son iguales o tienden a predominar las globulinas. (Bush, 1982)

#### 2.1.6.7 Creatinina

La creatinina es un producto de la metabolización de los aminoácidos; componentes básicos de las proteínas; en concreto del metabolismo de los aminoácidos arginina y glicina que se emplea como reserva de energía en los músculos. Su interés radica en que su concentración está relacionada con la masa muscular del cuerpo, variando muy poco de día a día, ya que se excreta por la orina de forma constante, por lo que la medición de la relación entre su excreción de la orina y la concentración sanguínea proporciona una valoración precisa de la función del riñón. (Cunningham & Klein , 2009)

Bradford (2010) La creatinina deriva del uso cíclico de la fosfocreatina, la reserva de energía del músculo, que da lugar a la producción de fosfato inorgánico y creatinina. En los animales en reposo, este proceso se presenta de una manera relativamente constante. La masa muscular absoluta y el nivel de actividad física influyen en la producción de creatina y, en consecuencia, en su concentración sérica. La inanición acompañada de una disminución de la masa muscular es causa, en algunos casos de una ligera disminución del nivel de creatinina sérica. Suele ser excretada por los riñones principalmente por la filtración glomerular.

#### 2.1.6.8 Creatin Kinasa (CK)

Los músculos utilizan exclusivamente ATP como fuente de energía para la contracción muscular. Se identifico esta molécula como el fosfato de creatina, también conocida como fosfocreatina. En las fibras musculares, la enzima creatinfosfoquinasa transfiere un fosfato de alta energía del fosfato de creatina al ADP, regenerando tan rápidamente el ATP que su concentración se mantiene constante. (Boffi, 2006, p. 539)

#### 2.1.6.9 Gamma glutamil transpeptidasa (GGT).

Bogin (1989) G-GT es una enzima que se encuentra predominantemente en la membrana en muchos órganos parenquimatosos. Sin embargo, actividades apreciables solo se encuentran en riñón, páncreas, hígado, bazo e intestino delgado. A pesar de que la G-GT en las células de los túbulos renales tienen una actividad mucho mayor que en el páncreas y en el hígado, las indicaciones clínicas para la determinación en suero de la G-GT ha sido ahora exclusivamente en enfermedades hepatobiliares. (p.50)

#### 2.1.6.10 Colesterol

Zapata & Fajardo (2008) El colesterol ha recibido gran atención en medicina humana porque se halla implicado en la aterosclerosis, pero su importancia en las enfermedades de los animales domésticos no ha sido aun demostrada. El colesterol se encuentra en todas las fracciones lipídicas de la sangre. La mayoría de los animales pueden tener niveles elevados de colesterol después de alimentarse con grasa, también en disfunción hepática incluyendo la obstrucción del conducto biliar, porque la destrucción de las células hepáticas trae como consecuencia una disminución en la actividad metabólica del hígado y se reduce más la degradación del colesterol que la síntesis, por lo que los niveles en sangre aumentan. En hipotiroidismo los niveles de colesterol aumentan porque la carencia de hormonas tiroideas reduce la actividad

metabólica de las células hepáticas, así como también de las células de otras partes del organismo. También aumentan los niveles de colesterol en diabetes mellitus, en nefrosis y puede presentarse un ligero incremento con infarto al miocardio. Los niveles bajos de colesterol pueden indicar debilidad o malabsorción de grasa, pero son de muy rara incidencia. La determinación de colesterol total por el laboratorio es supremamente útil en el hipotiroidismo y en la nefrosis, en la disfunción hepática y diabetes mellitus se deben realizar otras pruebas más específicas.

#### 2.1.6.11 Albúmina

Zapata & Fajardo (2008) La albúmina sanguínea es sintetizada en el hígado, y su disminución afecta la relación A-G, como ocurre en la fibrosis del hígado. Se observa hipoalbuminemia en la glomerulonefritis, amiloidosis, ocasionalmente en nefritis intersticial canina, desnutrición, diarrea parasitaria, malignidades hepáticas, necrosis hepática y hepatitis. No se sabe mucho acerca de casos de hiperalbuminemia. En la deshidratación, la cantidad absoluta de albúmina puede aumentar, sin embargo, las globulinas también aumentan de modo que no varía la relación A-G.

#### 2.1.6.12 Bilirrubina total y directa

Zapata & Fajardo (2008) La bilirrubina es un producto de degradación de la hemoglobina, formada en las células reticuloendoteliales del bazo y de la medula ósea, que es transportada en el torrente circulatorio por diversas partículas. (...). La bilirrubina conjugada se excreta normalmente a través de la bilis. Si la conjugación y excreción en el hígado son normales el nivel sérico de bilirrubina total será de 1mg/dl. En el laboratorio se realiza para bilirrubina 2 pruebas, la bilirrubina total (conjugada y no conjugada) y la bilirrubina directa (conjugada). La bilirrubina total aumenta si la destrucción de eritrocitos aumenta o si la conjugación de bilirrubina en el hígado es defectuosa. La bilirrubina directa aumenta si la excreción de bilis disminuye. En la

hepatitis aguda la bilirrubina total esta aumentada, en la cirrosis hepática aumenta la bilirrubina total y la bilirrubina directa.

#### 2.1.6.13 Glucosa

Zapata & Fajardo (2008) El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del sujeto. Después de la comida aumenta “hiperglucemia alimentaria” en animales monogástricos, pero no en los rumiantes. Durante la excitación aumenta probablemente como efecto de la liberación de norepinefrina. Los eritrocitos de los equinos contienen también poca glucosa, la concentración de glucosa en el plasma excede generalmente a la de glucosa en sangre en 10 a 30 mg/ 100 ml en rumiantes y caballos adultos.

#### 2.1.6.14 Amilasa

Cerón (2013) “La amilasa se presenta como alfa-amilasa en los animales, ya que tiene es producida en el páncreas, intestino delgado e hígado. Este metabolito se excreta por filtración glomerular y se reabsorbe e inactiva en las células del epitelio tubular del riñón” (p.167).

#### 2.1.6.15 Lipasa

Cerón (2013)“El origen de la lipasa se da principalmente en el páncreas o en el estómago, la expresión e inactivación de esta enzima se da mediante filtración glomerular, la hemolisis reduce la actividad de lipasa” (p. 169).

#### 2.1.6.16 Triglicéridos

Cuando se aplica el término de «lipemia» a las muestras de plasma, suero o sangre completa, se refiere a una gran lipemia, es decir, a turbidez obvia de la muestra debido a exceso de lípidos. Esto indica que hay un incremento en el componente de los triglicéridos, ya que el colesterol no produce turbidez (Bush, 1999, pág. 314).

### 2.1.6.17 Globulinas

“La fuente de globulinas alfa y beta los hepatocitos, globulinas gamma son las células plasmáticas. La función de las globulinas alfa y beta es transportar y fijar proteínas y de la globulina gamma se incluye la mayoría de las inmunoglobulinas” (Jack, Watson y Donovan, 2005, pág. 322). Las concentraciones de  $\alpha$ -globulinas aumentan en procesos inflamatorios agudos. “La concentración de  $\beta$ -globulinas se incrementa cuando hay una estimulación antigénica importante y con neoplasia. La concentración de  $\gamma$ -globulinas aumenta con la estimulación antigénica, especialmente en infecciones crónicas y desórdenes autoinmunes” (Bush, 1999, pág. 281).

### 2.2 Resumen del estado del arte y estudio del problema

En el artículo titulado “Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana”. En el cual el objetivo de la investigación fue determinar valores hematológicos en caballos mayores de dos años de edad, criados sobre los 3000 m.s.n.m., y compararlos con otros estudios realizados a nivel del mar. Según los resultados se concluyó que presentaron diferencia significativa con los estudios de comparación. (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017, p. 62)

En el artículo titulado “Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del Ecuador”. Este estudio tuvo por objetivo determinar analizar las muestras sanguíneas de animales en reposo y se realizaron análisis de laboratorio con el equipo de auto hematología Min dray R BC2800Vet. Se encontraron los siguientes valores; eritrocitos: 4,90-9,38x10<sup>6</sup>/L, hematocrito: 24,83-45,10%, hemoglobina: 8,59-14,87g/dL, VCM: 42,35-55,19fL, HCM: 14,25-18,20pg, CHCM: 32,10-36,70g/dL, glóbulos blancos: 5,64-12,81x10<sup>3</sup>/L, linfocitos:

1,04-5,85x10<sup>3</sup>/L, monocitos: 0,20-0,90x10<sup>3</sup>/L, granulocitos: 2,90-8,26x10<sup>3</sup>/ L y plaquetas: 78,10-314,90x10<sup>3</sup>/L. Finalmente al comparar los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas (P<0,05) en el conteo eritrocitos, concentración de hemoglobina, hematocrito y conteo de plaquetas debido a la influencia de la altitud. (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018, p. 92)

En el artículo determinado “Parámetros hematológicos en equinos de tracción” en el cual se tomó una muestra al azar de 100 caballos destinados a la transportación de pasajeros en la ciudad de Santa Clara, provincia de Villa Clara, Cuba, a los que se les extrajo 5 ml de sangre directamente de la yugular para análisis hematológicos. La hemoglobina se determinó por la técnica de la cianometahemoglobina por espectrofotometría, el volumen globular agregado por la técnica del microhematócrito y el total de glóbulos blancos por recuento en la cámara de Neubauer. Existieron diferencias significativas (P<0,05) entre los valores promedios de hemoglobina y hematocrito. Se pudo constatar que el 52 % de los equinos analizados presentaron valores de hemoglobina entre 70 y 100 g/L de sangre. El 45 % de los caballos presentaron valores de microhematócrito entre 0,25 y 0,32 L/L, que corrobora un estado anémico. (Castillo, et al., 2006)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Diseño

Para la presente investigación se utilizó el Software Minitab 19 y el programa Microsoft Excel 2016. Se realizó el diagrama de caja, de esta manera facilitó la determinación de datos atípicos, primer cuartil, mediana, tercer cuartil, rango. Estos datos atípicos fueron eliminados para determinar los valores de referencia, dichos datos atípicos se pueden presentar en pacientes con estrés, aquellos que presentan alguna condición anormal, no presentaron el tiempo de ayuno solicitado, al incluir estos datos extremos en la determinación del intervalo nos arroja rangos muy amplios. Posteriormente se realizó la estadística descriptiva comparativa, la cual se usó: media, mediana, moda, rango, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación.

#### 3.2 Población y muestra

##### 3.2.1 Selección y tamaño de la muestra

La investigación se realizó con 100 equinos machos aparentemente sanos pertenecientes a la ciudad de Cuenca donde se tomará en cuenta la raza, edad, tipo de alimentación, tipo de actividad, castrado o entero. En los que se observó el comportamiento, estado físico y datos proporcionados por el cuidador y se comprobó con las constantes fisiológicas como frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, temperatura.

La selección de la muestra se basa en el cálculo de tamaño de muestra de tipo cuantitativo donde la población es infinita.

La fórmula para una población infinita es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} =$$

Considerar:

- $z$  = Nivel de confianza al 95% = 1.96
- $e$  = Error de estimación máximo aceptado 5%=0.05
- $p$  = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado= 93.1%
- $q$  =  $(1-p)$  = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado=

$$\text{Fórmula: } N = \frac{1.96^2(0.932)(1-0.931)}{0.05^2}$$

El número estimado a recolectar es de 99, pero por métodos didácticos se utilizarán 100 muestras.

### 3.2.2 Toma de muestras sanguíneas

Para la toma de muestras se inmovilizó al animal utilizando una manga o métodos de sujeción físicos, se procedió a ubicar la vena yugular, realizamos la asepsia correspondiente en la zona de punción con alcohol y mediante venopunción yugular se extrajo la muestra sanguínea con la ayuda de agujas de vacío BD Vacutainer® de 20G x 38mm y el adaptador Vacutainer® de transferencia de muestra, se extrajo 5 ml de sangre venosa en los tubos vacutainer con anticoagulante (EDTA) y 10 ml en los tubos vacutainer sin anticoagulante para su transporte al laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Todas las muestras fueron tomadas en la mañana antes de que los ejemplares fueran alimentados y galopados.

### 3.2.3 Procedimiento para realizar el hemograma

Luego de la extracción de la sangre se procede a homogenizar la muestra con el EDTA para posterior leer en un equipo automatizado marca Rayto RT-7600 de uso

veterinario, el cual absorbe 10 landas de sangre y en cuestión de 1 minuto obtenemos los valores del hemograma.

### 3.2.4 Procedimiento para realizar la química sanguínea

Se realizó la extracción de sangre y se colocó 10ml en un tubo vacutainer sin anticoagulante, se dejó reposar por 10 min a temperatura ambiente. La muestra obtenida se centrifugo por 5 minutos a 3400 rpm, se separó el suero, para luego ir analizando analito por analito. Los análisis químicos se realizaron utilizando un equipo de bioquímica húmeda automatizada marca MRC SACA-11904CV, específico para uso veterinario. Además, se utilizó cantidades específicas de suero y reactivo, teniendo en cuenta la temperatura y tipo de procedimiento de la muestra ya sea de punto final o cinética.

Glucosa: esta es una prueba rápida de punto final por lo tanto su resultado es inmediato, se coloca 10 landas de suero del paciente y 1000 landas de reactivo glucosa HUMAN, en un tubo de ensayo el cual se coloca en el termo bloque por 10 minutos a 37<sup>0</sup>C.

PT: es una prueba rápida de punto final, en un tubo de ensayo se coloca 20 landas de suero del paciente y 1400 landas de reactivo (proteínas totales WINNER), se colocan en el termo bloque por 10 minutos a 37<sup>0</sup>C.

Triglicéridos: está dentro de las pruebas rápidas de punto final, por lo tanto, su resultado es inmediato, se coloca en un tubo de ensayo 10 landas de suero y 1000 landas del reactivo (triglicéridos HUMAN), se coloca en el termo bloque por 10 minutos a 37<sup>0</sup>C.

Colesterol: es una prueba rápida de punto final por lo que el resultado es inmediato, en un tubo de ensayo se coloca 10 landas de suero del paciente y 1000 landas de reactivo (ácido úrico WINNER), se colocan en el termo bloque por 5 minutos a 37<sup>0</sup>C.

FA: es una prueba de cinética a 37<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 20 landas de suero y 1000 landas de reactivo (fosfatasa alcalina WINER LAB.), y se lee de inmediato la muestra.

AST: es una prueba de cinética a 37<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 100 landas de suero y 1000 landas de reactivo (AST SPINREACT), y se lee de inmediato la muestra.

ALT: es una prueba de cinética a 37<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 100 landas de suero y 1000 landas de reactivo (ALT SPINREACT), y se lee de inmediato la muestra.

CK: es una prueba de cinética a 37<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 100 landas de suero y 1000 landas de reactivo (CK-NAC QCA), y se lee de inmediato la muestra.

Amilasa: es una prueba rápida de punto final, para su análisis se utiliza 2 tubos de ensayo de 10 ml en cual el primer tubo será de control y el otro ira la muestra de suero por la razón que en el espectrofotómetro se lee en absorbancias, en los dos tubos se depositó 500 landas de reactivo A (amilasa WIENER LAB), y se colocó en el termobloque a 37<sup>0</sup>C por 2 minutos, transcurrido ese tiempo en el segundo tubo se depositó 10 landas de suero del paciente y se dejó por 7 minutos en el termobloque, una vez cumplido el tiempo se sacó los tubos del termobloque y se colocó en la gradilla y a continuación se deposita 500 landas del reactivo B (amilasa WIENER LAB) conjunto con 4 ml de agua destilada en los dos tubos de ensayo y se deja reposar por 5 minutos u leemos primero el control en el espectrofotómetro.

Albúmina: es una prueba rápida de punto final a 25<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 10 landas de suero y 1000 landas de reactivo (albúmina WIENER LAB), y se deja por 2-10 minutos en el termobloque a 37 <sup>0</sup>C y se lee de inmediato la muestra.

Creatinina: es una prueba de cinética a 25<sup>0</sup>C, para su análisis se coloca en un tubo de ensayo, 100 landas de suero y 142 landas de agua destilada, 571 landas de reactivo A (LABTEST), y 71 landas de reactivo B (LABTEST), agitamos y dejamos reposar por 10 minutos y se lee de inmediato la muestra.

Bilirrubina total: es una prueba de punto final a 25<sup>0</sup>C, se prepara dos tubos de ensayo, el primero es el blanco y el segundo la muestra, en el primer tubo se coloca 1000 landas de agua destilada, 100 de activo 2 y 50 landas de suero del paciente, en el segundo tubo se coloca 1000 landas de reactivo 1,50 landas de suero del paciente y 100 landas de reactivo, dejamos reposar 5 minutos y leemos en el espectrofotómetro.

Bilirrubina directa: es una prueba rápida de punto final a 25<sup>0</sup>C. se prepara dos tubos de ensayo el primero es el blanco y el segundo la muestra, en el primer tubo se coloca 1000landas de agua destilada, 100 landas de activo 2 y 50 landas de suero del paciente, en el segundo tubo se coloca 1000 landas de agua destilada, 50 landas de suero del paciente y 100 landas del reactivo, dejamos reposar 5 minutos y leemos en el espectrofotómetro.

Bilirrubina indirecta: es el resultado de la resta de la bilirrubina total menos la bilirrubina directa.

Globulina: se obtiene de la resta de las proteínas totales menos la albumina.

## 3.2.5 Operacionalización de variables

Tabla 3. *Variable independiente: Equino macho*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Toma de muestras de sangre de equinos machos aparentemente sanos.	Biológico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equinos</li> <li>• Sangre</li> </ul>	Número de machos Número de muestras de sangre Cantidad de sangre	Número Número Mililitros (ml)

Tabla 4. *Variables dependientes: Hemograma*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Examen de sangre que informa la cantidad y calidad de los elementos celulares en la sangre y plasma	Químico	Hematocrito Hemoglobina VCM HCM CHCM RCB Reticulocitos Leucocitos Linfocitos Monocitos Neutrófilos Eosinófilos Basófilos Plaquetas	Número x campo Número x campo Fentolitros (fl)

Tabla 5. *Variables dependientes: Química sanguínea*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Examen de sangre que suministra una imagen general del metabolismo y equilibrio químico del organismo	Químico	Enzimas:	
		ALT	Número x campo
		AST	Número x campo
		GGT	Número x campo
		Amilasa	Número x campo
		Lipasa	Número x campo
		Glucosa	Número x campo
		Colesterol	Número x campo
		Triglicéridos	Número x campo
		Urea	Número x campo
		Creatinina	Número x campo
		CK-NAK	Número x campo
		Proteínas totales	Número x campo
		Albumina	Número x campo
		Globulina	Número x campo
		Bilirrubina total	Número x campo
		Bilirrubina directa	Número x campo
Bilirrubina indirecta	Número x campo		
FA	Número x campo		
AU	Número x campo		
LDH	Número x campo		

### 3.3 Materiales

#### 3.3.1 Biológicos

Tabla 6. *Materiales biológicos*

Descripción	Cantidad
Equinos machos	100
Estudiante	1

#### 3.3.2 Físicos

Tabla 7. *Materiales físicos*

Descripción	Unidad	Cantidad
Hojas de papel bond	Resma	1
Esferos	Unidad	2
Libreta de notas	Unidad	1
Rotulador	Unidad	2
Laptop	Unidad	1
Carpetas	Unidad	1
Engrampadora	Unidad	1
Caja de grapas	Unidad	1
Papel térmico	Rollo	4
Papel químico	Rollo	1

## 3.3.3 Laboratorio clínico

Tabla 8. *Materiales de laboratorio clínico*

Concepto	Unidad	Cantidad
Centrifugadora	Unidad	1
Baño termostático	Unidad	1
Cronómetros	Unidad	1
Gorros quirúrgicos	Caja	1
Guantes de nitrilo	Caja	1
Mascarilla	Caja	1
Mandil	Unidad	1
Calculadora	Unidad	1
Puntas amarillas graduadas	Funda	2
Puntas azules graduadas	Funda	2
Puntas blancas	Funda	1
Tubos eppendorf 1,5 ml	Funda (250 unidades)	1
Tubos de ensayo vidrio 5ml	Caja (125 unidades)	1
Pipeta automática	Unidad	6
Pipetas manuales	Unidad	4
Probeta	Unidad	2
Gradillas	Unidad	4
Refrigeradora	Unidad	1

## 3.3.4 Químicos

Tabla 9. *Materiales químicos*

Concepto	Unidad	Cantidad
Reactivo Glucosa Labkit x 150 Test	Unidad	1
Reactivo Colesterol Labkit x 150 Test	Unidad	1
Reactivo Triglicéridos Labkit x 150 Test	Unidad	1
Reactivo Ácido úrico Labkit x 150 Test	Unidad	1
Reactivo Urea Labtest x 100 Test	Unidad	1
Reactivo Creatinina Wiener Lab x 120 Test	Unidad	1
Reactivo ALT Labkit x 235 Test	Unidad	1
Reactivo AST Labkit x 235 Test	Unidad	1
Reactivo GGT QCA S.A. x 50 Test	Unidad	3
Reactivo FA Wiener Lab x 100 Test	Unidad	1
Reactivo Proteínas Totales Wiener Lab x 500 Test	Unidad	1
Reactivo Albúmina Wiener Lab x 500 Test	Unidad	1
Reactivo CK NAC Labkit x 55 Test	Unidad	2
Reactivo Amilasa Wiener Lab x 50 Test	Unidad	3
Reactivo Bilirrubina Total Wiener Lab x 480 Test	Unidad	1
Reactivo Bilirrubina Directa Wiener Lab x 480 Test	Unidad	1
Reactivo Bilirrubina control	Unidad	1
Reactivo Lipasa QCA x 50 Test	Unidad	3
Diluent 20 L	Unidad	1
Lyse 500 ml	Unidad	1

### 3.3.5 Campo

Tabla 10. *Materiales para toma de muestra de sangre*

Descripción	Unidad	Cantidad
Alcohol	Litro	4
Algodón	Funda	3
Aguja vacutainer 18Gx1”	Caja (100U)	2
Tubos al vacío tapa roja 10 ml	Caja (100U)	1
Tubos al vacío tapa lila 5 ml	Caja (100U)	1

### 3.4 Consideración ética

Recientemente estamos empezando a considerar a los animales como algo más que “cosas” o que simplemente una propiedad nuestra. Cada vez hay más y más comités de ética en el mundo científico, y no es imposible que un experimento permitido en un país no lo esté en otro, lo que puede dificultar sin duda la colaboración científica internacional. Por añadidura, y a consecuencia de la actividad de los grupos preocupados por los derechos de los animales, la sociedad está cada vez más preocupada acerca de cómo se trata a los animales que forman parte de un experimento, y cómo se los trata en las granjas. (Blasco, 2012)

Los factores que han repercutido en el creciente interés por el bienestar animal son:

- Un mayor conocimiento científico de las especies ganaderas en aspectos como el comportamiento animal, la fisiología del estrés o el manejo.
- El conocimiento de la relación directa que existe entre los anteriores aspectos y la productividad, así como su estabilidad.

- La concienciación social sobre las necesidades de los animales y su sufrimiento. (Rodríguez, 2010)

El Médico Veterinario tiene un papel significativo en cuanto a la experimentación con los animales, por ello todo veterinario que utilice animales es responsable éticamente del bienestar de estos. Asimismo, el enfoque investigativo debe garantizar que sus estudios que lleven a resultados científicos y educativos de calidad y asegurar el bienestar óptimo de los animales utilizados. (OIE, 2019)

Al realizar esta investigación se tomó en cuenta ciertos aspectos éticos referentes al bienestar animal como:

- Instrucción y capacitación para realizar la extracción de sangre adecuadamente causando el menor dolor posible.
- El estado sanitario de los implementos como jeringuillas, tubos vacutainer deben estar en condiciones óptimas y estériles para evitar cualquier riesgo de contagio de una enfermedad al paciente.
- Condiciones óptimas de asepsia, comodidad del operario y del paciente.
- Realizar buenas prácticas de sujeción para evitar maltratar o lastimar al caballo y al operador.

#### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Tabla 11. *Resultados de parámetros hematológicos de equinos machos*

VARIABLES	N	LI	LS	Unidad	Media	Mediana	Rango	Moda	S	S <sup>2</sup>	CV (x100)
WBC	51	8,6	11,6	X10 <sup>3</sup> /m1	10,17	10,3	3	8,8	0,92	0,84	9,04
LYM	51	2,5	4,9	X10 <sup>3</sup> /m1	3,56	3,5	2,4	2,9	0,65	0,43	18,25
MID	51	0,5	0,9	X10 <sup>3</sup> /m1	0,66	0,7	0,4	0,6	0,13	0,017	19,69
GRA	51	4,5	6,8	X10 <sup>3</sup> /m1	5,49	5,3	2,3	4,7	0,76	0,57	13,84
LYM	51	27,4	46,3	porcentaje	36,10	35,9	18,9	29,2	7,72	32,81	21,38
MID	51	5,1	8,4	Porcentaje	6,62	6,5	3,3	5,1	1,06	1,13	16,01
GRA	51	45	67,7	Porcentaje	57,02	56,5	22,7	59,6	7,18	51,66	12,59
RBC	51	6,55	7,71	X10 <sup>6</sup> /ml	7,16	7,19	1,16	7,12	0,36	0,13	5,02
HGB	51	11,3	13,1	g/dl	12,18	12,3	1,8	12,8	0,55	0,30	4,51
HCT	51	32,7	38,5	Porcentaje	36,01	36,4	5,8	34,2	1,67	2,79	4,63
MCV	51	49	52,4	fL	50,52	50,4	3,4	50,4	0,89	0,80	1,76
MCH	51	16,7	17,6	pg	17,12	17,1	0,9	16,8	0,25	0,06	1,46
MCHC	51	33,3	34,6	g/dl	33,83	33,8	1,3	33,4	0,36	0,13	1,06
PLT	51	202	246	X10 <sup>3</sup> /m1	222,60	222	44	215	12,17	148,12	5,46

Tabla 12. *Comparación de valores de hemograma referenciales de literatura y los valores obtenidos en la investigación*

PARÁMETRO	VRL			VRI			UNIDAD
	LI	Media	LS	LI	Media	LS	
WBC	4,8	8,3	12	8,6	10,17	11,6	10 <sup>3</sup> /ml
LYM	1,4	3,6	7,5	2,5	3,56	4,9	10 <sup>3</sup> /ml
MID	0,2	0,4	0,7	0,5	0,66	0,9	10 <sup>3</sup> /ml
GRA	2,2	4,3	8,8	4,5	5,49	6,8	10 <sup>3</sup> /ml
LYM				27,4	36,10	46,3	porcentaje
MID				5,1	6,62	8,4	Porcentaje
GRA				45	57,02	67,7	Porcentaje
RBC	6,23	8,3	10,84	6,55	7,16	7,71	10 <sup>6</sup> /ml
HGB	11,4	14,1	18,4	11,3	12,18	13,1	g/dl
HCT	32,3	41	52,2	32,7	36,01	38,5	Porcentaje
MCV	40,2	49,6	57	49	50,52	52,4	fL
MCH	14	16,9	20,3	16,7	17,12	17,6	pg
MCHC	32	34,3	37	33,3	33,83	34,6	g/dl
PLT	101	239	401	202	222,60	246	10 <sup>3</sup> /ml

VRL: Valor de referencia de la literatura

VRI: Valor de referencia de la investigación

Mediante el diagrama de caja y bigotes se logró separar valores atípicos, dichos valores se encuentran en Anexos (tabla 13 y tabla 14), con el propósito de evitar rangos muy amplios de los valores referenciales para hemograma y química sanguínea.

La varianza expresa el grado de dispersión de los datos con respecto a la media aritmética, en este caso la mayoría de datos se encuentran dispersos, excepto monocitos (MID) y la concentración de hemoglobina media (MCH) los cuales presentan un ligero grado de concentración con respecto a la media aritmética.

La desviación típica expresa la variabilidad de los datos y el grado de dispersión con respecto a la media aritmética, en el presente estudio los datos están dispersos, excepto los monocitos (MID), concentración de hemoglobina media (MCH) y concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) los cuales presentan un ligero grado de concentración respecto a la media aritmética.

Los valores referenciales para la serie roja y blanca obtenidos en el hemograma no tuvieron variación con los rangos referenciales establecidos por (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018) pero difieren con los datos citados por (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017), donde los monocitos (MID) presentan un ligero aumento.

En cuanto a valores obtenidos en la presente investigación para leucocitos es de  $10,17 \times 10^3/\text{ml}$ , linfocitos  $3,56 \times 10^3/\text{ml}$  y granulocitos es  $5,49 \times 10^3/\text{ml}$ , concuerda con los rango citados por (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017) donde leucocitos ( $4,8-12 \times 10^3/\text{ml}$ ), linfocitos ( $1,4-7,5 \times 10^3/\text{ml}$ ), granulocitos ( $2,2-8,8 \times 10^3/\text{ml}$ ), al igual que los rangos citados por (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018) leucocitos, ( $5,64-12,81 \times 10^3/\text{ml}$ ), linfocitos ( $1,04-5,85 \times 10^3/\text{ml}$ ), granulocitos ( $2,9-8,26 \times 10^3/\text{ml}$ ). Tomando en cuenta la desviación estándar presentan una heterogeneidad de los datos con relación a su media, al igual que el coeficiente de variación se encuentra elevado en todos estos analitos debido a la técnica que se utilizó durante la obtención de la muestra ya que se eleva el nivel de estrés en el animal.

En la presente investigación el rango obtenido para monocitos es de  $(0,5-0,9 \times 10^3/\text{ml})$  el cual se encuentra elevado respecto al valor citado por (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017) los niveles normales de monocitos son  $(0,2-0,7 \times 10^3/\text{ml})$ , pero dentro de los valores referenciales de (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018), el cual obtiene rangos de  $(0,2-0,9 \times 10^3/\text{ml})$ . Tomando en cuenta la desviación típica presenta una homogeneidad de los datos con relación a su media, no obstante, el coeficiente de variación se encuentra elevado; esto nos indica que existieron algunos factores externos que inevitablemente pudieron alterar las muestras.

La media obtenida para el recuento de glóbulos rojos es de  $7,16 \times 10^6/\text{ml}$ , MCH 17,12 pg, MCHC 33,83 g/dl en comparación con (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017), cuyo rango respecto al recuento de glóbulos rojos es de  $(6,23 - 10,84 \times 10^6/\text{ml})$ , MCH (14-20,3 pg), MCHC (32-37 g/dl), al igual que (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018) reporta  $(4,9 - 9,38 \times 10^6/\text{ml})$  para el recuento de glóbulos rojos, (14,25-18,2 pg) para MCH y (32,1-36,7 g/dl) para MCHC, los valores obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los rangos citados anteriormente. Tanto la desviación típica como la varianza para estos analitos presentan una homogeneidad lo que significa que los valores se encuentran en menor dispersión con respecto a la media. Por otro lado, el coeficiente de variación se encuentra fuera de los rangos esperados.

Según Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha (2017) la hemoglobina es de (11,4-18,4 g/dl) y del hematocrito es de (32,3-52,2 %), al igual que los datos de (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018) en donde el valor de hemoglobina es de (8,59-14,87 g/dl) y hematocrito (24,83-45,1 %) y la media obtenida en la investigación es hemoglobina 12,18 g/dl, hematocrito 36,01 % los cuales se encuentran dentro de los rangos. Al analizar la desviación estándar presenta una heterogeneidad de los datos con respecto a la media

aritmética, al igual que el coeficiente de variación se encuentra elevado debido a la manera en que se recolecto las muestras.

La media que se consiguió para el volumen corpuscular medio (VCM) se encuentra ligeramente elevado 50,52 g/dL de los valores bibliograficos citados, en comparacion con (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017), donde obtienen un valor de 49,6 g/dL y de (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018), 48,86 g/dL. (Cuenca Valera & Pastor, 2006) menciona que el volumen de los hematies del caballo se mantiene siempre dentro de límites rígidos, a pesar de la presencia de enfermedades, de tal forma que un aumento en el hematocrito corresponde a un incremento del número de hematíes y no al aumento del volumen de estos.

Los valores de las plaquetas  $222,60 \times 10^3/m1$  se encuentran dentro de los valores referenciales, (101-401  $\times 10^3/m1$ ) citados por (Izurieta , Luna , Cedeño , & Chacha, 2017), al igual que los valores citados por (Luna , Hernández , Chacha , & Cedeño, 2018). Para la desviación estándar y la varianza se expresa que los resultados se ubican con una heterogeneidad alrededor de su media; el coeficiente de variación esta elevado, esto se puede encontrar relacionado a factores como: manejo de los animales, toma de muestras, transporte y majejo de las muestras en el laboratorio.

Tabla 13. *Resultados de parámetros sanguíneos de equinos machos*

VARIABLES	N	LI	LS	Unidad	Media	Mediana	Rango	Moda	S	S <sup>2</sup>	CV
FA	51	212,5	456,25	U/L	327,17	325	243,75	253,13	65,73	4321,34	20,09
GGT	51	9,01	13,47	U/L	10,88	10,53	4,46	9,87	1,33	1,78	12,22
AST	51	260,3	246,09	U/L	300,47	299,35	85,79	260,71	26,15	670,48	8,7
ALT	51	13,48	16,69	U/L	14,75	14,7	3,21	13,94	0,87	0,76	5,89
GLU	51	102,22	147,3	mg/dl	128,67	133,65	45,08	140,63	12,70	161,39	9,87
TRI	51	10,59	52,94	mg/dl	25,78	23,53	42,35	11,76	11,62	135,12	45,07
CHO	51	423,26	451,83	mg/dl	438,64	439,2	28,57	425,25	8,59	73,85	1,9
PT	51	6,28	7,14	g/dl	6,75	6,77	0,86	6,65	0,28	0,07	4,1
UREA	51	76,68	107,42	mmol/L	92,25	92,95	30,74	81,36	9,38	88,10	10,16
A.U.	51	1,65	2,92	mg/dl	2,14	2,12	1,27	1,81	0,32	0,10	14,95
AMILASA	51	10,10	44,60	U/L	23,75	22,77	34,50	10,37	9,85	97,18	41,47
CRE	51	1,77	2,62	mg/dl	2,24	2,27	0,85	1,88	0,25	0,06	11,16
LIPASA	51	136,33	194,17	U/L	161,77	158,36	57,84	136,33	18,69	349,48	11,55

CK-NAC	51	329,2	746,02	U/L	484,33	427,54	416,82	397,95	128,24	16447,76	26,47
B. Total	51	1,16	1,76	mg/dl	1,43	1,46	0,6	1,51	0,17	0,02	11,88
B. Directa	51	0,25	0,5	mg/dl	0,33	0,32	0,25	0,29	0,06	0,0	18,18
B. Indirecta	51	0,7	1,33	mg/dl	1,04	1,06	0,63	0,88	0,17	0,03	1,63
Albúmina	51	2,85	3,96	g/dl	3,42	3,53	1,11	3,17	0,34	0,11	9,94
Globulina	51	2,48	4,16	g/dl	3,27	3,24	1,68	2,55	0,51	0,26	15,59
LDH	51	1364,2	2186,9	UI/L	1761,03	1736,3	822,7	1580,85	239,7	57497,28	1,36

Tabla 14. *Comparación de los valores de química sanguínea referenciales de la literatura y valores obtenidos en la investigación*

PARÁMETRO	VRL			VRI			UNIDAD
	LI	MEDIA	LS	LI	MEDIA	LS	
FA	135,2	395,32	676	212,5	327,17	456,25	U/L
GGT	14,8	27,06	54,4	9,01	10,88	13,47	U/L
AST	114	343,75	595	260,3	300,47	246,09	U/L
ALT	6	12,3	23	13,48	14,75	16,69	U/L
GLU	74	91,62	115	102,22	128,67	147,3	mg/dl
TRI	5,60	25,69	60,40	10,59	25,78	52,94	mg/dl
CHO	73	97,98	130	423,26	438,64	451,83	mg/dl
PT	5,1	5,81	6,5	6,28	6,75	7,14	g/dl
UREA	2,58	23,39	40,49	76,68	92,25	107,42	mg/dl
A.U.				1,65	2,14	2,92	mg/dl
AMILASA				10,10	23,75	44,60	U/L
CREATININA	0,88	1,5	1,97	1,77	2,24	2,62	mg/dl
LIPASA				136,33	161,77	194,17	U/L
CK	108	180,94	350	329,2	484,33	746,02	U/L
B. TOTAL	1,81	2,94	4,38	1,16	1,43	1,76	mg/dl
B. DIRECTA	0,1	0,4	0,7	0,25	0,33	0,5	mg/dl
B. INDIRECTA	0,4	1,5	6,3	0,7	1,04	1,33	mg/dl
ALBÚMINA	3,8	4,1	4,5	2,85	3,42	3,96	g/dl
GLOBULINA	1,2	1,71	2,3	2,48	3,27	4,16	g/dl
LDH	1120		4560	1364,2	1761,03	2186,9	UI/L

VRL: Valor de referencia de la literatura

VRI: Valor de referencia de la investigación

La varianza expresa el grado de dispersión de los datos con respecto a la media aritmética, en este caso la mayoría de datos se encuentran dispersos respecto a la media aritmética, excepto proteínas totales, ácido úrico, creatinina, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta, bilirrubina total, albuminas y globulinas que presentan un menor grado de dispersión respecto a la media.

La desviación típica expresa la variabilidad de los datos y el grado de dispersión con respecto a la media aritmética, en el presente estudio la mayoría de analitos se encuentran con un mayor grado de dispersión respecto a la media aritmética.

En muchos casos los valores obtenidos en nuestro medio no serán comparables por haber sido determinados con otros instrumentos, otras técnicas analíticas y con distintos reactivos. Los valores referenciales para diferentes analitos sanguíneos tuvieron diferencias significativas con respecto a los citados por (Domínguez, 2016), principalmente en analitos como glucosa, colesterol, proteínas totales, urea, creatinina, creatin kinasa y globulinas.

Los valores para la glucosa (128,67 mg/dl) en esta investigación se encuentra elevada, en comparación con (Domínguez, 2016). Existe una dispersión de los datos en relación a su media lo que puede ser resultado de la alimentación de los animales. El coeficiente de variación se encuentra superior a lo esperado ya que el transporte de las muestras nos lleva a estas variaciones o al estrés que sufren los animales durante la manipulación para la toma de muestra, es decir se da una elevación fisiológica de la glucosa en la sangre.

Los analitos referentes para el perfil lipídico como el colesterol (438,64mg/dl) se encuentra elevado del rango descrito por (Díaz, Plaza, & Chimoy, 2008), el cual obtiene (43-

203,2mg/dl), al igual que (Domínguez, 2016) que obtiene (73-130 mg/dl). Considerando la desviación típica y la varianza los valores se encuentran heterogéneos a la media, para el coeficiente de variación los valores se encuentran fuera de los esperado. Los mayores niveles de Colesterol (.....) podrían deberse a la retro inhibición que controla el nivel de Colesterol plasmático y que es inversa a la ingesta de grasa dietaría. (Díaz, Plaza, & Chimoy, 2008)

Para la AST Díaz, Gavidia, Li, & Tió (2011) establece un rango referencial (212-519 U/I), (Domínguez, 2016) obtiene un rango de (114-595 U/L) y el valor obtenido en esta investigación fue (300,47 U/L), al igual que para ALT (Díaz, Gavidia, Li, & Tió, 2011) establece un rango (6-23 U/L) y se obtuvo (14,75 U/L), los cuales se encuentran dentro de los rangos citados.

El valor para fosfatasa alcalina (FA) según la investigación realizada por Domínguez, (2016) obtiene (135,2-676 U/L), en la presente investigación es de 325 U/L, la cual se encuentra dentro del rango. Pero se encuentra elevada según el estudio realizado por Díaz, Gavidia, Li, & Tió (2011) donde obtiene (33-122 U/L). Existe una dispersión de los datos en relación a su media, al igual que el coeficiente de variación se encuentra elevado lo que nos indica que existieron variables externas en el estudio. Según (Pérez, Nasello, & Murno, 2016) el aumento de la Fosfatasa Alcalina se presenta en el suero de los animales jóvenes como consecuencia de un metabolismo óseo mayor, el cual se asocia al crecimiento y a la remodelación ósea.

El valor de CK (484,33 U/L) se encuentra por encima del rango establecido por Domínguez (2016), el cual establece rangos de (108-350 U/L). El rango establecido por Rose & Hodgson (2000) es de (60-330 U/L). Mientras que Díaz, Gavidia, Li, & Tió, (2011) establece un rango de (219-955 U/L). La desviación típica presenta una heterogeneidad de

los datos respecto a su media, el coeficiente de variación se encuentra elevado lo que nos muestra que factores como golpes que sufren sumado al estrés nos altera los datos. Los incrementos en la actividad sérica de CK se deberían a cambios en la permeabilidad celular, y no a un daño en la misma. Sin embargo, Mullen & Hopes (1979) y Sommer (1983) relacionan estos aumentos con la severidad del ejercicio, daño a nivel muscular y acidosis metabólica.

El valor calculado para la creatinina en esta investigación (2,24 mg/dl) se encuentra elevado de los rangos (0,88-1,97 mg/dl) establecidos por Domínguez (2016) y (0,25-1,27 mg//dl) dado por (Peralta, 2015). La desviación estándar y la varianza nos muestra una homogeneidad de los datos respecto a la media; mientras que el coeficiente de variación se encuentra elevado debido a la manipulación de los animales durante la obtención de la muestra.

El resultado obtenido para triglicéridos (25,78mg/dl) se encuentra dentro del rango (5,60-60,40) establecido por Díaz, Plaza, & Chimoy (2008). Considerando la desviación estándar los valores se encuentran heterogéneos respecto a la media, para el coeficiente de variación tenemos un valor fuera de los esperado; esto puede dar como resultado de la alimentación de los animales.

El resultado obtenido para las proteínas totales en esta investigación (6,75 g/dl) está por encima del rango establecido por la literatura Domínguez (2016), establece como rango de referencia (5,1-6,5 g/dl). La varianza y desviación estándar presenta una homogeneidad de los datos respecto a la media aritmética; mientras que el coeficiente de variación se encuentra superior a los esperado. Esto se presenta como causa de la hemoconcentración siendo esta de origen fisiológica. Ocasionada durante el traslado de los animales.

El valor albumina (3,42 g/dl) se encuentra por debajo del rango reportado por Domínguez (2016) que tiene como referencia (3,8-4,5 g/dl). Considerando la desviación estándar y la varianza los valores se encuentran homogéneos a la media; para el coeficiente de variación se encuentra un valor más elevado de lo esperado, esto se debe a que las concentraciones ligeramente superiores de albumina observados la investigación de (Domínguez, 2016) puede explicarse en base a la función de transporte de nutrientes que cumple la albumina, en este caso las condiciones nutricionales de los animales era bastante deficiente y por ende el organismo debe redireccionar de manera inmediata todo el alimento consumido a través de la albumina, como transportadora, a los órganos que exigen gran demanda de nutrientes, por lo que habría una movilización constante de nutrientes y explicaría el valor de la albumina. (Rangel et al, 2000)

El valor calculado de la globulina (3,27 g/dl) se encuentra por encima del rango establecido por Domínguez (2016), el cual establece rangos de (1,2-2,3 g/dl). Considerando la varianza los datos se encuentran homogéneos respecto a la media aritmética, mientras que el coeficiente de variación presenta un valor elevado debido al estrés que sufren los animales al momento de la toma de muestras.

El resultado obtenido para GGT en esta investigación (10,88 U/L) está por debajo del rango establecido por la literatura Domínguez (2016), establece como rango de referencia (14,8-54,4 U/L). Pero dentro del rango establecido por Díaz, Gavidia, Li, & Tió (2011) el cual establece (4-27 U/L). Los valores mayores puede darse en caballos jóvenes Cuarto de Milla debido a una masa hepática relativamente mayor como porcentaje del peso corporal (Gosset & French, 1984).

Para la bilirrubina total Domínguez (2016) establece un rango referencial (1,81-4,38 mg/dl). Para Díaz, Gavidia, Li, & Tió (2011) el rango es de (0,6-7,0mg/dl) y el valor obtenido

en esta investigación fue 1,43 mg/dl, los valores reducidos de bilirrubina sérica no tiene importancia clínica.

Los valores obtenidos para bilirrubina directa son de (0,33mg/dl) y para bilirrubina indirecta (1,04mg/dl) los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos por Díaz, Gavidia, Li, & Tió (2011), el cual obtiene datos para bilirrubina directa (0,1-0,7mg/dl) y bilirrubina indirecta (0,4-6,3mg/dl).

El resultado obtenido para la urea en esta investigación (92,25 mg/dl) está por encima del rango establecido por la literatura de Peralta (2015), establece como rango de referencia (2,58- 40,49 mg/dl). La urea es un metabolito que se origina por el resultado final del catabolismo proteico a nivel hepático, por esta razón su concentración se puede afectar por la cantidad de proteínas en el alimento, por lo tanto, si el animal ingiere alimentos con alto porcentaje de proteínas y la disponibilidad de agua es poca o nula, la concentración sérica de urea es mayor. (Bravo, et al, 2004)

Para la LDH Rose & Hodgson (2000) establece un rango referencial (1120-4560 UI/L) y el valor obtenido en esta investigación fue 1761,03 U/L el cual se encuentra dentro del rango citado.

Los valores obtenidos en la presente investigación para ácido úrico son (2,14 mg/dl), amilasa (23,75 U/L) y lipasa (161,77 U/L), al no contar con datos referenciales, esta investigación servirá como dato referencial para futuras investigaciones

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En la presente investigación realizada en el cantón Cuenca a una altitud sobre los 2500 m.s.n.m., la serie roja del hemograma presenta ligeras alteraciones con relación al valor de referencia de la literatura, esto se debe a que las investigaciones previas se desarrollaron a pisos altitudinales diferentes al cantón Cuenca.

El valor obtenido de monocitos se encontró ligeramente elevado de los rangos referenciales tomados sobre los 3000 m.s.n.m. pero dentro del rango con estudios realizados a 500msnm.

En cuanto a los parámetros analizados de la química sanguínea se encontraron diferencias en analitos como la glucosa y globulinas, en estos se obtuvo valores aumentados, esto como respuesta fisiológica transitoria debido al estrés ocasionado al animal durante la toma de la muestra, al igual que el incremento en analitos como colesterol y ggt debido a la alimentación y a una masa hepática más grande.

De igual manera un aumento en analitos como proteínas totales, urea y creatinina las cuales pueden estar elevadas por la influencia de dietas ricas en proteínas

Se concluye que los valores obtenidos en esta investigación para las pruebas de hemograma no difieren, mientras que en la química sanguínea difieren levemente de los valores establecidos por la literatura, determinando la importancia de contar con valores en cada zona geográfica. En este caso se realizó una lista de valores de referencia de cada analito estudiado para una altitud sobre los 2500 m.s.n.m.

## 5.2 Recomendaciones

Los valores obtenidos en esta investigación se pueden obtener como valores de referencia en clínicas, hospitales o laboratorios veterinarios ubicados a altitudes superiores de 2500 m.s.n.m., los mismos que ayudarán a un diagnóstico eficaz de alteraciones patológicas en la especie equina.

Mejorar las condiciones de manejo que anteceden a la toma de muestra y la técnica para tomar la misma, para evitar el efecto del estrés.

Realizar estudios similares en la especie en otras zonas geográfica con diferente piso altitudinal, en los cuales se podrían incluir más variables de estudio tales como, la edad, alimentación, raza.

Desarrollar estudios de Hemograma y Química Sanguínea en otras especies, aumentando de esta manera la investigación en el campo de Laboratorio Clínico Veterinario.

Incorporar en futuros estudios, frotis sanguíneos con la finalidad de evaluar alteraciones en la morfología eritrocitaria o leucocitaria.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguera, E., Aguera, S., Alcalde , A., Almar, M., Álvarez, A., Barrio , J., & Camello , C. (2018). *Fisiología Veterinaria*. Madrid: Tebar Flores S.L.
- Alzate, D. (2015). *Evaluacion de los hallazgos de laboratorio clínico de los caballos carreteros dados en custodia a la clínica veterinaria universitaria U.D.C.A.* (tesis de pregrado). Universidad de ciencias aplicadas y ambientales, Bogota, Colombia.
- Baron, M. (1979). *Cuidados del caballo- nociones prácticas de higiene*. México: CECSA.
- Blasco, A. (2012). *Etica y bienestar animal*. Recuperado de <http://200.7.141.37/Sitio/Archivos/Etica%20y%20Bienestar%20Animal.pdf>
- Boffi, F. (2006). *Fisiología del ejercicio en equinos*. Buenos Aires: Intermédica .
- Bogin, E., Otto, F., Ibañez , A., Lippi, E., Wittwer, F., & Uriarte , G. (1989). *Patología clínica veterinaria* . Asuncion: IICA.
- Bradford, S. (2010). *Medicina interna de grandes animales* . Barcelona : ELSEVIER.
- Bravo, M., Matheus , N., Canelón , J., Vargas , B., & Páez , J. (2004). *Perfil proteico del caballo criollo venezolano según la edad, sexo y época del año*. Gaceta de ciencias veterinarias, 10(1), 93-97.
- Brejov, G. (2016). *Manual de semiología veterinaria*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Bush, H. (1999). *Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales*. Barcelona, España: Ediciones S.
- Bush, H. (1982). *Manual de laboratorio veterinario de análisis clínico*. Zaragoza: ACRIBIA.
- Castillo, C., Tobón, M., Cano, C., Mira , J., Suárez, A., & Vásquez, E. (2010). Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del valle de Aburrá. *Revista la Sallista de investigación*, 19(1), 245-262.

- Castillo, J., Cepero, O., Casanova, R., Quiñones, R., Monteagudo, E., & Silveira, E. (2006). Parámetros hematológicos en equinos de tracción. *Revista de producción animal*, 18(2), 127-130.
- Cerón, J. (2013). *Análisis Clínico en pequeños animales*. Buenos Aires: Intermedica.
- Cuenca Valera, R., & Pastor, J. (2006). *Utilidad del hemograma en la clínica equina*. Milán: Equinus.
- Cuenca, R., & Pastor, J. (2006). *Utilidad del hemograma en clínica equina*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Cunningham, J., & Klein, B. (2009). *Fisiología Veterinaria*. Barcelona: ELSEVIER.
- Díaz, C., Plaza, E., & Chimoy, P. (2008). Niveles séricos de triglicéridos y colesterol en caballos peruanos de paso bajo dos sistemas de crianza. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 19(2), 134-139
- Díaz, F., & Ceroni da Silva, S. (2017). *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. Univerdida de Federal do Rio Grande do Sul. Recuperado el 08 de 05 de 2020, de <http://www.ufrgs.br/bioquimica/arquivos/ibcv.pdf>
- Díaz, H., Gavidia, C., Li, O., & Tió, A. (2011). Valores Hematológicos, bilirrubinemia y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del Valle de Lurín, Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(3), 220. doi: 10.15381/rivep.v22i3.259
- Dicovski, L. (21 de 10 de 2008). *Estadística Básica*. Recuperado de [https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod\\_resource/content/0/DEPOSITO\\_DE\\_MATERIALES/estadistica1\\_1\\_.pdf](https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/estadistica1_1_.pdf)
- Domínguez, D. (2016). *Determinación de intervalos de referencia para perfil bioquímico y hemograma en equinos fina sangre de carrera de dos y tres años de edad, sometidos a entrenamiento, en la región metropolitana* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Gallo, C. (2014). *Manual de diagnóstico con énfasis en Laboratorio Clínico Veterinario* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- Gonzales, G. (2011). Hemoglobina y Testosterona: Importancia en la aclimatacion y adaptacion a la altura. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28(1), 92-100.
- . *Rev Perú Med Exp Salud Pública*.
- Google Maps. (02 de 11 de 2020). Obtenido de googlemaps.com:  
<https://www.google.com/maps/place/Cuenca/@-2.8962981,-78.9882642,13z/data=!4m5!3m4!1s0x91cd18095fc7e881:0xafd08fd090de6ff7!8m2!3d-2.9001285!4d-79.0058965>
- Gosset, K., & French, D. (1984). Effect of age on liver enzyme activities in serum of healthy Quarter Horses. *American journal of veterinary research*, 45(2), 354–356.
- Guerrero, P., Portocarrero, A., Mutis , C., & Ramírez, J. (2009). Determinación de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, lactato deshidrogenasa, creatinkinasa y ácido láctico en caballos durante competencia de salto en la Sabana de Bogotá. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(17), 37-52.
- Guyton, A., & Hall, J. (2016). *Tratado de fisiología médica*. México: Interamericana.
- Hinchcliff, K., Kaneps , A., Geor , R., & Bayly , W. (2007). *Medicina y cirugía en los caballos de deporte*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Izurieta , J. L., Luna , D. F., Cedeño , Y. M., & Chacha, S. R. (2017). Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana. *La granja*, 25(1), 62-70.
- Jack, Watson y Donovan. (2005). *Guía de Medicina Veterinaria Canina y Felina*. México: MCGRAW-HILL.
- Lira, J. (2015). Rastreado los orígenes de la domesticación del caballo en la Iberia: ADN antiguo y la evidencia de Atapuerca. *Revista de humanidades*, 14(2), 163-175.
- Luna , D. F., Hernández , K. E., Chacha , S. R., & Cedeño, Y. M. (2018). Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del ecuador. *La granja*, 28(2), 92-101.
- Moraleda, J. (2017). *Pregrado de Hematología* . Madrid: LUZAN 5 S.A.

- Morales, M. (2009). *Atlas de hemocitología veterinaria*. Zaragoza: Grupo Asis Biomedica.
- Mullen, P., & Hopes, R. (1979). The biochemistry, haematology, nutrition and racing performance of two years old thoroughbred horses in training and racing season. *The Veterinary record*, 104(5), 90–95.
- Núñez, L., & Bouda, J. (2007). *Patología clínica veterinaria*. México: Universidad Autónoma de México.
- OIE. (2019). *Utilización de animales en la investigación y educación*. Obtenido de [https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahc/current/chapitre\\_aw\\_research\\_education.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_research_education.pdf)
- Paredes, C. (2012). *Determinación de parámetros hematológicos (hemogramas) en equinos clínicamente sanos a 2800 msnm en la unidad de equitación y remonta de la policía nacional (UER)* (tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Peralta, M. (2015). *Determinación bioquímica de los valores normales de urea y creatinina sanguínea del caballo peruano de paso registrados en la asociación de criadores y propietarios procedentes del distrito de santa rita de siguas arequipa 2015* (tesis de pregrado). Universidad católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Pérez, G., Nasello, W., & Murno, G. (2016). *Fosfatasa alcalina, su interpretación clínica-patológica*. Tandil: UNCPBA.
- Perez, P. (8 de noviembre de 1995). *Nutrición y alimentación del caballo*. Obtenido de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Alimentacion\\_de\\_Equinos.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentacion_de_Equinos.pdf)
- Pituco, E., Delfava, C., Pestana, C., García, J., & Miyashiro, S. (2017). *Manual Veterinario de Toma y Envío de Muestras*. Brasil: PANAFTOSA.
- Rebar, A. H., MacWilliams, P. S., Feldman, B. F., Metzger, F. L., Pollock, R. V., & Roche, J. (14 de Marzo de 2008). *Ivis: Interpretación del hemograma: introducción, leucocitos, eritrocitos, plaquetas*. Ithaca, EU.: International Veterinary Information Service. Recuperado de: <https://www.ivis.org/library/guide-to-hematology-dogs-and-cats/interpretaci%C3%B3n-del-hemograma-introducci%C3%B3n-leucocitos>

. Obtenido de avivalabcr.com: [http://www.vetlabcr.com/guia\\_rapida\\_laboratorio.pdf](http://www.vetlabcr.com/guia_rapida_laboratorio.pdf)

Rodríguez, V. (2010). *Bienestar animal*. Universidad de Córdoba. Recuperado el 2020 de 12 de 28, de [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30\\_16\\_09\\_Binestar\\_Animal\\_VRE.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30_16_09_Binestar_Animal_VRE.pdf)

Rose, R., & Hodgson, D. (2000). *Manual of Equine Practice*. Saunders.

Salazar , C., & Del Castillo , S. (2018). *Fundamentos Básicos de Estadística*. Quito, Ecuador: Del Castillo Galarza, Raúl Santiago.

Simes , L., & Brich, T. (2015). *Bioquímica Orientada al Análisis Clínico*. Argentina: UNIVERSITAS.

Viu, J. (2012). Diagnostico de alteraciones hepáticas. *Revista complutense de ciencias veterinarias*,6(2),168-172.

Zapata, W., & Fajardo, H. (2008). *Manual de Química Sanguínea Veterinaria*. Trujillo. Obtenido de [https://www.microclin.com/archivos/manual\\_de\\_quimica\\_sanguinea\\_veterinaria\\_Zapata\\_Fajardo.pdf](https://www.microclin.com/archivos/manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria_Zapata_Fajardo.pdf)

## 7. ANEXOS

## Historia clínica Equino

Paciente N\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

<b>Especie</b>		<b>Dirección</b>		<b>Padecimientos anteriores</b>		<b>FR</b>	
<b>Nombre</b>		<b>Teléfono</b>		<b>Entero/castrado</b>		<b>Mucosas</b>	
<b>Raza</b>		<b>Vacunas</b>		<b>Est. Mental</b>		<b>TLLC</b>	
<b>Sexo</b>		<b>Desparasitación</b>		<b>Temp.</b>		<b>Turgencia piel</b>	
<b>Edad</b>		<b>Alimentación</b>		<b>Peso</b>		<b>C.C. (1-5)</b>	
<b>Propietario</b>		<b>Tipo de actividad</b>		<b>FC</b>			

<b>HEMOGRAMA</b>	<b>Datos/ Paciente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Referencia</b>
<b>WBC (Leucocitos)</b>		x10 <sup>3</sup> /ml	4,8- 12
<b>LYM# (Linfocitos)</b>		x10 <sup>3</sup> /ml	1,4- 7,5
<b>MID# (Monocitos)</b>		x10 <sup>3</sup> /ml	0,2- 0,7
<b>GRA# (Granulocitos)</b>		x10 <sup>3</sup> /ml	2,2- 8,8
<b>LYM%</b>		%	
<b>MON%</b>		%	
<b>GRA%</b>		%	
<b>RBC (recuento glóbulos rojos)</b>		x10 <sup>6</sup> /ml	6,23- 10,84
<b>HGB (Hemoglobina)</b>		g/dl	11,4- 18,4
<b>HCT (Hematocrito)</b>		%	32,3- 52,2
<b>MCV (Volumen corpuscular medio)</b>		fL	40,2- 57
<b>MCH (Hemoglobina corpuscular medio)</b>		pg	14- 20,3
<b>MCHC (Concentración de hemoglobina corpuscular media)</b>		g/dl	32- 37
<b>PLT (Plaquetas)</b>		x10 <sup>3</sup> /ml	101- 401
<b>QUÍMICA SANGUÍNEA</b>		<b>Unidad</b>	<b>Referencia</b>
<b>FA/ ALP (Fosfatasa Alcalina)</b>		U/L	135,2-676
<b>GGT (Gamma Glutamyl Transpeptidasa)</b>		U/L	14,8-54,4
<b>AST (Aspartato Amino Transferasa)</b>		U/L	114-595
<b>ALT (Alain Transferasa)</b>		U/L	6-23
<b>GLU (Glucosa)</b>		mg/dl	74-115
<b>PROTEINAS TOTALES</b>		g/dl	5,1-6,5
<b>CREATININA</b>		mg/dl	0,88-1,97
<b>UREA</b>		mg/dl	2,58-40,49
<b>AU (Ácido Úrico)</b>		mg/dl	
<b>AMILASA</b>		U/L	
<b>LIPASA</b>		U/L	
<b>CK</b>		U/L	108-350
<b>BILIRUBINA TOTAL</b>		mg/dl	1,81-4,38
<b>BILIRUBINA DIRECTA</b>		mg/dl	0,1-0,7
<b>BILIRUBINA INDIRECTA</b>		mg/dl	0,4-6,3
<b>ALB (Albumina)</b>		g/dl	3,8-4,5
<b>GLOB (Globina)</b>		g/dl	1,2-2,3
<b>Colesterol</b>		mg/dl	73-130
<b>Triglicéridos</b>		mg/dl	5,60-60,40
<b>LDH (Lactato deshidrogenasa)</b>		UI/L	1120-4560

Observaciones.....  
.....  
.....

Tabla 15. Valores obtenidos en hemograma de equinos machos

	WBC	LYM	MID	GRA	LYM%	MID%	GRA%	RBC	HGB	MCHC	MCH	MCV	HCT	PLT
1	7,3	2,1	0,4	4,8	28,8	5,5	65,7	7,91	14	35,98	17,7	49,2	38,9	144
2	11	3,1	0,6	7,3	27,8	5,8	66,4	7,67	12,8	33,02	16,7	50,5	38,8	206
3	11,2	2,6	0,3	8,3	22,9	3	74,1	7,38	12,8	34,28	17,4	50,6	37,3	220
4	7,8	2,9	0,5	4,4	36,9	6,3	56,8	6,9	11,6	32,75	16,8	51,4	35,4	135
5	7,2	3	0,8	3,4	42,3	10,8	46,9	6,92	11,4	33,3	16,5	49,5	34,2	169
6	8,5	2,3	0,4	5,8	26,8	4,4	68,8	6,88	12	33,34	17,3	51,7	35,6	212
7	8,3	2,9	0,7	4,7	34,7	8,4	56,9	7,8	13,1	35,31	16,8	47,6	37,1	222
8	8,4	2,2	0,4	5,8	25,8	5	69,2	6,66	11,6	36,05	17,4	48,3	32,2	229
9	7,7	2,7	0,4	4,6	35	5,4	59,6	8,16	14	32,96	17,2	52,1	42,5	189
10	8,7	3,9	0,7	4,1	45,1	8,4	46,5	6,62	11,3	33,84	17,1	50,4	33,4	179
11	8,6	1,7	0,5	6,4	19,3	6	74,7	7,66	13,1	34	17,1	50,3	38,5	232
12	10,5	4,7	0,9	4,9	44,5	8,4	47,1	7,79	13,6	34,05	17,5	51,2	39,9	215
13	10,3	4,4	0,9	5	42,9	8,3	48,8	8,06	14,7	34,7	18,2	52,6	42,4	192
14	9,4	2,4	0,4	6,6	25,7	4,2	70,1	7,6	13	34,94	17,1	49	37,2	226
15	8,8	1,7	0,3	6,8	18,7	3,5	77,8	6,5	11,5	33,85	17,6	51,9	33,7	215
16	10,4	4,5	1,2	4,7	42,9	11,1	46	8,25	13,3	33	16,1	48,9	40,3	199
17	9,2	2,9	0,5	5,8	31,1	5,2	63,7	7,84	13,6	34,15	17,4	50,8	39,8	214
18	11,7	2,5	0,4	8,8	21,3	3,5	75,2	7,97	13,7	34,8	17,2	49,4	39,4	208
19	11,1	3,3	0,7	7,1	29,2	5,8	65	8,07	13,8	34,41	17,1	49,7	40,1	194
20	6,6	2	0,5	4,1	30,5	7,6	61,9	7,3	12,3	34,42	16,9	49	35,7	167
21	12,9	4,4	0,8	7,7	33,8	6	60,2	7,19	12,3	33,78	17,1	50,7	36,4	193
22	13	7,2	0,9	4,9	55,4	6,6	38	7,1	12,1	33,62	17,1	50,7	36	239
23	10,5	3,6	0,7	6,2	33,9	6,5	59,6	6,43	22	34,83	17,1	49,1	31,6	226
24	14,1	3,9	0,6	9,6	28	4,3	67,7	7,71	14,2	33,42	18,4	55,1	42,5	247
25	7,4	2,2	0,4	4,8	29,2	5,1	65,7	8,56	14,1	32,79	16,5	50,2	43	189
26	8	3,3	0,5	4,2	40,5	6,5	53	7,51	12,4	33,91	16,5	48,7	36,6	235

27	9,6	1,9	0,3	7,4	20,3	2,8	76,9	7,65	12,2	33,38	15,9	47,8	36,5	215
28	14,7	6,8	1,6	6,3	46,4	10,7	42,9	7,46	12,5	36,54	16,8	45,9	34,2	237
29	10,8	3,5	0,6	6,7	32,5	5,2	62,3	8,02	13,5	34,9	16,8	48,3	38,7	251
30	12,1	4,4	1	6,7	36,6	8,1	55,3	8,48	14,7	35,2	17,3	49,2	41,7	236
31	3	1	0,2	1,8	32,4	5,6	62	14,47	26,9	34,1	18,6	54,5	78,9	211
32	9,4	4,4	0,9	4,1	46,3	9,8	43,9	7,53	12,2	33,2	16,2	48,9	36,8	220
33	11	2,9	0,5	7,6	25,9	4,9	69,2	5,75	10,1	34,8	17,6	50,5	29,1	264
34	8	3,4	0,8	3,8	42,7	10,1	47,2	6,49	11	33,6	17	50,4	32,7	210
35	11,1	5,4	1	4,7	48,6	9,2	42,2	6,58	11,5	32,9	17,5	53,2	35	246
36	10,3	3,9	1,2	5,2	37,6	11,5	50,9	5,58	10,3	34,3	18,5	53,8	30	248
37	11,3	4,5	0,8	6	40	7,3	52,7	5,15	9,1	35,6	17,7	49,6	25,5	265
38	11,9	6,1	1	4,8	51,3	8	40,7	7,37	12,8	33,8	17,4	51,3	37,8	240
39	9,9	3,5	0,8	5,6	35,5	0,3	56,2	5,38	9,6	35,6	17,8	50,1	27	305
40	12,6	7,4	0,9	4,3	58,6	6,9	34,5	6,59	11	34,6	16,7	48,3	31,8	240
41	9,2	4,9	0,8	3,5	53,1	8,3	38,6	9,35	17,2	32,5	18,4	56,7	53	233
42	11,2	5,6	1	4,6	50,4	9,3	40,3	5,76	10,7	35	18,6	53	30,5	178
43	8,6	2,3	0,6	5,7	27,4	6,5	66,1	5,76	10,6	34,2	18,4	53,7	31	173
44	10	2,7	0,5	6,8	27,3	4,5	68,2	4,8	8,7	34,5	18,1	52,5	25,2	236
45	9,7	2	0,3	7,4	20,2	3,5	76,3	7,62	12,7	34,2	16,7	48,8	37,2	254
46	9,5	3,1	0,8	5,6	32,5	7,9	59,6	7,47	12,9	34,4	17,3	50,2	37,5	189
47	6,7	3,5	0,6	2,6	51,6	8,7	39,7	6,84	12,5	34,1	18,3	53,5	36,6	232
48	9	2,6	0,5	5,9	28,9	5,3	65,8	5,8	10,6	37,6	18,3	48,6	28,2	190
49	8,9	3,1	0,7	5,1	35,2	8,3	56,5	5,79	11,4	35,8	19,7	55,1	31,9	233
50	8,8	4,6	1,4	2,8	52,2	15,8	32	7,77	12,4	34	16	47	36,5	191
51	12,4	6,7	1,4	4,3	53,8	11	35,2	6,41	11,1	34,3	17,3	50,6	32,4	253
52	9,4	4,2	0,9	4,3	44,4	9,8	45,8	6,6	11,9	34,1	18	52,8	34,9	203
53	11,5	4,7	1,6	5,2	41,1	13,9	45	6,59	11,2	33,6	17	50,7	33,4	230
54	10,6	2,5	0,7	7,4	23,4	6,8	69,8	7,43	12,8	33,5	17,2	51,4	38,2	213
55	8,6	2,3	0,5	5,8	27,3	6,1	66,6	6,42	10,7	33,4	16,7	50	32,1	209

56	13,6	6	1	6,6	44,3	7,3	48,4	6,66	11,2	33,4	16,8	50,3	33,5	277
57	4	1	0,2	2,8	25,9	4,4	69,7	11,01	19,2	33,8	17,4	51,6	56,9	215
58	10,3	5,7	0,6	4	55,1	6,2	38,7	6,55	11,4	32,8	17,4	53,1	34,7	203
59	13	5	0,9	7,1	38,6	7,1	54,3	8,5	14,2	33,2	16,7	50,4	42,8	226
60	12,2	4,9	1,1	6,2	39,8	8,8	51,4	6,52	11	37,2	16,9	45,4	29,5	229
61	9,6	5	0,7	3,9	52	7,1	40,9	7,12	12,2	33	17,1	52	37	283
62	10,6	5,9	0,8	3,9	55,8	7,2	37	7,27	11,5	34,6	15,8	45,7	33,2	382
63	11,6	3,4	0,5	7,7	29,1	4,6	66,3	7,81	13,1	33,5	16,8	50,2	39,2	219
64	12,3	6,9	0,9	4,5	56	6,9	37,1	6,54	10,4	33,3	15,9	47,7	31,2	257
65	10,8	5,1	1	4,7	46,7	9,5	43,8	7,62	12,7	34,2	16,7	48,7	37,1	264
66	10,8	3,4	0,6	6,8	31,6	5,3	63,1	8,05	14,2	33,1	17,6	53,3	42,9	197
67	11,2	6,8	0,7	3,7	60,7	6,1	33,2	6,48	10,4	35,1	16	45,7	29,6	266
68	8,5	3,6	0,6	4,3	43	7,3	49,7	8,42	14,1	33,9	16,8	49,4	41,6	283
69	10	4	0,6	5,4	39,6	6,4	54	8,22	13,8	34,8	16,8	48,3	39,7	243
70	10,9	5,8	0,6	4,5	53,5	5,5	41	7,14	12	35	16,8	48	34,3	202
71	7,2	2,2	0,3	4,7	30,3	4,5	65,2	6,47	10,6	32,9	16,4	49,9	32,3	244
72	12,1	6	0,8	3,95	47,9	9,7	42,4	7,23	11,6	35,6	16	45,1	32,6	291
73	8,3	2,5	0,4	5,4	30,3	4,2	65,5	7,12	12,4	32,7	17,4	53,3	38	174
74	15,2	3,1	0,6	11,5	20,7	3,8	75,5	7,12	12,5	33,5	17,6	52,5	37,3	224
75	12,1	5,9	1,5	4,7	48,8	12,4	38,8	6,46	10,5	38,3	16,3	42,5	27,5	236
76	7,6	4,1	0,7	2,8	54,3	9,1	36,6	5,36	9,6	34,2	17,9	52,4	28,1	216
77	8,8	4,1	0,8	3,9	47,2	9,4	43,4	4,35	11,4	40,1	26,2	65,4	28,4	282
78	7,2	2	0,4	4,8	27,8	4,9	67,3	6,43	11,2	33,4	17,4	52,2	33,5	136
79	9,6	2,1	0,4	7,1	21,8	4,6	73,6	7,02	11,6	32,8	16,5	50,4	35,4	212
80	11,6	2,5	0,5	8,6	21,6	4,1	74,3	7,19	12,4	32,6	17,3	53	38,1	214
81	11,2	4,1	1,1	6	36,1	9,4	54,5	6,99	11,4	33,9	16,3	48,1	33,6	225
82	6,4	2,4	0,5	3,5	36,7	7,2	56,1	7,43	12,8	33,5	17,1	50,9	37,9	158
83	13,6	3,3	0,7	9,6	24,5	5,4	70,1	7,59	12,6	33,3	16,6	49,9	37,8	209
84	8,8	3,5	0,5	4,8	39,8	5,2	55	7,98	12,9	33,6	16,2	48,2	38,5	306

85	12,4	6,5	1,2	4,7	52,4	9,5	38,1	7,69	12,8	33,4	16,7	49,8	38,3	197
86	7,1	1,6	0,3	5,2	22,6	3,9	73,5	6,9	11,5	33,4	16,7	49,9	34,4	182
87	7,8	3,3	0,6	3,9	42,1	8,2	49,7	6,89	11,9	32,7	17,3	52,9	36,4	206
88	9,5	1,5	0,3	7,7	16,2	3,4	80,4	6,41	10,7	32,8	16,7	50,9	32,6	202
89	14,6	6,6	1,4	6,6	45	9,6	45,4	7,45	10	33,9	17,9	45,9	34,2	224
90	11,9	3,5	1	7,4	29,2	8,4	62,4	8,89	14,3	32,3	16,1	49,8	44,2	175
91	9,5	2,2	0,5	6,8	22,9	5,1	72	7,4	12,8	33,3	17,3	52	38,4	249
92	10,7	2,9	0,5	7,3	27	4,4	68,6	6,78	11,7	33,6	17,3	51,3	34,8	252
93	11,8	4,2	0,9	6,7	35,9	7,8	56,3	8,37	14,1	33,4	16,9	50,4	42,2	299
94	8,4	2,7	0,5	5,2	32,1	5,9	62	7,45	12,9	32,2	17,3	53,7	40	210
95	11,5	2,9	0,6	8	25,3	5,1	69,6	6,85	12,1	33,3	17,7	53,1	36,4	232
96	9,5	2	0,4	7,1	21,2	3,9	74,9	7,46	12,4	33,8	16,6	49,2	36,7	284
97	13,3	3,2	0,5	9,6	23,8	3,7	72,5	7,03	12,4	33,6	17,6	52,5	36,9	221
98	11,4	5,7	0,8	4,9	50,5	6,8	42,7	6,77	11,4	31,6	16,9	53,3	36,1	260
99	13,1	6,9	0,9	5,3	52,3	6,8	40,9	5,37	10,5	32,4	19,6	60,3	32,4	318
100	13,7	5,4	1,1	7,2	39,7	8,1	52,2	5,81	10,1	33,7	17,4	51,6	30	167

Tabla 16. Valores obtenidos de química sanguínea en equinos machos.

	FA	GGT	AST	ALT	GLU	PT	UREA	CR	AU	AMILASA	LIPASA	CK- NAC	B. T	B. D	B. I	ALB	GLOB	CHO	TRI	LDH
1	469,08	10,39	298,62	14,76	160,48	4,92	68,5	4,48	1,43	34,48275862	120,61	345,98	1,23	0,62	0,61	3,17	1,75	366,11	3121,94	1964,13
2	298,02	12,24	300,21	12,21	174,29	5,24	60,91	2,02	3,13	73,56321839	202,9	475,02	1,02	0,42	0,6	4,59	0,65	653,16	512,94	1789,1
3	235,87	9,87	400,76	18,38	159,68	6,43	74,25	1,02	0,81	82,75862069	200,65	312,76	1,31	0,36	0,95	3,19	3,24	341,53	353,7	1472,09
4	183,98	12,53	372,25	18,54	279,4	5,49	68,34	3,04	0,61	6,818181818	186,45	291,65	1,39	0,52	0,87	2,89	2,6	422,59	388,09	2017,38
5	264,8	10,63	270,07	14,46	130,48	6,31	100,45	1,19	0,58	31,81818182	173,52	304,67	1,32	0,65	0,67	4,38	1,93	403,32	291,76	1946,71
6	309,37	9,61	266,66	15,36	189,46	7,14	53,63	2,46	1,38	10,37344398	145,97	341,23	1,51	0,5	1,01	4,09	3,05	403,32	294,12	2869,32
7	103,13	9,87	260,71	12,63	147,78	4,31	71,69	2,27	0,81	18,36734694	181,77	397,95	1,85	0,76	1,09	3,61	0,7	414,62	353,06	1702,67
8	209,37	10,93	216,77	14,78	134,6	6,65	81,36	2,6	2,02	16,32653061	136,33	746,02	1,71	0,29	1,42	2,85	3,8	394,68	317,65	2147,63
9	353,13	10,53	380,34	14,31	195,87	7,02	73,84	1,26	0,88	2,173913043	174,89	413,96	1,54	0,27	1,27	2,66	4,36	425,25	225,88	1580,85
10	362,5	9,7	286,21	13,32	180,89	6,15	101,24	2,82	1,15	13,86138614	343,12	414,07	1,84	0,92	0,92	3,12	3,03	384,05	325,67	1713,71
11	347,68	13,47	351,62	15,4	105,71	6,03	82,39	1,48	1,06	74,07407407	123,3	539,04	1,2	0,8	0,4	2,06	3,97	405,91	115,29	1683,99
12	432,38	11,6	319,82	15,63	117,78	6,03	92,95	2,03	1,01	27,77777778	251,59	193,01	1,28	0,78	0,5	2,36	3,67	407,97	269,41	2301,91
13	321,22	10,99	272,83	12,02	135,56	5,05	80,27	1,54	1,01	30,09259259	221	190,43	1,32	1,2	0,12	3,17	1,88	427,24	282,48	1767,13
14	112,5	10,84	234,08	12,91	156,19	6,65	67,83	1,14	0,85	27,8372591	239,61	221,96	1,44	0,32	1,12	5,5	1,15	410,63	376,47	1904,76
15	399	10,71	221,22	13,95	157,14	6,65	87,71	2,3	0,9	8,565310493	293,32	410,83	1,19	0,41	0,78	4,43	2,22	428,57	370,59	1719,89
16	165,63	7,95	269,93	12,11	115,87	7,14	88,71	1,76	0,85	37,70197487	253,38	351,92	1,53	0,29	1,24	2,98	4,16	390,03	397,71	1910,05
17	196,88	14,12	270,89	13,66	145,08	5,78	48,28	1,57	0,79	59,95717345	307,09	951,51	1,15	0,27	0,88	4,8	0,98	446,51	376,06	1696,62
18	243,38	11,2	342,81	15,24	172,38	6,77	102,58	2,08	0,7	100	576,92	680,92	1,8	0,31	1,49	4,01	2,76	451,16	363,53	2025,74
19	189,38	12,63	304,54	13,77	143,81	6,77	59,98	1,97	0,37	37,5	260,2	246,14	1,51	0,41	1,1	3,9	2,87	443,85	378,82	1696,9
20	225,76	10,18	349,08	12,96	135,87	7,2	72,17	2,09	0,63	22,91666667	428,27	334,7	1,55	0,24	1,31	4,58	2,62	461,13	370,59	2464,54
21	306,25	15,34	395,52	19,5	265,71	7,88	303,56	2,19	13,49	49,64539007	147,35	479,55	1,37	0,36	1,01	4,33	3,55	602,66	36	1826,09
22	287,5	13,2	394,54	17,51	203,17	7,38	114,77	2,49	19,06	23,25581395	148,73	395,04	1,24	0,25	0,99	3,82	3,56	470,43	10,59	2194,36
23	284,38	14,52	340,03	15,85	192,38	7,88	281,5	3,76	6,48	15,73033708	161,12	303,87	1,46	0,25	1,21	3,15	4,73	439,2	24,71	1364,25
24	593,75	18,35	432,08	17,36	163,81	7,68	65,99	2,61	2,65	112,3595506	151,48	380,66	1,57	0,29	1,28	2,44	5,24	460,46	18,82	1421,71
25	525	23,09	299,35	15,07	147,3	7,38	100,91	3,45	2,28	58,42696629	194,17	345,09	1,55	0,22	1,33	1,87	5,51	441,86	16,47	1440,54
26	300	18,83	327,47	15,43	136,51	8,72	70,5	2,81	2,12	86,56036446	162,5	583,49	1,42	0,27	1,15	2,19	6,53	419,27	29,41	1852,82
27	375	13,71	483,68	43,06	133,65	7,88	98,07	2,6	2,02	22,77904328	132,86	688,56	1,49	0,29	1,2	1,78	6,1	443,19	33,53	2266,53

28	465,62	17,07	486	35,12	137,14	7,63	103,58	2,41	2,34	10,12658228	163,87	991,41	1,4	0,31	1,09	1,71	5,92	442,52	8,24	1855,89
29	428,13	12,32	336,63	12,26	140,63	8	116,11	3,45	2,18	74,41860465	136,33	531,4	1,84	0,07	1,77	5,45	2,55	449,85	17,65	1324,62
30	315,63	13,78	326,23	16,31	139,36	7,02	106,09	2,51	2,55	325,5813953	155,61	880,61	0,94	0,05	0,89	3,17	3,85	429,24	5,88	2161,47
31	518,75	11,97	330,57	15,9	137,46	7,02	84,7	0,84	2,28	20,10050251	187,28	529,79	1,34	0,27	1,07	2,63	4,39	411,3	7,06	1323,48
32	353,13	10,53	380,34	14,31	140,63	7,02	73,84	1,26	2,02	10,05025126	174,89	813,96	1,54	0,27	1,27	2,66	4,36	425,91	28,24	1580,85
33	634,38	9,75	429,82	14,1	146,35	8,12	68	1,36	2,12	30,66037736	170,76	1030,92	1,23	0,29	0,94	3,58	4,54	415,95	15,29	2509,2
34	506,25	9,67	376,42	17,44	136,83	7,38	91,05	1,36	2,87	56,60377358	177,64	661,8	1,16	0,32	0,84	2,77	4,61	443,19	10,59	2291,37
35	462,5	17,84	363,67	18,03	140,95	7,38	59,98	1,98	16,09	41,94260486	117,05	1379,8	0,83	0,16	0,67	3,17	4,21	429,24	29,41	2997,15
36	456,25	8,56	311,66	12,26	149,21	6,28	92,05	1,87	9,88	8,830022075	111,54	630,2	0,92	0,22	0,7	2,66	3,62	425,25	24,71	2010,28
37	396,87	9,65	324,52	17,55	157,78	6,65	49,95	1,88	2,12	38,63636364	110,17	1062,88	0,68	0,23	0,45	3,04	3,61	411,28	10,59	3054,39
38	543,75	9,51	304,01	12,49	152,38	7,14	84,2	2,09	10,62	2,272727273	123,94	1102,27	0,79	0,23	0,56	2,47	4,67	408,64	16,47	2474,98
39	537,5	14,02	344,63	15,05	135,24	6,89	107,42	1,97	2,55	25	111,54	1118,59	0,7	0,25	0,45	2,9	3,99	431,89	29,41	2591,33
40	534,38	38,27	422,8	15,99	136,51	6,65	84,03	2,17	2,34	5,115089514	115,67	1664,02	0,67	0,25	0,42	2,82	3,83	452,49	20	2885,6
41	931,25	17,05	310,33	14	129,84	5,54	64,99	2,41	4,57	2,557544757	99,15	907,4	0,47	0,18	0,29	3,15	2,39	445,85	24,71	3408,9
42	493,75	25,98	272,66	13,84	121,27	6,89	93,56	1,45	1,81	33,24808184	150,4	631,77	0,72	0,23	0,49	2,74	4,15	421,26	15,29	1743,06
43	425	19,04	407,24	16,58	131,43	7,02	67,16	1,35	2,55	25,70694087	126,69	662,69	0,81	0,22	0,59	2,28	4,74	419,27	49,41	2516,55
44	578,13	30,14	342,39	14,76	155,56	7,14	93,72	1,35	1,7	23,13624679	101,9	767,61	0,27	0,2	0,07	2,58	4,56	421,26	9,41	2204,51
45	215,62	13,17	186,67	16,17	189,84	8,45	144,44	1,87	2,65	7,556675063	150,01	254,78	0,99	0,29	0,7	3,23	5,22	448,5	70,59	1378,13
46	181,25	9,34	289,59	15,4	139,05	7,14	131,98	1,36	2,28	7,389162562	117,05	356,17	1,67	0,31	1,36	3,85	3,29	431,23	7,06	1223,45
47	212,5	9,17	958,41	13,55	161,27	6,52	103,41	0,94	2,07	29,55665025	126,69	280,71	2,05	0,23	1,82	3,9	2,62	475,75	3,53	1062,19
48	292,75	10,19	211,35	13,23	141,9	6,77	162,05	1,04	2,28	116,2227603	139,09	324,01	1,71	0,23	1,48	3,55	3,22	435,22	2,35	957,16
49	181,25	9,2	259,93	15,07	141,27	7,14	102,41	1,77	2,12	2,421307506	150,1	440,14	1,55	0,22	1,33	3,53	3,61	401,99	8,24	1233,07
50	271,88	12,41	241,21	13,54	151,75	5,78	117,61	3,03	1,81	95,95959596	173,51	298,57	1,31	0,22	1,09	3,23	2,55	451,83	21,18	1292,86
51	337,5	9,97	254,57	14,43	121,59	6,77	141,17	2,2	1,81	10,1010101	177,64	299,86	1,31	0,2	1,11	2,98	3,79	451,16	11,76	1600,06
52	187,5	8,76	232,87	12,66	156,83	6,4	146,18	2,39	2,02	304,4554455	179,02	406,16	1,57	0,27	1,3	3,85	2,55	438,54	3,53	1494,46
53	259,38	8,93	241,52	11,64	141,32	7,02	97,57	2,29	2,18	274,7524752	168	427,54	0,81	0,16	0,65	3,58	3,44	439,87	3,53	1379,92
54	196,88	8,97	258,87	13,88	140,63	5,54	137,99	2,49	2,02	126,2458472	202,43	364,53	1,78	0,25	1,53	3,53	2,01	449,83	36,47	1220,36
55	187,5	9,68	227,99	11,48	91,75	6,28	124,8	2,83	1,65	83,05647841	191,41	312,65	1,24	0,18	1,06	3,12	3,16	445,18	30,59	1241,54
56	340,63	12,5	284	13,74	81,9	7,02	159,55	2,1	10,78	106,271777	192,79	443,16	1,64	0,41	1,23	3,55	3,47	426,58	34,12	2196,67
57	375	9,58	253,57	13,39	99,05	6,89	106,59	2,5	6	44,60966543	195,55	302,34	1,13	0,18	0,95	3,82	3,07	491,03	22,35	1275,97

58	228,13	13,34	205,47	12,94	110,48	9,85	69,33	3,23	2,34	25,86206897	140,16	421,89	2,2	0,31	1,89	3,23	6,62	443,85	9,41	1972,34
59	209,37	10,93	216,77	14,78	107,62	6,65	81,36	2,6	2,44	16,32653061	136,33	746,02	1,71	0,29	1,42	2,85	3,8	428,57	18,82	2147,63
60	271,87	10,84	290,03	14,04	94,92	6,77	83,36	2,69	1,91	40,81632653	126,79	840,7	1,76	0,38	1,38	2,82	3,95	418,6	17,65	1736,39
61	562,5	19,66	331,49	17,03	90,79	6,77	112,43	1,88	5,89	12,24489796	126,69	830	2,16	0,25	1,91	3,5	3,27	461,79	21,18	2460,55
62	362,5	9,7	286,21	13,32	83,81	6,15	101,24	2,82	2,34	13,86138614	143,22	414,07	1,84	0,32	1,52	3,12	3,03	435,88	11,18	1713,71
63	500	9,01	331,77	21,34	88,25	6,65	96,4	3,02	2,39	18,44262295	137,71	940,49	1,49	0,36	1,13	3,61	3,04	439,2	7,06	2573,86
64	409,38	7,73	272,92	23,83	80,63	7,38	56,8	3,13	1,75	16,39344262	129,45	690,92	1,94	0,32	1,62	2,85	4,53	454,48	8,24	2063,53
65	450	18,17	303,17	22,09	80	5,91	96,56	3,1	2,07	3,96039604	136,33	942,32	1,96	1,82	0,14	3,69	2,22	441,86	12,94	1915,9
66	403,13	14,71	390,11	17,09	70,16	6,89	83,2	2,08	1,91	4,098360656	139,09	860,94	2,06	0,34	1,72	3,88	3,01	433,89	7,06	150,51
67	343,75	11,56	322,85	21,7	110,48	6,52	87,71	3,76	2,28	18,67219917	130,82	830,42	1,69	0,38	1,31	3,82	2,7	439,2	22,35	2114,08
68	309,37	9,61	266,66	15,36	77,46	7,14	53,63	2,46	2,39	10,37344398	145,97	541,23	1,51	0,5	1,01	4,09	3,05	420,6	12,94	2869,32
69	325	8,94	243,24	18,79	80,95	6,15	85,04	3,23	1,63	41,49377593	133,58	679,74	1,3	0,4	0,9	4,15	2	452,49	31,73	1382,11
70	378,13	5,24	287,71	24,54	96,83	7,14	93,22	2,61	1,96	6,342494715	129,45	704,66	2,11	0,32	1,79	2,74	4,4	443,19	4,71	1718,92
71	353,12	12,51	346,09	15,76	88,89	6,65	97,57	2,29	1,75	12,14574899	128,07	1006,56	1,78	0,34	1,44	4,8	1,85	451,16	11,76	3543,88
72	721,88	5,98	256,74	18,2	112,7	5,91	85,37	2,62	2,92	16,563147	155,61	543,23	1,28	0,32	0,96	3,63	2,28	463,12	27,06	1421,64
73	643,75	6,48	302,68	14,35	85,08	6,89	94,39	1,46	2,55	8,281573499	206,56	842,7	1,1	0,34	0,76	3,96	2,93	423,26	18,82	2010,81
74	553,13	8,17	306,82	14,56	133,65	6,52	84,2	1,57	2,39	4,140786749	206,56	658,64	1,49	0,49	1	2,71	3,81	435,88	9,41	2186,96
75	825	8,17	260,3	13,48	134,92	6,28	89,38	2,41	6,42	2,557544757	188,66	373,23	1,22	0,34	0,88	3,66	2,62	476,41	23,53	1510,83
76	565,63	13,19	372,25	13,48	102,22	6,52	115,44	1,76	4,83	5,115089514	132,69	430,87	1,1	0,41	0,69	3,88	2,64	448,5	11,76	3202,52
77	150	6,42	291,17	15,1	100,32	5,29	98,07	1,75	1,49	89,64143426	205,19	405,27	2,38	0,5	1,88	4,2	1,09	444,52	28,3	1899,42
78	103,13	5,71	292,75	13,94	91,11	4,8	85,87	1,88	1,59	49,80079681	223,09	310,18	0,72	0,47	0,25	3,72	1,08	413,29	45,88	1357,52
79	125	10,14	199,47	13,57	152,38	5,42	110,26	2,59	1,54	89,64143426	225,84	289,24	2,03	0,74	1,29	4,45	0,97	486,38	63,53	1065,83
80	125	14,44	275,96	17,13	106,67	7,92	102,24	1,88	1,7	79,59183673	161,12	284,27	1,69	0,81	0,88	3,96	3,96	449,83	41,18	1309,52
81	128,12	8,51	267,36	12,15	137,46	4,43	103,91	2,29	1,38	9,132420091	199,68	265,66	2,03	0,59	1,44	3,25	1,18	475,08	37,65	1335
82	106,25	7,94	215	12,52	114,92	3,94	141	2,5	1,81	57,14285714	194,17	225,91	1,71	0,52	1,19	2,96	0,98	471,1	22,35	1013,51
83	109,37	9,87	296,98	17,43	111,43	5,42	106,92	1,97	1,49	30,6122449	192,79	225,91	0,97	0,37	0,6	3,66	1,76	478,4	27,06	1415,89
84	103,13	7,98	260,71	12,63	113,97	4,31	110,1	2,27	1,65	18,36734694	181,77	397,95	1,85	0,76	1,09	3,61	0,7	457,81	47,06	1702,67
85	187,5	8,65	273,87	13,95	76,19	6,52	76,68	2,79	15,93	15,0862069	212,07	356,78	1,21	0,47	0,74	3,53	2,99	453,82	50,59	437,6
86	206,25	8,99	247,77	11,95	81,59	6,28	126,97	2,7	1,49	19,23076923	223,09	256,14	1,18	0,45	0,73	3,8	2,48	442,52	41,18	1156,11
87	287,5	9,5	1209,38	16,03	127,3	6,15	81,69	2,29	10,83	27,77777778	247,87	289,26	2,75	0,77	1,98	4,01	2,14	428,57	56,47	1547,75

88	325	35,66	215,22	12,47	91,11	6,4	82,2	2,67	9,45	40,5982906	218,96	388,66	3,02	0,61	2,41	3,9	2,5	457,81	52,94	1256,24
89	331,25	7,36	223,77	39,1	138,73	6,65	78,69	2,62	1,65	62,11180124	106,04	329,2	3,01	0,76	2,25	4,23	2,42	447,84	42,35	2512,08
90	203,13	8,9	53,1	2,26	123,49	6,28	127,8	2,79	7,65	49,68944099	130,82	179,47	1,76	0,52	1,24	4,18	2,1	494,35	70,59	1331,9
91	253,12	8,83	219,84	15,05	88,25	7,14	61,81	3,39	14,12	12,07729469	148,72	292,04	1,28	0,22	1,06	2,98	4,16	430,56	5,88	1124,57
92	203,12	7,96	253,33	13,2	119,05	8,12	126,63	2,2	8,07	31,40096618	148,72	384,85	1,55	0,54	1,01	4,31	3,81	467,77	16,47	1169,83
93	253,13	12,1	365,67	14,7	122,54	7,51	123,63	1,77	15,82	11,76470588	176,27	464,56	0,99	0,32	0,67	4,66	2,85	461,79	4,71	1331,43
94	290,63	13,61	311,22	17,92	122,54	8,12	107,42	2,2	6,27	18,82352941	133,58	615,19	1,51	0,36	1,15	4,69	3,43	457,81	8,24	1183,35
95	425	7,98	461,37	13,94	74,6	8,25	76,35	1,67	1,81	17,85714286	145,97	1179,05	0,72	0,23	0,49	2,25	6	436,54	10,59	1893,95
96	253,13	20,64	330,13	16,69	107,94	6,77	126,8	2,18	1,7	5,102040816	158,36	365,12	1,04	0,38	0,66	4,91	1,86	429,9	3,53	1605,85
97	406,25	10,09	281,8	13,87	94,92	8,98	108,59	1,56	6,74	7,722007722	144,59	392,26	0,97	0,29	0,68	4,88	4,1	445,18	7,06	1141,38
98	568,75	12,9	372,5	14,32	86,98	6,15	78,19	2,56	12,32	21,23552124	176,27	951,98	2,79	0,65	2,14	0,71	5,44	425,25	12,94	3478,94
99	768,75	31,81	326,42	14,61	60,95	7,63	77,18	1,98	2,23	5,791505792	141,84	1200,56	2,86	1,08	1,78	0,49	7,14	437,87	2,35	2003,36
100	518,75	7,15	386,57	16,76	122,86	7,75	45,94	2,78	15,72	1,890359168	154,23	733,35	0,81	0,62	0,19	2,84	4,91	420,6	8,24	2875,52



*Figura 6. Centrifugadora*



*Figura 7. Procesamiento de muestras*

