

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

*Trabajo de titulación previo a  
la obtención del título de  
Médica Veterinaria Zootecnista*

**TRABAJO EXPERIMENTAL:**

**“DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES EN  
HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN BOVINOS HEMBRAS DE  
RAZA HOLSTEIN EN CONDICIONES DE ALTITUD”**

**AUTORA:**

JENNY FABIOLA SIGUA OCHOA

**TUTOR:**

DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE

CUENCA – ECUADOR

2019

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Jenny Fabiola Sigua Ochoa con documento de identificación No. 0105470074, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación: **“DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES EN HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN BOVINOS HEMBRAS DE RAZA HOLSTEIN EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Médica Veterinaria Zootecnista*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora, me reservo los derechos morales en la obra citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2019



Jenny Fabiola Sigua Ochoa

C.I. 0105470074

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:  
**“DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES EN HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN BOVINOS HEMBRAS DE RAZA HOLSTEIN EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, realizado por Jenny Fabiola Sigua Ochoa, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2019



Juan Leonardo Masache Masache

C.I. 1103109003

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Jenny Fabiola Sigua Ochoa con documento de identificación No. 0105470074, autora del trabajo de titulación: **“DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES EN HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN BOVINOS HEMBRAS DE RAZA HOLSTEIN EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2019



Jenny Fabiola Sigua Ochoa

C.I. 0105470074

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi amor y cariño este trabajo de investigación principalmente a mis padres Jorge Sigua y Mariana Ochoa, por ser los principales cimientos para la construcción de mi vida profesional, quienes pusieron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, por brindarme siempre su apoyo, consejos, comprensión, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis agradecimientos a:

Mi Dios por la vida que me bendice, por cuidarme y protegerme siempre y permitirme cumplir cada una de mis metas, a mis padres por ser los principales motores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, gracias a mi madre Mariana por estar dispuesta siempre en apoyarme y escucharme en momentos difíciles y brindarme un consejo, gracias a mi padre Jorge por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida.

Mis abuelos por el apoyo desde el primer día en mi formación profesional, tíos, tías y a toda mi familia que estuvieron ahí siempre guiándome y brindándome ánimos para seguir, hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Mi institución Universidad Politécnica Salesiana y a mis maestros por sus conocimientos y experiencias compartidas.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Problema .....	19
1.2 Delimitación.....	19
1.2.1 Temporal .....	19
1.2.2 Espacial .....	20
1.2.3 Académica.....	21
1.3 Explicación del problema .....	21
1.3.1 Hipótesis nula.....	22
1.3.2 Hipótesis alternativa.....	22
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo general .....	22
1.4.2 Objetivos específicos.....	22
1.5 Fundamentos teóricos .....	22
2. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1 Origen y Difusión de los bovinos .....	24
2.2 Clasificación de los Bovinos por aptitud productiva .....	24

2.3	Producciones y productos .....	25
2.4	Etapas del desarrollo de bovinos.....	25
2.5	Raza Holstein.....	25
2.5.1	Reseña .....	25
2.5.2	Historia.....	26
2.5.3	Aspecto.....	26
2.5.4	Color.....	26
2.5.5	Conformación anatómica .....	26
2.5.6	Características generales .....	27
2.5.7	Valores hematológicos y bioquímicos de referencia en Bovinos .....	27
2.5.8	Parámetros para diagnóstico hepático en el Bovino.....	28
2.6	Obtención y manejo de muestras para análisis en el laboratorio .....	28
2.7	Toma de muestras sanguíneas.....	29
2.8	Sitios de obtención de la muestra en bovinos .....	30
2.9	Obtención de muestra para hematología.....	30
2.9.1	Anticoagulantes utilizados para hematología.....	31
2.10	Obtención de muestra sanguínea para bioquímica clínica.....	32
2.10.1	Obtención de plasma y suero sanguíneos .....	33
2.11	Hematopoyesis.....	34
2.12	Leucopoyesis.....	34
2.13	Eritropoyesis .....	35



2.14	La sangre.....	35
2.14.1	Glóbulos rojos.....	36
2.14.2	Glóbulos blancos .....	37
2.14.3	Plaquetas.....	39
2.14.4	Plasma.....	39
2.15	Hemograma.....	40
2.15.1	Hematocrito .....	41
2.15.2	Hemoglobina total .....	41
2.15.3	Hemoglobina corpuscular media (HCM) .....	41
2.15.4	Concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC) .....	41
2.15.5	Volumen corpuscular medio (VCM).....	42
2.15.6	Recuento de plaquetas .....	42
2.16	Química sanguínea o enzimología diagnóstica.....	43
2.16.1	Fosfatasa Alcalina (ALP/FAS/FA).....	43
2.16.2	Gamma glutamil transpeptidasa (GGT) .....	44
2.16.3	Aspartato aminotransferasa AST (GOT).....	45
2.16.4	Alanina transferasa ALT (GPT).....	45
2.16.5	Glucosa.....	45
2.16.6	Proteínas plasmáticas (PT) .....	46
2.16.7	Albúmina (ALB).....	47
2.16.8	Globulinas (GLO).....	47
2.16.9	Urea .....	48
2.16.10	Ácido úrico (AU).....	48
2.16.11	Aamilasa (AMI) .....	49

2.16.12	Lipasa (LIP).....	49
2.16.13	Creatinina (CRE).....	50
2.16.14	Creatine kinasa (CK).....	50
2.16.15	Bilirrubinas.....	51
2.16.16	Colesterol (CHOL).....	51
2.16.17	Triglicéridos (TRI).....	52
2.17	Resumen del estado del arte del estudio del problema. ....	53
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
3.1	Materiales.....	54
3.1.1	Físicos.....	54
3.1.2	Químicos .....	55
3.1.3	Biológicos.....	56
3.2	Método .....	56
3.3	Diseño estadístico .....	56
3.4	Población y muestra.....	58
3.5	Toma de las muestras.....	58
3.6	Procesamiento de las muestras.....	59
3.6.1	Hemograma .....	59
3.6.2	Química sanguínea .....	59
3.7	Variables de estudio.....	62
3.8	Toma y registro de datos.....	63

3.9	Consideraciones éticas .....	63
4	RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	65
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
5.1	Conclusiones .....	93
5.2	Recomendaciones .....	95
6	BIBLIOGRAFÍA .....	97
7	ANEXOS .....	104
7.1	Ficha clínica del paciente .....	104
7.2	Resultados de Hemograma de bovinos hembras raza Holstein. ....	105
7.3	Resultados de Química Sanguínea de bovinos hembras raza Holstein.....	111
7.3	Imágenes del trabajo experimental .....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de referencia de hemograma .....	27
Tabla 2: Valores de referencia del perfil bioquímico .....	28
Tabla 3: Parámetros de laboratorio, útiles para el diagnóstico hepático en el bovino.....	28
Tabla 4: Información que aporta el hemograma .....	40
Tabla 5: Materiales Físicos .....	54
Tabla 6: Materiales Químicos.....	55
Tabla 7: Materiales Biológicos .....	56
Tabla 8: Parámetros calculados del Hemograma.....	62
Tabla 9: Parámetros calculados de la química sanguínea.....	63
Tabla 10: Resultado de parámetros hematológicos de bovinos hembra raza Holstein.....	66
Tabla 11: Hemograma de novillas Holstein.....	67
Tabla 12: Hemograma de vacas lactantes Holstein. ....	67
Tabla 13: Hemograma de vacas gestantes-lactantes Holstein. ....	68
Tabla 14: Hemograma de vacas secas Holstein.....	68
Tabla 15: Comparación de los valores de hemograma referenciales fijados por la literatura y los valores obtenidos en esta investigación. ....	71
Tabla 16: Resultados de parámetros bioquímicos de bovinos hembra raza Holstein.....	77
Tabla 17: Química sanguínea de novillas Holstein.....	78
Tabla 18: Química sanguínea de vacas lactantes Holstein. ....	78
Tabla 19: Química sanguínea de vacas gestantes-lactantes Holstein. ....	79
Tabla 20: Química sanguínea de vacas secas Holstein.....	79
Tabla 21: Comparación de los valores de química sanguínea referenciales fijados por la literatura y los valores obtenidos en esta investigación. ....	83

Tabla 22: Valores referenciales obtenidos del hemograma de bovinos hembras raza Holstein a una altitud de 2550-3000 msnm.....	91
Tabla 23: Valores referenciales obtenidos de química sanguínea de bovinos hembras raza Holstein a una altitud de 2550-3000 msnm. ....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ciudad de Cuenca .....	20
Figura 2: Mapa de la Parroquia Tarqui .....	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Unidades experimentales y toma de datos.....	117
Ilustración 2: Manejo y sujeción del paciente para la toma de muestra .....	117
Ilustración 3: Extracción de la muestra sanguínea.....	117
Ilustración 4: Muestras para el hemograma .....	118
Ilustración 5: Muestra para Química sanguínea.....	118
Ilustración 6: Proceso del hemograma .....	118
Ilustración 7: Obtención del suero sanguíneo .....	119
Ilustración 8: Proceso de química sanguínea .....	119
Ilustración 9: Materiales de campo .....	119
Ilustración 10: Equipos de laboratorio .....	120
Ilustración 11: Laboratorio .....	120

## RESUMEN

En la presente investigación tuvo como objetivo determinar valores referenciales en hemograma y química sanguínea en bovinos hembras de raza Holstein en condiciones de altitud, los datos fueron tomados de 100 muestras sanguíneas de animales aparentemente sanos, las muestras se procesaron por métodos automáticos utilizando los equipos del laboratorio clínico veterinario de la Universidad Politécnica Salesiana. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Microsoft Excel y el software (Minitab 19), realizando también un diagrama de caja para eliminar los datos extremos, seguido de un análisis estadístico descriptivo; luego se elaboró el gráfico de probabilidades para obtener el valor p de Kolmogorov Smirnov que nos indica si los datos siguen una distribución normal o no normal. Para obtener los valores de referencia en el caso de los datos que seguían una distribución normal, se realizó mediante un método paramétrico y el uso de la fórmula media  $\pm 2SD$ , y en el caso de valores que no seguían una distribución normal se calcularon mediante el método no paramétrico del percentil calculando el valor percentil 2.5 para el límite inferior y 97.5 para el límite superior. Los valores referenciales obtenidos en esta investigación tuvieron diferencias significativas con respecto a los valores de referencia citados, la mayoría con un rango más amplio que la bibliografía, por lo que se puede concluir que la altitud sí interfiere en los resultados de hemograma y química sanguínea en bovinos hembra raza Holstein tomados a 2500-3000 msnm.



## ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to determine reference values in blood count and blood chemistry in female bovines of the Holstein breed at altitude conditions, the data were taken from 100 blood samples of apparently healthy animals, the samples were processed by automatic methods using the equipment of the veterinary clinical laboratory of the Salesian Polytechnic University. For the statistical analysis of the data you will see the Microsoft Excel program and the software (Minitab 19), you can also use a box diagram to eliminate the extreme data, followed by a descriptive statistical analysis, then the probability plot was drawn up to obtain the p-value of Kolmogorov Smirnov that tells us whether the data follow a normal or non-normal distribution. To obtain the reference values in the case of the data that followed a normal distribution, it was performed using a parametric method and the use of the mean formula  $\pm 2SD$ , and in the case of values that did not follow a normal distribution, they were calculated using the non-parametric percentile method, calculating the 2.5 percentile value for the lower limit and 97.5 for the upper limit. The reference values obtained in this investigation had significant differences with respect to the reference values cited, the majority with a wider range than the bibliography, so it can be concluded that altitude does interfere with blood count and blood chemistry results in Holstein female bovines, taken at 2500-3000 meters above sea level.

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, es frecuente el uso de valores referenciales obtenidos con una metodología definida que indican el rango o intervalo de confianza para los valores de las variables de la mayoría de la población. (Álvarez, 2001, p. 13)

Como todo ser vivo el ganado Bovino especialmente las vacas en producción son susceptibles a padecer diferentes patologías por lo que es necesario la intervención de un Médico Veterinario. Las enfermedades pueden presentarse en diversas etiologías por lo que es fundamental apoyarse en algo más que la experiencia y un adecuado examen físico, como en el desarrollo de exámenes complementarios que permitan al Médico sustentar diagnósticos precisos como es un estudio de química sanguínea y hemograma.

Los valores de hematología y bioquímica, se consideran de gran interés dentro del diagnóstico de patologías en los animales, porque ofrece información adicional sobre los cambios en el fisiologismo animal, lo que permite al veterinario un diagnóstico más preciso y verídico que conducirá a la aplicación de un mejor tratamiento.

En Medicina Veterinaria, el uso de la Bioquímica Clínica ha trascendido el diagnóstico de enfermedades clínicas, para transformarse además en una herramienta valiosa en la detección de enfermedades subclínicas y alteraciones nutricionales y metabólicas a nivel poblacional, lo que obliga a detectar diferencias significativas en algunos parámetros, aun dentro de los límites normales estimados para cada especie y categoría de animales. (Bogin et al., 1989, pp. 17-18)

En los últimos años, el aumento en el uso y el mayor conocimiento de la biopatología clínica nos ha llevado a una detección más precisa de la enfermedad y al uso de enfoques terapéuticos racionales. Ahora es posible realizar un amplio rango de análisis en los laboratorios. (Villiers y Blackwood, 2012, p. 1)

## 1.1 Problema

La idea de esta investigación nace de la necesidad de obtener valores referenciales en hemograma y química sanguínea en ganado Bovino hembra Holstein a nivel de altura, ya que en nuestro medio es escasa la información sobre los parámetros hematológicos y de química sanguínea en Bovinos publicada a nivel regional, resultando una problema; por lo general los profesionales relacionados con la salud y la producción animal deben recurrir frecuentemente, como fuente de información básica a publicaciones realizadas sobre animales que han tenido otro tipo de manejo y explotación como así también expuestos a condiciones ambientales diferentes, por lo que se puede ver influenciada en la variación de los valores de laboratorio.

La explotación de ganado lechero en la zona sierra como Cuenca, resulta una fuente de ingreso considerable tanto para pequeños como para grandes productores, convirtiéndose en el sustento económicos de las parroquias como Tarqui, Cumbe y Victoria del Portete consideradas las zonas de mayor producción ganadera del cantón Cuenca, donde la raza Holstein es la que predomina dentro de su hato ganadero, conocida por su alta producción en leche y su fácil adaptación a diferentes condiciones geográficas.

Es importante mencionar que a nivel del país las investigaciones sobre pruebas hematológicas y química sanguínea en Bovinos Holstein realizadas son realmente escasas, por lo que la presente investigación se enfoca en proporcionar una información propia de la zona y así contribuir con la mejora de la producción lechera.

## 1.2 Delimitación

### 1.2.1 Temporal

La investigación tuvo una duración de 400 horas que se distribuye en el proceso experimental y en la redacción del documento final.

### 1.2.2 Espacial

La presente investigación se realizó en el laboratorio veterinario de la clínica Polivet de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, las muestras sanguíneas fueron obtenidas de bovinos hembras raza Holstein de ganaderías de la Parroquia Tarqui perteneciente al catón Cuenca.

El Cantón Cuenca está localizado dentro de la región sierra; región seis y pertenece a la provincia del Azuay cuenta con una latitud de  $2^{\circ} 53' 57''$  S y una longitud de  $79^{\circ} 00' 55''$ O, su superficie es de 15.730 hectáreas y presenta un clima con temperaturas que oscilan entre los  $14^{\circ}\text{C}$  y los  $18^{\circ}\text{C}$ , durante todo el año, se encuentra a 2.538 m.s.n.m. Limita al norte con la provincia de 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 Sígfig.

*Figura 1.* Mapa de la ciudad de Cuenca

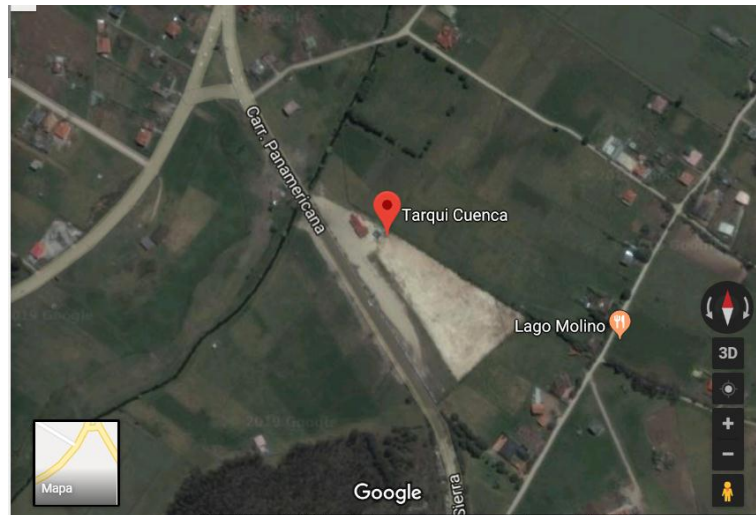


Fuente: (Google Maps, 2019)

La Parroquia Tarqui se encuentra ubicada en el suroeste del Cantón Cuenca, de la provincia del Azuay, en la cordillera oriental de los Andes. Tiene una superficie de 15.100 hectáreas, se encuentra a 2.620 m.s.n.m. El centro urbano parroquial se encuentra a 17 Km., del centro de Cuenca, sus coordenadas son Longitud X = 718720 Latitud Y = 9667003. La parroquia Tarqui, posee 26 comunidades que aglutina a 8.921 habitantes. Sus límites con

otras parroquias del Cantón Cuenca son: Al norte: Baños, Turi y el Valle. Al sur: Victoria del Portete y Cumbe. Al este: Quingeo y Santana. Al oeste: Baños y Victoria del Portete.

*Figura 2:* Mapa de la Parroquia Tarqui



Fuente: (Google Maps, 2019)

### 1.2.3 Académica

Con el actual trabajo experimental, se fomenta el fortalecimiento del estudiante dentro de los conocimientos adquiridos sobre el área de Laboratorio Clínico, el cual es de gran ayuda hoy en día para el diagnóstico y tratamiento de patologías en las diferentes especies animales.

### 1.3 Explicación del problema

Con el paso del tiempo y con la evolución de las organizaciones ganaderas, va cambiando el concepto sobre los métodos de diagnóstico utilizados en diferentes especies animales, para muchos ganaderos en varios países han optado por realizar estudios más concretos sobre las patologías que presentan dichos animales con la utilización de diagnóstico mediante pruebas de laboratorio. Por lo que resulta de suma importancia poseer valores referencias en hemograma y química sanguínea propio de nuestro medio para la mejor detección de

enfermedades en nuestros pacientes, tomando en cuenta que la mayoría de literatura presenta valores de otros países que varía tanto en su geografía como en el clima.

#### 1.3.1 Hipótesis nula

No existe diferencias significativas entre las medias de los valores hematológicos y química sanguínea obtenidos de la hembra Holstein con las medias de los valores presentados por otros laboratorios.

#### 1.3.2 Hipótesis alternativa

Existe diferencias significativas entre las medias de los valores hematológicos y química sanguínea obtenidos de la hembra Holstein con las medias de los valores presentados por otros laboratorios.

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo general

- Determinar valores de referencia en hemograma y química sanguínea en bovinos hembras Holstein a nivel de altura en la provincia del Azuay.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar el hemograma y química sanguínea a pacientes bovinos hembras de raza Holstein aparentemente sanas.
- Determinar el valor medio de los parámetros de hemograma y química sanguínea.
- Comparar resultados con referencias bibliográficas
- Realizar una tabla de valores referenciales en hemograma y química sanguínea definido para una altitud de 2550- 3000 msnm.

### 1.5 Fundamentos teóricos

El presente trabajo está orientado en generar valores referenciales en hemograma y química sanguínea en bovinos hembra raza Holstein para la ciudad de Cuenca, de esta

manera poseer datos más confiables y propios de nuestro medio para poder dar un diagnóstico más certero del estado fisiológico de los pacientes.

Los análisis de laboratorio en la actualidad tanto como hemograma y química sanguínea, conforma una herramienta de gran utilidad para el médico tratante ya que permite mayor facilidad en el momento de evaluar al paciente y determinar su padecimiento.

## 2. MARCO TEÓRICO

En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés de la aplicación de los análisis clínicos veterinarios en el diagnóstico de patologías en animales. En el área de bioquímica sanguínea y hematología, tiene gran importancia en estas aplicaciones porque ofrece información adicional al veterinario para realizar un diagnóstico más preciso y/o más verídico que conducirá a un mejor tratamiento. (Tallacagua y Mamani, 2017, p. 694)

### 2.1 Origen y Difusión de los bovinos

Suponen los paleontólogos que el origen de la familia de los bovinos se remonta al periodo Pleistoceno que se caracterizó por grandes glaciares, que obligaron a los animales existentes a refugiarse en la región de Himalaya. En este periodo se originaron dos tipos de bovinos: Auruch (*Bos primigenius*), Cebú (*Bos indicus*). Emigrando antiguamente hacia toda Asia, Europa y África. Emigración moderna hacia América en el siglo XVI, dando origen al ganado vacuno criollo. (Castro, 2002, p. 39)

### 2.2 Clasificación de los Bovinos por aptitud productiva

“Los vacunos se pueden clasificar por su aptitud productiva en animales de tipo carne o tipo leche, aunque también se habla de animales con la doble aptitud”. (Castro, 2002, p. 40)

Una raza lechera se define como un grupo de animales con antepasados comunes desarrollados para la producción de leche, que presenta características similares de tipo y producción. Se observa que las vacas lecheras deben poseer una conformación triangular con un buen desarrollo de la glándula mamaria (ubres) y gran desarrollo del tórax. (Castro, 2002, p. 40)



### 2.3 Producciones y productos

La especie bovina es la tercera especie que más carne produce a nivel mundial. (...) En el mundo se producen más de 500 millones de toneladas de leche de vaca, lo que supone algo más del 85% de la leche total producida. (Sañudo, 2008, pp. 20,22)

### 2.4 Etapas del desarrollo de bovinos

Luego del nacimiento se le considera ternero hasta los ocho meses de edad, dentro los cuales se realiza el destete, identificación, desparasitación y descorne. De los ocho meses en adelante hasta cumplir los dos años son considerados toretes en caso de los machos y novillas en caso de la hembra, las cuales van a entrar al padreo deberán tener un peso aproximado de 300 kg (mínimo 280 kg); luego ya serán considerados animales adultos. (Castro, 1984, pp. 178,179,181)

### 2.5 Raza Holstein

“Es sin duda la raza bovina de mayor importancia, por su disfunción internacional, por sus censos y por su aportación a las estadísticas productivas en leche”. (Sañudo, 2008, p. 64)

#### 2.5.1 Reseña

De origen holandés, mejorada en los Estados Unidos y en varios países latinos. Su color es blanco y negro; la mayor, por su tamaño en las razas lecheras. Peso del macho: 1.000 kg., de la hembra; 679 kg.; la cría al nacer pesa de 36 a 56 kg. Se adapta a praderas y establos, comen bien forrajes secos concentrados. Terminando su vida útil como productora de leche, engorda hasta aumentar su valor comercial y pasa a ser útil como productora de carne. (Grupo Latino, 2006, p. 222)

### 2.5.2 Historia

“Esta raza, sin duda la más importante en la actualidad, se creó en EE UU y Canadá a partir de ganado frisón (*friesian*), fundamentalmente holandés, importando en los siglos XVII, XVIII y, sobre todo, en la segunda mitad del XIX”. (Buxadé, 2005, p. 833)

“Es originaria de Holanda y pertenece al grupo de ganado de raza autóctona y no una neoformación, como las razas inglesas y americanas”. (Grupo Latino, 2006, p. 222)

“En los países europeos se les encuentra como animal de doble propósito. En Estados Unidos se desarrolló un tipo con más alta producción de leche, que luego fue distribuido en América latina”. (Koeslag, 2015, p. 37)

### 2.5.3 Aspecto

“Constitución vigorosa, enérgica, vital, esqueleto fino”. (Grupo Latino, 2006, p. 222)

### 2.5.4 Color

“El color característico de la raza Holstein es blanco manchado de negro. En ocasiones se observan ejemplares con manchas rojas. La proporción de los dos colores es variable, aunque siempre debe ser blanco el abdomen, la borla de la cola y parte de las extremidades. (Koeslag, 2015, p. 37)

“Blanco y negro, de manchas bien separadas sin mezclas”. (Grupo Latino, 2006, p. 222)

### 2.5.5 Conformación anatómica

La cabeza; larga, amplia, nariz recta, frente con buen espacio de ojo a ojo; los cuernos cortos, sensiblemente planos, encorvados hacia fuera y hacia adentro; el cuello grueso en el macho, en la hembra delgado; las espaldillas, descarnadas y angulosas; el tronco amplio que demuestra buena capacidad respiratoria y digestivas; las caderas más cuadradas que

alargadas; el anca larga y ligeramente caída; los miembros posteriores gruesos, separados y bien aplomados, la ubre grande, pezones bien distribuidos, venas lecheras gruesas; su alzada va de 1.30 metros del piso a la cruz, región sacra 1.32 metros; un cuerpo de espalda a la nalga 1.62 metros. (Grupo Latino, 2006, p. 222-223)

#### 2.5.6 Características generales

La precocidad aceptable, las terneras paren a los 23 meses; tiene una adaptabilidad sensible a la piroplasmosis, buena para tierras planas; su fecundidad aceptable, propensa a enfermedades genitales; temperamento apacible, reposado y dócil; prepotencia muy buena se llega a apreciar en todo cruce; función lechera va la cabeza de todas las razas como productora. (Grupo Latino, 2006, p. 222-223)

“Los sistemas de producción de la raza son tan variables como su amplia difusión internacional, habiéndose adaptado tanto a modelos extensivos como a los más intensificados”. (Sañudo, 2008, p. 66)

#### 2.5.7 Valores hematológicos y bioquímicos de referencia en Bovinos

Tabla 1: *Valores de referencia de hemograma*

Analitos	Unidades	Valor referencial
Hematocrito	L/L	0.24 – 0.46
Hemoglobina	g/l	80 – 150
Eritrocitos	$\times 10^{12} / L$	5.0 – 10.0
VGM	Fl	40 – 60
CGMH	g/l	300 – 360
Plaquetas	$\times 10^9 / L$	100 – 800
Leucocitos	$\times 10^9 / L$	4 – 12
Linfocitos	$\times 10^9 / L$	2.5 – 7.5
Monocitos	$\times 10^9 / L$	0.0 – 0.8

Fuente: (Núñez, Bouda 2007, p.276).

Tabla 2: *Valores de referencia del perfil bioquímico*

Analito	Unidades	Valor referencial
Glucosa	mmol/L	2.6 – 4.9
Urea	mmol/L	2.5 – 6.6
Creatinina	umol/L	<129
Bilirrubina total	umol/L	0 – 11.7
AST	U/L	< 120
Fosfatasa Alcalina	U/L	< 237
GGT	U/L	< 29
CK	U/L	< 300
Proteínas totales	g/l	59.5 – 80.0
Albuminas	g/l	27.7 – 40.4
Globulinas	g/l	26.2 – 45.2

Fuente: (Núñez, Bouda 2007, p.277).

### 2.5.8 Parámetros para diagnóstico hepático en el Bovino

Tabla 3: *Parámetros de laboratorio, útiles para el diagnóstico hepático en el bovino*

Parámetro	Límite normal Superior
Bilirrubina Total (BT)	8,5 µmol/l
Bilirrubina I	6,8 µmol/l
Bilirrubina II	3,4 µmol/l
Concentración total de ácidos biliares	40 µmol/l (hasta 380 µmol/l)
Aspartato Amino Transferasa (AST)	A: 40-50 U/L
Alanina Amino Transferasa (ALT)	A: 20 U/L
Gamma Glutamyl Transferasa (γGT)	A: 20 U/L T: 20-50 U/L
Ornitina Carbamil Transferasa (OCT)	A: 20 U/L
Sorbitol Deshidrogenasa (SDH)	A: 10 U/L
Glutamato Deshidrogenasa (GLDH)	A: 10 U/L

Fuente: (Dirksen, Gründer y Stöber, 2005, p. 573)

### 2.6 Obtención y manejo de muestras para análisis en el laboratorio

La práctica clínica del médico veterinario incluye la obtención de muestras de sangre y su adecuado manejo y envío al laboratorio. El médico veterinario debe ser capaz de aplicar

técnicas muy precisas para que el material que remita al laboratorio este en perfectas condiciones para ser procesado y a partir de ellos obtener resultados confiables que sirvan como herramienta médica. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 10)

“Hay ciertas condiciones que deben cuidarse al decidir tomar una muestra para enviarla al laboratorio, tales como: especie, fin zootécnico, tipo de pruebas a realizar, volúmenes a colectar, tiempo transcurridos entre toma y análisis, etc”. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 12)

“En la práctica profesional con grandes especies, es frecuente que los laboratorios de diagnóstico se encuentren a una distancia- tiempo considerables, ya que, si las muestras son procesadas después de mucho tiempo de la toma, presentarán alteraciones significativas”. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 12)

## 2.7 Toma de muestras sanguíneas

Los métodos que pueden utilizarse para extraer una muestra de sangre a partir de un vaso son:

Jeringa: Se debe cuidar que no se haga un vacío muy violento, también es conveniente utilizar un calibre de ajuga adecuado a la especie y a la talla del animal, así como al vaso a puncionar. En bovinos se pueden utilizar un calibre de ajuga número 18 color rosa, 16 color blanco y 14 color azul. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 13).

Sistema de tubos con vacío (Vacutainer): Este método requiere de cierta práctica, si se utiliza algún tipo de anticoagulante, es importante que el tubo de vidrio se llene al volumen indicado, también es conveniente evitar que la sangre golpee contra el fondo del tubo, ya que esto causa hemolisis, se debe dirigir el chorro de sangre hacia las paredes. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 13).

“Los tubos colectores con tapa y vacío brindan seguridad y confiabilidad en el material obtenido y la técnica es rápida”. (Álvarez, 2001, p. 5)

## 2.8 Sitios de obtención de la muestra en bovinos

“Las fuentes principales de obtención de sangre son la vena yugular, la arteria coccígea y la vena mamaria”. (Álvarez, 2001, p. 5)

“La vena yugular es una de las fuentes más usadas para extraer sangre venosa, ya que ofrece garantía en cuanto a volumen y que hay poco riesgo de hemolisis”. (Álvarez, 2001, p. 5)

La arteria coccígea es otra importante fuente de sangre para fines bioquímicos, esta ofrece mayor estabilidad en los indicadores hematológicos del perfil. Sin embargo, la relativa suciedad del sitio y el estrés que se produce en el animal durante la manipulación afectan la concentración de varios metabolitos y limita su uso. (Álvarez, 2001, p. 5)

“En la vena mamaria se obtienen fácilmente muestras de sangre, pero los resultados evidencian una alta variabilidad en su composición debido a el tránsito de la sangre a través de la glándula mamaria”. (Álvarez, 2001, p. 5)

Álvarez, (2001) menciona que La punción de la vena o arteria se realiza con agujas desinfectadas, preferiblemente de tipo california; se elimina los primeros chorros y se colecta la sangre en tubos o frascos, dejándola correr lentamente por las paredes del mismo, se evita así la formación de espuma y con ello la hemolisis. (p. 5).

## 2.9 Obtención de muestra para hematología

“El recipiente que ha recibido la sangre debe taparse perfectamente y agitarse del atrás hacia adelante con el objeto de disolver el anticoagulante”. (Ruiz, Coy, Pellicer y Ramírez, 1995, p. 13)

### 2.9.1 Anticoagulantes utilizados para hematología

“El estudio de las células sanguíneas, o hematologías propiamente dicha, requiere siempre el empleo de sangre sin coagular. Es necesarios evitar en lo posible el fenómeno de la coagulación, lo cual se puede conseguirse mediante desfibrinación o empleo de anticoagulantes”. (Vives y Aguilar, 2006, pág. 24)

“Los anticoagulantes se emplean mezclados con las muestras sanguíneas para mantener la sangre líquida y poder realizar normalmente los análisis de laboratorio”. (Ruiz, et al.,1995, p. 14)

En hematología es preciso saber siempre el anticoagulante idóneo y mantener siempre una adecuada proporción entre este y el volumen de sangre extraída. Excepto la heparina que actúa inhibiendo la acción de la trombina, el resto de anticoagulantes empleados habitualmente actúan fijando el calcio y evitando con ello el desarrollo de la coagulación sanguínea. (Vives y Aguilar, 2006, p. 24).

Heparina: Es un anticoagulante natural, que tiene serias desventajas para el estudio de la morfología celular ya que interfiere en la coloración de los leucocitos, la heparina se emplea en solución al 1% en proporción de 0.1ml (1 gota) por cada 5 ml de sangre. (Ruiz, et al., 1995, p. 14).

“EDTA: Es el anticoagulante de elección para las muestras destinadas al estudio morfológico. Las concentraciones empleadas son de 2 mg/ml de sangre. El EDTA que se puede encontrar en forma líquida en goteros plásticos, se emplea razón de una gota por cada 5ml de sangre”. (Ruiz, et al., 1995, p. 14).

“Citrato sódico: En proporción de 1 parte de la solución al 3.8% en 9 partes de sangre”. (Ruiz, et al., 1995, p. 14).

“Oxalatos: Son tóxicos y no deben emplearse en la recolección de sangre destinada a transfusiones”. (Ruiz, et al., 1995, p. 14).

Cuando se produce un retraso en el análisis, la sangre completa recogida en tubos EDTA para recuentos celulares, hematocrito y cálculos de índices pueden permanecer a temperatura ambiente durante un máximo de 8 horas. Las muestras pueden refrigerarse a 4°C durante máximo de 24 horas; ello causara muy pocas alteraciones en estos valores. (Sink y Feldman, 2009, p. 53)

## 2.10 Obtención de muestra sanguínea para bioquímica clínica

“La toma correcta de la muestra de sangre para fines bioquímicos asegura la calidad del diagnóstico. Es importante conocer los cambios que experimenta la sangre, tanto *in vivo* como *in vitro*; es allí donde se encuentran las principales fuentes de error en el análisis sanguíneo”. (Álvarez, 2001, p. 4)

Los cambios *in vivo* tiene que ver con el sitio de obtención de la muestra, el periodo previo de ayuno, la excitación del animal y si este se halla bajo tratamiento de drogas; los cambios *in vitro* son causados por el metabolismo celular y por la coagulación, hemolisis, desecación, envejecimiento y contaminación de la muestra. (Álvarez, 2001, pp. 4-5).

La sangre puede ser tomada de los distintos sitios de colección según la especie, sin que esto implique variaciones significativas. En forma rutinaria, los laboratorios clínicos pueden utilizar suero o plasma para las determinaciones bioquímicas. El uso de suero es el más difundido para este tipo de determinaciones, aquel que se obtiene a partir de una muestra de sangre extraída sin anticoagulante, esperando el tiempo necesario para la formación del coagulo es de entre 15 a 30 minutos, para la mayoría de las especies. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 16)



“En el caso de los rumiantes, el tiempo que requiere es entre 1 y 2 horas, por esta razón se puede enviar al laboratorio muestras de plasma empleando la heparina de litio o heparina de sodio como anticoagulante”. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 16)

#### 2.10.1 Obtención de plasma y suero sanguíneos

**Obtención de plasma sanguíneo:** La sangre extraída se vierte en un tubo de ensayo. La mezcla con el anticoagulante puede haber sido hecha en la misma jeringa, o en el tubo. Una centrífuga de 3.000 r.p.m/10 es suficiente para separar la capa globular. Pasado ese tiempo, separaremos el plasma de la masa globular aglomerada con ayuda de una pipeta Pasteur, teniendo mucha precaución de no aspirar glóbulos rojos. El plasma es ligeramente turbio, pero no ha de ser lechoso. (Ruiz, et al., 1995, p. 14).

**Obtención de suero sanguíneo:** Para la obtención de suero sanguíneo la muestra de sangre no debe mezclarse con anticoagulantes. Una vez extraída la sangre, se vierte en un tubo de ensayo, sin que se forme espuma en la parte superior, y se deja coagular a temperatura ambiente, o mejor a 37°C; a esta temperatura la coagulación se hace con la máxima rapidez, y la retracción del coágulo es mayor. A los 30 min cuando la coagulación es completa, con una varilla limpia y seca desprenderemos la parte superior del coágulo de las paredes, y volveremos a dejar reposar la sangre. Al cabo de una hora se procede a la centrifugación de la sangre a 2.500 r.p.m/20 min. Pasado este tiempo, separaremos un suero del coágulo sanguíneo con ayuda de una pipeta Pasteur. Ha de quedar un suero limpio, transparente y libre de hemólisis. (Ruiz, et al., 1995, pp. 14-15).

“Una vez separado el suero o plasma, es recomendable que sea analizado de inmediato (especialmente en el caso de la glucosa), de no poder ser así, es conveniente conservarlos a temperatura de refrigeración (0-4°C), a esta temperatura la mayoría de los parámetros son estables al menos durante una semana”. (Nuñez y Bouda, 2007 p. 16).

Para la obtención del plasma o suero de las muestras de sangre se emplea heparina de litio o heparina de sodio como anticoagulante, la proporción requerida es de 3 gotas de heparina al 1% (0.2 mg o 200 UI) por cada 10 ml de sangre, no está demás mencionar que cuando se toma estas muestras la sangre debe mezclarse con el anticoagulante; esta muestra heparinizada debe centrifugarse a 3000 rpm durante 10 minutos, y luego transferir solo el plasma libre de células a otro tubo, este procedimiento puede realizarse con una pipeta Pasteur o jeringa. (Núñez y Bouda, 2007 p. 17)

### 2.11 Hematopoyesis

“La hematopoyesis es la producción de las células sanguíneas, en las que se encuentran eritrocitos, leucocitos y plaquetas, en la medula ósea”. (Núñez y Bouda, 2007, p. 27).

La hematopoyesis durante la vida intrauterina se inicia en el saco vitelino, en el hígado, en el bazo y en la medula ósea en esta en donde se va incrementando gradualmente su actividad y al nacimiento es el principal órgano hematopoyético. (Núñez y Bouda, 2007, p. 27).

Durante la vida posnatal, en la mayoría de los mamíferos la hematopoyesis se restringe a la medula ósea, mientras que el hígado y el bazo son usualmente inactivos, pero mantienen su potencial hematopoyético, el mismo que se activa al incrementarse las necesidades de las células sanguíneas. La medula ósea roja activa es reemplazada por la medula amarilla en animales adultos, pero la hematopoyesis activa continuara a lo largo de la vida en los huesos planos y en las epífisis de los huesos largos. (Núñez y Bouda, 2007, p. 27).

### 2.12 Leucopoyesis

La leucopoyesis significa producción de las células blancas. Los leucocitos constituyen una población celular compuesta por diversos tipos, que 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. (Núñez y Bouda, 2007, p. 28)

### 2.13 Eritropoyesis

En la medula ósea las células precursoras pluripotenciales dan lugar a las células dedicadas a progenitoras de los eritrocitos conocidas como unidades formadoras de brote, que se dividen y diferencian en unidades formadoras de colonias. Éstas, a su vez, se dividen y diferencian en eritroblastos, que continúan dividiéndose en normoblastos primarios, intermediarios y después tardíos. Los reticulocitos se forman cuando el núcleo es expulsado de los normoblastos tardíos y los eritrocitos alcanzan la plena maduración en la circulación sanguínea. La clave reguladora de la eritropoyesis es la eritropoyetina (EPO). (Day, Mackin y Littlewood, 2012, p. 59).

### 2.14 La sangre

La sangre es un líquido viscoso, formado por componentes celulares de los cuales se encuentran suspendidos en un medio coloidal denominado plasma. Es opaca debido al gran número de células que se encuentran en ella y de color rojo por la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos (eritrocitos). (Urroz, 1991, p. 136)

La sangre circula en el interior de los vasos sanguíneos y el vehículo ideal para conectar entre sí a todas las células del organismo. Entre sus numerosas funciones se incluyen las siguientes:

Transporte: La sangre transporta el oxígeno desde el aire de los pulmones y los nutrientes desde el tracto gastrointestinal donde se absorben hasta las células. Por otro lado, recoge los productos de deshecho del metabolismo celular (dióxido de carbono, ácido úrico, urea, creatinina, bilirrubina, etc) transportándolos hasta sus órganos excretores (pulmones, riñones e hígado). (Gal, López, Martín y Prieto, 2007, p. 95)

“Regulación del equilibrio de los líquidos corporales por medio del transporte del agua y de los electrolitos para mantenimiento de la constancia del ambiente celular, conocido como *Homeostasia celular* (extra o intravascular)”. (Urroz, 1991, p. 138)

Protección: La sangre es capaz de evitar su propia destrucción por vertido fuera de torrente circulatorio (hemorragia) gracias a la presencia de un mecanismo protector denominado hemostasia o coagulación, en el que intervienen las plaquetas y diversas proteínas plasmáticas. Protege además al organismo frente a las agresiones externas de bacterias, virus y toxinas gracias al sistema de defensa principal del organismo formado por los leucocitos y algunas proteínas plasmáticas como los anticuerpos y el sistema de complemento. (Gal et al., 2007, p. 96)

#### 2.14.1 Glóbulos rojos

Son los elementos más abundantes y los que proporcionan a la sangre el color rojo por la hemoglobina que contiene. Son muy pequeños, miden entre 6 y 8 micras de diámetro y su forma es de una lente bicóncava, es decir que se encuentra deprimida en su centro por ambos lados; no tiene núcleo y su número por milímetro cúbico es de 4 a 5 millones, aunque esta cantidad puede variar con la edad y el sexo. La función de los glóbulos rojos es de capital importancia y consiste en transportar el oxígeno que recogen en los pulmones a todas las células del cuerpo. Son muy elásticos y se deforman fácilmente cuando pasan por capilares estrechos. Están constituidos por un pigmento que contiene hierro, la hemoglobina ya mencionada. (Gutiérrez, 2004, p. 211)

Le Vay, (2004) Señala que “El tiempo de vida de los glóbulos rojos es aproximadamente 120 días, tras los cuales se fragmentan y son absorbidos”. (p. 248)

Le Vay, (2004) La hemoglobina está formada por una proteína-globina-hem- que contiene hierro, responsable de su color. Su valor reside en la facilidad con la que se combina

libremente con el oxígeno en los pulmones para formar oxihemoglobina roja brillante, con la que el oxígeno se reparte por los tejidos, dejando la hemoglobina reducida a color púrpura. (p. 249).

#### 2.14.2 Glóbulos blancos

Un glóbulo blanco aislado no tiene color, sin embargo, la reunión de muchos tiene color blanco, presentan un protoplasma granuloso y un núcleo a veces lobulado, son de forma variable y debido a su migración en todos los tejidos entran y salen de los capilares por los movimientos amiboideos, (...) su número fluctúa entre 6 y 8 mil por milímetro cubico de sangre. Este número puede aumentar en las infecciones. (Gutiérrez, 2004, p. 213)

Le Vay, (2004) afirma “Si esta cantidad se eleva marcadamente, como en una enfermedad infecciosa, hablamos de *leucocitosis*; si disminuye, como en la alteración tóxica de la medula ósea, se habla de *leucopenia*”. (p. 250).

“Se puede distinguir dos grupos de leucocitos: uno formado por los linfocitos y los monocitos, y otro formado por los polimorfonucleares”. (Gutiérrez, 2004, p. 213)

Los linfocitos se originan en los ganglios linfáticos, tiene núcleo central basófilo que ocupa la mayoría de la célula, y miden de 6 a 14 micras; constituyen el 20 o 25 % de los glóbulos blancos y su vida alcanza pocos días. (Gutiérrez, 2004, pp. 213-214)

Los monocitos son un poco más grandes, 12 a 15 micras, es el más escaso alrededor del 3 a 4%, posee abundante citoplasma y un núcleo endentado o lobulado y se origina en el bazo, adquieren su capacidad fagocitaria al salir de los capilares y llegan a los tejidos. (Gutiérrez, 2004)

Los polimorfonucleares presentan núcleo lobulado y protoplasma granuloso, se producen solo en la medula roja y existe una gran reserva, y su promedio de vida es de 1 a 2 semanas,

los polimorfonucleares desaparecen en las operaciones de defensa vertiéndose también en las cavidades corporales. (Gutiérrez, 2004) Existen tres clases de ellos:

Leucocitos neutrófilos, tiene un núcleo lobulado y segmentado, comprenden de 60 al 90% del número de leucocitos, los gránulos de su protoplasma se tiñen con los colorantes neutros, son fagocitos y se forman en la medula ósea. (Gutiérrez, 2004)

Neutrofilia, se define como un aumento del número absoluto de neutrófilos por encima del intervalo normal de la especie. En las especie canina, felina y equina, los neutrófilos son generalmente las células más abundantes de los leucocitos circulantes y por ello la neutrofilia es la causa más frecuente de leucocitosis. (...) La neutropenia se caracteriza por la disminución patológica de neutrófilos en sangre circulante. (Fidalgo, Rejas, Ruiz y Ramos, 2003, p. 172)

“Los leucocitos eosinófilos son similares a los anteriores, pero los gránulos de su protoplasma son más grandes y se tiñen con colorantes ácidos como la eosina, tienen su origen en la medula ósea”. (Gutiérrez, 2004, p. 214)

“Eosinofilia, es el aumento absoluto de eosinófilos circulantes puede deberse a un aumento de la producción y liberación de los mismo a partir de la medula ósea”. (Fidalgo et al., 2003, p. 172).

“Los leucocitos basófilos muestran un núcleo basófilo y los gránulos de su protoplasma se tiñen con colorantes basófilos, se encuentran en pequeñas cantidades, 0.5%.” (Gutiérrez, p. 214)

“La proporción de las diferentes variedades de leucocitos en la sangre varia con las enfermedades, sobre todo con las infecciosas. Los recuentos diferenciales tienen un gran valor practico en el diagnóstico”. (Gutiérrez, p. 214)

### 2.14.3 Plaquetas

Las plaquetas se producen en la médula ósea a partir de los megacariocitos. Formadas a partir de la fragmentación citoplasmática megacariocítica; se libera directamente a los vasos sanguíneos que rodean el espacio hematopoyético medular. Las plaquetas son esenciales para la hemostasia normal y llevan a cabo cuatro funciones diferentes:

Mantienen la integridad vascular al sellar pequeñas discontinuidades endoteliales.

Ayudan a detener hemorragias al formar agregaciones plaquetales tras la constricción endotelial.

Contribuyen a la actividad procoagulante de la membrana lipídica al facilitar la hemostasia secundaria (coagulación) y la formación de fibrina.

Promueven la reparación vascular mediante el factor de crecimiento derivado de plaqueta (PDGF). (Rebar et al, 2002, p. 117)

Su número oscila entre 250 y 300 por milímetro cúbico, su forma es discoidea u ovalada y su diámetro es de 3 a 5 micras. Son transparentes y no poseen núcleo ni hemoglobina. Su función consiste en aglomerarse en gran número cuando existe una herida, tratando de impedir que la sangre fluya al exterior. (...) Las plaquetas desempeñan un papel fundamental en el fenómeno de la coagulación de la sangre. (Gutiérrez, p. 214)

### 2.14.4 Plasma

Es un líquido transparente formado por agua, sales orgánicas e inorgánicas y los anticuerpos. Entre las orgánicas se encuentra la glucosa, grasas, aminoácidos, es decir, todas las sustancias resultantes de la digestión de los alimentos. Además, se encuentran otros componentes como el fibrinógeno que es una sustancia de naturaleza proteica, esencial para

la coagulación de la sangre; la urea; el ácido úrico, la creatinina, las bases púricas etc. (Gutiérrez, 2004, p. 214).

### 2.15 Hemograma

“El hemograma completo puede ofrecer una buena información sobre los pacientes. Un buen conocimiento y una correcta utilización de los principios técnicos utilizados para obtener estos datos incrementan la capacidad de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades”. (Juste y Carretón, 2015, pág. 27)

Tabla 4: *Información que aporta el hemograma*

---

SERIE ROJA
Recuento total de eritrocitos
Hematocrito
Hemoglobina
Volumen corpuscular medio
Hemoglobina corpuscular media
Concentración de hemoglobina corpuscular media
SERIE BLANCA
Recuento total de leucocitos
Recuento diferencial de leucocitos
EVALUACIÓN PLAQUETARIA
Recuento de plaquetas

---

Fuente: (Juste y Carretón, 2015, p. 27).



### 2.15.1 Hematocrito

Juste y Carretón, (2015) afirma que. “El hematocrito indica la relación entre el volumen de los eritrocitos y el de la sangre total y se define clásicamente, como el volumen ocupado por los hematíes contenidos en 100 ml de sangre (expresado en %)”. (p. 35).

### 2.15.2 Hemoglobina total

“La hemoglobina es el principal componente de los glóbulos rojos y es una proteína conjugada que sirve de vehículo para transportar oxígeno”. (González, 2012, p. 43)

La concentración de hemoglobina se mide según la absorbancia de la muestra a una determinada longitud de onda, característica de esta proteína. Puede variar fisiológicamente por las mismas razones que varía en número de eritrocitos. La altitud sobre el nivel del mar produce cierto grado de hipoxia que, dependiendo de la duración y la continuidad, puede elevar la concentración de hemoglobina. (Juste y Carretón, 2015, p. 37)

### 2.15.3 Hemoglobina corpuscular media (HCM)

“Indica el peso de la hemoglobina por eritrocito. Es el índice eritrocitario de menor importancia. Se obtiene bien utilizando contadores celulares automáticos o bien aplicando la siguiente formula:  $HMC = Hb \times 10 / n^{\circ} \text{ hematíes}$ ”. (Juste y Carretón, 2015, p. 38)

“La hemoglobina corpuscular media está influenciada por el VCM. Por ejemplo, eritrocitos más pequeños contienen menos hemoglobina, por lo tanto, tienen una HCM disminuida”. (Lamiter, Mahaffey y Prasse, 2005, p. 15)

### 2.15.4 Concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC)

Indica la relación entre el peso de la hemoglobina y el volumen de los glóbulos rojos. Junto con el VCM es el índice eritrocitario de mayor importancia desde el punto de vista clínico. Se calcula utilizando contadores automáticos o bien multiplicando la hemoglobina

por cien dividiendo el resultado por el hematocrito. Se mide en gramos / decilitros (gr/dL). (Juste y Carretón, 2015, p. 38) “La CHCM es el más preciso de los índices, porque su cálculo no requiere necesariamente el recuento de glóbulos rojos. La concentración de hemoglobina corpuscular media se usa en la clasificación de anemias”. (Lamiter et al., 2005, p. 15)

#### 2.15.5 Volumen corpuscular medio (VCM)

“Da información sobre el volumen o “tamaño” medio de los eritrocitos expresado en fentolitros (fl)”. (Juste y Carretón, 2015, p. 37).

“El VCM se determina directamente en recortadores automáticos de células. Los animales inmaduros de la mayoría de las especies tienen eritrocitos pequeños y microcistosis (VCM bajo). Esto también puede evidenciar una deficiencia de hierro, que es más común en animales jóvenes”. (Lamiter et al., 2005, p. 14)

#### 2.15.6 Recuento de plaquetas

“El número de plaquetas se obtiene mediante métodos automáticos, contadores celulares o mediante el uso de un hemocitómetro”. (Juste y Carretón, 2015, p. 51).

Las plaquetas juegan un papel esencial en la inflamación debido a la interacción célula a célula y por la liberación de mediadores solubles. Las plaquetas están implicadas en la fase inicial de reparación de heridas mediante factores de crecimiento que incluyen el PDGF. (Rebar et al., 2002, p. 117) Los recuentos de plaquetas por debajo del intervalo de referencia de una especie dada (...) indican trombocitopenia, los recuentos de plaquetas que exceden el intervalo de referencia (...) indican trombocitosis. La trombocitosis asociada con la inflamación suele asociarse con un incremento del riesgo de trombosis. (Lamiter et al., 2005, p. 129)

## 2.16 Química sanguínea o enzimología diagnóstica

La enzimología diagnóstica es el área de la medicina del laboratorio que está implicada en el estudio y la aplicación de la actividad enzimática como una ayuda para el reconocimiento o diagnóstico de las enfermedades, gravedad de la enfermedad y para evaluar la respuesta al tratamiento. Las enzimas son catabolizadores de proteínas que aceleran las reacciones bioquímicas en las células. Sufren cambios durante una reacción y vuelven a su estado original cuando la reacción está completa. (Meyer y Harvey, 2007, p. 215)

Existen varias técnicas de uso habitual en el laboratorio de bioquímica clínica, que se pueden agrupar en tres grupos: Espectrofotometría, Electroforesis y Determinación de iones. La Espectrofotometría esta se emplea principalmente para la determinación de metabolitos y enzimas, basándose en el cambio de color cuando se produce una transformación de tipo químico o enzimático. Es el método utilizado empelado por los analizadores de bioquímica húmeda y bioquímica seca. (Juste y Carretón, 2015, p. 114)

“Bioquímica húmeda (espectrofotometría ultra violeta-visible) Los espectrofotómetros miden la absorbancia de una solución en la que tienen lugar las reacciones una vez ha transcurrido un tiempo determinado”. (Juste y Carretón, 2015, p. 114)

Bioquímica seca (fotometría de reflectancia) En este tipo de analizador de bioquímica, las reacciones tienen lugar sobre un soporte sólido, bien una tira o una lámina, que contiene todos los sustratos, enzimas, cofactores, y demás elementos necesarios para que tenga lugar la reacción, de modo análogo a la química líquida. (Juste y Carretón, 2015, p. 115)

### 2.16.1 Fosfatasa Alcalina (ALP/FAS/FA)

Fosfatasa alcalina cataliza la síntesis y desdoblamiento hidrolítico de los esterés del ácido fosfórico en un medio alcalino. La fosforilación y la desfosforilación están entre los procesos metabólicos más importantes, así que las fosfatasas ocupan una posición muy importante en

el organismo. La FA se encuentra en casi todos los tejidos y órganos, especialmente en las mucosas del duodeno, en el hueso, en los cartílagos, en el hígado, riñón, próstata y bazo, como también en ellos eritrocitos y leucocitos. (Bogin et al., 1989, p. 45)

La FA es diagnósticamente importante en: enfermedades del sistema esquelético que envuelve aumento en la transformación de sustancia ósica como en el caso de Osteítis Deformans (Enfermedad de Paget), Hiperparatiroidismo, raquitismos y osteomalacia, tumores del hueso; la actividad de la FA se encuentra muy alta en el suero. Enfermedades del sistema hepatobiliar como en todas las formas de colestasis, ictericia posthepática (obstructiva), tumores malignos metastásicos con complicación hepática. (Bogin et al., 1989, pp. 45-46)

#### 2.16.2 Gamma glutamil transpeptidasa (GGT)

G-GT es una enzima que se encuentra predominantemente en la membrana en muchos órganos parenquimatosos. Sin embargo, actividades apreciables sólo 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 hasta ahora exclusivamente en enfermedades hepatobiliares. (Bogin et al., 1989, p. 50)

Junto con la FA, ALP y 5 nucleotidasa, G-GT generalmente está clasificado entre las enzimas que indican colestasis. Generalmente se encuentra elevada en suero en casos de hepatitis aguda, inflamaciones crónicas del hígado, daños nutricionales tóxicos del hígado, ictericia obstructiva, metástasis hepática, enfermedades pancreáticas y otras enfermedades. (Bogin et al., 1989, pp. 50-52)

El calostro de perros, ovejas y ganado bovino, presenta una actividad GGT elevada: Los neonatos pueden tener una actividad GGT muy elevada (hasta 1.000 veces la actividad de un

adulto). La GGT puede ser indicador de la transferencia pasiva en estas especies. El epitelio mamario en lactación es la fuente de esta actividad enzimática. (Lamiter et al., 2005, p. 244)

#### 2.16.3 Aspartato aminotransferasa AST (GOT)

“La AST se encuentra en el citoplasma y las mitocondrias de las células miocárdicas, musculoesqueléticas, renales, cerebrales y hepáticas”. (Jiménez y Montero, 2004, p. 42)

La determinación de AST se usa especialmente para diagnosticar enfermedades del hígado y del músculo cardíaco. La significancia y veracidad de los valores de AST en suero no son prejuicios al hecho de que la actividad de AST podría también aumentar en otras enfermedades como por ejemplo en lesiones del músculo esquelético o en miopatías. Se da un aumento en la actividad enzimática en casos como enfermedades hepáticas como hepatitis aguda, hepatitis crónica, cirrosis. (Bogin et al., 1989, pp. 53-54)

#### 2.16.4 Alanina transferasa ALT (GPT)

“La ALT se encuentra principalmente en el citoplasma de los hepatocitos; por ellos, es más específica de lesión hepática que la AST”. (Jiménez y Montero, 2004, p. 42)

En caballos y vacas el ALT también se encuentra en las células del músculo estriado y la enzima no es específica del hígado en estas especies. Daños tóxicos del hígado podrían resultar en los más diversos cuadros enzimáticos. Se encuentran figuras clínicas similares a hepatitis o a colestasis. Intoxicaciones, debido a insecticidas se revela por el cuadro de la enzima hepática en el suero. En ictericia obstructiva aguda el ALT podría aumentar. (Bogin et al., 1989, pp. 54-55)

“La actividad de la ALT hepática es muy baja en caballos, rumiantes, cerdos y aves. Probablemente, el aumento de la actividad de ALT sérica en estas especies se deba a daño muscular”. (Lamiter et al, 2005, p. 240)

#### 2.16.5 Glucosa

La glucosa es el principal representante del metabolismo energético. En el organismo

animal todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para algunos, por ejemplo, cerebro, eritrocitos, epitelio germinativo de las gónadas, retina y glándula mamaria, ésta es imprescindible. (Álvarez, 2001, p. 31)

El metabolismo de la glucosa y la concentración de glucosa en sangre están alterados en muchas enfermedades y la hiper y la hipoglucemia son hallazgos laboratoriales frecuentes. Las alteraciones del metabolismo de la glucosa provocadas por enfermedades del sistema endócrino, particularmente el páncreas endócrino. (Lamiter et al, 2005, p. 119)

Los rumiantes carecen de hiperglucemia postprandial o ésta es mínima porque la mayor parte de carbohidratos de la dieta son fermentados por los microbios ruminales a ácidos volátiles (ácido acético, propionico y bórico). El ayuno y la mala absorción pueden provocar hipoglucemias por la restricción de la ingestia alimentaria o de la absorción de glucosa, respectivamente. (Lamiter et al., 2005, p. 120)

#### 2.16.6 Proteínas plasmáticas (PT)

La PT en suero se componen principalmente de albúminas y globulinas. El plasma, además, contiene fibrinógeno. El hígado sintetiza albúmina, fibrinógeno y parte de las globulinas. La función principal de las proteínas plasmáticas es la unión y transporte del agua. Además, sirven como substancia buffer y coloides protectoras. Contiene factores de coagulación y anticuerpos. El nivel de la proteína total en el suero o plasma depende de la cantidad de proteínas y de la cantidad de agua en la sangre. (Bogin et al., 1989, p. 59)

Hiperproteinemia es consecuencia del aumento en la producción de proteínas o a través de la pérdida de líquido como en el caso de deshidratación como después del vómito y diarrea. Hipoproteinemia resulta de la disminución en la producción de proteínas o por perdidas de albúminas en caso de caquexia, insuficiencia hepática, síndrome nefrótico, endoparásitos y síndrome de la mala digestión, y severa quemadura en estado avanzado (Bogin et al., 1989, pp. 59-60)

Las proteínas plasmáticas se clasifican de varias formas. Se dividen en albúmina y globulinas (...) empleando analizadores químicos clínicos. Las concentraciones de proteínas totales y albúmina se determinan de forma directa en las pruebas bioquímicas, y la concentración de globulinas totales se determina restando la concentración de albúmina a la de las proteínas totales. (Meyer y Harvey, 2007, p. 230).

#### 2.16.7 Albúmina (ALB)

“La albúmina es una pequeña proteína globular hidrosoluble, que da cuenta de, aproximadamente, el 75-80% de la presión oncótica del plasma. Fabricada en el hígado”. (Vaden, Knoll, Smith y Tilley, 2011, p. 14)

Es una única proteína plasmática homogénea que contiene una pequeña cantidad de carbohidratos. La albúmina y otras proteínas pueden ser glucosiladas por interacciones no enzimáticas con la glucosa. La albúmina glucosilada y las proteínas totales glucosiladas (...) se encuentran incrementadas en humanos y animales con una diabetes no tratada o mal controlada. (Meyer y Harvey, 2007, p. 232) “Como proteína de fase negativa aguda, la albúmina puede disminuir con las enfermedades inflamatorias”. (Vaden et al., 2011, p. 14)

Meyer y Harvey, (2007) asegura que “La concentración de albúmina varía entre las especies, pero suele estar entre 2.5 y 4.5 g/dL en plasma o suero”. (p. 232)

#### 2.16.8 Globulinas (GLO)

Meyer y Harvey, (2007) menciona que La concentración de globulinas totales se calcula en el plasma o suero restando la concentración de la albúmina de las proteínas totales determinadas por el método de biuret.(...) La concentración total de globulinas en el plasma puede ser baja (hipoglobulinemia) por una sobrehidratación, pérdida de globulinas del cuerpo (hemorragia, exudados masivos, enteropatía con pérdida de proteínas).(...) La hiperglobulinemia puede aparecer por una deshidratación a un aumento de la síntesis de globulinas. . (p. 234).

### 2.16.9 Urea

“La urea es el principal compuesto nitrogenado no proteico del plasma y representa aproximadamente 45% del total de estos productos. Otros constituyentes en orden decreciente de contribución de nitrógeno son los aminoácidos, el ácido úrico, la creatina, la creatinina y el amoniacó”. (Galarza, 2017, p. 34)

La urea es el principal producto de desecho de los mamíferos y, en última instancia, se excreta casi de forma exclusiva en la orina. Se sintetiza en el hígado a partir del dióxido de carbono y del amoniacó utilizando la vía del ciclo de la urea. (Villiers y Blackwood, 2012, p. 239)

En rumiantes, la urea que se excretada en el rumen (o ingerida en la dieta) es degradada a amoniacó por la microflora. El amoniacó se utiliza entonces para sintetizar aminoácidos para la producción de proteínas. La excreción de la urea en rumiantes está gobernada por la ingesta de nitrógeno. Los animales con dietas pobres en nitrógeno o con anorexia grave excretan casi toda la urea sanguínea por vía gastrointestinal y muy poca por vía renal. (Lamiter et al., 2005, p. 308)

Las dietas con alto contenido en proteína, especialmente las que contienen mucha proteína de bajo valor biológico, y la hemorragia gastrointestinal aumenta un poco la concentración de urea en el suero. Idealmente la muestra de sangre para la medición de urea en suero debería tomarse 12 horas después de que el animal haya ingerido alimentos, de no ser así habrá un efecto que complicará la medición. (Villiers y Blackwood, 2012, p. 239)

### 2.16.10 Ácido úrico (AU)

El ácido úrico (AU) es el producto final del catabolismo de las purinas, bases nitrogenadas constituyentes de los ácidos nucleicos. La producción endógena de AU se da principalmente en el hígado, los intestinos y otros tejidos como los músculos, los riñones y el endotelio vascular. A pH fisiológico el ácido úrico es un ácido débil con una pKa de 5.8 y existe



mayormente como urato (99%), la sal del ácido úrico. La solubilidad del AU en agua es baja y la concentración de este metabolito en sangre es cercana a su límite de solubilidad (6.8 mg/dl). El riñón excreta dos terceras partes del total de AU producido diariamente y el resto es metabolizado por la flora intestinal y excretado por las heces. (Carvajal, 2016)

#### 2.16.11 Amilasa (AMI)

Las amilasas son enzimas que hidrolizan el almidón, glucógeno y otros oligosacáridos y polisacáridos semejantes, dando glucosa y maltosa como productos finales de la hidrolisis. La amilasa se produce predominantemente en las glándulas salivales (isoenzima S o salivar) y en el páncreas exocrino 8isoenzima P o pancreática). (Díaz, Fernández y Paredes, 1997, p. 105)

“Amilasa sérica se encuentra aumentado en problemas como Pancreatitis aguda, Insuficiencia renal, ACTH o corticoides, Hiperadrenocorticismos, Oclusión del conducto salivar o supuración, Administración de narcóticos”. (Bogin et al., 1989, pp. 82)

La medición de amilasa se realiza mediante métodos espectrofotométricos usando diversas técnicas como: las amiloclásticas empleando como sustrato almidón, sacarogénicas empleando como sustrato derivados de maltotriósido o cromogénicas usando nitrofenol. Estas técnicas se pueden aplicar a sistemas de química seca o húmeda. (Tepán, 2017, p. 55)

#### 2.16.12 Lipasa (LIP)

La lipasa pancreática actúa sobre sustratos insolubles emulsionados y requiere un activador, la colipasa, para hidrolizar los triglicéridos o monoglicéridos en ácidos grasos y diglicéridos o monoglicéridos. El páncreas es el origen de la mayor parte de la lipasa circulante, por lo que su medida presenta un gran interés en el diagnóstico de la pancreatitis aguda. (Díaz et al., 1997, p. 106) “La lipasa sérica de aumenta ante Pancreatitis aguda, Pancreatitis crónica, Paro renal, Obstrucción intestinal, Administración de narcóticos”. (Bogin et al., 1989, p. 83)

“Se puede incrementar la actividad de la lipasa sérica en casos de peritonitis, gastritis,

obstrucción intestinal, manipulación de vísceras durante una laparotomía, enfermedad hepática y neoplasia”. (Lamiter et al., 2005, p. 266)

#### 2.16.13 Creatinina (CRE)

La creatinina es el productor final del metabolismo muscular y se excreta solo por el riñón. El índice de producción de creatinina es directamente proporcional a la masa muscular del paciente y en consecuencia se mantiene relativamente estable en el curso del tiempo. La creatinina es filtrada libremente a nivel glomerular. (Kelley, 1992, p. 841)

La mayor parte de la creatinina se origina de manera endógena por conversión no enzimática de creatina que almacena energía en el músculo en forma de fosfocreatina. La cantidad de creatinina está influenciada por la masa muscular y por la enfermedad. Los machos tienen valores de creatinina más altos que las hembras. (Lamiter et al., 2005, p. 311)

El aumento de la creatinina sérica se puede dar en caso de Insuficiencia renal, Traumatismos masivos, Enfermedades musculares degenerativas y rabdomiosis. La disminución de la creatinina sérica generalmente ocurre frente a una disminución de la masa muscular (enfermedad debilitante o estadio terminal de enfermedad muscular degenerativa), en enfermedad hepática severa y dietas hipoproteicas. (Jiménez y Montero, 2004, p. 35)

#### 2.16.14 Creatine kinasa (CK)

“La creatina cinasa (CK) es una enzima citoplasmática que se encuentra dentro del músculo esquelético, el musculo cardíaco, el músculo liso, el cerebro y los nervios”. (Vaden et al, 2011, pág. 169)

El más alto nivel de la concentración de Creatine Kinasa (CK) se detecta en el músculo esquelético, seguido por el tejido cerebral y miocardio. El cerebro puede despreciarse como una fuente de elevada actividad de CK porque la barrera sanguínea en el cerebro, evidentemente no permite el pasaje de CK. Un aumento de la actividad del CK es en el suero, solamente se puede esperar cuando existe daño al musculo esquelético y cardiaco; como por

ejemplo ante un daño traumático después de un accidente, en procedimientos quirúrgicos, inyecciones intramusculares de tetraciclinas, algunas penicilinas, clorpromazina y diazepam podrían similarmente resultar en altos niveles de CK. También aumenta después de una inyección de succinylcolina; en el caso de condiciones de shock debido al insuficiente flujo sanguíneo, posiblemente ante una cianosis aguda, luego de convulsiones y agitaciones motoras, como también en la presencia de un infarto al miocardio, aunque no es común en medicina veterinaria. (Bogin et al., 1989, pp. 48-50)

#### 2.16.15 Bilirrubinas

La bilirrubina es un pigmento que procede del catabolismo de los grupos hemo de la hemoglobina y la mioglobina. Se transporta en sangre unida a la albumina, formando la denominada bilirrubina indirecta o no conjugada, para posteriormente conjugarse en el hepatocito formando un diglucurónido de bilirrubina, que es la fracción directa, soluble o conjugada. Esta es excretada por la bilis al intestino, donde es convertida en urobilinógeno, que se elimina por las heces. (Jiménez y Montero, 2004, p. 41)

La hiperbilirrubinemia es una concentración elevada de bilirrubina en el suero, esta puede ocasionar una tinción visible de los tejidos y fluidos corporales (...) situación llamada ictericia. (Lamiter et al, 2005, p. 246) La palabra ictericia significa color amarillo y es resultado de una anormalidad metabólica o de la retención de bilirrubina, la cual provoca una coloración amarillenta de la piel, las membranas mucosas y de la esclerótica. (González, 2012, p. 45)

#### 2.16.16 Colesterol (CHOL)

El colesterol es un tipo de lípido derivado de los triglicéridos que se encuentran, principalmente, en los tejidos de origen animal. La concentración de colesterol sérico representa la concentración de colesterol total. El colesterol en general, se determina mediante una serie de reacciones enzimáticas que resultan en un cambio de color que se mide

en forma espectrofotométrica. El colesterol sirve como una medida importante de la función sintética hepática. (Vaden et al., 2011, p. 159)

Existen dos tipos de métodos para determinación del colesterol: los químicos y los enzimáticos. Los primeros se basan en la clásica reacción de *Lieberman-Burchard* y posteriormente medición colorimétrica. Los métodos enzimáticos se basan en el empleo de enzimas colesterol esterasa que hidroliza los ésteres de colesterol, y el colesterol libre es el sustrato de la enzima colesterol oxidasa, que oxida específicamente al colesterol. (Portillo, Fernández del Barrio y Paredes, 1997, p. 76)

#### 2.16.17 Triglicéridos (TRI)

“Los triacilglicerolos funcionan como reservorios de energía en los animales y, por lo tanto, son su clase más abundante de lípidos aun cuando no sean componentes de las membranas celulares”. (Voet, Voet y Pratt, 2016, p. 244)

El intestino y el hígado sintetizan triglicéridos para la exportación de otros tejidos, mientras que el tejido adiposo sintetiza triglicéridos para almacenarlos como reserva. Por lo tanto, los triglicéridos que se encuentran en el plasma proceden tanto del hígado como del intestino y nunca del tejido adiposo. (Gil, 2010, p. 280)

En la actualidad los métodos utilizados se basan en la cuantificación de su contenido en glicerol. Al igual que en el caso del colesterol, podemos considerar dos tipos de métodos: los químicos y los enzimáticos. Los químicos se basan en la extracción tras hidrólisis del glicerol y posterior oxidación a formaldehído, que se mide por reacción colorimétrica. Los métodos enzimáticos se basan en la hidrólisis de los triglicéridos por acción de lipasas y determinación enzimática del glicerol liberado. (Portillo et al., 1997, p. 76)

## 2.17 Resumen del estado del arte del estudio del problema.

Los valores de referencia radican en una gran necesidad que permita al médico veterinario expandir su criterio de búsqueda de un diagnóstico acertado y así proporcionar un pronóstico más veras, así convirtiéndose en un apoyo para una consulta rápida.

El Laboratorio Clínico es el espacio físico donde se efectúan una gran diversidad de procedimientos médicos, científicos, técnicos, etc., que en conjunto representan un valioso recurso de la clínica al documentar el estado de salud (Medicina Preventiva) o de enfermedad (Medicina Curativa). Existe una única razón por la que el médico veterinario envía la muestra al laboratorio, y esta es que necesita información para tomar decisiones adecuadas; ya que el clínico solo observa en el paciente una serie de manifestaciones clínicas, como signos, síntomas y/o síndromes, que no puede cuantificar por lo que deben ser traducidos a datos concretos (Gallo, 2014, p. 3 como se citó en Torres 2009).

Hoy en día unas de las técnicas más empleadas en la clínica para precisar procesos patológicos o fisiológicos en el organismo animal es el hemograma y la química sanguínea, por lo que resulta necesario conocer los valores normales fisiológicos de estos parámetros sanguíneos, en la actualidad varios autores han reportado el cuadro hematológico para el ganado bovino debido a que se pretende un análisis lo más específico posible sobre la ganadería lechera para ponerla bajo un sistema de máxima productividad.

Por lo anteriormente expuesto y por la gran importancia que tiene conocer los valores fisiológicos en el ganado bovino se define en este trabajo investigativo a determinar los valores fisiológicos normales en cuanto a hemograma y química sanguínea de bovinos hembra de raza Holstein en condiciones de altitud, lo que va a favorecer en su total mayoría a los ganaderos de la zona.

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1 Materiales

## 3.1.1 Físicos

Tabla 5: *Materiales Físicos*

Descripción	Unidad	Cantidad
Hojas de papel bond	Resma	1
Esferos	Unidad	2
Libreta de notas	Unidad	1
Marcadores	Unidad	2
Laptop	Unidad	1
Folders	Unidad	1
Carpetas	Unidad	1
Engrampadora	Unidad	1
Caja de grapas	Unidad	1
Papel térmico	Rollo	1
Guantes nitrilo	Caja	2
Mascarilla	Caja	1
Tubos al vacío rojo 10 V	Caja x50 U	2
Tubos la vacío tapa lila 5V	Caja x100 U	1
Agujas de toma múltiple 20Gx1	Caja x100 U	1
Puntas amarillas graduadas	Funda x1000 U	1
Puntas azules graduadas	Funda x500 U	2
Puntas blancas	Funda x1000 U	1
Tubos eppendorf 1,5 ml	Funda x250 U	1
Tubos de ensayo 5 ml	Caja x125 U	1
Tubos de ensayo 10 ml	Caja x125 U	1
Gorros quirúrgicos desechables	Caja x100 U	1
Capsulas vacutainer plastico becto/usa	Unidad	10
Gradilla universal	Unidad	2

## 3.1.2 Químicos

Tabla 6: *Materiales Químicos*

Descripción	Unidad	Cantidad
Reactivo Glucosa HUMAN x150 Test	Unidad	1
Reactivo Colesterol HUMAN x150 Test	Unidad	1
Reactivo Triglicéridos HUMAN x150 Test	Unidad	1
Reactivo Ácido úrico HUMAN x150 Test	Unidad	1
Reactivo Urea WIENER LAB x100 Test	Unidad	1
Reactivo Creatinina LABTEST x100 Test	Unidad	1
Reactivo ALT SPINREACT x200 Test	Unidad	1
Reactivo AST SPINREACT x200 Test	Unidad	1
Reactivo GGT SPINREACT x50 Test	Unidad	2
Reactivo FA WIENER LAB x150 Test	Unidad	1
Reactivo Proteínas Totales WIENER LAB x140 Test	Unidad	1
Reactivo Albúmina WIENER LAB x140 Test	Unidad	1
Reactivo CK NAC QCA x40 Test	Unidad	3
Reactivo Amilasa WIENER LAB x40 Test	Unidad	3
Reactivo Bilirrubina WIENER LAB x200 Test	Unidad	1
Reactivo Lipasa QCA x80 Test	Unidad	2
Diluent 20 L	Unidad	1
Cleanser 1 litro	Unidad	1
Lyse 500 ml	Unidad	1
Agua destilada	Pomo	1
Alcohol	Pomo	1

### 3.1.3 Biológicos

Tabla 7: *Materiales Biológicos*

Descripción	Cantidad
Animales	100
Estudiante	1

### 3.2 Método

La metodología que se aplicó en esta investigación fue experimental debido a que permitió analizar hechos y situaciones en condiciones específicas, desde la recolección de la muestra sanguínea de animales aparentemente sanos y establecer valores referenciales de la zona, basándose en la observación, fichaje y análisis. Para esta investigación experimental se utilizaron 100 bovinos hembra de raza Holstein.

### 3.3 Diseño estadístico

Para el análisis estadístico de esta investigación se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 y el programa Minitab 19.

Con los datos obtenidos en esta investigación y con la ayuda del programa Microsoft Excel inicialmente se aplicó la estadística descriptiva que nos permite obtener la media, mediana, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, valor mínimo y valor máximo. A continuación, se realiza un diagrama de caja el cual nos permite conocer la distribución de los datos, el grado de asimetría, posición de la media y los valores atípicos o valores extremos. En cuanto a los valores atípicos fueron eliminados ya que son valores distintos que no cumplen ciertos requisitos de heterogeneidad dentro de los datos.

Al realizar esto, los datos resultan distintos en cuanto al tamaño de la muestra por lo que se aplica nuevamente la estadística descriptiva obteniendo así nuevos valores en cuanto a la media, mediana, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, valor mínimo y valor máximo.



Posteriormente con la ayuda del programa Minitab 19 aplicamos la prueba de normalidad y usando la gráfica de probabilidad encontramos el valor p de Kolmogorov-Smirnov (KS), en el cual si el valor p es  $< 0.01$  los datos no se encuentran en una distribución normal y si el valor p calculado es  $> 0.01$  suponemos que los datos se encuentran dentro de una distribución normal.

En el caso de los datos que siguen una distribución normal se usó la prueba paramétrica en la cual se aplica la fórmula  $\text{Media} \pm 2\text{SD}$  para obtener límite inferior y límite superior, y si se trata de los datos que no siguen una distribución normal se usa el método no paramétrico de percentil, usando el percentil 2.5 para el límite inferior que se calcula como  $(n+1)*0.025$  y el percentil 97.5 para el límite superior que se calcula como  $(n+1)*0.975$ , los cuales nos indican un intervalo de confianza de 95%.

La media aritmética es la medida de tendencia central que más se utiliza, debido a que toma en cuenta todos los datos del conjunto analizado (...) se define como la suma de todos los datos, dividida entre el número total de elementos de la muestra. (IGER, 2016, p. 143)

“La mediana es la medida que se utiliza cuando hay valores extremos, es decir valores muy grandes o muy pequeños (...) es el dato que deja el 50 % de datos por debajo o por encima de él”. (IGER, 2016, p. 145)

“El rango es la distancia que hay entre el valor mayor y el valor menor”. (IGER, 2016, p. 159)

La desviación estándar se define como la media cuadrática de las distancias con respecto a la media aritmética (...) eso quiere decir que se calcula la distancia que hay entre cada valor, (...) mide el grado de dispersión de los datos respecto al promedio. (IGER, 2016, p. 161)

La varianza de una distribución se define como el promedio de los cuadrados de las desviaciones a la media. Si la varianza es cero, todos los valores de la variable coinciden con

la media, lo que significa que la dispersión es nula. Cuanto más alejadas estén las observaciones de la media, mayor será la varianza. (Vargas, 1995, p. 94)

El coeficiente de variación, CV, se define por cociente entre la desviación típica y la media aritmética de la variable e indica, por tanto, el número de veces que la desviación típica contiene a la media. El valor mínimo del coeficiente de variación es cero, (...) en tal caso, todos los valores de la variable son iguales a la media, de manera que la dispersión de los valores en torno a la media es nula. La media es tanto más representativa cuando más próximo a cero está el coeficiente de variación, y cuanto más elevado es el coeficiente de variación, menos representativa es la media. (Rey y Ramil, 2007, p. 51)

### 3.4 Población y muestra

La investigación se realizó con 100 bovinos hembra de raza Holstein, las muestras sanguíneas fueron obtenidas de bovinos de ganaderías de las parroquias como Tarqui, Cumbe y Victoria del Portete, perteneciente al cantón Cuenca.

Para el estudio siempre se tomó en cuenta que su aspecto físico represente estar sanos, para esta valoración del estado de los animales se observó el comportamiento, estado físico y datos proporcionados por el ganadero incluyendo la toma de constantes fisiológicas básicas como frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, temperatura y turgencia de la piel.

### 3.5 Toma de las muestras

Para la toma de la muestra de sangre primeramente se inmovilizó al animal, dentro de un brete o manga, lo importante es salvaguardar nuestra integridad ante el animal, luego se procedió a la extracción de 6 ml de sangre, la cual 1 ml se colocó en un tubo vacutainer con anticoagulante EDTA para hemograma, mientras que los 5 ml se colocó en un tubo vacutainer sin anticoagulante para análisis de química sanguínea, la muestra se tomó ya sea de la vena yugular o de la arteria o vena coccígea ventral utilizando una aguja vacutainer de

toma múltiple de 20Gx1 con la ayuda de una capsula vacutainer, las muestras sanguíneas se transportaron dentro de un cooler con geles refrigerantes hasta el laboratorio.

### 3.6 Procesamiento de las muestras

#### 3.6.1 Hemograma

Para el hemograma luego de obtener la muestra sanguínea, se colocó 1 ml de sangre en un tubo vacutainer con anticoagulante EDTA, el cual fue homogenizado inmediatamente para garantizar la mezcla de la muestra sanguínea con el anticoagulante, una vez homogenizada la muestra se procede a colocarla en el Analizador Hematológico Automático Veterinario Rayto RT-7600, el cual nos arroja los resultados posteriormente.

#### 3.6.2 Química sanguínea

Para el procesamiento de química sanguínea se utilizó el método de punto final o de equilibrio y el de cinética, donde se utiliza el suero sanguíneo el cual se extrae mediante un proceso de centrifugación durante 5 min a 3500 rpm, y la lectura se realiza en el equipo de bioquímica húmeda (espectrofotómetro) de uso veterinario.

FA: Corresponde al método de cinética, en el cual se coloca 50 microlitros de suero en un tubo de ensayo posteriormente se agrega 500 microlitros de reactivo de Fosfatasa alcalina de trabajo WIENER LAB, inmediatamente se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

AST, ALT y GGT: Corresponden al método de cinética, en el cual se coloca 50 microlitros de suero en un tubo de ensayo posteriormente se agrega 500 microlitros de reactivo de trabajo SPINREACT correspondiente a cada analito, inmediatamente se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Glucosa, Triglicéridos, y Colesterol: Corresponden al método de punto final, en el cual se coloca 10 microlitros de suero en un tubo de ensayo al mismo que se le agrega 1000

microlitros de reactivo HUMAN que corresponda a cada analito, posteriormente se le coloca en el termobloque por 10 minutos a una temperatura de 37 °C, luego de esto se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Ácido úrico: Corresponde al método de punto final, en el cual se coloca 20 microlitros de suero en un tubo de ensayo al mismo que se le agrega 1000 microlitros de reactivo de ácido úrico HUMAN, posteriormente se le coloca en el termobloque por 5 minutos a una temperatura de 37 °C, luego de esto se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Proteínas totales: Pertenece al método de punto final, para el cual se debe colocar en un tubo de ensayo 20 microlitros de suero, se agrega 1400 microlitros de reactivo de proteínas totales WIENER LAB, posteriormente se le coloca en el termobloque por 10 minutos a una temperatura de 37 °C, luego de esto se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Urea: Corresponde al método de punto final, en el cual se coloca 10 microlitros de suero en un tubo de ensayo al mismo que se le agrega una gota de reactivo de Ureasa WIENER LAB, posteriormente se le coloca en el termobloque por 5 minutos a una temperatura de 37 °C, luego se agrega 500 microlitros de reactivo A y 500 microlitros de reactivo B de Urea WINENER LAB, mas 5 ml de agua destilada se deja a temperatura ambiente por 5 minutos y se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Lipasa: Método de cinética, para el análisis se debe colocar en un tubo de ensayo 10 microlitros de suero, con 1000 microlitros de reactivo A de lipasa QCA, posteriormente se le coloca en el termobloque por 5 minutos a una temperatura de 37 °C, luego se agrega 600 microlitros de reactivo B y se le deja por 5 minutos más en el termobloque, al cumplir este tiempo inmediatamente se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Amilasa: Corresponde a una prueba de punto final, se utiliza dos tubos de ensayo uno para la muestra y otro para el control se coloca 500 microlitros de reactivo A de amilasa

WIENER LAB en cada tubo, se procede a colocar en el termobloque por 2 minutos, al pasar este tiempo se agrega 10 microlitros de suero en el tubo muestra, y se deja en el termobloque por 7 minutos 30 segundos a una temperatura de 37 °C, luego de esto se retira los tubos y se agrega 4 ml de agua destilada en cada tubo más 500 microlitros de reactivo B de amilasa WIENER LAB, se deja durante 5 minutos a temperatura ambiente y se procede a la lectura en el espectrofotómetro tanto el control como la muestra, la cual se realiza en absorbancias y para su cálculo se resta el control de la muestra y el resultado se divide para el control y se multiplica por 1000.

Creatinina: Corresponde al método de cinética, en el cual se coloca 100 microlitros de suero y se agrega 1000 microlitros de reactivo de trabajo de creatinina LABTEST, y se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Creatinina kinasa: Corresponde al método de cinética, en el cual se coloca 40 microlitros de suero y se agrega 1000 microlitros de reactivo de trabajo de ck-nac QCA, y se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Bilirrubina total: Es una prueba de punto final, donde se realiza un tubo para blanco y otro para muestra, en el tubo para blanco se coloca 50 microlitros de suero más 1000 microlitros de agua destilada y 100 microlitros de reactivo 2, en el tubo muestra se coloca 50 microlitros de suero más 1000 microlitros de reactivo 1 de bilirrubinas WIENER LAB y 100 microlitros de reactivo de trabajo diazo, se deja por 5 minutos a temperatura ambiente y se da lectura en el espectrofotómetro.

Bilirrubina directa: Es una prueba de punto final, donde se realiza un tubo para blanco y otro para muestra, en el tubo para blanco se coloca 50 microlitros de suero más 1000 microlitros de agua destilada y 100 microlitros de reactivo 2, en el tubo muestra se coloca 50 microlitros de suero más 1000 microlitros de agua destilada y 100 microlitros de reactivo de

trabajo diazo, se deja por 5 minutos a temperatura ambiente y se da lectura en el espectrofotómetro.

Bilirrubina indirecta: Es el resultado de la diferencia entre el valor de la bilirrubina directa de la bilirrubina total.

Albúmina: Corresponde a una prueba de punto final, para la cual se coloca 10 microlitros de suero en un tubo de ensayo donde se agrega 1000 microlitros de reactivo de albumina WIENER LAB, se deja durante 2 a 10 minutos a temperatura ambiente y se procede a la lectura en el espectrofotómetro.

Globulina: Es el resultado de la diferencia entre el valor de la albumina de las proteínas totales.

### 3.7 Variables de estudio

Tabla 8: *Parámetros calculados del Hemograma*

WBC	Número total de glóbulos blancos
LYM	Número de linfocitos
MID	Número de monocitos
GRA	Número de granulocitos
LYM	Porcentaje de linfocitos
MID	Porcentaje de monocitos
GRA	Porcentaje de granulocitos
RBC	Recuento de glóbulos rojos
HGB	Hemoglobina
HCT	Hematocrito
MCV	Volumen corpuscular medio
MCH	Hemoglobina corpuscular media
MCHC	Concentración de hemoglobina corpuscular media
PLT	Plaquetas

Tabla 9: *Parámetros calculados de la química sanguínea.*

FA	Fosfatasa alcalina
GGT	Gamma glutamil transpetidasa
AST	Aspartato aminotrasferasa
ALT	Alanina transferasa
GLU	Glucosa
PT	Proteínas totales
URE	Urea
AU	Ácido úrico
AMI	Amilasa
LIP	Lipasa
CRE	Creatinina
CK-NAC	Creatinina kinasa
BT	Bilirrubina total
BD	Bilirrubina directa
BI	Bilirrubina indirecta
ALB	Albúmina
GLO	Globulina
COL	Colesterol
TRI	Triglicéridos

### 3.8 Toma y registro de datos

Para el registro de los datos se utilizaron fichas clínicas en las cuales se anotaron datos importantes del paciente como del propietario y su procedencia, en caso del paciente se tomó en cuenta edad, raza, tipo de alimentación, estado de desarrollo, estado reproductivo y constantes fisiológicas como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, condición corporal, estado de mucosas, turgencia de la piel. Y también en esta se registró los resultados obtenidos tanto del hemograma como de la química sanguínea.

### 3.9 Consideraciones éticas

Al realizar esta investigación se tomó en cuenta ciertos aspectos éticos que resalta el bienestar animal, tomando como base la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 y el

código sanitario para los animales terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

Donde se menciona que el animal debe ser manejado siempre con cuidado, pero con firmeza, procurando la seguridad del personal que lo manipula. Se debe evitar la lucha y el estrés en todo momento, ya que la excitación prolongada puede alterar la circulación y el estado metabólico del individuo e inducir un estado de choque. Las técnicas de sujeción, manipulación e inmovilización que se realicen deben estar acordes con los principios humanitarios internacionales aceptados y aprobados, debiendo ser supervisadas por el Médico Veterinario responsable.

La sanidad animal es uno de los componentes más importantes dentro del bienestar animal por lo cual se debe dotar de la respectiva asepsia en el momento de manipular al animal para así evitar el contagio de enfermedades, como también la respectiva asepsia de todos los materiales que se utilizó durante esta investigación como jeringas, agujas, tubos de ensayo y otros.



#### 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los valores conseguidos en esta investigación en algunos de los parámetros del hemograma y química sanguínea, se encuentran situados dentro de los rangos que se establecen en las investigaciones de (Mosquera y Moreno, 2016), (Calzada et al., 2002), (Moreno, 2008), (Moreno N. P., 2009), (Palacios y Narváez, 2018), (Barrios et al., 2013), (Roa, Ladino y Hernández, 2017) , (Padilla, 2010), (Scaglione , 2006) y los valores de referencia de la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007), (Dirksen, Gründer y Stöber, 2005), (Blood y Studdert, 1994); debido a que no existen valores referenciales propios de la zona, estos valores de referencias, sirvieron para comparar y analizar los datos de esta investigación.

Tabla 10: Resultado de parámetros hematológicos de bovinos hembra raza Holstein.

VARIABLES	N	LI	LS	Unidad	Media	Mediana	Rango	S	s <sup>2</sup>	CV	Valor p K-S
WBC	100	5.28	95.39	x 10 <sup>9</sup> / L	50.34	49.55	90.11	22.52	507.39	0.44	0.245
LYM	100	0.17	66.67	x 10 <sup>9</sup> / L	33.42	32.7	66.50	16.62	276.35	0.50	0.014
MID	100	0.2	9.1	x 10 <sup>9</sup> / L	2.47	1.3	8.6	2.09	4.39	0.84	< 0.005
GRA	96	4.7	33.11	x 10 <sup>9</sup> / L	13.56	11.4	28.41	6.47	41.90	0.48	< 0.005
LYM	96	45.02	92.65	Porcentaje	68.83	69	47.63	11.90	141.76	0.17	0.011
MID	100	1	11.2	Porcentaje	5.50	5.6	10.2	2.99	8.96	0.54	< 0.005
GRA	95	9.2	51.5	Porcentaje	25.87	23.85	42.3	10.37	107.63	0.40	< 0.005
RBC	100	4.89	7.51	x 10 <sup>12</sup> / L	6.20	6.38	2.62	0.65	0.42	0.10	0.011
HGB	93	10.92	14.47	g/dL	12.70	12.65	3.55	0.88	0.78	0.06	0.104
MCHC	91	462.53	561.55	Porcentaje	512.04	509.65	99.02	24.75	612.77	0.04	0.039
MCH	97	18.28	22.50	fL	20.39	20.3	4.22	1.05	1.11	0.051	0.188
MCV	100	33.55	45.31	Pg	39.43	39.8	11.76	2.94	8.65	0.07	0.028
HCT	98	20.38	28.62	g/L	24.50	24.4	8.24	2.06	4.24	0.08	0.107
PLT	83	37	3448	x 10 <sup>9</sup> / L	555.32	345	3411	684.38	468379.53	1.23	< 0.005

Tabla 11: *Hemograma de novillas Holstein.*

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
WBC	42	11.4	74.3	39.36	34.35	62.9	$\times 10^9 / L$
LYM	42	5.1	53.4	25.97	22.45	66.50	$\times 10^9 / L$
MID	42	0.6	5.7	1.59	1.1	5.1	$\times 10^9 / L$
GRA	42	4.6	36.3	11.79	10.05	31.7	$\times 10^9 / L$
LYM	42	23.8	86.3	65.00	67.75	62.5	Porcentaje
MID	42	1.3	10.2	4.86	4.35	8.9	Porcentaje
GRA	42	12.4	72.6	30.13	26.8	60.2	Porcentaje
RBC	42	4.32	8.14	6.48	6.56	3.82	$\times 10^{12} / L$
HGB	42	10.2	15.7	12.99	12.9	5.5	g/dL
MCHC	42	483.3	720.2	548.81	537.4	236.9	Porcentaje
MCH	42	18.4	24.3	20.11	19.8	5.9	fL
MCV	42	33.7	40.8	36.80	36.15	7.1	Pg
HCT	42	14.6	32.5	23.89	24	17.9	g/L
PLT	42	168	6266	2313.19	522.5	6098	$\times 10^9 / L$

Tabla 12: *Hemograma de vacas lactantes Holstein.*

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
WBC	43	18.7	109.4	59.63	61.1	90.7	$\times 10^9 / L$
LYM	43	9.8	73.8	39.36	42.4	64	$\times 10^9 / L$
MID	43	0.2	9.1	3.04	2.7	8.9	$\times 10^9 / L$
GRA	43	4.7	81.1	17.45	15.2	76.4	$\times 10^9 / L$
LYM	43	26.2	92.2	69.60	69.1	66	Porcentaje
MID	43	0.8	11.2	5.70	6.7	10.4	Porcentaje
GRA	43	6.7	68	24.69	23.2	61.3	Porcentaje
RBC	43	4.68	7.36	5.98	5.91	2.68	$\times 10^{12} / L$
HGB	43	9.5	14.6	12.42	12.5	5.1	g/dL
MCHC	43	470	546.7	506.22	508.5	76.7	Porcentaje
MCH	43	17.8	23.8	20.82	20.9	6	fL
MCV	43	37.2	45.6	41.14	41.1	8.4	Pg
HCT	43	18.5	30.2	24.60	24.5	11.7	g/L
PLT	43	68	3367	574.44	338	3299	$\times 10^9 / L$

Tabla 13: Hemograma de vacas gestantes-lactantes Holstein.

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
WBC	9	44.2	73.4	61.38	65.6	29.2	$\times 10^9 / L$
LYM	9	16.2	50.3	38.64	41	34.1	$\times 10^9 / L$
MID	9	0.5	6.4	4.1	4.6	5.9	$\times 10^9 / L$
GRA	9	6.4	37.1	18.62	19.1	30.7	$\times 10^9 / L$
LYM	9	32.6	86	66.62	68.6	53.4	Porcentaje
MID	9	1.2	10.5	7.61	8.8	9.3	Porcentaje
GRA	9	12.8	62.4	25.76	22.1	49.6	Porcentaje
RBC	9	5.28	7.24	5.97	5.65	1.96	$\times 10^{12} / L$
HGB	9	10.9	15.5	12.58	12.5	4.6	g/dL
MCHC	9	483.6	525.5	510.4	515.1	41.9	Porcentaje
MCH	9	20.3	22.6	21.1	21.1	2.3	fL
MCV	9	39.4	44.4	41.38	40.5	5	Pg
HCT	9	20.9	32.1	24.73	24.2	11.2	g/L
PLT	9	266	3269	711	383	3003	$\times 10^9 / L$

Tabla 14: Hemograma de vacas secas Holstein.

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
WBC	6	11.9	93.9	43.96	27.8	82	$\times 10^9 / L$
LYM	6	3.9	78	30.16	18.4	74.1	$\times 10^9 / L$
MID	6	0.6	8.1	1.98	0.75	7.5	$\times 10^9 / L$
GRA	6	5.5	29.3	11.81	8.95	23.8	$\times 10^9 / L$
LYM	6	30.3	89.2	59.8	56.8	58.9	Porcentaje
MID	6	1.6	10.7	4.7	3.9	9.1	Porcentaje
GRA	6	9.2	64.9	35.5	35.15	55.7	Porcentaje
RBC	6	4.38	6.68	5.93	6.17	2.3	$\times 10^{12} / L$
HGB	6	8.2	13.2	11.68	12.25	5	g/dL
MCHC	6	451.6	506.3	471.33	470.1	54.7	Porcentaje
MCH	6	18.7	20.2	19.61	19.6	1.5	fL
MCV	6	38.7	43.4	41.66	41.9	4.7	Pg
HCT	6	18.2	29	24.81	25.4	10.8	g/L
PLT	6	37	1470	519.83	397	1433	$\times 10^9 / L$

Los valores estadísticos que muestra la tabla 11, 12, 13 y 14 en cuanto al hemograma se observan rangos bastante amplios en algunos de sus parámetros tomando en cuenta al igual su valor mínimo y valor máximo, así también como sus medias varían de manera significativa entre las categorías; el 100% de las unidades experimentales se dividen en un 42% de novillas, 43% de vacas lactantes, 9% de vacas gestantes-lactantes y un 6% de vacas secas.

El valor medio en cuanto a la línea blanca como es el recuento de leucocitos (WBC) en novillas es de  $39.36 \times 10^9 / L$ , en vacas lactantes  $59.63 \times 10^9 / L$ , en vacas gestantes-lactantes  $61.38 \times 10^9 / L$  y en vacas secas  $43.96 \times 10^9 / L$ ; el valor de linfocitos (LYM) en novillas es de  $25.97 \times 10^9 / L$ , en vacas lactantes  $39.36 \times 10^9 / L$ , en vacas gestantes  $38.64 \times 10^9 / L$  y en vacas secas  $30.16 \times 10^9 / L$ ; el valor de monocitos (MID) en novillas es de  $1.59 \times 10^9 / L$ , en vacas lactantes  $3.04 \times 10^9 / L$ , en vacas gestantes-lactantes  $4.1 \times 10^9 / L$  y en vacas secas  $1.98 \times 10^9 / L$  y en cuanto a granulocitos (GRA) el valor medio en novillas es de  $11.79 \times 10^9 / L$ , en vacas lactantes  $17.45 \times 10^9 / L$ , en vacas gestantes-lactantes  $18.62 \times 10^9 / L$ , y en vacas secas es de  $11.81 \times 10^9 / L$ . Analizando los datos obtenidos en cuanto a la serie blanca entre las categorías nos indica que en vacas lactantes y gestantes-lactantes los valores son superiores a los obtenidos en novillas y vacas secas, esta diferencia puede deberse al estado de producción en el que se encuentran y al estrés que sufre el animal en el momento del ordeño como en el caso de las vacas lactantes y gestantes-lactantes, mientras las vacas secas y novillas no desarrollan esta actividad por lo tanto su valor es inferior.

Dentro de la línea roja que comprende los valores en recuento de glóbulos rojos (RBC) para novillas dio un valor medio de  $6.48 \times 10^{12} / L$ , en vacas lactantes  $5.98 \times 10^{12} / L$ , en vacas gestantes-lactantes  $5.97 \times 10^{12} / L$  y vacas secas  $5.93 \times 10^{12} / L$ . El valor de hemoglobina en novillas va de  $12.99 \text{ g/dL}$ , vacas lactantes  $12.42 \text{ g/dL}$ , vacas gestantes-lactantes  $12.58 \text{ g/dL}$  y vacas secas  $11.68 \text{ g/dL}$ . En relación al MCHC en novillas es de  $548.81\%$ , en vacas lactantes  $506.22\%$ , en vacas gestantes-lactantes  $510.4\%$ , y en vacas secas  $471.33\%$ . El valor de MCH en novillas es de  $20.11 \text{ fL}$ , en vacas lactantes  $20.82 \text{ fL}$ , en vacas gestantes-lactantes  $21.82 \text{ fL}$ , y en vacas secas  $19.61 \text{ fL}$ . El valor medio de MCV en novillas es de  $36.80 \text{ pg}$ , en vacas lactantes  $41.14 \text{ pg}$ , en vacas gestantes-lactantes  $41.38 \text{ pg}$ , y en vacas secas  $41.66 \text{ pg}$ . El valor de hematocrito (HCT) en novillas es de  $23.89 \text{ g/L}$ , en vacas lactantes  $24.60 \text{ g/L}$ , en vacas gestantes-lactantes  $24,73 \text{ g/L}$ , y en vacas secas  $24.81 \text{ g/L}$ . Al analizar los

valores nos indica que en novillas encontramos mayor número de glóbulos rojos, HGB, MCHC a comparación de las vacas lactantes, gestantes-lactantes y vacas secas esto tiene relación con la edad de los animales, los pisos altitudinales y el tamaño de las células rojas, ya que las novillas llevan una actividad física mayor que las vacas adultas por lo que se da un aumento en la actividad hematopoyética. En general los elementos sanguíneos son de mayor tamaño cuanto más jóvenes son los animales y se vuelven más pequeños cuando van envejeciendo. Al contrario, los valores de HCT, MCV, MCH; las novillas presentan valores levemente inferiores a comparación de las vacas adultas esto se relaciona a que son animales jóvenes los cuales sufren una deficiencia fisiológica de hierro el cual se refleja en la medición de estos valores.

El valor del recuento plaquetario en novillas es de  $2313.19 \times 10^9 / L$ , en vacas lactantes  $574.44 \times 10^9 / L$ , en vacas gestantes-lactantes  $711 \times 10^9 / L$ , y en vacas secas  $519.83 \times 10^9 / L$ . El valor de plaquetas en novillas es superior al resto de categorías esto se asemeja a que las novillas tienen una mayor actividad física que las vacas adultas por lo que se da una hemoconcentración.

Tabla 15: *Comparación de los valores de hemograma referenciales fijados por la literatura y los valores obtenidos en esta investigación.*

Variable	Valor de la bibliografía	Unidad	Valor calculado
WBC	4 -12	$\times 10^9 / L$	5.28 - 95.39
LYM	2.5-7.5	$\times 10^9 / L$	0.17 - 66.67
MID	0.0 - 0.8	$\times 10^9 / L$	0.2 - 9.1
GRA	0.5 -10.20	$\times 10^9 / L$	4.7- 33.11
LYM	40 -70	porcentaje	45.02 - 92.65
MID	2 – 8	porcentaje	1 - 11.2
GRA	15 – 45	porcentaje	9.2 - 51.1
RBC	5.0 - 10.0	$\times 10^{12} / L$	4.89 - 7.51
HGB	8 -15	g/dL	10.92 - 14.47
MCHC	300 – 360	%	462.53 - 561.55
MCH	11 – 17	fL	18.28 - 22.50
MCV	40 – 60	Pg	33.55 - 45.31
HCT	24 – 46	g/L	20.38 - 28.62
PLT	100 – 800	$\times 10^9 / L$	37 - 3448

Los resultados obtenidos para el recuento de glóbulos blancos o leucocitos (WBC), en el presente estudio muestra una distribución de datos entre  $5.28 - 95.39 \times 10^9 / L$ , con una media de 50.34, por lo que no concuerda con el valor referencial utilizado en la investigación de (Calzada et al., 2002) que indica valores de  $4 -12 \times 10^9 / L$ , los mismo valores indica la literatura de (Blood y Studdert, 1994); así obtenemos un rango más amplio, existiendo diferencias significativas al tomar en cuenta su desviación estándar y su varianza presentando una heterogeneidad en los valores alrededor de la media, como también su CV se encuentra elevado eso explica que hubo factores externos que involucraron la toma de la muestra sanguínea. La elevación que presenta este parámetro puede deberse a las situaciones de estrés al que es sometido el animal al momento de la extracción de muestra y por otros factores como las condiciones climáticas y de altitud. “Puede ocurrir en respuesta a la adrenalina por

una disminución de la adherencia de los neutrófilos y un aumento del flujo sanguíneo a través de la microcirculación (...) dando lugar a un aumento del recuento total de leucocitos” (Fidalgo, Rejas, Ruiz y Ramos, 2003, p. 172). En los bovinos (...) el número total de leucocitos se afecta por diferencias fisiológicas como: excitación del animal, actividad muscular, balance hídrico del individuo y edad promedio, además otros factores tales como momento de la toma de la muestra, temperatura ambiente, tipo y calidad de la nutrición. (Arango, Oquendo y Agudelo, 1992, p. 54 como se citó en Rave 1980)

El recuento de linfocitos resultó con valores entre  $0.17 - 66.67 \times 10^9 / L$ , y para monocitos  $0.2 - 9.1 \times 10^9 / L$ , difiriendo de los valores referenciales que nos indica (Nuñez y Bouda, 2007, p. 276), con valores para linfocitos de  $2.5-7.5 \times 10^9 / L$  y de monocitos  $0.0 - 0.8 \times 10^9 / L$ , los mismo valores usa (Calzada et al., 2002) en su investigación. Tomando en cuenta su desviación estándar y su varianza presenta una dispersión de los datos alrededor de su media, así como su CV elevado nos indica que hubo ciertos factores que afectaron la medición de este parámetro. El aumento del valor calculado y de su rango en esta investigación, por lo que no concuerdan con los valores presentados por la bibliografía; esta elevación se relaciona al estrés que el animal es sometido en el momento de la toma de muestra y en caso de animales jóvenes es normal una elevación de linfocitos, presentando así una linfocitosis fisiológica; el estrés puede generar una monocitosis fisiológica en perros y bovinos. (Nuñez y Bouda, 2007, p. 59). “La linfocitosis fisiológica es común en animales jóvenes y generada por emociones, miedo, excitación y ejercicio corto pero intenso” (Fidalgo et al., 2003, p. 172). “La linfocitosis fisiológica puede aparecer en animales sanos en respuesta al ejercicio, excitación y miedo, también los animales jóvenes tienen recuento de linfocitos más elevados que los adultos por los inmunocitos tras vacunación” (Day, Mackin y Littlewood, 2012, p. 139).

El presente estudio reporta un valor de granulocitos de  $4.7- 33.11 \times 10^9 / L$ , con respecto a la investigación realizada por (Palacios y Narváez, 2018) en Nero-Cuenca (Ecuador) a una



altitud de 3000 msnm, que presenta valores de  $0.5 - 10.20 \times 10^9 / L$ , podemos ver que los valores presentados son más altos; esto puede deberse al estrés que es sometido el animal en el momento de la manipulación para la toma de muestra como también en caso de animales excesivamente nerviosos. Granulocitosis o elevación de los granulocitos fisiológicamente se debe a una respuesta común de estrés (producida por el incremento de los niveles de cortisol circulante) y al ejercicio, miedo o excitación (producida por un incremento en la liberación de adrenalina) (Day, Mackin y Littlewood, 2012, p. 131). Los granulocitos como son neutrófilos, basófilos y eosinófilos tienen una elevación fisiológica por ejemplo “la eosinofilia puede presentarse de manera fisiológica, generalmente de escasa cuantía o ser secundaria a un proceso patológico” (Jiménez y Montero, 2004, p. 29), “la eosinofilia fisiológica se presenta por la hipersensibilidad a los fármacos” (Martín y Soto, 1994, p. 539). La elevación del número de neutrófilos o neutrofilia fisiológica puede deberse al estrés físico (...) el parto y algunos fármacos y toxinas también puede aumentar el número de neutrófilos, así mismo el estrés emocional puede causar neutrofilia, pero no tan elevado como el físico. (Martín y Soto, 1994, p. 538). Al analizar su desviación estándar, varianza nos indica que hay una variabilidad de los datos con relación a la media, el CV calculado se encuentra un poco elevado con respecto a este parámetro puede deberse a que hubo un efecto exterior que involucró las condiciones de muestreo.

Por lo tanto, dentro de los parámetros que componen la línea blanca o de defensa del organismo encontramos diferencias significativas entre los valores obtenidos en esta investigación con respecto a los valores citados por las bibliografías, esta elevación fisiológica se debe principalmente al estrés que sufre el animal, al clima y al piso altitudinal en el que se realizó la investigación siendo mucho más alto con respecto a las investigaciones realizadas de las cuales tomamos como referencia. Arango, Oquendo y Agudelo (1992) como se citó en Health y Reid, 1974 menciona que los parámetros fisiológicos generales,

frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria, indican que éstas aumentan con la altitud, condición explicada porque la presión parcial de los gases ambientales, entre ellos el oxígeno que se presenta en las altitudes, origina una hipoxia sanguínea, la cual estimula los quimiorreceptores periféricos en los cuerpos carótidos, lo que conlleva un aumento de la frecuencia respiratoria y un mayor trabajo cardíaco para suministrar el oxígeno a los tejidos. (pp, 58,59)

Con respecto a los valores de la serie roja en esta investigación como es el recuento de glóbulos rojos ( $4.89 -7.51 \times 10^{12} / L$ ), Hemoglobina (10.92 -14.47 g/dL), presentando diferencias no significativas a comparación de los valores mostrados por la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) que indica valores de ( $5 -10 \times 10^{12} / L$  en lo que es recuento de glóbulos rojos y de ( 8-15g/dL) para hemoglobina, los mismo valores usa (Moreno N. P., 2009) en su investigación; por lo que la HGB y RBC se mantuvieron constante ya que el valor de sus medias cayeron dentro del rango de referencial. Al analizar su desviación estándar, varianza donde nos indica que los datos se encuentran homogéneos, así como su CV nos enseña que el estudio se ha llevado bajo condiciones normales de muestreo,

El valor calculado en cuanto a la MCHC en este estudio es de (462.53-561.55 g/dL), resultando superior al valor usado por (Moreno N. P., 2009) en su investigación que realizó a 2630 msnm en Bogotá; que es de (300-360 g/dL) y de la investigación de (Mosquera y Moreno, 2016) a una altitud de 3000 msnm, que muestra valores de ( $32 \pm 1,34 \text{g/dl.}$ ). Al observar su desviación estándar y varianza nos damos cuenta que los datos se extienden sobre un rango de valores más amplio, sin embargo, su CV nos da una confiabilidad en los datos. Con respecto al valor obtenido para MCH es (18.28-22.50 pg) también resulta superior al valor presentado por la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) que es de (11-17 pg) así mismo de los valores que usa (Calzada et al., 2002) en su investigación que realizó a 1918 msnm; mientras los valores de HCT y MCV se ubican dentro de los parámetros usados por la

literatura y de ciertos autores que se mencionan en esta discusión. Algunos de los parámetros que componen la serie roja se encuentran elevados por lo que los valores obtenidos no concuerdan con los valores dados por las bibliografías que usamos como referencia, Esto se debe a que este estudio se llevó acabo a una altura de 2550 a 3000 msnm, donde existe menos concentración de oxígeno debido a que en las alturas, al disminuir la presión atmosférica total, se presenta una disminución en la presión parcial del oxígeno disponible en el medio, exigiendo al organismo una serie de ajustes, expresados inicialmente en un aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria; por lo que el organismo fisiológicamente estimula la eritropoyesis, Además se registra en el animal una mayor actividad del sistema hematógeno así aumentando el número de estos parámetros. “En bovinos se demostró que los animales que viven a mayor altitud tienen los glóbulos rojos de mayor talla y tuvieron mayores niveles de hemoglobina, hematocrito, eritrocitos, VCM, HCM y CHCM” (Garzón, García y Pérez, 2016, p. 96).

Los valores obtenidos en recuento plaquetario ( $37-3448 \times 10^9 / L$ ) se encuentran aumentados presentado un rango más amplio por lo que no concuerdan con los valores que nos indica la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) que es de ( $100-800 \times 10^9 / L$ ) y el mismo valor referencial que utiliza (Moreno N. P., 2009) para su investigación. Esto nos indica que existe una trombocitosis fisiológica que es inducida por respuesta al ejercicio que realiza el animal al caminar grandes distancias antes de la toma de muestra, debido a que las muestras fueron tomadas de animales manejados al pastoreo. El ejercicio vigoroso es una causa de trombocitosis relativa y es probable que se deba a la liberación de plaquetas desde el pool esplénico, la hemoconcentración o ambas, por transferencia del compartimento intra vascular al extravascular. También se puede presentar trombocitosis por rebote esto se presenta de 10 a 17 días después que el animal ha sido administrado algún fármaco. (Rodak, 2004, p. 701). “El número de plaquetas también se ve afectado por el estrés, aumentando los niveles a causa

de la contracción esplénica” (Herrera, 2011 como se citó en Jain, 1993). Al tomar en cuenta su desviación estándar y varianza nos indica que los datos se encuentran con una variación muy alta con relación a su media, y si tomamos en cuenta su CV se encuentra elevado esto nos indica que factores externos se involucraron en la medición de este parámetro.

Tabla 16: *Resultados de parámetros bioquímicos de bovinos hembra raza Holstein.*

Variables	N	LI	LS	Unidad	Media	Mediana	Rango	S	s <sup>2</sup>	CV	Valor p K-S
FA	88	1.39	151.39	UI/L	47.74	36.11	150	33.90	1149.30	0.70	< 0.005
GGT	88	0.41	55.56	UI/L	15.43	12.76	55.15	13.30	176.90	0.87	< 0.005
AST	90	51.36	136.78	UI/L	94.07	91.72	85.42	21.35	455.95	0.22	0.036
ALT	91	18.28	44.10	UI/L	31.19	31.45	25.82	6.45	41.64	0.20	0.552
GLU	99	61.15	108.56	mg/dl	84.85	84.56	47.41	11.85	140.51	0.13	0.601
PT	93	3.27	9.68	g/dl	6.48	6.35	6.41	1.60	2.57	0.24	0.204
UREA	93	0	3.78	mg/dl	1.77	1.71	3.78	1.00	1.01	0.56	0.059
AU	94	1.21	3.47	mg/dl	2.34	2.28	2.26	0.56	0.31	0.24	0.035
AMI	97	3.55	250.58	UI/L	79.11	66.3	247.03	65.32	4267.22	0.82	< 0.005
LIP	86	3.48	27.91	UI/L	16.25	15.06	24.43	4.66	21.72	0.28	< 0.005
CR	88	0	0.89	mg/dl	0.26	0.24	0.89	0.20	0.04	0.76	< 0.005
CK-NAC	92	14.99	351.27	UI/L	150.59	144.11	336.28	75.64	5721.66	0.50	0.018
BT	93	0.02	1.62	mg/dl	0.39	0.23	1.6	0.34	0.12	0.87	< 0.005
BD	92	0	0.06	mg/dl	0.01	0.01	0.06	0.01	0.00	0.82	< 0.005
BI	92	0	1.38	mg/dl	0.35	0.21	1.38	0.32	0.10	0.93	< 0.005
ALB	94	0.29	2.43	g/dl	1.36	1.44	2.14	0.53	0.28	0.39	0.298
GLO	95	1.86	8.38	g/dl	5.12	4.93	6.52	1.62	2.65	0.31	0.020
CHOL	99	38.20	179.07	mg/dl	108.63	103.6	140.87	35.21	1240.36	0.32	0.045
TRIG	96	6.9	80.79	mg/dl	35.10	31.03	73.89	16.86	2884.31	0.48	<0.005

Tabla 17: *Química sanguínea de novillas Holstein.*

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
FA	42	2.78	255.56	63.38	38.89	252.78	UI/L
GGT	42	0.74	86.35	16.84	12.96	85.61	UI/L
AST	42	10.25	144.33	90.49	90.49	134.08	UI/L
ALT	42	9.95	47.85	31.59	32.09	37.9	UI/L
GLU	42	63.16	111.23	88.68	89.47	48.07	mg/dl
PT	42	3.08	10.61	6.20	6.13	7.53	g/dl
UREA	42	0.51	3.84	2.15	2.13	3.33	mg/dl
AU	42	0.99	3.06	1.98	2.01	2.07	mg/dl
AMI	42	3.55	204.84	61.41	49.71	201.29	UI/L
LIP	42	3.48	192.27	22.35	14.00	188.79	UI/L
CR	42	0.08	3.01	0.34	0.24	2.93	mg/dl
CK-NAC	42	22.56	543.03	186.57	169.42	520.47	UI/L
BT	42	0.04	7.58	0.46	0.22	7.54	mg/dl
BD	42	0	0.09	0.02	0.02	0.09	mg/dl
BI	42	0.01	7.58	0.42	0.19	7.57	mg/dl
ALB	42	0.39	2.65	1.31	1.27	2.26	g/dl
GLO	42	1.88	9.38	4.88	4.86	7.5	g/dl
CHOL	42	44.6	129.98	81.50	77.7	85.38	mg/dl
TRIG	42	15.76	123.15	40.41	32.02	107.39	mg/dl

Tabla 18: *Química sanguínea de vacas lactantes Holstein.*

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
FA	43	1.39	270.83	73.27	41.67	269.44	UI/L
GGT	43	0.36	156.4	29.62	16.29	156.04	UI/L
AST	43	1.23	157.43	78.07	86.63	156.2	UI/L
ALT	43	18.11	70.88	33.93	31.19	52.77	UI/L
GLU	43	11.56	116.49	80.78	80	104.93	mg/dl
PT	43	2.97	11.16	6.93	6.97	8.19	g/dl
UREA	43	0	29.5	3.57	1.36	29.5	mg/dl
AU	43	1.91	37.83	5.97	2.62	35.92	mg/dl
AMI	43	5.98	762.09	132.74	79.73	762.09	UI/L
LIP	43	0.31	81.38	20.36	16.3	81.07	UI/L
CR	43	0	1.76	0.35	0.24	1.76	mg/dl
CK-NAC	43	14.99	907.51	189.23	156.11	892.52	UI/L
BT	43	0.02	2.07	0.63	0.45	2.05	mg/dl
BD	43	0	0.54	0.03	0.01	0.54	mg/dl
BI	43	0	2.05	0.59	0.33	2.05	mg/dl
ALB	43	0.15	3.69	1.48	1.5	3.54	g/dl
GLO	43	0.02	9.67	5.45	5.51	9.65	g/dl
CHOL	43	52.75	245.08	131.01	120.86	192.32	mg/dl
TRIG	43	6.9	93.6	34.32	26.6	86.7	mg/dl

Tabla 19: *Química sanguínea de vacas gestantes-lactantes Holstein.*

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
FA	9	1.39	270.83	127.06	118.08	269.44	UI/L
GGT	9	0.41	329.49	79.58	33.01	329.49	UI/L
AST	9	49.46	138.67	97.50	94.5	89.21	UI/L
ALT	9	16.68	52.91	30.40	26.53	36.23	UI/L
GLU	9	68.77	107.02	81.79	77.89	38.25	mg/dl
PT	9	4.22	11.74	6.79	5.83	7.52	g/dl
UREA	9	0.2	2.73	1.19	1.02	2.53	mg/dl
AU	9	2.07	3.3	2.67	2.46	1.23	mg/dl
AMI	9	4.44	202.81	67.64	43.63	198.37	UI/L
LIP	9	13.93	31.55	19.39	17.51	17.62	UI/L
CR	9	0.16	1.21	0.65	0.4	1.05	mg/dl
CK-NAC	9	65.71	235.15	114.19	90.41	169.44	UI/L
BT	9	0.2	3.74	1.28	1.04	3.54	mg/dl
BD	9	0	0.12	0.03	0.01	0.12	mg/dl
BI	9	0.19	3.69	1.25	1.04	3.5	mg/dl
ALB	9	1.08	3.03	1.65	1.66	1.94	g/dl
GLO	9	3.01	8.72	5.13	4.74	5.71	g/dl
CHOL	9	88.25	158.27	117.50	113.67	70.02	mg/dl
TRIG	9	6.9	36.45	24.30	25.62	29.55	mg/dl

Tabla 20: *Química sanguínea de vacas secas Holstein.*

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Rango	Unidad
FA	6	5.56	113.89	49.76	33.33	108.33	UI/L
GGT	6	3.25	39.76	13.25	8.66	36.51	UI/L
AST	6	57.94	125.01	97.50	103.79	67.07	UI/L
ALT	6	27.18	48.67	36.96	36.82	21.49	UI/L
GLU	6	78.6	95.44	85.03	82.81	16.84	mg/dl
PT	6	7.08	12.04	10.31	10.93	4.96	g/dl
UREA	6	0.68	2.9	1.77	1.79	2.22	mg/dl
AU	6	2.11	3.18	2.53	2.48	1.07	mg/dl
AMI	6	46.48	216.94	107.31	89.21	170.46	UI/L
LIP	6	17.4	104.49	34.78	22.49	87.09	UI/L
CR	6	0.72	1.1	0.90	0.92	0.38	mg/dl
CK-NAC	6	94.68	472.02	198.18	154.3	377.34	UI/L
BT	6	0.14	0.38	0.24	0.23	0.24	mg/dl
BD	6	0	0.03	0.01	0.00	0.03	mg/dl
BI	6	0.13	0.38	0.23	0.22	0.25	mg/dl
ALB	6	1.76	2.82	2.34	2.32	1.06	g/dl
GLO	6	4.82	10.28	7.97	8.34	5.46	g/dl
CHOL	6	115.11	161.15	143.32	145.56	46.04	mg/dl
TRIG	6	24.63	71.92	44.33	40.88	47.29	mg/dl

En las tablas 17, 18, 19 y 20 nos muestra los resultados de la química sanguínea por categorías, de igual manera que en el hemograma existe una variación significativa con respecto a su media y sus rangos en la mayoría de los parámetros.

Los valores de FA en novillas tenemos un valor medio de 63.38 UI/L, en vacas lactantes 73.27 UI/L, en vacas gestantes-lactantes 127.06 UI/L, en vacas secas 49.76 UI/L, como podemos ver el valor de la FA en gestantes-lactantes es mayor a comparación de las vacas lactantes, secas y novillas, esto se explica que en animales en gestación y jóvenes se encuentra la fosfatasa alcalina alta de manera fisiológica ya que es una enzima que se encarga del desarrollo óseo en animales jóvenes.

Con respecto a la GGT en novillas tenemos un valor medio de 16.84 UI/L, en vacas lactantes 29.62 UI/L, en vacas gestantes-lactantes 79.58 UI/L y en vacas secas 13.25 UI/L; la enzima GGT presenta valores más elevados en vacas lactantes y gestantes-lactantes a comparación de novillas y vacas secas; debido a que las vacas gestantes y lactantes se encuentran en producción siendo el epitelio mamario en lactación la fuente de esta actividad enzimática.

La AST en novillas presenta un valor medio de 90.49 UI/L, en vacas lactantes 78.07 UI/L, vacas gestantes-lactantes 97.50 UI/L, y en vacas secas 97.50 UI/L; el valor de ALT en novillas es de 31.59 UI/L, en vacas lactantes 33.93 UI/L, en vacas gestantes-lactantes 30.40 UI/L, y en vacas secas 97.50 UI/L; los valores de AST como de ALT se encuentran diferentes entre las categorías debido a la actividad física independiente que realiza el animal dentro de cada grupo ya que son enzimas que nos indican el nivel de desgaste muscular.

Los niveles de glucosa en novillas presentan un valor medio de 88.68 mg/dl, en vacas lactantes 80.78 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 81.79 mg/dl y en vacas secas 85.03 mg/dl; las novillas presentan mayores niveles de glucosa a comparación de las vacas gestantes-



lactantes, lactantes y secas, esto debe al estrés ya que los animales jóvenes son mucho más nerviosos que los adultos por lo que la glucosa tiende a elevarse.

El valor de proteínas totales en novillas es de 6.20 g/dl, en vacas lactantes 6.93 g/dl, vacas gestantes-lactantes 6.79 g/dl y vacas secas 10.31 g/dl; mientras el valor medio de la albúmina en novillas es de 1.31 g/dl, en vacas lactantes 1.48 g/dl, en vacas gestantes-lactantes 1.65 g/dl, y en vacas secas 2.34 g/dl; el valor de la globulina en novillas es de 4.88 g/dl, en vacas lactantes 5.45 g/dl, en vacas gestantes-lactantes 5.13 g/dl, y en vacas secas 7.97 g/dl; la diferencia de los valores en proteínas plasmáticas, albumina y globulina entre novillas, vacas gestantes-lactantes, lactantes y secas, esto se debe a que cada categoría necesita diferente demanda de proteína en su dieta dependiendo el estado reproductivo en el que se encuentre.

El valor de la urea en novillas es de 2.15 mg/dl, en vacas lactantes 3.57 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes es de 1.19 mg/dl, y en vacas secas 1.77 mg/dl; el ácido úrico en novillas nos da un valor medio de 1.98 mg/dl, en vacas lactantes es de 5.97 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 2.67 mg/dl, y en vacas secas 2.53 mg/dl; se observa una diferencia significativa en los valores de urea y ácido úrico entre los grupos esto se debe a la discrepancia en la alimentación que lleva cada categoría especialmente en el nivel de proteína consumida y a la capacidad de metabolizarla.

Los valores de Amilasa en novillas son de 61.41 UI/L, en vacas lactantes 132.74 UI/L, en vacas gestantes-lactantes 67.64 UI/L, y en vacas secas 107.31 UI/L, la lipasa en novillas tenemos un valor medio de 22.35 UI/L, en vacas lactantes un valor de 20.36 UI/L, en gestantes-lactantes 19.39 UI/L, y en vacas secas 34.78 UI/L; la diferencia del valor de la amilasa y lipasa entre los grupos se debe a la cantidad de hidratos de carbono que son administrados en su dieta.

El valor medio de creatinina en novillas es de 0.34 mg/dl, en vacas lactantes es de 0.35 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 0.65 mg/dl, y en vacas secas 0.90 mg/dl; la diferencia de los valores de creatinina entre los grupos se debe al estado corporal en el que se encuentra el animal, en el caso de las vacas gestantes-lactantes y vacas secas se encuentran con una mejor condición corporal a comparación de las vacas lactantes y novillas.

En cuanto al CK-NAC en novillas se hallan un valor medio de 186.57 UI/L, en vacas lactantes 189.23 UI/L, en vacas gestantes-lactantes 114.19 UI/L, y en vacas secas 198.18 UI/L; la novillas, las vacas lactantes y vacas secas presentan un valor mayor en CK-NAC a comparación de las vacas gestantes-lactantes; esto se explica a que estos animales tienen más desgaste muscular por ser animales jóvenes presentando hiperactividad por lo que hay un mayor esfuerzo del músculo cardiaco lo que ocasiona que los niveles aumenten en estos animales, mientras que las vacas gestantes por su condición tienden a permanecer en lugares definidos sin movilizarse grandes distancias.

Los valores para bilirrubina total en novillas son de 0.46 mg/dl, en vacas lactantes 0.63 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 1.28 mg/dl, y en vacas secas 0.24 mg/dl; en cuanto a la bilirrubina directa en novillas el valor medio es de 0.02 mg/dl, en vacas lactantes 0.03 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 0.03 mg/dl, y en vacas secas 0.01 mg/dl; con relación a la bilirrubina indirecta en novillas presenta un valor medio de 0.42 mg/dl, en vacas lactantes 0.59 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 1.25 mg/dl, y en vacas secas 0.23 mg/dl; la diferencia del valor de bilirrubinas tanto la total, bilirrubina directa como la bilirrubina indirecta, entre los grupos se debe a la condición corporal en la que se encuentran los animales y la capacidad del organismo para realizar el metabolismo de la bilirrubina.

El valor de colesterol en novillas es de 81.50 mg/dl, en vacas lactantes es de 131.01 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 117.50 mg/dl, y en vacas secas 143.32 mg/dl; de acuerdo

al valor medio en novillas de triglicéridos es de 40.41 mg/dl, en vacas lactantes 34.32 mg/dl, en vacas gestantes-lactantes 24.30 mg/dl, y en vacas secas es de 44.33 mg/dl; la diferencia de valores de colesterol y triglicéridos entre los grupos se debe especialmente al tipo de alimentación que llevan estos animales y de la capacidad del organismo para aprovecharlo.

Tabla 21: *Comparación de los valores de química sanguínea referenciales fijados por la literatura y los valores obtenidos en esta investigación.*

Variable	Valor de la bibliografía	Unidad	Valor calculado
FA	< 237	UI/L	1.39 -151.39
GGT	< 29	UI/L	0.41 -55.56
AST	< 120	UI/L	51.36 -136.78
ALT	14-38	UI/L	18.28 - 44.10
GLU	46.84-88.28	mg/dl	61.15 - 108.56
PT	5.95-8	g/dl	3.27 - 9.68
UREA	15.02-39.65	mg/dl	0 - 3.78
AU	-	mg/dl	1.21 - 3.47
AMI	12 -107	UI/L	3.55 - 250.58
LIP	-	UI/L	3.48 - 27.91
CR	< 1.36	mg/dl	0 - 0.89
CK-NAC	< 300	UI/L	14.99 - 351.27
BT	0.0- 0.68	mg/dl	0.02 - 1.62
BD	0.0- 0.4	mg/dl	0 - 0.06
BI	0.0-0.2	mg/dl	0 - 1.38
ALB	2.77-4.04	g/dl	0.29 - 2.43
GLO	2.62-4.52	g/dl	1.86 - 8.38
CHOL	39-177	mg/dl	38.20 - 179.07
TRIG	0-140	mg/dl	6.9 - 80.79

Los resultados obtenidos de las enzimas que están dentro de la evaluación del perfil hepático como es FA fosfatasa alcalina (1.39 -151.39 UI/L) se encuentra dentro de los rangos que presenta la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) con valores para FA (< 237 UI/L), por lo que los valores obtenidos en esta investigación no varían. Sin embargo, el valor calculado para AST (51.36 -136.78 UI/L), GGT (0.41 -55.56 UI/L) y ALT (18.28 - 44.11 UI/L) tiene una mínima variación presentado un rango más amplio en comparación a la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007), para AST (<120), GGT (< 29 UI/L) como así también para ALT

(14-38 UI/L); la elevación del valor obtenido en estos parámetros es de manera fisiológica, originado por el desgaste muscular que tiene el paciente antes de la toma de muestra debido a que tiene que desplazarse largas distancias al ser manejadas en un sistema al pastoreo extensivo lo que involucra también la geografía del suelo, clima y piso altitudinal en el que se encuentran, además por el estado productivo en el que se hallaron la mayoría de los animales muestreados como es en estado de lactación las cuales no presentan una buena condición corporal. Tomando en cuenta que “en caballos y vacas el ALT también se encuentra en las células del músculo estriado y la enzima no es específica del hígado en estas especies” (Bogin et al., 1989, pp. 54-55), “La actividad de la ALT hepática es muy baja en caballos, rumiantes, cerdos y aves. Probablemente, el aumento de la actividad de ALT sérica en estas especies se deba a daño muscular”. (Lamiter, Mahaffey y Prasse, 2005, p. 240) El calostro de perros, ovejas y ganado bovino, presenta una actividad GGT elevada: Los neonatos pueden tener una actividad GGT muy elevada (hasta 1.000 veces la actividad de un adulto). La GGT puede ser indicador de la transferencia pasiva en estas especies. El epitelio mamario en lactación es la fuente de esta actividad enzimática. (Lamiter et al., 2005, p. 244) La determinación de AST se usa especialmente para diagnosticar enfermedades del hígado y del músculo cardíaco. La significancia y veracidad de los valores de AST en suero no son prejuicios al hecho de que la actividad de AST podría también aumentar en otras enfermedades como por ejemplo en lesiones del músculo esquelético o en miopatías. (Bogin et al., 1989, pp. 53-54) Al analizar su desviación estándar y varianza en lo que es FA y GGT nos indica que sus datos se encuentran heterogéneos en relación a su media, el CV esta elevado esta alteración puede deberse a condiciones externas que involucran la toma de muestra, en cuanto a AST sus datos se encuentran dispersos alrededor de la media, pero su CV nos da confiabilidad de los valores.

Los valores para la Glucosa (61.15-108.56 mg/dl) en esta investigación concuerdan con

los valores calculados en la investigación de (Barrios et al., 2013) presenta valores referenciales que van de (54-106 mg/dl), pero se encuentran elevados con respecto a la investigación que realizó (Padilla, 2010) en Costa Rica a una altitud de 2708 msnm con resultados de (44-91 mg/dl), (Roa, Ladino y Hernández, 2017) usa valores de referencia que van de (45-75 mg/dl) y los valores que presenta la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) son (46.84-88.28 mg/dl), esta elevación fisiológica de glucosa en suero es en consecuencia al estrés que es provocado por la manipulación a la que son expuestos los animales diariamente al momento del ordeño ya que son vacas en producción, además se debe al tipo de alimentación, como también a las condiciones ambientales y a la altitud 2550 a 3000 msnm en la que se encuentran las unidades experimentales estudiadas donde existe menor concentración de oxígeno a comparación de las investigaciones tomadas como referencia donde fueron realizadas en zonas más bajas como en Bogotá a una altitud de 2630 msnm, Hidalgo México a 1918 msnm, Costa Rica 2708 msnm, Venezuela a 1200 msnm . “La hiperglicemia aparece generalmente en el curso de reacciones de estrés (parto, transportes, medidas de sujeción), luego de la infusión de soluciones de glucosa o grave acidosis láctica del contenido ruminal.” (Wilhelm, 1985) El aumento en la concentración de glucosa (consumo y absorción de alta cantidad de precursores de glucosa y/o menor gasto energético) el organismo regula la glicemia incorporando la glucosa a las reservas corporales, especialmente tejido graso. De esta manera la respuesta hormonal y enzimática es capaz de mantener la glucosa dentro de los rangos fisiológicos. (SISIB, 2000) “Los animales tratados con alto estrés presentan niveles hiperglucémicos” (Davies et al., 2007) “ La glucosa compensa los trastornos vasculares y la privación de oxígeno e interviene en la respuesta a la fatiga y al ejercicio” (Castiñeiras, 2008, p. 31) La desviación estándar, varianza y CV calculado para este analito nos indica que los datos se encuentran homogéneos a lo largo de su media y que siguen una distribución normal.

En el caso de la Urea, el valor reportado en este trabajo (0-3.78 mg/dl) no coincide por el reportado por otros autores como de (Nuñez y Bouda, 2007) presentando un valor de (15.02-39.65 mg/dl) y la investigación de (Barrios et al., 2013) ) que realizó en Venezuela a 1200 msnm con valores (12-48 mg/dl), esta disminución en el valor de la urea en suero se debe principalmente a la diferencia en la alimentación que llevan los animales manejados en condiciones de altitud como son los alimentos con bajo valor proteico a comparación de la manutención que llevan en otros países con un piso altitudinal más bajo; donde realizaron estudios similares algunos autores mencionados en esta discusión, también el descenso del valor de urea se debe al tipo de explotación a la que estén sometidas las unidades experimentales y sobre todo a la hora de la toma de muestra, estos animales fueron muestreados de 10 a 14 horas después de haber ingerido alimento. (Lamiter et al., 2005) menciona que, en rumiantes, la urea que se excretada en el rumen (o ingerida en la dieta) es degradada a amoniaco por la microflora. El amoniaco se utiliza entonces para sintetizar aminoácidos para la producción de proteínas. La excreción de la urea en rumiantes está gobernada por la ingesta de nitrógeno. Los animales con dietas pobres en nitrógeno o con anorexia grave excretan casi toda la urea sanguínea por vía gastrointestinal y muy poca por vía renal. (p. 308)

Las dietas con alto contenido en proteína, especialmente las que contienen mucha proteína de bajo valor biológico, y la hemorragia gastrointestinal aumenta un poco la concentración de urea en el suero. Idealmente la muestra de sangre para la medición de urea en suero debería tomarse 12 horas después de que el animal haya ingerido alimentos, de no ser así habrá un efecto que complicará la medición. (Villiers y Blackwood, 2012, p. 239) Al revisar su desviación estándar y varianza nos indica que los datos se encuentran homogéneos con relación a la media, mientras que su CV está un poco elevado, pero es aceptable ya que sigue una distribución normal de datos.

En un estudio realizado por (Barrios et al., 2013), se reportaron valores promedios de proteínas plasmáticas (5.2-8.8 g/dl), albumina de (2-4 g/dl) y globulina de (4-6 g/dl), en bovinos mestizos, y el valor que nos da la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) para proteínas plasmáticas es (5.95-8 g/dl), para albumina (2.77-4.52 g/dl) y globulina (2.62-4.52 g/dl), los cuales difieren levemente con los valores obtenidos en este trabajo ya que presentamos rangos un poco más amplios (3.27-9.68 g/dl) para proteínas plasmáticas y (1.86-8.38 g/dl) para globulina, mientras que para albumina su valor se encuentra disminuido (0.29-2.43 g/dl). Al analizar su desviación estándar, varianza y CV nos indica que los datos se encuentran homogéneos en cuanto a su media y que siguen una distribución normal. Con los valores obtenidos en esta investigación y a comparación de los datos por la bibliografía se presenta una hiperproteinemia y una hiperglobulinemia debido a la deshidratación fisiológica que puede sufrir el animal antes de la toma de muestra en consecuencia de caminar largas distancias para llegar al lugar donde se le tomó la muestra sanguínea, además por la presión atmosférica que sufre el animal en una altura de 2550 a 3000 msnm donde los animales muestran dificultades en cubrir sus necesidades de oxígeno, también está dada por la presencia de una diarrea no infecciosa debido al estado de maduración del pasto que consumen. “El nivel de la proteína total en el suero o plasma depende de la cantidad de proteínas y de la cantidad de agua en la sangre”. (Bogin et al., 1989, p. 59) “Hiperproteinemia es consecuencia del aumento en la producción de proteínas o a través de la pérdida de líquido como en el caso de deshidratación como después del vómito y diarrea”. (Bogin et al., 1989, pp. 59-60)

Meyer y Harvey, (2007) menciona que la “hiperglobulinemia puede aparecer por una deshidratación a un aumento de la síntesis de globulinas”. (p. 234)

La hipoalbuminemia que presentamos en esta investigación se debe al déficit de proteínas presentes en su alimentación y también a que la mayoría de vacas muestreadas se encuentran

en lactación. Álvarez J. L. (2001) menciona que la hipoalbuminemia puede resultar de la deficiencia de proteínas y también de la disfunción del hígado, como ocurre en la degeneración de los cambios grasos de este órgano. Ambas situaciones se presentan al mismo tiempo con gran frecuencia durante la lactancia temprana. (p. 52)

Al no existir valores de referencia en la literatura de los analitos Lipasa y Ácido Úrico serán los valores calculados en esta investigación los que sirvan de referencia.

En este estudio para la Amilasa nos muestra valores como (3.55-250.58 UI/L), el cual se encuentra elevado presentando un rango más amplio con respecto al dato que nos da en la investigación de (Scaglione , 2006) que realizó en Santa Fe (Argentina) a una altitud menor a 100 msnm, que usa un valor de referencia de (12- 107 UI/L), esta alteración fisiológica de amilasa que presentamos en esta investigación se debe al tipo de alimentación en la que son manejados los animales en ganaderías de zonas como Tarqui, Cumbre y Victoria del Portete que se encuentran en un piso altitudinal alto que va de 2550 a 3000 msnm, además la medición de amilasa en suero se ve afectada por la hemolisis que sufre la muestra sanguínea en el momento de su extracción. “En varios tipos de animales vertebrados, un incremento persistente de la cantidad de hidratos de carbono ingeridos en la dieta conduce a un aumento de la secreción pancreática de amilasa”. (Hill, Wyse y Anderson, 2004, p. 138) “La amilasa pancreática en suero es de gran utilidad para establecer el diagnóstico de pancreatitis, dado que, al ocurrir la ruptura de las células pancreáticas, las enzimas presentes llegan al torrente sanguíneo y aumentan su actividad en el plasma”. (Quesada, 2007, p. 105) “La hemolisis causa falsos incrementos en los valores séricos especialmente en caballos y rumiantes (...) en actividades enzimáticas (ALT, AST, CK, FA, amilasa)” (Nuñez y Bouda, 2007, p. 12). Al analizar su desviación estándar, varianza podemos decir que los datos se encuentran dispersos con respecto a su media, presentando una heterogeneidad de los mismos, al revisar su CV encontrándose elevado nos muestra que los datos para este analito fueron afectados por un



factor externo.

Por otra parte, los valores para creatinina calculado son de (0-0.89 mg/dl), los cuales se posicionaron dentro de los niveles sugeridos por la bibliografía de (Nuñez y Bouda, 2007) el cual presenta valores de (<1.36 mg/dl) por lo que los valores obtenidos en esta investigación concuerdan con los valores referenciales. Al observar el valor de su desviación estándar, varianza los datos se encuentran homogéneos alrededor de la media sin embargo el CV se encuentra elevado.

Con respecto a Creatinina-Kinasa CK-NAC se dedujeron valores de (14.99-351.27 UI/L); presentando así un leve aumento en relación a los valores propuestos por la literatura de (Nuñez y Bouda, 2007) que muestra valores como (<300 UL/L), este ligero aumento que presentamos en esta investigación de acuerdo a este analito, se debe al desgaste muscular fisiológico que sufre el animal debido al sistema de explotación al que se encuentra sometido en este caso al pastoreo donde debe desplazarse grandes distancias, como también al perjuicio muscular causado por las aplicaciones de inyecciones intramusculares de vitaminas o algún otro fármaco al que es sometido. “La CK creatin quinasa total puede elevarse de forma fisiológica en casos de enfermedad del músculo esquelético, inyecciones intramusculares repetidas, ejercicios extenuantes”. (Moreno, Velasquez, y Mejia, 2007, p. 28) Un aumento de la actividad del CK es en el suero, solamente se puede esperar cuando existe daño al músculo esquelético y cardíaco; como por ejemplo ante un daño traumático después de un accidente, en procedimientos quirúrgicos, inyecciones intramusculares de tetraciclinas, algunas penicilinas, clorpromazina y diazepam podrían similarmente resultar en altos niveles de CK. (Bogin et al., 1989, pp. 48-50) Al revisar su desviación estándar y varianza nos indica que en los datos se encuentra una dispersión con relación a su media indicándonos una heterogeneidad de los mismos, el CV se muestra un tanto elevado pero aceptable ya que siguen una distribución normal de datos.

Con relación a los valores conseguidos de bilirrubina total (0.02-1.62 mg/dl), bilirrubina directa (0-0.06 mg/dl) y bilirrubina indirecta (0-0.1.38), se encuentran con un rango levemente más amplio de los niveles sugeridos por la bibliografía de (Núñez y Bouda, 2007) el cual manifiesta valores para bilirrubina total (0-0.68 mg/dl) y la literatura de (Dirksen, Gründer y Stöber, 2005) presenta valores para bilirrubina total de (0.5 mg/dl), bilirrubina directa (0.4 mg/dl) y bilirrubina indirecta (0.2 mg/dl), este ligero aumento se debe a que las muestras fueron tomadas de vacas que son manejadas netamente para producción lechera, las cuales no se encuentran con una buena condición corporal, lo que puede conllevar a principios de cetosis bovina. “La cetosis bovina tiene su origen en un insuficiente aporte de energía en momentos en que la vaca precisa cantidades grandes de la misma” (Fidalgo, Rejas, Ruiz y Ramos, 2003, p. 349) “La cetosis en vacas lecheras tiene una incidencia del 15 a 30 %” (Nuñez y Bouda, 2007, p. 116) “La hiperbilirrubinemia de cualquier origen en caballos y ganado bovino consiste mayoritariamente en bilirrubina conjugada” (Lamiter et al., 2005, p. 247) Dentro del análisis de la desviación estándar, varianza nos indica que los datos se encuentran homogéneos con relación a su media, sin embargo su CV se encuentra elevado esto puede deberse al tamaño muestral.

Los datos referenciales sobre la condición de lípidos como el colesterol (38.20-179.07 mg/dl) presentados por esta investigación, consta dentro de los rangos reportados por la investigación de (Padilla, 2010) y de (Barrios, et al., 2013) que presenta un valor de (48-188 mg/dl), y la bibliografía de (Blood y Studdert, 1994) da valores de (39-177); por lo que no se encuentran diferencias significativas. Considerando su desviación estándar, varianza los datos se mantienen dispersos con respecto a la media, sin embargo, el CV nos indica confiabilidad de los datos, los mismos que siguen una distribución normal.

En cuanto al valor de triglicéridos reportados en este estudio (6.9-80.79 mg/dl), se encuentran dentro del rango referencial reportado por la investigación de (Roa et al., 2017) en

Puerto López (Colombia) a una altitud de 665 msnm, que usa valores que van de (0-140 mg/dl), así los valores obtenidos de triglicéridos en esta investigación concuerdan con los valores reportados por la bibliografía. Visualizando su desviación estándar, varianza podemos decir que estos valores se encuentran levemente dispersos con relación a su valor medio, pero su CV se encuentra normal.

Tabla 22: *Valores referenciales obtenidos del hemograma de bovinos hembras raza Holstein a una altitud de 2550-3000 msnm.*

Variable	Valor calculado	Unidad
WBC	5.28 - 95.39	$\times 10^9 / L$
LYM	0.17 - 66.67	$\times 10^9 / L$
MID	0.2 - 9.1	$\times 10^9 / L$
GRA	4.7- 33.11	$\times 10^9 / L$
LYM	45.02 - 92.65	porcentaje
MID	1 - 11.2	porcentaje
GRA	9.2 - 51.1	porcentaje
RBC	4.89 - 7.51	$\times 10^{12} / L$
HGB	10.92 - 14.47	g/dL
MCHC	462.53 - 561.55	%
MCH	18.28 - 22.50	fL
MCV	33.55 - 45.31	Pg
HCT	20.38 - 28.62	g/L
PLT	37 - 3448	$\times 10^9 / L$

Tabla 23: *Valores referenciales obtenidos de química sanguínea de bovinos hembras raza Holstein a una altitud de 2550-3000 msnm.*

Variable	Valor calculado	Unidad
FA	1.39 -151.39	UI/L
GGT	0.41 -55.56	UI/L
AST	51.36 -136.78	UI/L
ALT	18.28 - 44.10	UI/L
GLU	61.15 - 108.56	mg/dl
PT	3.27 - 9.68	g/dl
UREA	0 - 3.78	mg/dl
AU	1.21 - 3.47	mg/dl
AMI	3.55 - 250.58	UI/L
LIP	3.48 - 27.91	UI/L
CR	0 - 0.89	mg/dl
CK-NAC	14.99 - 351.27	UI/L
BT	0.02 - 1.62	mg/dl
BD	0 - 0.06	mg/dl
BI	0 - 1.38	mg/dl
ALB	0.29 - 2.43	g/dl
GLO	1.86 - 8.38	g/dl
CHOL	38.20 - 179.07	mg/dl
TRIG	6.9 - 80.79	mg/dl

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En la presente investigación experimental realizada en una altitud de 2550 a 3000 msnm, de acuerdo al hemograma algunos de sus parámetros se encuentran dentro de los valores que determina la literatura, como también se encuentran valores diferentes a las bibliografías tomadas como referencia debido a la condición altitudinal.

En cuanto a la serie roja los valores se mantienen dentro de los rangos mostrados por la literatura, sin presentar diferencias significativas, a excepción de los niveles de MCHC, MCH, en los cuales se manifestó un leve aumento de manera fisiológica debido a la altura sobre el nivel del mar en la que se llevó esta investigación, donde la modificación de la presión atmosférica que tiene lugar entre las distintas alturas influye directamente sobre los animales; a causa de la disminución de la presión, los animales muestran dificultades en cubrir sus necesidades de oxígeno, existiendo menos concentración del mismo, cual implica que el animal recurra a esfuerzos propios para lograr la aclimatación a la nueva presión parcial de oxígeno, por lo que el organismo fisiológicamente estimula la eritropoyesis, aumentando el número de estos parámetros.

Tomando en cuenta la serie blanca como es en el caso de leucocitos, linfocitos, monocitos y granulocitos, esta presenta un aumento y así determinando rangos más amplios que la literatura, esto es debido al estrés, miedo y excitación que sufren los pacientes en el momento de la manipulación para la toma de muestra y al manejo diario al que son sometidos en el momento del ordeño ya que son animales en producción, como también en caso de animales excesivamente nerviosos; esta alteración es producida por la liberación de adrenalina la cual aumenta el flujo sanguíneo de la circulación, dando lugar a un aumento pasajero en el leucograma.

El valor obtenido para el recuento plaquetario presenta un rango más amplio que los valores dados por la bibliografía, esta trombocitosis fisiológica es inducida por el ejercicio que realiza el animal al caminar grandes distancias antes de la toma de muestra llevando a una hemoconcentración, como también la trombocitosis fisiológica es presentada en consecuencia del estrés que sufre el animal al momento de la sujeción para la extracción sanguínea y en animales sumamente nerviosos.

En cuanto a los parámetros estudiados en química sanguínea no se encontraron diferencias significativas entre los valores observados y los de la literatura, a excepción de AST, ALT y CK-NAC presentaron un aumento en sus valores, esto se debe al desgaste muscular que sobrelleva el paciente antes de la toma de muestra debido a que tiene que desplazarse largas distancias; y la GGT se encuentra elevada debido al estado productivo en el que se encuentran las unidades experimentales estudiadas tratándose de vacas en lactación lo que provoca un aumento en su actividad enzimática.

El nivel de Glucosa se halla elevado, debido a la manipulación al que es expuesto el animal durante la toma de muestra, la respuesta al ejercicio que realiza el paciente al ser manejado al pastoreo y sobre todo a la presión atmosférica que tolera el animal en la altitud, todo esto produce un estrés agudo causando hiperglucemia, ya que la glucosa compensa los trastornos de privación del oxígeno y también interviene en la respuesta a la fatiga.

La Urea se encuentra disminuida en esta investigación, debido a la variedad de alimentación que llevan con un bajo valor proteico tratándose de vacas destinadas para a la producción lechera las cuales requieren mayor demanda, además por el tipo de explotación a la que estén sometidos los animales estudiados y sobre todo a la hora de la toma de muestra ya que para medir urea en suero se requiere un ayudo previo de 12 horas.

Las Proteínas totales y Globulina; se encuentran parcialmente elevadas al comparar con los valores presentados por las bibliografías, indicándonos una hiperproteinemia e hiperglobulinemia debido a la deshidratación fisiológica que puede sufrir el animal antes de la toma de muestra en consecuencia de caminar largas distancias para llegar al lugar de manipulación, además por la presión atmosférica que sufre el animal en una altura de 2550 a 3000 msnm, donde los animales muestran dificultad para cubrir el requerimiento de oxígeno, al contrario, presentan hipoalbuminemia debido al déficit proteico en su alimentación y por tratarse de animales en producción.

En el caso de las Bilirrubinas se encontró un leve aumento con respecto a los valores presentados por la literatura, así presentando hiperbilirrubinemia de manera fisiológica debido a que las muestras fueron tomadas de vacas destinadas a la producción, las cuales no se encuentran con una buena condición corporal y sobre todo los animales fueron muestreados en ayunas lo que en bovinos induce una hiperbilirrubinemia leve y transitoria.

Los valores presentados por las bibliografías que se utiliza como referencia para pruebas de hemograma y química sanguínea en bovinos, difieren de los valores determinados en este trabajo de investigación para bovinos hembras de raza Holstein aparentemente sanos, siendo los valores obtenidos en este estudio exclusivos para una altitud de 2550 a 3000 msnm.

## 5.2 Recomendaciones

Minimizar el estrés que se causa al paciente durante la toma de muestra para así obtener datos más confiables y se aconseja un ayuno mínimo de 12 horas antes de extraer la muestra sanguínea especialmente para medir los niveles de Urea en suero, de no ser así puede complicar su medición.

En futuras investigaciones sobre esta especie se sugiere realizar de acuerdo al estado de desarrollo o edad, tipo de alimentación, tipo de explotación, estado reproductivo.

Extender el estudio de Hemograma y Química sanguínea en otras especies animales ya que se ha convertido en una herramienta de diagnóstico importante para el veterinario y cada vez se utiliza más en la práctica clínica.

Los valores obtenidos en este estudio se pueden utilizar como valores referenciales para todos los laboratorios, clínicas veterinarias y ganaderos que se encuentren a una altitud de 2550 a 3000 msnm, lo cual garantizará un diagnóstico más idóneo de nuestros pacientes bovinos.



## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. L. (2001). *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Álvarez, J., Figueredo, J., y Vega, E. (14 de Marzo de 2011). *Ilustrados*. Obtenido de <http://www.ilustrados.com/tema/9109/Hemograma-vacas-lecheras-raza-Holstein.html>
- Arango, N., Oquendo, R., y Agudelo, G. (1992). Influencia de la Altitud en parámetros Fisiológicos generales y hemáticos en bovinos Holstein. *Rev. Fac. Nat. Arg.* 45(2), 51-60.
- Barrios, M., Sandoval, E., Sánchez, D., Borges, J., Bastardo, Y., Márquez, O., y Dávila, L. (2013). Valores de referencia de diferentes parámetros bioquímicos en vacunos mestizos de doble propósito del valle de Aroa, estado Yaracuy. *Mundo Pecuario*, 009(1), 25-30.
- Blood, D. C., y Studdert, V. P. (1994). *Diccionario de Veterinaria*. D.F, México: Interamericana S.A.
- Bogin, E., Otto, F., Ibáñez, A., Lippi, E., Wittwer, F., y Uriarte, G. (1989). *Patología Clínica Veterinaria*. Asunción, Paraguay: IICA.
- Buxadé, C. (2005). *Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Barcelona, España: OCEANO S.L.
- Calzada, P., Morales, E., Quiroz, G., Salmerón, F., García, C., y Hernández, J. (2002). Valores hematológicos en vacas de raza Holstein-Friesian seropositivas a *Neospora caninum* de la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, México. *Vet.Méx.* 33(2), 119-124.

- Carvajal, C. (2016). El ácido úrico: de la gota y otros males. *Medicina Legal de Costa Rica*, 33(1), 182-189.
- Castiñeiras, E. (2008). Anestesia epidural en los bovinos mediante agonistas alfa dos adrenérgicos y opiáceos. *Tesis doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela, Coruña, España.
- Castro, A. (2002). Ganadería de Leche: enfoque empresarial. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Castro, A. (1984). *Producción Bovina*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Davies, P., Pighin, D., Pazos, A., Méndez, D., Buffarini, M., Irurueta, M., y Grigioni, G. (2007). *Memoria técnica*. EEA . Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mt2008\\_davies\\_efecto\\_del\\_temperamento.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mt2008_davies_efecto_del_temperamento.pdf)
- Day, M., Mackin, A., y Littlewood, J. (2012). Manual de hematología y transfusión en pequeños animales. Barcelona, España: Ediciones S.
- Díaz, J., Fernández, M. T., y Paredes, F. (1997). *Aspectos básicos de Bioquímica Clínica*. Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
- Dirksen, G., Gründer, H., y Stöber, M. (2005). *Medicina Interna y Cirugía del Bovino*. Buenos Aires, Argentina: INTER-Médica.
- Fidalgo, L., Rejas, J., Ruiz, R., y Ramos, J. (2003). *Patología Médica Veterinaria*. Salamanca, España: KADMOS.
- Gal, B., López, M., Martín, A., y Prieto, J. (2007). Bases de la fisiología. Madrid, España: Tebar.

- Galarza, M. (2017). Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea de caninos machos en condiciones de altitud. *Tesis de grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Gallo, C. (2014). Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico Veterinario. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua .
- Garzón, R., García, J., y Pérez, A. (2016). Valores de referencia para los parámetros hematológicos en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ustus*) del Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador. *Salud Anim*, 38(2), 93-99.
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición: Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- González , M. (2012). *Laboratorio clínico y nutrición* . D.F, México : Manual Moderno S.A.
- Grupo Latino. (2006). Manual del Ganadero Actual Tomo 1. Bogotá: Grupo Latino Ltda.
- Gutiérrez, C. (2004). *Principios de la anatomía, fisiología e higiene* . D.F, Mexico: Limusa S.A.
- Herrera, C. (2 de Mayo de 2011). *Ganadería*. Obtenido de Indicadores Fisiológicos de estrés en Ganadería Bovina: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/indicadores-fisiologicos-estres-ganaderia-t28777.htm>
- Hill, R., Wyse, G., y Anderson, M. (2004). *Fisiología Animal*. Madrid: Panamericana.
- IGER. (2016). *Estadística Descriptiva*. Guatemala: Iger.
- Jiménez, L., y Montero, F. J. (2004). *Medicina de urgencias y emergencias: guía diagnóstica y protocolos de actuación*. Madrid, España: Elsevier España S.A.

- Juste, M., y Carretón, E. (2015). *Fundamentos de análisis clínicos en animales de compañía*.  
Barcelona, España: Traslapuesta s.c.p.
- Kelley, W. (1992). *Medicina Interna*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana S.A.
- Koeslag, J. (2015). *Bovinos de leche*. México: Trillas.
- Lamiter, K., Mahaffey, E., y Prasse, K. (2005). *Patología Clínica Veterinaria* .  
Barcelona, España: Multimédica S.A.
- Le Vay, D. (2004). *Anatomía y Fisiología Humana*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Martín, P., y Soto, J. (1994). *Enfermería: Anatomofisiología*. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas, S.A.
- Meyer, D., y Harvey, J. (2007). *Medicina Laboratorial Veterinaria Interpretación y diagnosis*. Barcelona, España: Multimédica S.A.
- Moreno, F. (2008). Evaluación de 30 parámetros hematológicos en bovinos *Bos Indicus* en los municipios de Sna Juan de Urabá y Arboletes del Uraba Antioqueño. *Tesis de grado*. Universidad CES, Medellín.
- Moreno, F., Velasquez, C., y Mejia, A. (2007). Determinación de la Actividad sérica de Creatin Quinasa y Aspartato Aminotransferasa en caballos criollos Colombianos en pistas de exposición. *Tesis de grado*. Universidad CES, Medellín.
- Moreno, N. P. (2009). Valoración clínico- hematológica de bovinos pre y post esplenectomía y post inoculación con una dosis patógena de *Babesia bovis*. *Tesis de grado*. Univesidad de la Salle, Bogotá.

- Mosquera, J., y Moreno, D. (2016). Determinación de parámetros sanguíneos (hemograma completo) en vacas lecheras Holstein mestizas aparentemente sanas de predios sobre los 3000 m.s.n.m. *Tesis de grado*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Nuñez, L., y Bouda, J. (2007). *Patología Clínica Veterinaria*. Ciudad Universitaria, México: FMVZ-UNAM.
- Padilla, R. (2010). Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás: determinación de valores referenciales. *Tesis de grado*. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Palacios, T. E., y Narváez, J. A. (2018). Estudio exploratorio de valores hematológicos en terneras Holstein Frisian mestizas, durante los primeros seis meses de vida. *MASKANA*, 9(1), 51-58. doi:10.18537/mskn.09.01.06
- Portillo, J., Fernández del Barrio, M., y Paredes, F. (1997). *Aspectos Básicos de Bioquímica Clínica*. Madrid, España: DÍAZ DE SANTOS.
- Quesada, S. (2007). *Manual de Experimentos de Laboratorio para Bioquímica*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Rebar, A., MacWilliams, P., Feldman, B., Metzger, F., Pollock, R., y Roche, J. (2002). *Manual de hematología de perros y gatos*. Barcelona, España: Multimédica, S.A.
- Rey, C., y Ramil, M. (2007). *Introducción a la estadística descriptiva*. España: Gesbiblo, S.L.
- Roa, M., Ladino, E., y Hernández, M. (2017). Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 144-151.

- Rodak, B. (2004). *Hematología: Fundamentos y Aplicaciones Clínicas*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Ruiz, S., Coy, P., Pellicer, M., y Ramírez, A. (1995). *Manual de prácticas de fisiología animal veterinaria*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Sañudo, C. (2008). *Manual de diferenciación racial*. Zaragoza, España: SERVET.
- Scaglione, M. C. (2006). Variaciones Cronobiológicas de Parametros Sanguíneos en Bovinos. *Tesis de doctorado*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé.
- Sink, C., y Feldman, B. (2009). *Urianálisis y Hematología de laboratorio*. Zaragoza, España: Grupo Asís Biomedica, S.L .
- SISIB. (Julio de 2000). *Monografías de Medicina Veterinaria*. Obtenido de [https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_simple/0,1420,SCID%253D18405%2526ISID%253D442%2526PRT%253D18401,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D18405%2526ISID%253D442%2526PRT%253D18401,00.html)
- Tallacagua, R., y Mamani, R. (2017). Determinación de los parámetros bioquímicos sanguíneos y hematología, en Llamas (*Lama glama*) en el Altiplano Central, La Paz. *Bolivianas*, 694.
- Tepán, J. (2017). Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea de caninos hembras en condiciones de altitud. *Tesis de grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Urroz, C. (1991). *Elementos de la Anatomía y Fisiología Animal*. Costa Rica: EUNED.
- Vaden, S., Knoll, J., Smith, F., y Tilley, L. (2011). *La consulta Veterinaria en 5 minutos Canina y Felina: Pruebas de laboratorio y procedimiento de diagnóstico*. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica S.A.I.C.I.

- Vargas, A. (1995). *Estadística descriptiva e Inferencial*. Murcia: COMPOBELL, S.A .
- Vega, E., y Figueredo, J. (2005). Parametros hematológicos con sexo de codornices (Conturnez japónica) mantenidas bajos las condiciones reguladas para pruebas ecotoxicológica. *Salud Animal*, pp 59-61.
- Villiers, E., y Blackwood, L. (2012). Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales. Barcelona, España: EDICIONES S.
- Vives, J., y Aguilar, J. (2006). *Manual de técnicas de laboratorio en hematología*. Barcelona, España: Liberdúplex S.A.
- Voet, D., Voet, J., y Pratt, C. (2016). *Fundamentos de Bioquímica: La vida a nivel molecular*. Ciudad de México : Medica Panamericana.
- Wilhelm, R. (1985). Perfiles bioquímicos de los animales domesticos. *Monografías Med Vet*, 7, 5-16.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Ficha clínica del paciente

#### FICHA CLÍNICA DEL PACIENTE

ANIMAL N°:	ESPECIE:	FECHA:	PROCEDENCIA:
<b>DATOS DEL ANIMAL</b>			<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>
NOMBRE:	ARETE:	FECHA NACIMIENTO:	NOMBRE:
SEXO:			TELÉFONO:
EDAD:			DIRECCIÓN:
RAZA:			MAIL:
TIPO DE ALIMENTACIÓN: Forraje <input type="checkbox"/> Concentrado <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/>			<b>CONSTANTES FISIOLÓGICAS</b>
ESTADO DE DESARROLLO: Ternero/a <input type="checkbox"/> Torete/Novilla <input type="checkbox"/> Adulto <input type="checkbox"/>		FC:	T°:
ESTADO REPRODUCTIVO: Gestante <input type="checkbox"/> Lactante <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/>		FR:	C.C
			MUCOSAS:
			TURGENCIA DE LA PIEL:

HEMOGRAMA			QUÍMICA SANGUÍNEA		
ANALITO	RESULTADOS	VALOR REFERENCIAL	ANALITO	RESULTADOS	VALOR REFERENCIAL
WBC:		4 - 12 x 10 <sup>9</sup> / L	FA:		<237 UI/L
LYM#:		2.5-7.5 x 10 <sup>9</sup> / L	GGT:		<29 UI/L
MID#:		0.0 - 0.8 x 10 <sup>9</sup> / L	AST:		< 120 UI/L
GRA#:		0.5 – 10.20 x 10 <sup>9</sup> / L	ALT:		14-38 UI/L
LYM %		40 - 70 %	GLUCOSA:		46.84-88.28.mg/dl
MID%		2 – 8 %	PROTEÍNAS TOTALES:		5.95.-8 g/dl
GRA%		15 - 45 %	UREA:		15.02-39.65mg/dl
RBC:		5.0 - 10.0 x 10 <sup>12</sup> / L	ÁCIDO URICO:		mg/dl
HGB:		8 - 15 g/dL	AMILASA:		12-107 UI/L
HCT:		24 - 46 %	LIPASA:		UI/L
MCV:		40 - 60 fL	CREATININA:		< 1.36 mg/dl
MCH:		11-17 pg	CK-NAC:		< 300UI/L
MCHC:		300 - 360 g/L	BILIRUBINA TOTAL:		0.0- 0.68 mg/dl
PLT:		100 - 800 x 10 <sup>9</sup> / L	BILIRUBINA DIRECTA:		0.0- 04 mg/dl
			BILIRUBINA INDIRECTA:		0.0-0.2mg/dl
OBSERVACIONES:			ALBÚMINA:		2.77 – 4.04 g/dl
			GLOBULINA:		2.62 – 4.52 g/dl
			COLESTEROL:		39-177 mg/dl
			TRIGLICÉRIDOS:		0-140 mg/dl



7.2 Resultados de Hemograma de bovinos hembras raza Holstein.

Nº	WBC	LYM #	MID#	GRA#	LYM%	MID%	GRA %	RBC	HGB	MCHC	MCH	MCV	HCT	PLT
1	50.5	42.3	0.7	8.5	83.8	1.6	14.6	5.08	10.9	531.1	21.5	40.4	20.5	261
2	64.1	39.8	4.2	20.1	66.1	7.7	26.2	6	14.3	522.8	23.8	45.6	27.4	314
3	67.1	44.8	5.1	17.2	70.5	9.1	20.4	5.97	12.5	523.6	20.9	40	23.9	406
4	98.2	53.3	7.7	37.2	59.8	10	30.2	5.66	12.4	497.6	21.9	44.1	24.9	68
5	42.9	25.2	2.2	15.5	61.8	5.9	32.3	5.92	12.1	518.1	20.4	39.4	23.4	276
6	70.6	33.4	4.1	33.11	52	7	41	5.44	12.7	512.7	23.4	45.6	24.8	238
7	43.8	29.5	2.7	11.6	70.1	7	22.9	5.74	12.1	494.6	21.1	42.6	24.5	347
8	32.8	23.7	0.5	8.6	74.3	1.8	23.9	5.91	11.8	500	20	39.9	23.6	1796
9	104.4	62.4	9.1	32.9	65.2	11.2	23.6	5.8	12.5	500	21.6	43.1	25	423
10	48.9	29.7	2.8	16.4	64	6.7	29.3	6.76	13.1	498.4	19.4	38.9	26.33	344
11	58.4	53.2	0.5	4.7	92.2	1.1	6.7	5.95	12.7	512.4	21.3	41.7	24.8	1688
12	62.1	36.6	3.8	21.7	62.9	7.3	29.8	5.72	12.6	521.7	22	42.2	24.2	275
13	31.5	20.1	0.6	10.8	66.1	2	31.9	6.43	12.3	470	19.1	40.7	26.2	329
14	56.7	32.7	1.9	22.1	61.4	4	34.6	6.38	13	484.8	20.4	42	26.8	338
15	68.3	44.5	5.6	18.2	69	9.8	21.2	5.58	11.9	492.3	21.3	43.4	24.2	338
16	40.9	27.4	2.6	10.9	69.6	7.2	23.2	5.44	10.6	523.3	19.5	37.2	20.3	306
17	109.4	23.4	4.9	81.1	26.2	5.8	68	4.78	10.1	546.7	21.1	38.6	18.5	3367

18	56.1	44.4	0.5	11.2	81.5	1	17.5	5.5	11.1	509.9	20.2	39.6	21.8	2126
19	21.1	14.3	1	5.8	68.9	4.9	26.2	6.46	11.5	477.3	17.8	37.3	24.1	272
20	74.1	49.4	6.2	18.5	70.6	10.1	19.3	5.93	12.4	508.6	20.9	41.1	24.4	325
21	52.7	43.1	0.5	9.1	83.9	1.2	14.9	5.35	11.3	508.5	21.1	41.6	22.2	294
22	11.9	5.8	0.6	5.5	48.4	5.4	46.2	4.38	8.2	451.6	18.7	41.5	18.2	436
23	44.2	37.3	0.5	6.4	86	1.2	12.8	5.28	11.2	499.9	21.2	42.4	22.4	435
24	93.9	56.5	8.1	29.3	65.2	10.7	24.1	6.53	13.2	465.5	20.2	43.4	28.4	1470
25	19.5	9.4	0.6	9.5	48	3	49	5.69	11.1	477.6	19.5	40.8	23.2	519
26	22.8	11.8	1.1	9.9	53.7	5.4	40.9	5.26	10.2	488.6	19.4	39.7	20.9	529
27	89.5	78	1.1	10.4	89.2	1.6	9.2	6.53	13.1	474.7	20.1	42.3	27.6	358
28	12.9	3.9	0.6	8.4	30.3	4.8	64.9	5.82	11.4	506.3	19.6	38.7	22.5	299
29	36.1	27.4	0.9	7.8	77.7	2.7	19.6	6.68	13.1	452.3	19.6	43.3	29	37
30	73.4	50.3	6.4	16.7	72.4	10.5	17.1	5.57	12.6	509.6	22.6	44.4	24.7	586
31	43.5	28.8	2.7	12	69.1	7.1	23.8	6.58	13.2	500.3	20.1	40.1	26.4	170
32	62.7	52.7	0.5	9.5	86.1	1	12.9	7.36	14.5	517	19.7	38.1	28.1	481
33	34	24.8	0.9	8.3	74.9	3.1	22	5.99	12.5	513.7	20.9	40.7	24.3	228
34	19.2	9.4	0.9	8.9	48.5	4.5	47	6.56	13	561.1	19.8	35.3	23.2	516
35	45.5	28.7	2.7	14.1	66.2	6.8	27	7.24	15.5	483.6	21.4	44.3	32.1	351
36	66.5	40.8	5	20.7	65.4	9	25.6	7.15	14.5	515.1	20.3	39.4	28.2	3269

37	69.2	45.7	5.2	18.3	69.8	9	21.2	6.65	14	503.3	21.1	41.8	27.8	266
38	46.3	28.9	2.8	14.6	65.6	6.8	27.6	5.84	12.2	518.7	20.9	40.3	23.5	420
39	77.6	65.1	1	11.5	86.2	1.7	12.1	5.8	12.7	508.5	21.9	43.1	25	324
40	78.9	46.6	5.9	26.4	63.7	9.1	27.2	5.93	12.6	517.3	21.2	41.1	24.4	367
41	61.1	49	0.8	11.3	82.6	1.5	15.9	6.46	12.9	481.4	20	41.5	26.8	411
42	96	73.3	1.7	21	80	2.2	17.8	5.65	12.5	502.6	22.1	44.1	24.9	468
43	78.2	46.9	5.9	25.4	64.5	9.3	26.2	6.98	14.6	484.1	20.9	43.2	30.2	253
44	50.2	27.8	2.8	19.6	59	6.5	34.5	6.57	12.7	504	19.3	38.4	25.2	276
45	56.6	54.1	0.9	10.6	81.9	1.9	16.2	6.45	12.6	512.7	19.6	38.1	24.6	323
46	74.7	47.6	5.7	21.4	68	9.3	22.7	6.61	14	481.9	21.2	44	29.1	261
47	67	43.8	5	18.2	69.2	8.9	21.9	5.96	12.2	508.3	20.5	40.3	24	187
48	81.5	47.2	6.2	28.1	62.8	9.3	27.9	6.39	13.2	519.6	20.7	39.8	25.4	173
49	30.3	20.7	0.7	8.9	70.1	2.7	27.2	5.66	12.1	518.9	21.4	41.2	23.3	270
50	65.6	41	4.6	20	66.4	8.4	25.2	5.98	12.6	521.4	21.1	40.4	24.2	392
51	72.1	46.5	5.9	19.7	68.6	9.8	21.6	5.65	11.7	501	20.7	41.3	23.4	345
52	65.2	42.4	4.8	18	68.9	8.8	22.3	5.46	12.3	533.4	22.5	42.2	23.1	462
53	68.4	45.9	5.7	16.8	70.9	9.9	19.2	5.55	12.3	515.9	22.2	42.9	23.8	240
54	60.4	42	4.6	13.8	72.9	9	18.1	5.29	10.9	520.7	20.6	39.6	20.9	266
55	69.1	45	5	19.1	69.1	8.8	22.1	5.59	11.8	525.5	21.1	40.2	22.5	383

56	45.7	31	2.8	11.9	70.6	7.1	22.3	5.72	12.1	507.1	21.1	41.7	23.9	373
57	87.9	73.8	1	13.1	86.5	1.4	12.1	6.87	13.5	480.7	19.7	40.9	28.1	408
58	18.7	9.8	0.8	8.1	52.3	4.1	43.6	6.77	12.7	477.3	18.8	39.3	26.6	2290
59	55.7	16.2	2.4	37.1	32.6	5	62.4	5.98	12.5	516.8	20.9	40.5	24.2	372
60	64.3	44.2	4.9	15.2	72.2	9.1	18.7	5.65	12.5	513.4	22.1	43.1	24.4	404
61	22.3	12.7	0.9	8.7	58.7	4.2	37.1	5.82	11.6	509.7	19.9	39.1	22.8	360
62	30.5	25.5	0.2	5.1	83.7	0.8	15.5	4.68	9.5	505.3	20.3	40.2	18.8	1570
63	55.2	40.4	1.1	13.7	76	2.4	21.6	6.91	14	572.9	20.3	35.4	24.4	5494
64	59.7	47.9	1	10.8	82.7	2	15.3	6.56	13	556.8	19.8	35.6	23.4	4457
65	62	39.8	4.3	17.9	68	8.3	23.7	6.89	13.6	497.5	19.7	39.7	27.3	230
66	63.4	53.4	0.7	9.3	86.3	1.3	12.4	8.14	15.7	483.3	19.3	39.9	32.5	272
67	48	10.2	1.5	36.3	23.8	3.6	72.6	6.57	12.5	506.7	19	37.5	24.7	226
68	32.9	22	1.3	9.6	69.1	4.3	26.6	6.54	12.9	572.5	19.7	34.5	22.5	5593
69	58.4	48.4	0.8	9.2	85	1.7	13.3	6.84	13.8	494.6	20.2	40.8	27.9	168
70	53.3	44.1	0.8	8.4	84.7	1.9	13.4	6.76	12.9	499.7	19.1	38.2	25.8	226
71	57.2	45.6	1.1	10.5	82.1	2.4	15.5	7.25	13.9	492.1	19.2	39	28.3	368
72	33.7	22.1	1.3	10.3	67.8	4.2	28	6.89	13.3	547.5	19.3	35.3	24.3	406
73	61.8	50.1	0.9	10.8	83.4	1.8	14.8	7.03	13.8	544.7	19.6	36	25.3	4540
74	48.7	39.4	0.9	8.4	82.8	2	15.2	6.4	12.4	532.2	19.4	36.4	23.3	407

75	38.2	26	1.3	10.9	70.6	4	25.4	6.81	12.8	496.7	18.8	37.9	25.8	293
76	29.6	18.9	1.2	9.5	65.9	4.3	29.8	6.63	12.2	499	18.4	36.9	24.5	3448
77	48.7	38.8	0.8	9.1	81.8	1.9	16.3	5.66	11.3	565.3	20	35.3	20	4265
78	45.4	22.8	2.7	19.9	53.7	6.8	39.5	6.39	12.4	542.5	19.4	35.8	22.9	4103
79	25.2	12.8	1	11.4	53	4.4	42.6	5.93	12.5	597.9	21.1	35.3	20.9	381
80	68.9	39.8	4.5	24.6	62.1	7.8	30.1	6.38	12.8	500	19.9	39.8	25.4	332
81	30.6	21.9	0.6	8.1	73.3	2.3	24.4	6.7	12.5	522	18.7	35.8	24	829
82	40.7	25	2.4	13.3	64.1	6.6	29.3	6.79	13.1	497	19.3	38.8	26.4	282
83	44.3	22	2.1	20.2	52.9	5.4	41.7	5.85	11.8	521.7	20.2	38.7	22.6	708
84	53.3	42	1.1	10.2	81.1	2.3	16.6	6.64	13.1	495	19.7	39.9	26.5	417
85	74.3	43.9	5.7	24.7	63.6	9.4	27	6.66	13.3	525.2	20	38	25.3	208
86	14.3	6.5	0.8	7	45.8	5.9	48.3	6.49	13.8	592.8	21.3	35.9	23.3	443
87	34.4	17.2	1.8	15.4	52.7	5.8	41.5	6.76	14.7	624.5	21.8	34.8	23.5	5498
88	17.5	5.1	1	11.4	29.1	5.6	65.3	7.24	14	532.3	19.3	36.3	26.3	4084
89	31.7	18	1.8	11.9	59.2	6.3	34.5	6.97	12.9	527.1	18.5	35.1	24.5	4761
90	27.3	21.3	0.8	5.2	79.4	3.1	17.5	5.71	12.1	593.9	21.2	35.7	20.4	182
91	26	11.1	2	12.9	44.9	8.2	46.9	6.38	13.2	566.4	20.7	36.6	23.3	3689
92	29.02	19.1	2.1	8	67.7	7.8	24.5	6.39	12.1	522.3	18.9	36.3	23.2	271
93	36.2	29.1	1.1	6	81.9	3.3	14.8	5.71	12.7	643.3	22.2	34.6	19.7	6020

94	15	7.6	1.1	6.3	50.5	7.5	42	7.11	14.1	547.3	19.8	36.3	25.8	316
95	13.7	5.8	1.1	6.8	42.7	8.2	49.1	4.32	10.5	720.2	24.3	33.7	14.6	5059
96	32.8	26.3	0.8	5.78	81.8	2.8	15.4	6.79	12.9	544	19	34.9	23.7	4954
97	34.3	13.4	2.1	18.8	41.6	6.9	51.5	7.19	15	599.5	20.9	34.8	25	6187
98	22.8	14.7	1.3	6.8	66.2	6	27.8	6.46	14	632.6	21.7	34.3	22.1	6104
99	11.4	5.6	1.2	4.6	48.8	10.2	41	6.42	13.2	570.7	20.6	36	23.1	4207
100	30.4	23.2	1	6.2	77.8	3.7	18.5	5.4	12.9	698.7	23.9	34.2	18.5	6266

---

### 7.3 Resultados de Química Sanguínea de bovinos hembras raza Holstein.

N°	FA	GGT	AST	ALT	GLU	PT	UREA	AU	AMI	LIP	CR	CK-NAC	BT	BD	BI	ALB	GLO	CHOL	TG
1	79.17	55.56	98.19	56.56	85.96	3.45	1.62	3.26	207.08	0.31	0.24	176	0.32	0.08	0.24	0.15	3.3	52.76	25.62
2	25	27.78	2.59	44.24	62.11	2.97	6.22	3.66	139.41	27.61	0.24	191	2.02	0.02	2	0.28	2.69	96.88	32.51
3	27.78	19.44	1.53	36.23	86.32	6.13	0.68	2.19	20.84	36.93	0.24	189	1.62	0.02	1.60	1.61	4.52	102.16	8.87
4	66.67	73.71	1.53	57.88	70.18	7.93	1.36	2.46	25.39	27.56	0.16	251.82	1.24	0.01	1.23	1.61	6.32	175.06	24.63
5	240.28	29.59	108.64	31.19	71.23	10.02	2.56	37.27	88.57	60.55	0.30	26.48	0.32	0.00	0.32	1.54	8.48	177.94	22.66
6	50	9.27	84.51	26.27	87.02	10.90	9.38	37.83	79.73	13.83	0.32	575.94	0.25	0.03	0.22	1.40	9.50	124.22	31.53
7	51.39	5.17	157.43	60.61	85.96	11.16	0.51	37.47	54.36	16.10	0.24	907.51	0.16	0.15	0.01	1.49	9.67	116.55	27.59
8	31.94	6.75	123.30	46.87	80.00	9.03	1.02	37.79	75.47	13.83	0.16	243.01	0.02	0.02	0.00	1.58	7.45	140.53	22.66
9	131.94	72.81	88.45	35.38	69.45	6.35	3.84	3.06	23.22	81.38	1.76	156.11	0.23	0.09	0.14	0.52	5.83	141.01	21.67
10	22.22	20.70	84.65	37.36	78.25	10.05	5.46	1.91	117.07	16.30	0.08	165.09	0.25	0.02	0.23	1.70	8.35	105.04	16.76
11	101.39	42.13	112.25	34.08	81.40	6.75	3.92	2.74	768.07	16.28	0.00	351.27	0.25	0.05	0.20	1.30	5.45	179.86	42.36
12	31.94	22.35	75.31	22.30	11.56	3.71	3.92	2.11	309.40	18.61	0.16	206.43	0.94	0.54	0.40	3.69	0.02	182.73	25.62
13	20.83	114.38	47.43	70.88	75.09	7.63	29.24	2.50	715.20	13.91	0.24	284.61	0.45	0.12	0.33	1.96	5.94	134.29	70.94
14	31.94	31.64	38.70	29.88	78.25	8.59	29.50	1.91	241.86	14.01	0.16	177.25	0.13	0.01	0.12	2.78	5.81	160.19	7.88
15	173.61	12.84	133.22	31.79	82.11	6.68	0.94	4.45	137.29	20.92	0.08	261.01	0.22	0.00	0.22	1.75	4.93	177.94	57.14
16	36.11	2.14	69.82	31.82	93.33	5.65	9.21	2.34	113.55	13.93	0.08	207.77	0.14	0.02	0.12	1.41	4.24	136.21	45.32

17	23.61	6.22	117.73	27.75	76.49	8.04	0.68	2.07	134.44	45.36	0.08	516.94	0.22	0.03	0.19	1.08	6.96	113.67	15.76
18	36.11	2.94	4.12	35.49	70.88	4.74	1.02	2.26	195.83	13.93	0.00	130.25	0.14	0.00	0.14	1.91	2.86	106.95	14.78
19	41.67	7.90	2.90	27.85	90.53	7.12	1.19	2.94	70.95	14.03	0.08	14.99	0.45	0.01	0.44	1.51	5.61	148.68	20.69
20	19.44	15.97	2.68	27.83	83.51	11.01	11.08	2.62	30.28	10.45	0.08	157.04	0.14	0.01	0.13	2.31	8.70	127.10	21.67
21	19.44	9.31	2.28	48.80	108.77	7.52	4.35	2.42	247.75	10.45	0.08	120.45	0.14	0.01	0.13	2.39	5.13	166.43	47.29
22	113.89	11.48	57.94	32.06	78.60	9.10	1.88	2.70	96	104.49	0.72	94.68	0.16	0.00	0.16	2.82	6.28	115.11	24.63
23	237.50	32.62	49.46	21.01	107.02	11.74	2.73	3.02	43.63	20.94	0.95	109.12	0.20	0.01	0.19	3.02	8.72	158.27	36.45
24	94.44	5.84	108.20	39.22	95.44	7.08	1.71	3.18	82.42	24.05	1.10	177.59	0.22	0.00	0.22	2.26	4.82	148.68	53.20
25	18.06	5.74	125.01	27.18	88.42	11.12	0.94	2.23	67.87	17.47	0.96	472.02	0.38	0.00	0.38	2.80	8.32	133.81	34.48
26	115	1.95	123.03	39.18	72.28	9.94	1.96	2.98	5.33	34.38	0.40	2.2.56	0.11	0.01	0.10	2.34	7.60	129.98	31.53
27	47.22	3.25	86.28	34.42	82.81	12.04	2.56	2.11	134.17	24.39	0.97	136.30	0.25	0.02	0.23	1.76	10.28	142.45	40.39
28	19.44	13.44	104.79	48.67	82.11	11.78	0.68	2.54	46.48	20.93	0.88	155.00	0.14	0.01	0.13	2.03	9.75	158.75	71.92
29	5.56	39.76	102.80	40.26	82.81	10.75	2.90	2.42	216.94	17.40	0.79	153.60	0.29	0.03	0.26	2.38	8.37	161.15	41.38
30	118.08	12.55	82.71	21.19	68.77	5.83	1.28	2.46	202.81	17.51	1.21	123.66	0.29	0.06	0.23	1.08	4.75	135.25	30.54
31	31.94	13.49	88.87	28.91	73.33	5.72	2.98	2.15	145.85	10.48	1.13	81.41	1.04	0.01	1.03	0.92	4.80	153.00	32.51
32	211.11	2.90	86.00	28.70	60.70	7.45	1.90	2.90	59.74	10.45	0.89	115.59	0.79	0.04	0.75	1.61	5.84	92.09	32.51
33	106.94	15.60	94.06	30.46	81.40	10.61	1.45	1.87	32.10	13.99	1.13	139.50	0.77	0.01	0.76	1.23	9.38	103.60	20.69
34	186.11	3.42	84.54	35.03	98.95	6.17	0.60	2.26	204.84	192.27	0.88	78.77	0.99	0.02	0.97	1.07	5.10	99.76	26.60
35	270	4.05	114.70	41.01	77.89	4.22	1.02	2.19	60.92	24.37	1.21	235.15	1.04	0.00	1.04	1.21	3.01	113.67	6.90



36	270.83	0.41	100.52	40.40	95.44	6.83	0.20	2.96	42.80	20.98	1.13	65.71	1.15	0.01	1.17	1.16	5.67	88.25	11.82
37	186.11	5.49	84.88	39.40	98.60	7.12	0.68	3.66	170.64	25.05	0.49	41.48	0.70	0.01	0.69	0.31	6.81	159.23	71.92
38	59.72	5.24	81.01	25.82	88.42	6.72	1.11	3.77	77.59	10.45	0.32	39.53	0.14	0.06	0.08	1.27	5.45	245.08	48.28
39	62.50	16.39	91.72	34.04	94.04	8.26	1.36	2.66	11.26	10.45	0.48	97.23	0.07	0.02	0.05	0.73	7.53	120.38	80.79
40	61.11	43.52	96.04	27.99	93.68	8.04	1.53	2.90	227.16	17.41	0.40	77.17	0.25	0.02	0.23	3.44	4.60	170.74	58.13
41	56.94	16.07	86.63	28.94	79.65	8.07	0.17	4.57	250.58	17.18	0.24	83.25	0.09	0.01	0.08	0.65	7.42	156.93	64.04
42	45.83	0.36	73.30	22.31	84.56	7.74	1.19	3.30	103.71	13.71	0.24	56.94	0.11	0.01	0.10	1.26	6.48	109.83	64.04
43	206.04	17.60	80.55	27.70	116.49	8.99	0.77	3.54	48.23	27.91	0.88	48.48	0.76	0.01	0.75	0.83	8.16	174.58	93.60
44	44.44	24.57	115.09	24.80	97.54	4.95	1.96	2.58	22.47	13.57	0.40	350.28	0.11	0.01	0.10	1.61	3.34	122.30	62.07
45	16.67	1.68	75.71	23.21	76.49	4.37	0.43	2.42	5.7	20.94	0.40	22.63	0.20	0.02	0.18	0.52	3.85	82.01	59.11
46	33.33	8.74	117.07	19.78	64.56	7.38	0.26	2.82	25.14	38.36	0.40	106.64	0.14	0.02	0.12	0.32	7.06	145.80	67.00
47	37.50	22.30	60.60	12.51	97.54	4.77	2.30	2.46	28.84	13.74	0.32	42.46	0.11	0.01	0.10	2.02	2.75	62.35	54.19
48	73.61	156.40	101.39	32.52	89.47	6.42	2.22	2.23	8.73	17.41	0.08	183.19	1.39	0.01	1.38	1.44	4.98	120.86	42.36
49	29.17	37.03	126.41	31.25	75.44	6.97	2.81	2.26	28.62	13.96	0.16	354.80	0.99	0.00	0.99	1.46	5.51	101.68	29.56
50	43.06	70.37	92.48	19.02	81.40	6.57	1.96	2.42	46.31	13.93	0.16	81.61	1.71	0.01	1.70	1.83	4.74	106.47	27.59
51	34.72	329.90	84.89	26.53	74.04	5.35	0.77	3.22	6.42	17.42	0.24	67.47	3.74	0.05	3.69	1.46	3.89	148.68	34.48
52	2.78	145.58	1.23	20.59	87.72	5.39	1.45	1.99	23.81	31.56	0.08	125.03	1.24	0.01	1.23	1.50	3.89	99.76	19.70g
53	1.39	3.30	145.27	27.92	76.14	7.19	0.77	2.26	5.98	17.41	0.24	121.23	1.87	0.13	1.74	1.53	5.66	85.85	17.73
54	1.39	71.21	119.59	16.68	83.16	5.80	0.68	2.07	8.15	13.93	0.24	78.91	1.80	0.12	1.68	1.66	4.14	89.21	25.62

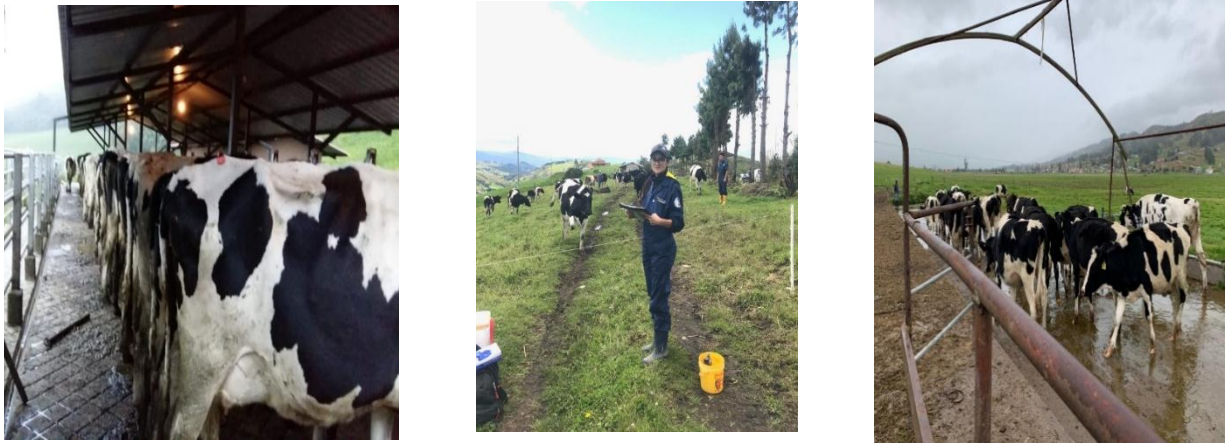
55	134.72	162.18	138.67	52.91	75.08	9.03	0.68	3.30	4.44	31.55	0.40	175.85	0.79	0.01	0.78	1.83	7.20	99.28	20.69
56	36.11	1.30	107.41	31.79	75.44	6.06	1.71	2.50	178.66	20.54	0.24	79.88	0.81	0.01	0.80	0.75	5.31	117.99	22.66
57	15.28	38.63	97.71	27.39	74.74	4.18	0.26	2.38	72.38	20.89	0.32	144.18	0.90	0.00	0.90	1.64	2.54	112.71	26.60
58	38.89	83.49	89.63	30.51	98.95	4.81	0.60	2.70	72.38	17.30	0.16	178.51	0.65	0.02	0.63	1.61	3.20	107.43	43.36
59	33.3	33.01	94.50	34.87	73.33	5.76	1.45	2.42	193.29	13.94	0.32	90.41	0.83	0.01	0.82	1.67	4.09	118.47	24.63
60	150	11.91	86.91	18.11	61.40	5.79	0.94	3.50	66.30	20.78	0.49	144.04	0.68	0.01	0.67	2.16	3.63	102.64	15.76
61	23.61	35.92	76.12	26.53	72.98	7.01	0.00	2.34	110.05	13.93	0.24	117.02	0.76	0.02	0.74	1.15	5.86	111.75	18.72
62	11.11	21.45	68.55	21.41	72.63	4.79	0.43	2.50	124.34	13.56	0.54	87.06	2.07	0.02	2.05	1.84	2.95	100.72	8.87
63	187.50	7.37	102.9	31.36	85.26	5.80	1.96	3.06	9.86	17.19	0.56	155.31	0.20	0.01	0.19	1.18	4.62	75.78	23.65
64	37.50	53.05	86.59	37.38	100	5.61	2.22	2.23	72.10	17.23	0.32	131.72	0.16	0.00	0.16	1.20	4.41	89.21	27.59
65	34.72	21.35	85.90	34.01	77.54	6.72	2.30	2.15	45.09	14.02	0.32	126.15	0.14	0.05	0.09	1.51	5.21	66.19	27.59
66	54.17	1.76	100.13	32.99	107.72	7.60	2.13	2.42	113.46	13.77	0.24	150.47	0.20	0.01	0.19	0.58	7.02	115.59	58.13
67	38.89	17.37	10.25	9.95	76.14	6.28	1.71	2.11	22.49	13.84	0.16	172.14	0.14	0.05	0.09	0.93	5.35	68.11	48.28
68	104.17	14.21	95.15	31.05	95.44	5.83	2.39	2.46	75.14	24.37	0.24	166.87	0.23	0.03	0.20	1.28	4.55	92.09	23.65
69	255.56	0.74	87.14	24.57	94.04	5.65	0.51	2.38	3.96	20.91	0.16	188.59	0.70	0.00	0.70	1.27	4.38	85.37	31.53
70	34.72	5.80	91.77	33.89	92.98	5.50	1.71	1.87	139.49	17.57	0.16	111.84	0.11	0.02	0.09	1.29	4.21	103.60	20.69
71	73.61	12.76	100.66	39.53	87.37	7.12	1.62	2.19	75.14	17.41	0.16	171.97	7.58	0.00	7.58	0.86	6.26	83.45	15.76
72	20.83	10.70	80.36	34.17	87.72	5.76	2.22	2.03	49.60	16.42	0.24	88.92	0.07	0.02	0.05	1.26	4.3	75.30	25.62
73	87.50	5.68	39.85	30.31	74.74	4.87	2.05	2.34	119.92	24.37	0.73	119.88	0.59	0.02	0.05	0.84	4.03	76.26	27.59

74	12.50	6.01	85.47	31.55	98.60	5.14	2.47	2.46	49.82	13.96	0.48	166.47	0.23	0.02	0.21	0.64	4.5	78.18	30.54
75	27.78	3.10	80.83	39.10	92.63	5.32	2.64	2.11	54.05	17.53	0.24	105.35	0.50	0.01	0.49	0.39	4.93	77.22	33.50
76	36.11	2.42	74.19	41.91	91.93	6.35	2.13	2.03	23.04	13.93	0.32	123.14	0.34	0.01	0.33	0.86	5.49	92.57	32.51
77	30.56	15.98	39.85	31.75	97.19	3.08	2.39	2.11	85.93	17.53	0.24	107.61	0.54	0.01	0.53	1.20	1.88	80.10	31.53
78	38.89	13.78	81.48	33.20	93.33	7.16	1.79	2.15	10.79	3.48	0.24	93.80	0.32	0.03	0.29	1.96	5.2	91.13	39.41
79	38.89	13.16	96.78	45.20	101.75	6.79	2.30	1.59	131.39	10.47	0.08	109.87	0.18	0.02	0.16	1.89	4.9	121.34	27.59
80	26.39	2.14	86.67	34.52	89.82	7.05	2.13	1.71	19.26	10.44	0.08	104.62	0.54	0.01	0.53	1.75	5.3	110.79	33.50
81	40.28	17.23	85.98	35.91	101.75	7.93	2.81	1.55	197.67	17.58	3.01	267.07	0.22	0.01	0.21	2.34	5.59	108.87	48.28
82	36.11	6.19	77.91	27.79	97.54	7.34	2.22	1.23	10.58	6.98	0.08	120.68	0.41	0.02	0.39	2.65	4.69	97.36	35.47
83	100	9.74	68.94	34.80	67.02	7.71	1.53	2.30	3.55	20.57	0.24	175.15	0.18	0.03	0.15	0.41	7.3	98.32	92.61
84	2.78	26.53	90.56	30.58	63.16	6.57	1.62	2.26	63.41	13.78	0.08	155.74	0.04	0.03	0.01	1.68	4.89	96.88	85.71
85	44.44	1.09	120.41	20.71	77.54	6.94	3.58	2.38	33.68	38.57	0.16	181.83	0.11	0.00	0.11	1.59	5.35	99.76	74.88
86	16.67	14.92	76.15	32.27	87.02	4.77	3.41	1.87	10.63	20.89	0.24	182.64	0.34	0.00	0.34	1.54	3.23	99.76	43.35
87	184.72	4.56	79.22	18.49	69.12	4.66	1.62	1.67	18.59	13.75	0.24	314.28	0.68	0.01	0.67	0.53	4.13	65.71	37.44
88	59.72	30.45	101.09	31.91	84.21	6.39	2.81	1.39	45.69	13.99	0.24	401.47	0.23	0.01	0.22	1.54	4.85	68.11	28.57
89	48.61	8.79	88.10	31.81	88.77	5.94	1.71	0.99	97.78	13.93	0.16	195.59	0.14	0.01	0.13	0.95	4.99	71.94	66.01
90	34.72	18.80	101.39	26.03	85.96	5.06	2.47	1.31	112.29	10.38	0.08	392.37	0.31	0.02	0.29	1.12	3.94	56.59	56.16
91	151.39	3.81	101.03	33.45	82.46	5.65	1.02	1.99	75.99	44.00	0.24	312.87	0.23	0.05	0.18	0.76	4.89	58.99	40.39
92	36.11	20.49	125.43	24.57	93.68	6.28	3.33	1.67	71.79	17.41	0.16	543.03	0.18	0.09	0.09	1.41	4.87	59.47	28.57

93	15.28	13.20	93.29	28.32	89.12	6.13	3.84	1.99	62.71	74.06	0.08	197.37	0.20	0.03	0.17	1.45	4.68	68.11	123.15
94	26.39	11.50	94.61	30.31	103.51	6.20	3.58	1.87	44.44	13.93	0.08	183.91	0.23	0.04	0.19	1.13	5.07	66.67	65.02
95	41.67	86.35	105.89	28.30	76.84	6.13	1.36	1.87	108.80	13.93	0.08	175.92	0.32	0.04	0.28	1.46	4.67	55.41	35.47
96	79.17	17.43	90.42	34.71	88.42	5.80	1.62	1.63	118.88	17.41	0.16	280.48	0.16	0.03	0.13	1.29	4.51	53.72	28.57
97	26.39	1.33	127.74	47.85	72.28	7.27	2.22	1.55	10.71	13.99	1.16	300.82	0.11	0.01	0.10	1.02	6.25	62.35	33.50
98	54.17	73.57	127.78	36.02	91.93	5.98	0.94	1.79	10.77	10.45	0.23	225.20	0.32	0.01	0.31	1.46	4.52	55.64	27.59
99	51.39	51.96	112.17	25.45	111.23	4.04	3.75	1.63	42.10	10.34	0.08	248.19	0.05	0.02	0.03	1.80	2.24	44.60	27.59
100	26.39	39.09	144.33	33.89	98.95	4.66	1.96	1.55	67.73	13.96	0.08	303.54	0.14	0.02	0.12	1.69	2.97	57.07	27.59

---

### 7.3 Imágenes del trabajo experimental



*Ilustración 1: Unidades experimentales y toma de datos*



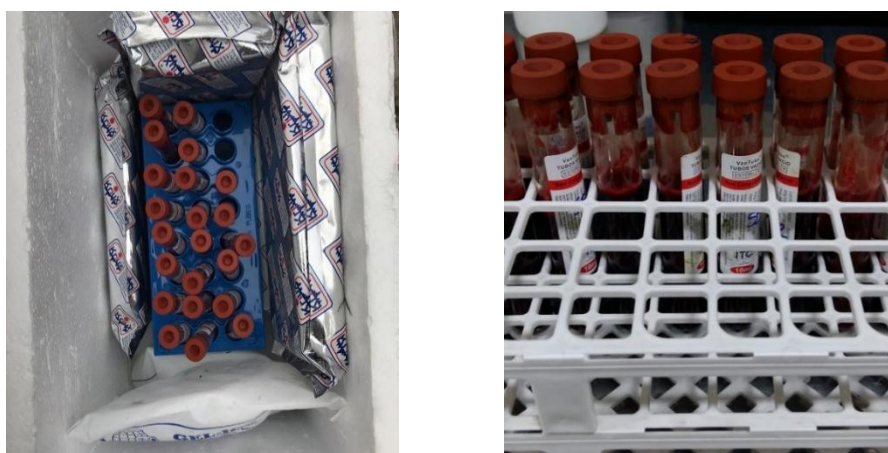
*Ilustración 2: Manejo y sujeción del paciente para la toma de muestra*



*Ilustración 3: Extracción de la muestra sanguínea*



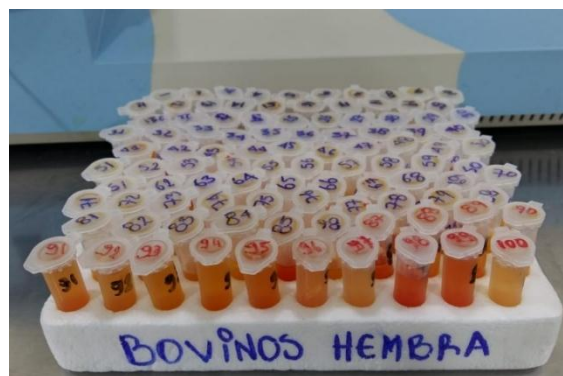
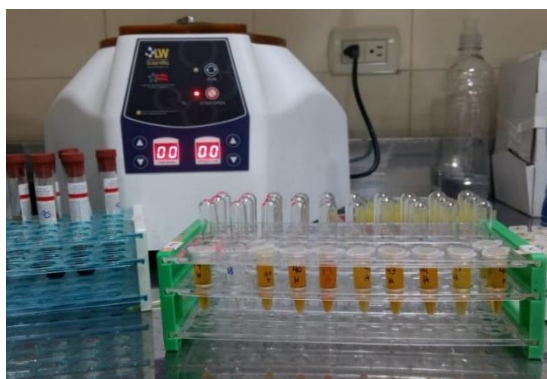
*Ilustración 4: Muestras para el hemograma*



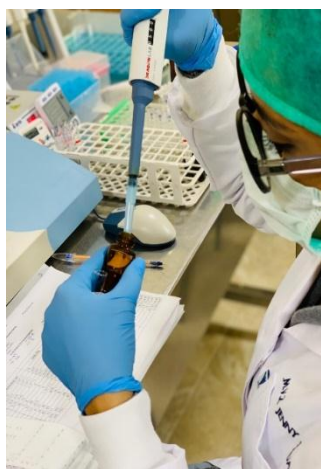
*Ilustración 5: Muestra para Química sanguínea*



*Ilustración 6: Proceso del hemograma*



*Ilustración 7: Obtención del suero sanguíneo*



*Ilustración 8: Proceso de química sanguínea*



*Ilustración 9: Materiales de campo*



*Ilustración 10: Equipos de laboratorio*



*Ilustración 11: Laboratorio*