



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CÉLULAS  
HEMÁTICAS EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) DE LA PROVINCIA  
DE CHIMBORAZO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: JOSÉ ARNALDO GUAILLAS GONZÁLEZ**  
**DIRECTOR: DR. ALEX ARTURO VILLAFUERTE GAVILÁNEZ**

Riobamba - Ecuador

2019

## **DERECHOS DE AUTOR**

**©2019, José Arnaldo Guailas González**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **“CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CÉLULAS HEMÁTICAS EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, de responsabilidad del señor egresado **JOSÉ ARNALDO GUAILLAS GONZÁLEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Luis Alberto Peña Serrano

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Edwin Rafael Oleas Carrillo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## COMPARTIR DERECHOS

Yo, JOSÉ ARNALDO GUAILLAS GONZÁLEZ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de julio del 2019

---

José Arnaldo Guallas González

CI: 190083215-3

## **DEDICATORIA**

A Dios quien me ha dado vida y fuerzas para seguir adelante en el desarrollo de mi trabajo de graduación.

A mis padres y hermanos por ser los pilares fundamentales en mi vida, por su apoyo incondicional, su paciencia, confianza y por ser un gran ejemplo para mí.

A todos aquellos que confiaron en mí, me motivaron y me brindaron su apoyo cuando más lo necesite.

A aquellas personas que han sido parte de este trabajo y más que colaboradores, fueron guía para la culminación de la investigación

José Arnaldo Guailas.

## **AGRADECIMIENTO**

Le expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, ya que me ha brindado fuerzas para seguir adelante en todo este proceso de formación académica. Es aquel que me ayuda a dar lo mejor de mí, este trabajo te lo dedico anhelando tu bendición en las próximas actividades de mi vida.

A mis padres por ser esos ángeles en mi vida que supieron entregar todo por su hijo, en ellos he visto un ejemplo de valentía, templanza.

A mis hermanos que me han apoyado en todo momento, en especial mi hermano Jairo por ser como un padre para mí, sin su ayuda incondicional esto no hubiera sido posible.

A mis amigos, quienes en todo este proceso han sabido animarme a seguir, me han dado su amistad y formar parte de muchos momentos inolvidables.

Agradezco a todas aquellas personas que fueron un apoyo en la realización de este trabajo, a ellos les debo la culminación de esta etapa.

José Arnaldo Guailas.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Camélidos en el Ecuador.....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1. Situación de las Alpacas en el Ecuador.....</i>	<i>4</i>
<b>1.2. Células hemáticas.....</b>	<b>5</b>
<i>1.2.1. Hematopoyesis.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Células sanguíneas.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.1. Eritrocitos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.2. Leucocitos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.3. Plaquetas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.2.4. Plasma sanguíneo.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.2.5. Suero sanguíneo.....</i>	<i>9</i>
<b>1.3. Biometría hemática.....</b>	<b>10</b>
<i>1.3.1. Eritrograma.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.1.1. Hemoglobina.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.1.2. Hematocrito.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.1.3. Índices eritrocitarios.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2. Leucograma.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3. Trombograma.....</i>	<i>13</i>
<b>1.4. Características hematológicas específicas de los camélidos.....</b>	<b>13</b>
<i>1.4.1. Eritromorfocinética en camélidos sudamericano.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.1.1. Sangre periférica.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.2. Volumen sanguíneo y celular.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.3. Características de la hemoglobina.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4. Mioglobina.....</i>	<i>15</i>
<b>1.5. Adaptación a la hipoxia de la altura.....</b>	<b>15</b>

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
<b>2.1.</b>	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	18
<b>2.2.</b>	<b>Unidades experimentales</b> .....	18
<b>2.3.</b>	<b>Materiales, equipos, e instalaciones</b> .....	19
<b>2.3.1.</b>	<i>Materiales</i> .....	19
<b>2.3.2.</b>	<i>Equipos</i> .....	19
<b>2.3.3.</b>	<i>Instalaciones</i> .....	19
<b>2.4.</b>	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	20
<b>2.5.</b>	<b>Mediciones experimentales</b> .....	20
<b>2.5.1.</b>	<i>Eritrograma</i> .....	20
<b>2.5.2.</b>	<i>Leucograma</i> .....	21
<b>2.5.3.</b>	<i>Plaquetograma</i> .....	21
<b>2.6.</b>	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b> .....	21
<b>2.7.</b>	<b>Procedimiento experimental</b> .....	21
<b>2.8.</b>	<b>Metodología de la evaluación</b> .....	22
<b>2.8.1.</b>	<i>Animales</i> .....	22
<b>2.8.2.</b>	<i>Toma de muestras sanguíneas</i> .....	22
<b>2.8.3.</b>	<i>Análisis hematológico de las muestras</i> .....	22

## CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	23
<b>3.1.</b>	<b>Determinación de los valores hemáticos de Alpacas de la provincia de Chimborazo</b> .....	23
<b>3.1.1.</b>	<i>Eritrogram</i> .....	25
<b>3.1.1.1.</b>	<i>Hemoglobina</i> .....	25
<b>3.1.1.2.</b>	<i>Hematocritos</i> .....	26
<b>3.1.1.3.</b>	<i>Eritrocitos</i> .....	26
<b>3.1.1.4.</b>	<i>Volumen Corpuscular Medio</i> .....	26
<b>3.1.1.5.</b>	<i>Hemoglobina Corpuscular Media</i> .....	26
<b>3.1.1.6.</b>	<i>Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular</i> .....	27
<b>3.1.2.</b>	<i>Leucograma</i> .....	28
<b>3.1.3.</b>	<i>Plaquetograma</i> .....	29

<b>CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	31
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Condiciones meteorológicas en la Estación de Altura "Aña Moyocancha" .....	18
<b>Tabla 2-2:</b>	Condiciones meteorológicas en el sector Palacio Real.....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Biometría hemática de las alpacas de la Estación de Altura "Aña Moyocancha" y el sector Palacio Real. ....	23
<b>Tabla 4-3:</b>	Biometría hemática de alpacas de la provincia de Chimborazo. ....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Diferencia de valores de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos en dos diferentes lugares. ....	25
<b>Gráfico 2-3:</b>	Representación del Volumen Corpuscular Media, Hemoglobina Corpuscular Media y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media. ....	27
<b>Gráfico 3-3:</b>	Diferenciación de los Leucocitos.....	28
<b>Gráfico 4-3:</b>	Representación del contenido de plaquetas .....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hemoglobina.

**Anexo B:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hematocrito

**Anexo C:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable eritrocito.

**Anexo D:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Volumen corpuscular medio.

**Anexo E:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hemoglobina Corpuscular Media.

**Anexo F:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular.

**Anexo G:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Leucocitos.

**Anexo H:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Neutrófilos.

**Anexo I:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Linfocitos.

**Anexo J:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Monocitos.

**Anexo K:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Eosinófilos.

**Anexo L:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Basófilos.

**Anexo M:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Plaquetas.

**Anexo N:** Análisis de laboratorio de las alpacas del sector Palacio Real.

**Anexo O:** Análisis de laboratorio de las alpacas de la Estación de Altura “Aña Moyocancha”.

## RESUMEN

Caracterización de la composición de células hemáticas en Alpacas (*Vicugna pacos*), se llevó a cabo en la Estación de Altura “Aña Moyocancha”, parroquia Tixán cantón Alausí, provincia de Chimborazo, y también en el sector Palacio Real, parroquia Calpi, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, ya que existe escasa información en el Ecuador, la misma que será de utilidad para los profesionales en el área pecuaria, se determinó el recuento total de eritrocitos con los parámetros analíticos de los eritrocitos, el recuento total de leucocitos y su diferenciación, se utilizó 12 alpacas huacayas machos de 2 años de edad, se recolectó muestras de sangre mediante la venopunción del vaso periférico, se utilizó tubos al vacío con el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Este estudio se utilizó el diseño metodológico analítico – descriptivo, se pretende presentar los valores reales de la biometría hemática en la sangre de las alpacas por medio de la investigación de laboratorio. Y con estos datos se obtuvo una referencia para realizar la comparación de parámetros y determinar su variación hacia la patología. Se realizó el análisis de las muestras en la Clínica Veterinaria Bet Lasante, donde se obtuvo los siguientes valores hematológicos, leucograma: hemoglobina 11,07 +/- 1,32 g/dL, hematocrito 33,17 +/- 4,54%, eritrocitos 12,60 +/- 0,62 \*10<sup>6</sup>/uL, V.C.M. 20,95 +/- 0,22 fL, H.C.M. 10,56 +/- 0,13 pg/cel, M.C.H.C. 33,85 +/- 5,43 g/dL. Leucograma: leucocitos 9,68 +/- 3,22 \*10<sup>3</sup>/uL, neutrófilos 58,59 +/- 7,79%, linfocitos 39,73 +/- 8,53%, monocitos 0,58 +/- 0,65%, eosinófilos 1,27 +/- 0,92% basófilos 0,50 +/- 0,52% y plaquetograma: plaquetas 210,08 +/- 17,90 \*10<sup>3</sup>/uL. Concluyendo que los valores de la biometría hemática encontradas en las alpacas serán una referencia para estas especies en el altiplano del Ecuador, recomendando seguir haciendo más investigaciones para ver si existe alguna variabilidad con los resultados obtenidos en las alpacas de la provincia de Chimborazo.

## PALABRAS CLAVES

<BIOMETRÍA HEMÁTICA> <PARÁMETROS > <ERITROGRAMA> <LEUCOGRAMA>  
<PLAQUETOGRAMA> <ALPACAS (*Vicugna pacos*)> <CHIMBORAZO (Provincia)>  
<FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS> <CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA>.

## SUMMARY

Characterization of the composition of hematic cells in Alpacas (*Vicugna pacos*), it was carried out in the height station "Aña Moyocancha", Tixán parish Alausí canton, province of Chimborazo, and also in the Royal Palace sector, Calpi parish, Riobamba canton, Province of Chimborazo, since there is little information in Ecuador, the same that will be useful for professionals in the livestock area, the total erythrocytes was determined with the analytical parameters of the encyocytes, the total leukocyte count and its differentiation, 12 alpacas huacayas males of 2 years of age were used, Blood samples were collected by venipuncture of the peripheral vessel, Vacuum tubes were used with Stilendiaminotetraacetic acid (EDTA). This study refers to the analytical descriptive methodological design, The aim is to present the real values of hematic biometry in the blood of alpacas by means of laboratory research. And with these data a reference was obtained to perform the comparison of parameters and determine its variation towards the pathology. The analysis of the samples was carried out at the Bet Lasante Veterinary Clinic, where the following hematological values were obtained, leucogram: hemoglobin 11,07 +/- 1,32 g / dL, hematocrit 33,17 +/- 4,54%, erythrocytes. 12,60 +/- 0,62 \* 10<sup>6</sup> / uL, V.C.M. 20,95 +/- 0,22 fL, H.C.M. 10,56 +/- 0,13 pg / cel, M.C.H.C. 33,85 +/- 5,43 g / dL. Leucogram: leukocytes 9,68 +/- 3,22 \* 10<sup>3</sup> uL, neutrophils 58,59 +/- 7,79%, lymphocytes 39,73 +/- 8,53%, monocytes 0,58 +/- 0,65%, eosinophils 1,27 +/- 0,92%, basophils 0,50 +/- 0,52% and platelet: platelets 210,08 +/- 17,90 \* 10<sup>3</sup> / uL. Concluding that the values of the hematic biometry found in the alpacas will be a reference for these species in the highlands of Ecuador, recommending to continue doing more research to see if there is any variability with the results obtained in the alpacas of the province of Chimborazo.

## KEYWORDS

<HEMISTIC BIOMETRICS> <PARAMETERS> <ERITROGRAM> <LEUCOGRAMA>  
<PLAQUETOGRAM> <ALPACAS (*Vicugna pacos*)> <CHIMBORAZO (Province)>  
<FACULTY OF LIFE SCIENCES>< CAREER OF ZOOTECHNICAL ENGINEERING>

## INTRODUCCIÓN

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) son una riqueza pecuaria y genética de las poblaciones andinas, debido a que son una fuente de fibra, carne, de trabajo y de muchos productos que son indispensables para la subsistencia de un amplio sector de la población alto andina, destacándose su eficiencia en el uso de la tierra en un ambiente adverso como lo son las frágiles praderas de los páramos andinos (Peña, 2005, pp.4-10)

Presentan una serie de particularidades anatómicas y fisiológicas que probablemente tienen que ver con su gran capacidad de adaptación a las condiciones de hipoxia y de escasez de recursos forrajeros de las grandes alturas. Las dificultades anteriormente señaladas son la principal causa de que el número de especies alto andinas sea relativamente reducido, pero esta condición, sumada a su asombrosa adaptación las hace particularmente interesantes y muy importantes desde el punto de vista de la biodiversidad (Raggi, 2000, pp. 3-4).

El país posee un gran potencial para la producción de Camélidos Sudamericanos. Existen dos zonas adecuadas para el desarrollo de estas especies; una de estas zonas es la de páramos y sub páramos con una extensión de 2 700 000 hectáreas; la otra zona es la que corresponde a los pastizales nativos y mejorados con una extensión de 900 000 hectáreas (Peña, 2005, pp.4-10).

En la actualidad gracias al nuevo cambio productivo en el país, estas especies (alpacas) se están presentando como una nueva fuente económica, industrial y productiva en la producción de carne, destacando así la producción de fibra que posee una alta valoración en los mercados internacionales por su fina textura.

Sin embargo, al momento el país no posee un depósito de información sobre camélidos sudamericanos, es así que para procesos investigativos se utiliza información de afuera y no propia. Sabiendo que la biometría hemática es útil para el diagnóstico y vigilancia de diversos trastornos que nos ayudará a detallar el estado general de la salud del animal, facilitando así un análisis de la valoración diagnóstica del mismo.

Las enfermedades en las alpacas son muy diversas con signos y síntomas clínicos similares y éstas podrían ser detectadas realizando comparaciones entre los resultados obtenidos y los rangos establecidos, así evitaríamos pérdidas económicas tanto en la producción como en la reproducción animal a través de una biometría hemática. Los valores adquiridos serán beneficiosos para el Ingeniero Zootecnista ya que podrá diagnosticar, evaluar y realizar un seguimiento de posibles

patologías hemáticas como anemias, otras enfermedades causadas por microorganismos bacterianos, virales y parasitarios, así como el estado nutricional de la alpaca.

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Determinar valores de los siguientes parámetros hematológicos: eritrograma, leucograma y plaquetograma.
- Comparar los valores obtenidos con otros aportes similares de otras fuentes.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Camélidos en el Ecuador.

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) constituyen la mayor riqueza pecuaria y genética de las poblaciones andinas de Sudamérica. Existen evidencias arqueológicas preincaicas de la existencia de vicuñas y guanacos en el sur del Ecuador, mientras que los rebaños de llamas y alpacas, introducidos por los incas, tuvieron una mayor distribución en el territorio ecuatoriano (Peña, 2005, pp.4-10).

De acuerdo a las investigaciones realizadas por la FAO, en el Ecuador el 46 % de los camélidos se encuentran manejados por organismos del estado, el 19 % por la Iglesia Católica, el 18 % por propietarios particulares y el 17 % manejados por comunidades (Peña, 2005, pp.4-10).

De acuerdo al manejo de los mismos se indica que existen tres sistemas de explotación, de acuerdo a su mayor explotación se lo ha establecido de la forma siguiente: semi-tecnificado (56,25 %), tradicional (41,67 %), y tecnificado (2,08 %); los sistemas de explotación tradicional y semi-tecnificados tienen serias deficiencias relacionados directamente con los niveles de producción y eficiencia en el control sanitario (Peña, 2005, pp.4-10).

La población de CSA domésticos que se registraron en el Ecuador, de acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario, realizado en el año 2000 fue de 23686 animales, de las cuales el 8,54 % (2024) fueron alpacas y el 91,45 % (21662) llamas. Sin embargo, en el censo realizado por consultores de la FAO en Ecuador, se estima una población de 6595 alpacas y 10286 llamas. En el mismo, se detalla que la provincia con mayor número de alpacas es la de Cotopaxi con 3493 animales (Instituto Nacional De Estadísticas y Censos, 2002).

En lo que respecta a la población nacional de llamas, la provincia con mayor población es la de Bolívar con 2750 cabezas (Peña, 2005, pp.4-10). Cabe destacar que de acuerdo a (Wheeler, 2010), en el Ecuador existe desde hace 2000 años la variedad de llama denominada “Llamingo”, correspondiendo a un animal no lanudo, marcadamente más pequeño y genéticamente distinto a las otras variedades (K´ara y Chacu).

Con respecto a los camélidos sudamericanos silvestres, únicamente se encuentra en Ecuador la vicuña (*Vicugna vicugna*). Desde la importación de 277 vicuñas desde Chile, Bolivia y Perú a partir del año 1988, en el último censo del 2016, la población de este camélido silvestre se estimó en casi 7185 ejemplares (Rodríguez y Morales de la Nuez, 2017, p.82).

### ***1.1.1. Situación de las Alpacas en el Ecuador.***

Han existido diversas razones para la introducción de alpacas en el Ecuador; la principal de ellas han sido las consideraciones ambientales. Efectivamente, estos animales poseen características favorables en este sentido, tales como las almohadillas plantares en sus extremidades y el peso ligero en relación a los bovinos y equinos, lo que significa que, en condiciones aceptables de capacidad de carga, no erosionan el suelo y, además, contribuyen a la conservación de los humedales (Segovia, 2011, p.5).

Además, poseen una de las mejores fibras de origen natural en el mundo, la que brinda beneficios económicos a las poblaciones que viven sobre los 3.000 m.s.n.m. Por estas razones, las alpacas se convierten en una alternativa de crianza de animales productivos, en zonas de difícil adaptación y manejo (como el páramo andino). Todo esto se producido dentro de una distribución de la tierra bastante heterogénea (Segovia, 2011, p.5).

En Chimborazo, en especial han sido organizaciones no gubernamentales las que han promovido entre las comunidades indígenas y campesinas, propietarias de páramos con extensiones considerables, su ingreso en el manejo de las alpacas. Actualmente el 87 % de proyectos de alpacas en la provincia se encuentra en manos comunitarias (Segovia, 2011, p.5).

En el Ecuador, se sabe que desde 1985 ha existido la importación de alpacas y llamas, tanto a nivel de personas particulares, como Santiago Matheus (Cotopaxi) y Stuart White (Cañar), cuanto a nivel gubernamental (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, y la Escuela Politécnica del Chimborazo, como institución educativa). Según un censo actualizado al 2010, elaborado por el consultor Wilson Pintado, se logró determinar que en Ecuador existen más de 8.561 alpacas, de las cuales 4.163, un 48.62%, pertenecen a la provincia de Cotopaxi (Segovia, 2011, p.5).

Los datos de este estudio son estimados, puesto que no se basan en información directa a nivel de productor. Los productores de alpacas en el Ecuador se encuentran en proceso de crecimiento, cambio e innovación, y en una encrucijada en búsqueda de alternativas y mejoras en cuanto al manejo, procesamiento y comercialización de los productos en base a la alpaca (Segovia, 2011, p.5).

## **1.2. Células hemáticas.**

La sangre consta de una parte líquida, el plasma sanguíneo, en el que se encuentran elementos formes (las células sanguíneas) en suspensión. Está relacionada con los elementos que la componen y por los vasos que la transportan, de tal manera que ayudan a transportar el oxígeno y anhídrido carbónico, transporta los nutrientes, son mensajeros químicos, defiende el cuerpo de las infecciones, responde a las lesiones que producen inflamación, coagulación de la sangre y hemostasia (Campuzano, 2007, pp.511-550).

Gracias a las plaquetas y a los factores de coagulación ayudan a regular la temperatura corporal a mantener una concentración de agua y electrolitos constantes en las células (Campuzano, 2007, pp.511-550).

### **1.2.1. Hematopoyesis.**

La hematopoyesis es el proceso de formación, maduración y paso a la circulación sistémica de las células de la sangre. Los 3 tipos de células sanguíneas no se originan en la sangre, sino que solamente la emplean para realizar sus funciones o para desplazarse de un lado a otro. En realidad, proceden de un precursor común o célula madre que se origina en el tejido hematopoyético de la médula ósea y que es pluripotencial porque puede diferenciarse en cualquier tipo de célula sanguínea (Reiriz, 2010, pp.4-5).

### **1.2.2. Células sanguíneas.**

#### **1.2.2.1. Eritrocitos.**

Son el tipo de célula más numerosa de la sangre ya que constituyen el 99% de los elementos formes de la sangre. Los eritrocitos de los camélidos tienen una peculiar forma elíptica y son muy pequeños (6,5 x 3,3 micrones). No tienen núcleo ni otras organelos y su tiempo de vida es limitado (100 -120 días) y en el curso de su vida recorre a través del sistema cardiovascular más de 300 km, en donde se encuentra permanentemente sometido a un severo estrés metabólico y mecánico (Reiriz, 2010, pp.4-5).

Los eritrocitos a pesar de su función, llevar O<sub>2</sub> de los pulmones a los tejidos y traer CO<sub>2</sub> de los tejidos a los pulmones, están desprovistos de un sistema que les permita elaborar nuevas proteínas y es claro que dependen de la calidad de su producción en la médula ósea y de su integridad durante los 120 días de vida (Campuzano, 2008, pp.311-357).

Además, para llegar a todas partes del organismo y sobrellevar las grandes variaciones fisiológicas y el estrés al que son sometidos, tienen una forma bicóncava que les permite atravesar capilares con la mitad de su diámetro y en algunos casos, sitios que son mucho más pequeños, como los sinusoides esplénicos (Campuzano, 2008, pp. 311-357).

Su membrana celular es altamente resistente para tolerar la turbulencia de la sangre a nivel de las válvulas cardíacas y de los grandes vasos; no se adhieren entre sí o a otras células y toleran cambios en los líquidos que los contienen, entre otras de las muchas características que a estas células las hacen diferentes y altamente eficientes (Campuzano, 2008, pp. 311-357)

#### *1.2.2.2. Leucocitos.*

El origen de los leucocitos es en una célula madre pluripotencial que se encuentra en la médula ósea y en número reducido en la sangre periférica. Menos de un 1% de los leucocitos circulantes tiene una apariencia morfológica de linfocito inmaduro y únicamente se pueden identificar mediante antígenos de membrana (Morales, 2009, p.48)

Los leucocitos son llevados a los tejidos mediante una serie de sustancias químicas elaboradas por los agentes bacterianos o virales que ocasionan infección o sustancias liberadas por las células y tejidos afectados (Getty, 1982, p.84).

El número de leucocitos puede aumentar en las enfermedades infecciosas agudas como la apendicitis, neumonía y abscesos, etc. Este incremento es un signo evidente de infección que ayuda al médico para diagnosticar alguna de esas enfermedades (Montalvo, 2010, pp.6-10).

#### *Clasificación de los glóbulos blancos*

Los leucocitos se pueden clasificar por dos criterios: por la forma del núcleo y por la presencia o ausencia de gránulos específicos y se denominan:

##### *Granulocitos.*

Son el tipo más común de glóbulos blancos en el cuerpo humano, con una proporción alrededor del 70-75 % del total de glóbulos blancos. La razón del nombre de este tipo de células es por el contenido de pequeños y visibles gránulos dentro del citoplasma, claramente observables bajo el efecto de coloración mediante tintes. Se pueden subdividir en: neutrófilos, basófilos y eosinófilos (López, 2017, pp.4-5).

- Neutrófilos.

Constituyen la mayor parte de los leucocitos y sólo se producen en la médula ósea. El sistema hematopoyético produce neutrófilos para llevar a cabo las funciones fisiológicas, además incluye una reserva almacenada en la médula y que puede ser movilizada por reacción a la inflamación o a la infección (García et al., 2012, p.38-46).

La función primordial es la defensa del organismo ante las infecciones, mediante el fenómeno de la fagocitosis. En la zona de infección, los neutrófilos cruzan las paredes de los capilares sanguíneos, atraídos por un factor quimiotáctico producido en la zona afectada, y llegan al líquido intersticial, emiten pseudópodos y fagocitan a la bacteria para destruirla mediante las sustancias que contienen en su interior los gránulos específicos e inespecíficos (Vives, 2006, p.60).

- Eosinófilos.

La mayor parte de los eosinófilos se encuentra en la capa conectiva de los tejidos expuestos al medio, como conductos nasales, piel, pulmones, intestino y vías urinarias. En la mayor parte de las infecciones, los eosinófilos no parecen desempeñar una función importante. Por lo general no se encuentran en los exudados inflamatorios: permanecen en la periferia del área (García et al., 2012, p.38-4).

Tienen un papel importante en la inflamación aguda, ya que sus gránulos citoplasmáticos contienen enzimas similares a las que poseen los neutrófilos, además de otras proteínas degradantes y oxidativas, y enzimas antiinflamatorias (histaminasas). Tienen su principal función en las reacciones de hipersensibilidad mediadas por los anticuerpos IgE (Morales, 2009, p.86).

Son escasos en sangre periférica porque desde la médula ósea pasan a la circulación en la que están aproximadamente 30 minutos y posteriormente se dirigen a los tejidos con una vida media de 12 días. De esta forma, un incremento de eosinófilos sólo es clínicamente significativo si perdura en el tiempo (Morales, 2009, p.86).

- Basófilos.

Son los granulocitos más pequeños y menos numerosos. Sus gránulos contienen histamina (aprox. el 50% de la que hay en la sangre) y heparina (entre otras sustancias) y han sido llamados “bolsas suicidas” porque la liberación de grandes cantidades del contenido de estos gránulos en el choque anafiláctico puede ocasionar la muerte del individuo (García et al., 2012, p38-46).

Estudios recientes apuntan a que son los responsables del inicio de la respuesta alérgica o de promover la respuesta inmune ante los parásitos, al presentar antígenos a las células T (García et al., 2012, p38-46).

Agranulocitos.

Por otro lado, a diferencia de los granulocitos, los agranulocitos se caracterizan por no presentar gránulos en su citoplasma. Tampoco disponen de una cobertura de membrana, propia de los granulocitos. Los agranulocitos pueden clasificarse en linfocitos y monocitos.

- Linfocitos.

Recibieron este nombre porque son el único tipo de célula sanguínea que se observa de manera regular y abundante en la linfa al igual que en la sangre. Hay tres clases de linfocitos: los pequeños y los medianos se encuentran en la sangre y los grandes en la linfa. Hay además dos clases de linfocitos pequeños, los B y los T, que no pueden diferenciarse entre sí por sus características morfológicas: sólo pueden diferenciarse por métodos inmunológicos (Ruíz, 2009, p.22).

La principal función de los linfocitos es intervenir en la inmunidad celular y humoral (formación de anticuerpos). La mayoría de los linfocitos circulantes (50 – 80 %) están relacionados con la inmunidad celular y se les conoce como linfocitos T (Timo-dependientes). Los asociados a la formación de anticuerpos (10 – 30 %) se denominan linfocitos B (Morales, 2009, p.68).

- Monocitos.

Son los precursores inmediatos de los macrófagos. La transición de monocito a macrófago implica ciertos cambios celulares, por lo cual en ocasiones es difícil definir cuándo un monocito se convierte en macrófago, dado que dichos cambios son un proceso (Campuzano, 2007, pp.511-550).

El monocito ejerce su función como macrófago en los tejidos al liberar mediadores de la inflamación e iniciar la respuesta inmune. Así los monocitos/macrófagos actúan frente a virus, hongos, protozoos, contribuyen a la eliminación de células infectadas por virus o células tumorales y a la reparación tisular (Morales, 2009, p.79)

Además, los macrófagos regulan las reservas de hierro del organismo ya que la hemoglobina procedente de los glóbulos rojos que se destruyen es degradada y el hierro es almacenado en forma de hemosiderina dentro de los macrófagos (Morales, 2009, p.79).

### 1.2.2.3. *Plaquetas.*

Las plaquetas desempeñan un papel central en la hemostasia es decir detención de hemorragia, pero también parecen tener importancia para el mantenimiento del endotelio de los vasos sanguíneos por la liberación de factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) que estimula los procesos de reparación tisulares. Ante el corte u otra lesión de un vaso sanguíneo se contrae deteniendo la hemorragia (Geneser, 2002, p.242).

Las plaquetas o trombocitos son discos redondos minúsculos de un diámetro de 2-4 micras. No tienen núcleo. Se forman en la médula ósea a partir de los megacariocitos, como protuberancias sobre la superficie de los megacariocitos que luego se desprenden y pasan a la sangre. En condiciones normales, la concentración de plaquetas es de 150- 400000/mm<sup>3</sup> de sangre. Duran unos 8-12 días y después son eliminadas de la circulación principalmente por los macrófagos, sobre todo a nivel del bazo (Reiriz, 2010, pp.4-5).

### 1.2.2.4. *Plasma sanguíneo.*

El plasma sanguíneo es la matriz líquida en que están suspendidas las células de la sangre y que contienen diversas proteínas importantes desde el punto de vista fisiológico. Es salado y de color amarillento traslúcido y es más denso que el agua. El volumen plasmático total se considera como de 40-50mL/Kg peso. El plasma sanguíneo es esencialmente una solución acuosa de composición compleja conteniendo 91% agua, proteínas (6-8 g/dL) y algunos rastros de otros materiales (hormonas, electrolitos, etc.) (Flawcett, 1995, p. 144).

El plasma es una mezcla de proteínas, aminoácidos, glúcidos, lípidos, sales, hormonas, enzimas, anticuerpos, urea, gases en disolución y sustancias inorgánicas como sodio, potasio, cloruro de calcio, carbonato y bicarbonato.

Además de vehicular las células de la sangre, también lleva los alimentos y las sustancias de desecho recogidas de las células. Los componentes del plasma se forman en el hígado (albúmina y fibrógeno), las glándulas endocrinas (hormonas).

### 1.2.2.5. *Suero sanguíneo.*

El suero sanguíneo o suero hemático es el componente de la sangre resultante tras permitir la coagulación de ésta y eliminar el coagulo resultante. Es equivalente al plasma sanguíneo, pero sin las proteínas involucradas en la coagulación (fibrinógeno en su mayor parte). El suero es útil en

la identificación de algunos analitos en los que no se requiere de la intervención de un anticoagulante, ya que este podría interferir en el resultado alterándolo.

El suero sanguíneo es la fracción fluida que queda cuando se coagula la sangre y se consumen los factores de la coagulación. El suero sanguíneo contiene en solución albúminas, globulinas, sales, enzimas, hormonas, vitaminas, lípidos, hidratos de carbono, hormonas, aminoácidos, etc.

### **1.3. Biometría hemática.**

La biometría hemática, o citometría hemática como también se le conoce, es el examen de laboratorio de mayor utilidad y más frecuentemente solicitado por el clínico. Esto es debido a que en un solo estudio se analizan tres líneas celulares completamente diferentes: eritroide, leucocitaria y plaquetaria, que no sólo orientan a patologías hematológicas; sino también a enfermedades de diferentes órganos y sistemas (Morales, 2009, p.97).

El hemograma, también conocido como cuadro hemático, biometría hemática o recuento de células sanguíneas, junto con la glicemia y el citoquímico de orina (uroanálisis), es una de las pruebas más solicitadas al laboratorio clínico y uno de los estudios que mayor información aporta al médico sobre la homeostasis de un individuo. A través del tiempo, el hemograma ha sido objeto de múltiples modificaciones en cuanto a los parámetros que lo componen, la forma de obtenerlos, los grados de precisión y de exactitud y la manera de interpretarlo (Campuzano, 2007, pp.511-550).

Para una mejor utilización de los parámetros que el hemograma aporta es de vital importancia conocer el desarrollo que ha acompañado a la prueba y el laboratorio clínico debe permanecer atento al desarrollo tecnológico para incorporar los aspectos de mayor relevancia desde el punto de vista clínico, como una herramienta de rutina que le permita tener pruebas cada vez más exactas, más precisas, a un costo razonable y, sobretodo, de mayor utilidad clínica (Campuzano, 2007, pp.511-550).

El hemograma como prueba integral está compuesto por tres grupos de parámetros, a saber: el eritrograma, el leucograma y el trombograma y en este orden serán analizados.

#### **1.3.1. Eritrograma.**

Se define como el análisis cuantitativo y cualitativo de los parámetros relacionados con los eritrocitos en sangre periférica. Del eritrograma hacen parte los parámetros convencionales como el recuento de eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito y los índices eritrocitarios y los nuevos

parámetros, derivados de la incorporación de los autoanalizadores de hematología al laboratorio clínico, como el ancho de distribución de los eritrocitos, el ancho de distribución de la hemoglobina, el recuento de reticulocitos (Campuzano, 2007, pp.511-550).

#### *1.3.1.1. Hemoglobina.*

La hemoglobina es la proteína contenida en el eritrocito; su principal función es el transporte de O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> de los pulmones a los tejidos y viceversa. Los eritrocitos contienen una mezcla de hemoglobina, oxihemoglobina, carboxihemoglobina, metahemoglobina y cantidades mínimas de otras formas de hemoglobina menores (Perkins, 2004, pp.16-34).

Cuando se mide la hemoglobina se está determinando la suma de todas estas formas y para hacerlo los eritrocitos que la contienen deben ser lisados convirtiéndose en todas estas formas, excepto la sulfahemoglobina, en un compuesto estable, conocido como cianometahemoglobina, que puede ser medido en un espectrómetro a 540 nm (Campuzano, 2007, pp.511-50).

#### *1.3.1.2. Hematocrito.*

Expresa el volumen de los eritrocitos con relación al volumen sanguíneo total. O la relación existente entre los glóbulos rojos de la sangre y el volumen total de ésta. También se define como la proporción de eritrocitos en 100 mL de sangre. Es un estimado de la masa de los glóbulos rojos. Se puede expresar en litros/litros o en porcentaje (García et al., 2012, pp.38-46).

En este último caso el valor numérico es aproximadamente tres veces la concentración de hemoglobina, pero en estados patológicos no siempre es así, y el hematocrito no guarda entonces relación con la hemoglobina (García et al., 2012, pp.38-46).

Normalmente los leucocitos y las plaquetas contribuyen al hematocrito en un grado ínfimo, referido al tanto por ciento de volumen de sangre. El valor del hematocrito varía con la especie y en relación con el número y el tamaño de los eritrocitos, así como con el volumen de plasma (Smith, 2010, pp.400 - 405).

#### *1.3.1.3. Índices eritrocitarios.*

Los índices eritrocitarios son una parte esencial de la hematología, ya que aportan datos suficientemente importantes para, en la mayoría de los casos, encauzar, confirmar y otras veces desechar el diagnóstico presuntivo.

- Volumen corpuscular medio (VCM).

Indica el tamaño y capacidad del eritrocito, y se mide en femtolitros (fL), y es imperativo interpretar el valor de VCM unido a una inspección atenta de la extensión de sangre periférica, ya que el VCM es tan solo una medida de volumen medio. De acuerdo con el tamaño permite clasificar como normocítica, microcítica o macrocítica (Mendez, 2012).

El VCM se puede apreciar a partir del examen microscópico de una extensión en porta. También con contadores automáticos que son más precisos y fiables, además se puede calcular a partir del hematocrito y el recuento de hematíes por la fórmula (Aguiló, 2001, pp.75 - 80)

Ecuación 1-1.

$$\text{VCM (fL)} = \frac{\text{Hematocrito}}{\text{Recuento eritrocitario}(10^6/\text{uL})} \times 10$$

- Hemoglobina Corpuscular Media (HCM).

Es la expresión, en unidades absolutas, del peso promedio de la hemoglobina contenida en un eritrocito, se expresa en picogramos (pg), y se calcula a partir de la formula siguiente:

Ecuación 2-1.

$$\text{HCM (pg)} = \frac{\text{Hemoglobina (gr/dL)}}{\text{Recuento eritrocitario}(x10^6/\text{uL})} \times 10$$

- Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CMHC)

Expresa la concentración media de hemoglobina relativa al tamaño de la célula (concentración de hemoglobina), en gramos por decilitro (Vives y Aguilar, 2014, p.175), Se calcula según esta fórmula:

Ecuación 3-1.

$$\text{CMHC (g/dL)} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)}}{\text{Hematocrito}} \times 100$$

### **1.3.2. Leucograma.**

Se define como el análisis cuantitativo y cualitativo de los parámetros relacionados con los glóbulos blancos o leucocitos en sangre periférica. Del leucograma hacen parte el recuento total y el recuento diferencial de leucocitos, incluidas las alteraciones morfológicas que puedan presentarse. Además de los parámetros cuantitativos, también hace parte integral del leucograma el estudio de la morfología de los leucocitos en extendidos de sangre periférica (Campuzano, 2007, pp.511-550).

### **1.3.3. Trombograma.**

Se define como el análisis cuantitativo y cualitativo de los parámetros relacionados con las plaquetas en sangre periférica. Del trombograma hacen parte el recuento convencional de plaquetas y los nuevos parámetros derivados de los contadores electrónicos como volumen medio plaquetario, el ancho de distribución de las plaquetas, el plaquetocrito y el índice de plaquetas inmaduras. Además de los parámetros cuantitativos, también hacen parte integral del trombograma el estudio de la morfología de las plaquetas en extendidos de sangre periférica (Campuzano, 2007, pp.511-550).

## **1.4. Características hematológicas específicas de los camélidos.**

El sistema circulatorio es el que transporta la sangre por nuestro organismo, en condiciones de gran altura (sobre 3500 metros sobre el nivel del mar), se ve obligado adaptarse a la menor presión de oxígeno, esto se puede interpretar que a mayor altura el oxígeno disponible para ser utilizado por el organismo es menor (Reagan, 2008, pp.3-21).

Es por esta razón que llamas, alpacas y también vicuñas, poseen características especiales en sus glóbulos rojos, células que circulan por la sangre y que son las encargadas de transportar el oxígeno por todo el cuerpo (Reagan, 2008, pp.3-21).

Las diferencias principales en los glóbulos rojos que ayudan a estos animales a transportar mejor el oxígeno son: Forma ovalada: esta característica permite que circulen con mayor facilidad y así ser transportados a vasos sanguíneos más pequeños. Menor tamaño: esto permite que existan más glóbulos rojos transportando oxígeno. Mayor número de glóbulos rojos: esto implica mayor cantidad de oxígeno distribuyéndose en el organismo.

#### **1.4.1. Eritromorfocinética en camélidos sudamericanos.**

##### **1.4.1.1. Sangre periférica.**

Reynafarje et al. (1968), encontró que las alpacas, llamas y vicuñas criadas a elevadas altitudes tienen un alto contenido de glóbulos rojos, las cuales se encuentran por encima de  $13'000,000/\text{mm}^3$ , mientras que los valores medios de hemoglobina variaron entre 13.5 y 15.1 g/100 ml, y el hematocrito varía entre 35.5 y 38%.

Resulta incluso interesante observar que el Guanaco que es una especie que vive en zonas de altitud variada tienen el hematocrito y la hemoglobina reducida, resultando que estos valores son bastante similares a las otras especies de camélidos por lo que podrían deducirse que los camélidos ya tenían preadaptaciones eritrocíticas, los cuales les ayudaron a ocupar zonas altas bastante agrestes como consecuencia de la conquista española (Zapata et al., 2003, pp. 15-21)

La elevada cantidad de glóbulos rojos y la baja cantidad de hematocrito podría ser debido al hecho de que los glóbulos rojos son de tamaño pequeño, pues los valores medios del diámetro mayor se ubican entre 6.3 y 6.56 micrómetros, mientras que los valores medios del diámetro menor se encuentran entre 3.25 y 3.32 micrómetros (Quispe, 2011, pp. 1-26).

#### **1.4.2. Volumen sanguíneo y celular.**

La medición del volumen sanguíneo puede ser hecha desangrando al animal y extrayendo por lavado la sangre remanente. Otro método es el empleo de un colorante, como el azul de Evans T1824 o el rojo vital, que es inyectado en el plasma (Bentinck, 1980, p. 532).

También se centrifuga la sangre venosa para separar los eritrocitos del plasma se determina la porción de sangre completa que es plasma y con este dato se calcula el volumen sanguíneo, hay error por la cantidad variable de plasma atrapado por los eritrocitos y se aplican factores de corrección para diferentes especies (Monge y León, 2010, pp. 1135-1172).

El cálculo es además, afectado por el hecho de que la proporción de las células al plasma sanguíneo no es uniforme en todo el organismo. Un mayor porcentaje de células resulta de la sangre obtenida de una vena grande (hematocrito venoso), que en la sangre de capilares. El volumen de células sanguíneas puede ser cuantificado marcando los eritrocitos con Fe55, Fe59, P32 o Cr51. El volumen sanguíneo total se determina mejor por la medición simultánea de los volúmenes plasmático y celular (Bentinck, 1980, p. 532).

La regulación del volumen de la sangre depende: 1) de los factores que controlan el nivel de eritrocitos, y 2) de los que regulan la cantidad de plasma: presión sanguínea, producción de orina, gasto cardiovascular, sed, ingestión de sodio y acción hormonal de la aldosterona y la hormona antidiurética (Quispe, 2011, pp. 1-26).

#### **1.4.3. Características de la hemoglobina.**

Es el contenido proteico del glóbulo rojo, encargado de transportar el O<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub>. Esta molécula se encuentra formada por la globina (95%) y el núcleo hem (4.5%). Para medirla, se lisan los eritrocitos y se libera su contenido. Proporciona una medida indirecta de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Se expresa en gramos por cada 100 mL (g/dL) (McMullin, 2008).

Cuando se analiza la hemoglobina se hace conveniente estudiarla con respecto a su desnaturalización, curva de disociación, electroforesis, fragilidad, entre otros, los cuales nos darían alguna pista sobre los procesos adaptativos involucrados en los camélidos para soportar elevadas altitudes (Quispe, 2011, pp. 1-26).

#### **1.4.4. Mioglobina.**

Debido a que la mioglobina es considerada no solo como un reservorio, sino como un agente de transporte de oxígeno, su determinación cuantitativa daría una indicación del rol de este pigmento en el proceso de adaptación a la altura (Monge y León, 2010, pp. 1135-1172).

La concentración de mioglobina en las alpacas es más alta comparada con los humanos que viven a las mismas altitudes, asimismo como se ha visto anteriormente esta cantidad disminuye cuando los animales son ubicados a nivel del mar, lo cual podría indicar que el pigmento contribuye en facilitar la liberación de oxígeno durante la hipoxia cuando la demanda se encuentra incrementada, así como en la realización de una actividad física (Quispe, 2011, pp. 1-26).

### **1.5. Adaptación a la hipoxia de la altura.**

Las elevadas altitudes donde se desarrollan los camélidos (especialmente llama, vicuña y alpaca) tienen múltiples factores estresantes medioambientales, pero la hipoxia es el más importante componente. A través de muchos años de evolución, los animales se han movilizado desde un hábitat acuático marino a un hábito de aire atmosférico, conllevando con ello a enfrentar riesgos de baja concentración de O<sub>2</sub> en el medio ambiente; es más, la invasión a zonas de elevadas altitudes se ha realizado en un periodo reciente, el cual no ha sido fácil para los seres vivos debido

a que la concentración de O<sub>2</sub> se encuentra en una función inversa a altitud, por lo que ello ha impuesto una gran reto a la vida animal (Monge y León, 2010, pp. 1135-1132), debiendo por tanto los camélidos sudamericanos enfrentar ello mediante diversos mecanismos adaptativos fisiológicos.

Diversas de las particularidades anatómicas y fisiológicas que presentan los CSA probablemente estén relacionadas con su adaptación a las condiciones de escasez de oxígeno y de forrajes en las grandes alturas en las que habitan. En algunos mamíferos, incluidos la especie humana, la hipoxia debida a la baja presión de las elevadas altitudes induce un grado moderado de hipertensión arterial pulmonar, pero esto no ocurre en los CSA (Williams, 1994, pp. 9-13).

Los CSA presentan únicamente un leve aumento de la presión arterial pulmonar en respuesta a la altura en comparación con la presión de las mismas especies viviendo a nivel del mar. Generalmente, en los mamíferos la respuesta hipertensora a la hipoxia alveolar lleva asociadas alteraciones en la estructura de las partes periféricas del árbol arterial pulmonar que consisten en una anormal muscularización de las arteriolas pulmonares (Williams, 1994, pp. 9-13).

En los CSA las arterias pulmonares tienen una pared muy delgada y las arteriolas pulmonares tienen una pared que consiste en una única lámina elástica (Harris et al., 1982; citados en Jiménez et al., 2010). Varios estudios realizados en llamas adultas y en sus fetos indican que estos animales están genéticamente adaptados a la hipoxia hipobárica de la altura (Giussani et al., 1999; Llanos et al., 2003 y 2007; citados en Jiménez et al., 2010, p. 23).

También se ha propuesto que un aumento en la producción de monóxido de carbono pulmonar actuaría como un potente vasodilatador, protegiendo a estos animales en el período neonatal (Herrera et al., 2008, pp. 197-201).

Los eritrocitos de los camélidos tienen una peculiar forma elíptica y son muy pequeños (6,5 x 3,3 micrones). La forma elíptica de los eritrocitos de los camélidos se describió hace más de un siglo y desde entonces la atención de los investigadores se ha centrado en establecer su papel en la adaptación de los camélidos a las condiciones de vida del desierto y de los CSA a las de la vida en altura (Fowler, 1998, p. 391).

El recuento total de eritrocitos circulantes en los camélidos es mayor que en otros mamíferos (Ellis, 1982; Yamaguchi et al., 1987; Weiser et al., 1992; Fowler, 1998; citados en Jiménez et al., 2010, p. 23).

Sin embargo, el volumen del paquete celular es menor debido a su forma y a su menor tamaño. Los eritrocitos se orientan con el eje mayor en dirección al flujo de la sangre, lo que facilita su

circulación a través de pequeños capilares. La concentración media de hemoglobina corpuscular es mayor en los camélidos que en otras especies domésticas (Fowler, 1998, p. 391).

La sangre de los CSA tiene mayor afinidad por el oxígeno que la de otros mamíferos. La afinidad de la sangre por el oxígeno depende de la afinidad intrínseca de la hemoglobina por el oxígeno. La adaptación a largo plazo de los CSA a las condiciones de hipoxia de altura, es decir, los cambios de base genética, implican cambios en la estructura de las moléculas de hemoglobina que aumentan su afinidad por el oxígeno (Weber, 2007, pp. 132-142).

Estos cambios consisten en sustituciones de aminoácidos en los sitios de unión al fosfato (Bauer et al., 1980; Kleinschmidt et al., 1986; Weber, 2007, pp. 132-142).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento.

La presente investigación se realizó en la Estación de Altura Aña Moyocancha y en el sector Palacio Real, parroquia Calpi, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días. Las condiciones meteorológicas en la estación Aña Moyocancha se detallan en la (tabla 1-2) y (tabla 2-2) respectivamente.

**Tabla 1-2:** Condiciones meteorológicas en la Estación de Altura "Aña Moyocancha"

Parámetros	Unidad	Media
Altitud	m.s.n.m	3600
Temperatura	°C	6,95
Precipitación	mm/año	991,7
Humedad relativa	%	91,31

**Fuente:** Municipio del cantón Alausí. (2014).

**Tabla 2-2:** Condiciones meteorológicas en el sector Palacio Real.

Parámetros	Unidad	Media
Altitud	m.s.n.m	3235
Temperatura	°C	9
Precipitación	mm/año	500
Humedad relativa	%	68

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2013

#### 2.2. Unidades experimentales.

Para la realización del trabajo de investigación se recogieron muestras de sangre de las alpacas de la Estación de Altura "Aña Moyocancha" y del Palacio Real, animales sanos y adultos. Para su respectivo análisis de laboratorio de cada alpaca se obtuvo plasma sanguíneo.

### **2.3. Materiales, equipos, e instalaciones.**

#### **2.3.1. *Materiales.***

- Botas.
- Overol.
- Tubos Vacutainer.
- Agujas Vacutainer.
- Soporte de agujas Vacutainer
- Cámara fotográfica.
- Libreta de apuntes y bolígrafo.
- Caja cooler.
- Gel refrigerante.
- Cuerda.

#### **2.3.2. *Equipos.***

- Microscopio.
- Autoanalizador.
- Equipo de computación.

#### **2.3.3. *Instalaciones.***

El trabajo de campo se lo realizó en los corrales de la Estación de Altura “Aña Moyocancha” y del Palacio Real, y los respectivos análisis se llevaron a cabo en un laboratorio privado.

## 2.4. Tratamiento y diseño experimental.

Para la comparación de los valores obtenidos en la provincia de Chimborazo con otros aportes similares, se utilizó la prueba t–student, empleándose la siguiente formula:

Ecuación 4-2.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S^2 x \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_1} \right]}}$$

Donde:

t = t de student.

$\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$  = Media de la muestra 1 y 2.

$S^2$  = Varianza.

$n_1$  y  $n_2$  = tamaño de la muestra.

## 2.5. Mediciones experimentales.

Las mediciones experimentales que se llevaron a cabo en la investigación son las siguientes:

### 2.5.1. Eritrograma.

- Hemoglobina g/dL.
- Hematocrito %.
- Eritrocitos  $\cdot 10^6$ /uL.
- Volumen corpuscular medio (VCM) fL.
- Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) pg.
- Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CMHC) g/dL.

### **2.5.2. Leucograma.**

- Leucocitos \*  $10^3/uL$ .
- Neutrófilos %.
- Linfocitos %.
- Monocitos %.
- Eosinófilos %.
- Basófilos %.

### **2.5.3. Plaquetograma.**

## **2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia.**

Para los análisis estadísticos se trabajó con una estadística descriptiva, por lo tanto, se aplicaron las siguientes herramientas estadísticas para los datos obtenidos.

- T-Student.
- Descriptivos: Media, Desviación Estándar.
- Análisis de Frecuencias.

## **2.7. Procedimiento experimental.**

El proyecto de investigación se efectuó en diferentes grupos de alpacas, de acuerdo a la disponibilidad de las mismas y permiso por parte de la institución a cargo. De cada animal objeto de estudio se registró su respectiva identificación.

Se apartaron intencionadamente del estudio los animales que aparentaban estar enfermos, y sólo formaron parte del mismo los animales sanos. Se recolectaron muestras de sangre extraída por punción de la vena yugular por medio de aguja descartable 21G utilizando soporte de agujas

Vacutainer (campanas) y tubos con Ácido etilendiaminotetraacético. Las muestras de recolectadas se llevaron al laboratorio en un contenedor a refrigerado (caja cooler), posteriormente las mismas fueron centrifugadas.

## **2.8. Metodología de la evaluación.**

De cada animal estudiado se extrajeron muestras de sangre, las mismas que fueron sometidas a la medición de los parámetros sanguíneos señalados anteriormente, de acuerdo a las instrucciones y metodologías del fabricante del analizador bioquímico.

### **2.8.1. Animales.**

Las alpacas objeto de estudio fueron elegidos al azar de las caravanas visitadas, se tomaron en cuenta animales adultos. A los animales elegidos anteriormente se les efectuó la observación de la dentición para constatar que eran alpacas adultas. Se apartaron animales enfermos.

### **2.8.2. Toma de muestras sanguíneas.**

Se procedió a la recolección de muestras de sangre entera, a nivel de la vena yugular con la ayuda de una aguja de 21 G \* 1 ½ “, estando el animal de pie, la sangre fue colectada en un tubo vacutainer con anticoagulante (EDTA) ya que es el anticoagulante que mejor conserva la morfología de las células sanguíneas, en un volumen de 5 ml, a continuación, las muestras se registraron y colocaron en un cooler para su posterior traslado al Laboratorio.

### **2.8.3. Análisis hematológico de las muestras.**

Se procedió a ajustar los indicadores específicos para las alpacas, para posteriormente introducir la muestra en el autoanalizador hematológico, además de ingresar los datos de identificación de la alpaca como: sexo, edad y procedencia. Luego de unos cuantos minutos el equipo arrojó los resultados objetos de estudio como: eritrograma (hemoglobina, eritrocitos, hematocrito, VCM, HCM, CHCM), leucograma (leucocitos, neutrófilos, linfocitos monocitos, eosinófilos y basófilos) y plaquetograma.

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

#### 3.1. Determinación de valores hemáticos de Alpacas de la provincia de Chimborazo.

Los resultados que arrojó la presente investigación, contribuyen al desarrollo de la explotación de los camélidos sudamericanos en la zona, debido a los resultados obtenidos se tendrá una base de información de los componentes sanguíneos (tabla 3-3)

**Tabla 3-3:** Biometría hemática de las alpacas de la Estación de Altura "Aña Moyocancha" y el sector palacio Real.

Variables	Palacio Real	Moyocancha	t	Prob.	Sig.
<i>Eritrograma</i>					
Hemoglobina g/dL	10,83	11,05	-0,22	0,42	ns
Hematocrito %	33,50	34,50	-0,33	0,38	ns
Eritrocitos *10 <sup>3</sup> /uL	11,63	11,79	-0,18	0,43	ns
Volumen Corpuscular Medio fL	20,99	20,91	0,49	0,32	ns
Hemoglobina Corpuscular Med. pg	10,56	10,57	-0,12	0,46	ns
Concentracion de Hb. Corp. Med. g/dL	32,25	32,30	-0,89	0,21	ns
<i>Leucograma</i>					
Leucocitos *10 <sup>3</sup> /uL	7,93	9,33	-2,36	0,03	*
Neutrófilos %	58,52	58,67	-0,03	0,49	ns
Linfocitos %	41,33	41,50	-0,08	0,47	ns
Monocitos %	2,33	0,00	0,07	2,02	ns
Eosinófilos %	1,53	1,00	1,00	0,18	ns
Basófilos %	1,00	0,00	0,00	1,00	ns
<i>Plaquetograma</i>					
Plaquetas *10 <sup>3</sup> /uL	206,00	214,17	-0,64	0,28	ns

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas (\*).

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (\*\*).

**Realizado por:** Guailas, José, 2019

Los resultados que se obtuvieron en la Estación de Altura "Aña Moyocancha" y en el sector Palacio Real no presentaron diferencias significativas, razón por lo cual se procedió a sacar una media de los dos sectores antes mencionados y compararlos con otro autor (tabla 4-3).

**Tabla 4-3:** Biometría hemática de alpacas de la provincia de Chimborazo.

<b>VARIABLES</b>	<b>Chimborazo</b>	<b>D. E</b>	<b>Sánchez (2015)</b>	<b>t</b>	<b>Prob.</b>	<b>Sig.</b>
<b><i>Eritrograma</i></b>						
Hemoglobina (g/dL)	11,07	+/- 1,32	11,85	-2,10	0,0297948	*
Hematocrito (%)	33,17	+/- 4,54	33,00	1,04	0,1603730	ns
Eritrocitos (*10 <sup>3</sup> /uL)	12,60	+/- 0,62	12,90	-1,33	0,1048316	ns
Volumen Corpuscular Medio (fL)	20,95	+/- 0,22	24,73	-11,94	0,0000001	**
Hemoglobina Corpuscular Media (pg)	10,56	+/- 0,13	8,88	14,16	0,0000000	**
Concentración Media de Hemoglobina Corp. (g/dL)	33,85	+/- 5,43	35,63	-12,13	0,0000001	**
<b><i>Leucograma</i></b>						
Leucocitos (*10 <sup>3</sup> /uL)	9,68	+/- 3,22	11,21	-5,67	0,0000727	**
Neutrófilos (%)	58,59	+/- 7,79	46,67	4,74	0,0003049	**
Linfocitos (%)	39,73	+/- 8,53	30,73	7,44	0,0000065	**
Monocitos (%)	0,58	+/- 0,65	13,26	-12,19	0,0000000	**
Eosinófilos (%)	1,27	+/- 0,92	6,32	-16,29	0,0000000	**
Basófilos (%)	0,50	+/- 0,52	3,06	-4,46	0,0004779	**
<b><i>Plaquetograma</i></b>						
Plaquetas (*10 <sup>3</sup> /uL)	210,08	+/- 17,90	149,73	5,36	0,0001152	**

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas (\*).

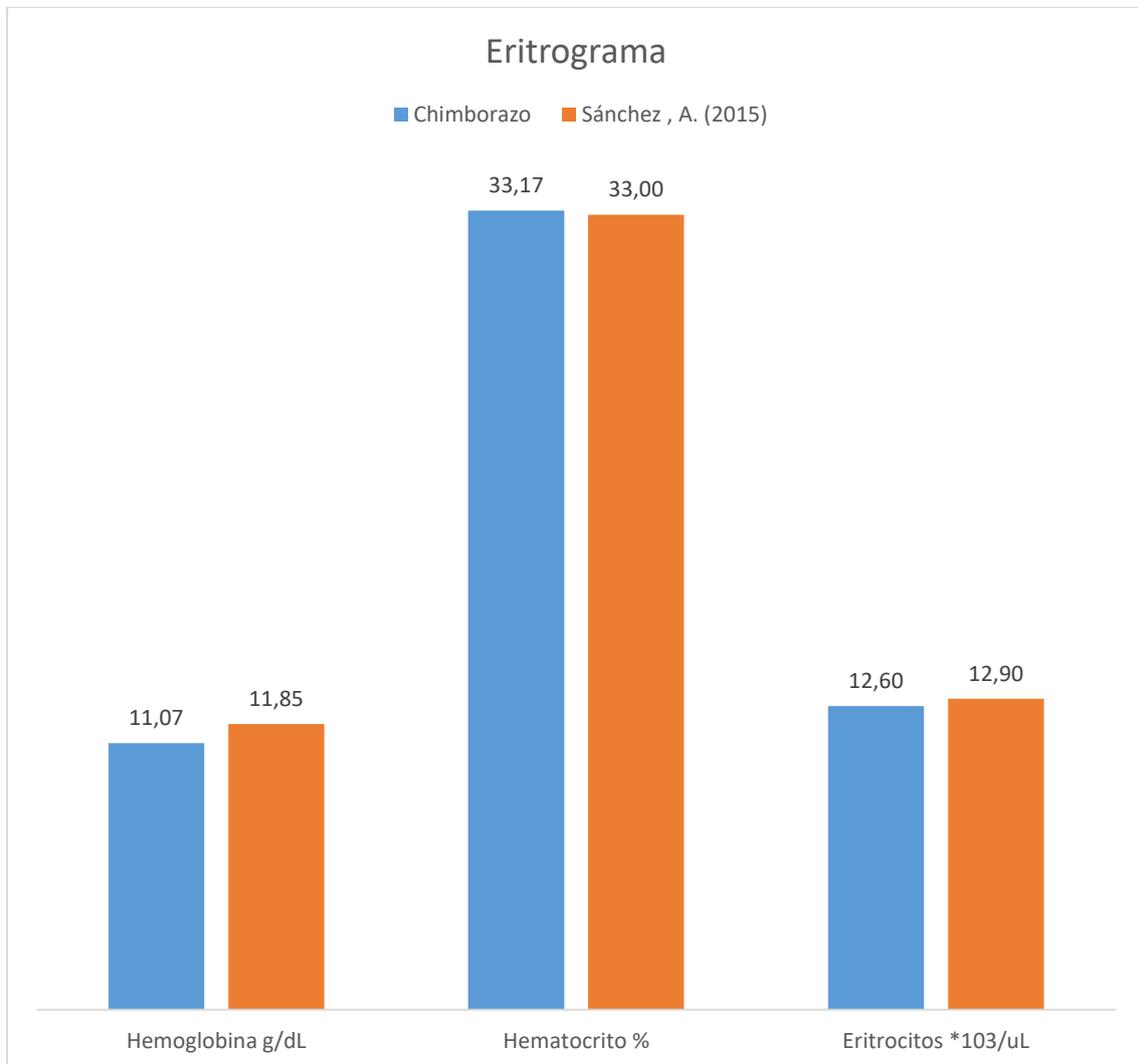
Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (\*\*).

D.E: Desviación Estándar

**Realizado por:** Guailas, José, 2019

### 3.1.1. Eritrograma.

La biometría hemática realizado en alpacas adultas presentó los siguientes resultados (Gráfico 1-3)



**Gráfico 1-3:** Diferencia de valores de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos en dos diferentes lugares.

**Realizado por:** Guaiñas, José, 2019

#### 3.1.1.1. Hemoglobina.

Los valores obtenidos de hemoglobina en las alpacas en la provincia de Chimborazo fueron de 11,07 +/- 1,32 gr/dl, el cual presenta diferencias significativas a los valores obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), con una media de 11,85 gr/dl, la cual se debe a que la investigación fue realizada a una altura de 3.936 m.s.n.m y con animales de 1 – 5 años mientras que en nuestra investigación se trabajó con animales de 2 años y a una altura de 3600 m.s.n.m.

### 3.1.1.2. Hematocritos.

En cuanto al porcentaje de hematocritos encontrados en la investigación fueron de 33,17 +/- 4,54 %, dichos resultados al ser comparados con (Sánchez, 2015, pp. 30-35), con una media de 33% de hematocritos no presentaron diferencias significativamente. Mientras que (Reynafarje et al., 1968, pp. 93-97; Quispe, 2011, pp. 1-26), mencionan un valor de 35,5% de hematocritos encontrados en sus investigaciones, dicha diferencia puede estar influenciada por la altitud (4.500 m.s.n.m), y además los animales utilizados fueron alpacas de 2-10 años de edad.

### 3.1.1.3. Eritrocitos.

La cantidad de eritrocitos que se encontraron en la investigación fueron de 12,60 +/- 0,62 \*10<sup>6</sup>/uL, tales resultados no difieren significativamente a los obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35) con valor de 12,90. Dichos valores se asemejan a los presentados por (Fowler, 1998, p. 391), con valores de 13,9 +/- 2,2 \*10<sup>6</sup>/uL, como se presenta en el (gráfico 1-3).

Se deduce que a mayor altura van a elevarse los niveles de eritrocitos, pero existe similitud en comparación con otros investigadores debido a que tienen una altitud parecida y además se debe tomar en cuenta la edad de las alpacas ya que podría variar los resultados.

### 3.1.1.4. Volumen Corpuscular Medio.

Los valores obtenidos en la provincia de Chimborazo fueron de 20,95 +/- 0,22 fL, los cuales presentan diferencias altamente significativas a los obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), que presento 24,73fL, valores bajos comparando con otros reportes realizados en alpacas adultas (37.8 fL en machos y 45 fL en hembras) según (Cartelli, 2000), y 13 a 34 fL, estimado por (Oblitas et al. 1989; citado en Escalante, 2017) en alpacas de 3 y 4 años, dicho valor es bajo debido a que está íntimamente ligado al Hto y al recuento de GR que son menores en crías.

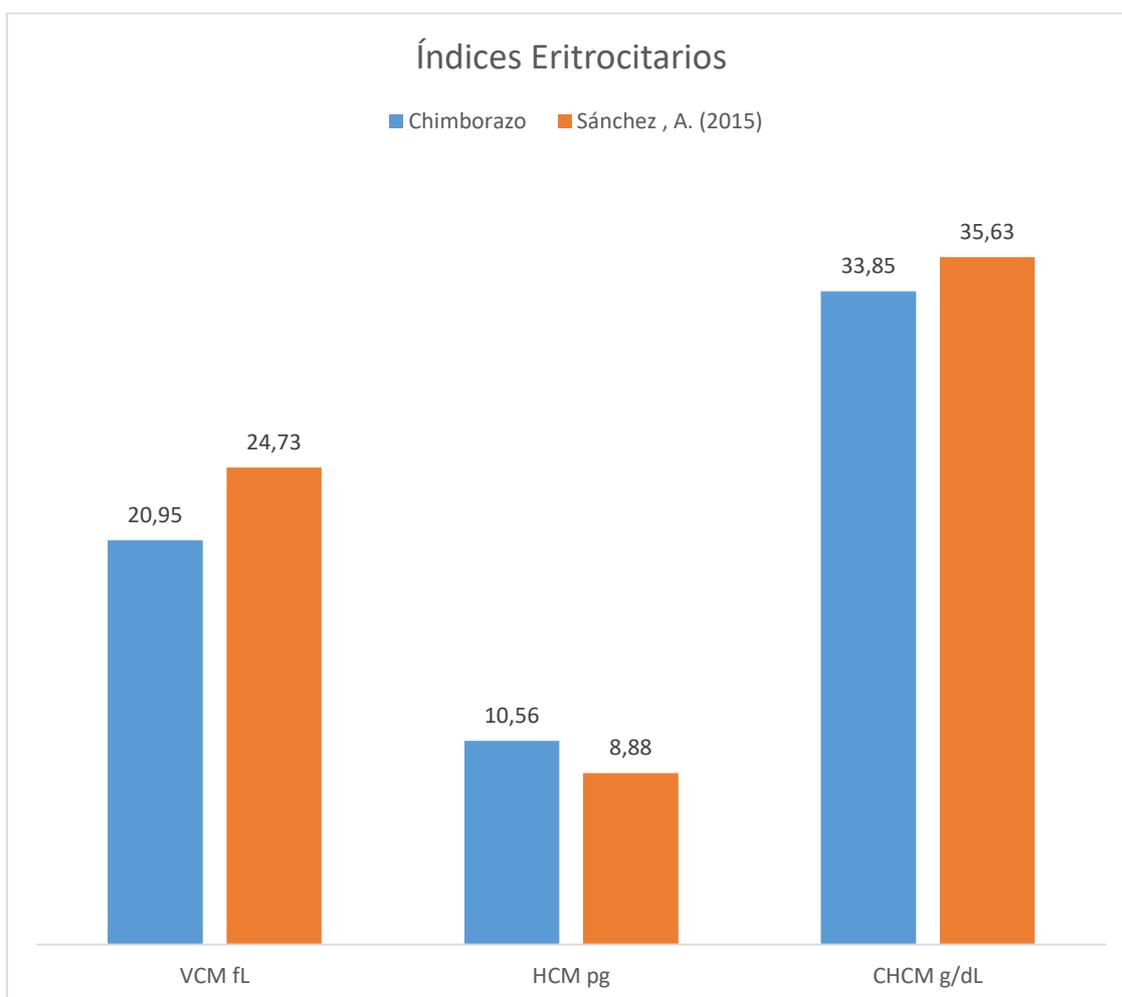
### 3.1.1.5. Hemoglobina Corpuscular Media.

Se presentó un valor de Hemoglobina corpuscular media de 10,56 +/- 0,13 pg, resultados que son altamente significativos a los obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), con una media de 8,80 pg. Resultados que se asemejan a los reportados por (Escalante, 2017), presentando una media de 10.58 +/- 0.21 pg con valores extremos de 9.11 - 13.65 pg – 8,48 pg/cel.

### 3.1.1.6. Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular.

La media obtenida para la concentración de hemoglobina corpuscular media fue 33,85 +/- 5,43 g/dL, los cuales presentan diferencias altamente significativas a los valores presentados por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), con 35,63 g/dL. Según (Escalante, 2017) presentó una media 45.11 ± 0.15 g/dL, con valores extremos de 33.53 a 64.30%, dicha investigación fue realizada a un rango de 4200 a 5200 m.s.n.m. por lo que a mayor altura el contenido de CMHC se incrementará (gráfico 2-3)

Según (Guayán et al., 1998; citados en Escalante, 2017), reportó valores de CHCM de 37,57 g/dL realizadas en 34 alpacas adultas ubicadas a una altitud de 4,200 m.s.n.m. Los resultados de dicho autor en comparación con nuestra investigación se encuentran dentro de los rangos. Las alpacas se han adaptado fácilmente a elevadas altitudes y a temperaturas muy bajas.

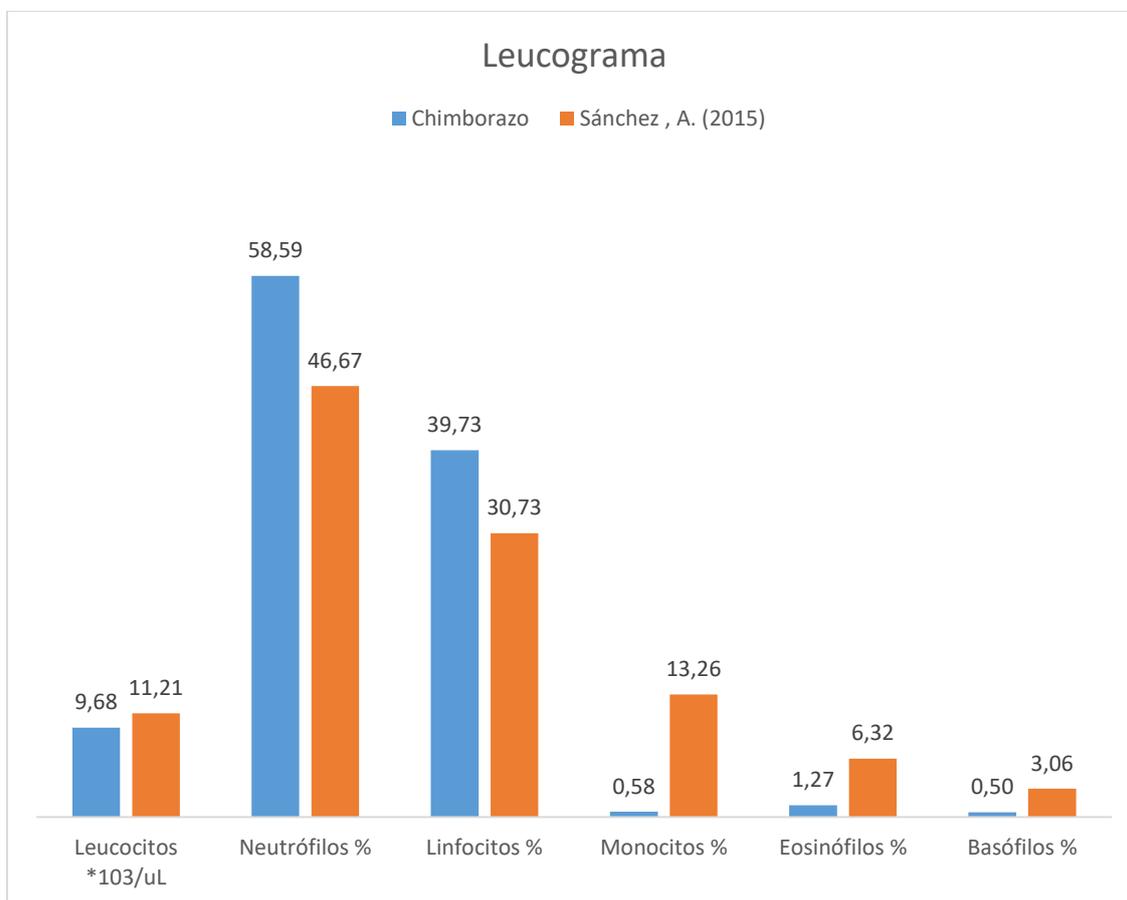


**Gráfico 2-3:** Representación del Volumen Corpuscular Media, Hemoglobina Corpuscular Media y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

**Realizado por:** Guailas, José, 2019

### 3.1.2. Leucograma.

El análisis cuantitativo de los parámetros relacionados con los glóbulos blancos o leucocitos en sangre periférica se detallan a continuación en el (gráfico 3-3).



**Gráfico 3-3:** Diferenciación de los Leucocitos.

Realizado por: Guaiñas, José, 2019

Los valores obtenidos de los leucocitos en la provincia de Chimborazo fueron de 9,68 +/- 3,22\*10<sup>3</sup>/uL, el cual reporta diferencias altamente significativas al encontrado por (Sánchez, 2015, pp.30-35), de 11,28\*10<sup>3</sup>/uL, y que difiere del resultado de (Fowler, 1998), el cual presento resultados superiores 15,7 +/-5,1 \*10<sup>3</sup>/uL. Existen reportes con datos mucho menores en alpacas adultas de 4.5 a 19.0 \*10<sup>3</sup> /uL según (Oblitas et al. 1987; citados en Escalante, 2017), 6.9 a 15.5 x /uL estimado por (Cartelli, 2000).

El porcentaje de neutrófilos encontrados fueron 58,59 +/- 7,79%, linfocitos 39,73 +/- 8,53 %, monocitos 0,58 +/- 0,65%, eosinofilos 11,27 +/- 0,92% y basófilos 0,50 +/- 0,52%, resultados que presentan diferencias altamente significativas a los obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), con valores de los neutrófilos de 46,67 %, linfocitos 30,73 %, monocitos 13,26 %, eosinófilos 6,32 %

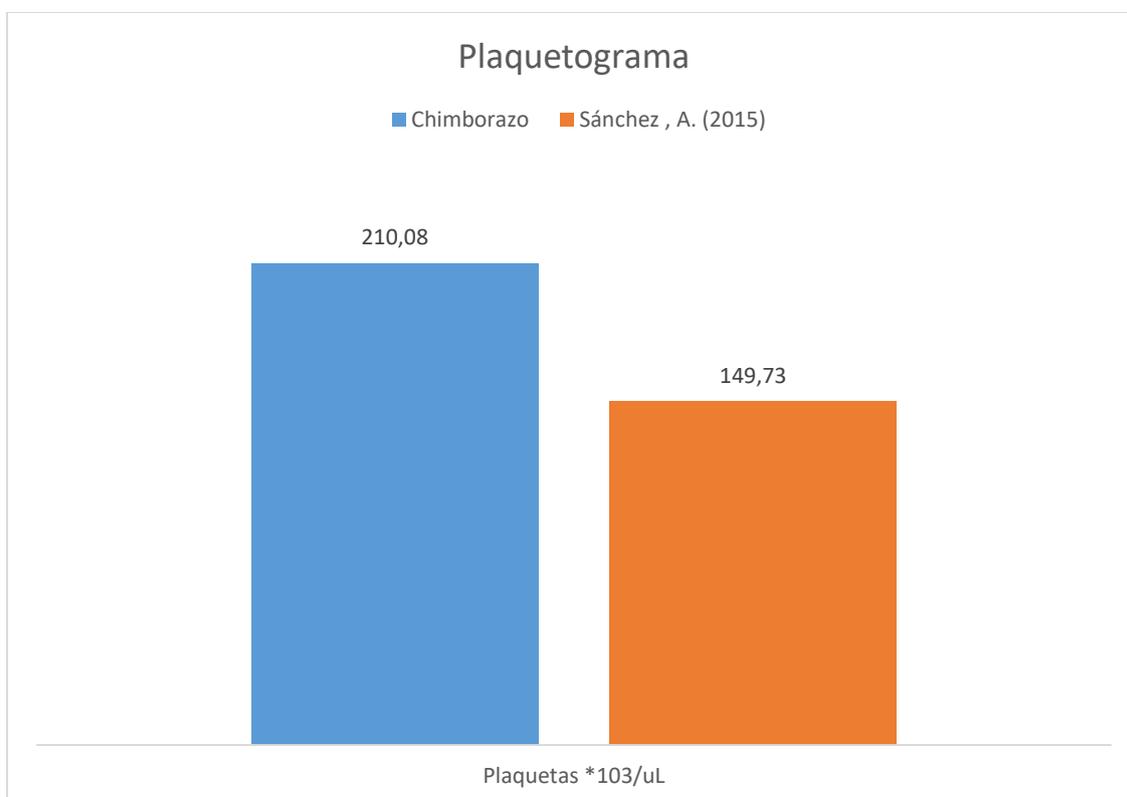
y basófilos 3,06 %, dichas diferencias podría ser por causa a una reacción alérgica e inflamación en estos animales.

Según Montes et al. (1983, pp. 37-41) obtuvo neutrófilos  $38,8 \pm 8,2\%$ , linfocitos  $52,8 \pm 8,9$ , eosinófilos  $5,7 \pm 2,9$ , monocitos  $2,3 \pm 1,8$  y basófilos  $0,037 \pm 0$ , los rangos son congruentes con nuestra investigación, aunque la diversidad de estos valores se debe a que las exploraciones de dicho autor se realizaron en 30 alpacas hembras y machos entre las edades de 6 meses a 10 años de edad y a una altitud de 4.500 m.s.n.m

### 3.1.3. *Plaquetograma.*

Los valores de las plaquetas obtenidos en la investigación fueron  $210,08 \pm 17,90 \times 10^3/\text{uL}$ , dichos valores presentan diferencias altamente significativas a los obtenidos por (Sánchez, 2015, pp. 30-35), las cual fue como promedio  $149,73 \times 10^3/\text{uL}$ , como se demuestra en el (gráfico 4-3).

En condiciones normales, la concentración de plaquetas es de 150- 400000/mm<sup>3</sup> de sangre. Duran unos 8-12 días y después son eliminadas de la circulación principalmente por los macrófagos, sobre todo a nivel del bazo (Reiriz, 2010, pp.4-5).



**Gráfico 4-3:** Representación del contenido de plaquetas

Realizado por: Guailas, José, 2019

## CONCLUSIONES

Se determinó los valores de los parámetros hematológicos, mediante la cuantificación de los eritrocitos, hematocritos, hemoglobina, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular media y se logró identificar las diferencias de los resultados al compararlos con otros autores de un piso climático a otro.

También fueron objetos de estudio los leucocitos (su diferenciación: linfocitos, eosinófilos, neutrófilos, basófilos, monocitos) y las plaquetas, se dio valores idóneos de cada una de ellas ya que serán útiles para tener una referencia hematológica en las alpacas aquí en la provincia de Chimborazo y porque no en el Ecuador y poder diagnosticar patologías que padece el animal

Al comparar los resultados obtenidos entre los dos grupos de distintos lugares no existió diferencias significativas, por lo que se procedió a comparar con otro autor, en lo que se logró observar diferencias significativas, los mismos que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la biometría hemática. Se logró corroborar la incidencia de la altitud en la concentración de las células sanguíneas. Estos datos obtenidos serán útiles para determinar posibles patologías hemáticas como anemias, otras enfermedades causadas por microorganismos bacterianos, virales y parasitarios, así como el estado nutricional de la alpaca.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar nuevas investigaciones tomando en cuenta la edad, sexo, estación del año, para ver si existen variabilidad con los resultados obtenidos en nuestra investigación y así reforzar la base de datos de células hemáticas.

Replicar estas investigaciones en otras provincias que se explotan estas especies, para obtener una base de datos más amplia, con distintos pisos climáticos y unificarlos para tener una referencia mucho más acertada

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILÓ, J.** “Valores hematológicos”. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales* [En línea], 2001, (España) vol. 21, n° 2, pp. 75-80.

[Consulta: 10 junio 2019].

<https://ddd.uab.cat/pub/clipvetpeqani/11307064v21n2/11307064v21n2p75.pdf>

**BENTINCK, J.** *Hematología. Patología Clínica Veterinaria*. México: Uteha, 2003, p. 532.

**CAMPUZANO, Germán.** “Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: los eritrocitos”. *Medicina & Laboratorio* [En línea], 2008, (Colombia) vol. 14, n° 7-8, pp. 311-357.

[Consulta: 10 junio 2019].

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2008/myl087-8b.pdf>

**CAMPUZANO, Germán.** “Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación”. *Medicina & Laboratorio* [En línea], 2007, (Colombia) vol. 13, n° 11-12, pp. 511-550.

[Consulta: 10 junio 2019].

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2007/myl011-12b.pdf>

**CARTELLI, Rafael.** Contribuição ao estudo de parâmetros bioquímicos sanguíneos de alpacas (*Lama pacos*) e guanacos (*Lama guanicoe*) da fauna de camelídeos sulamericanos [En línea]. (TESIS) Universidade Federal do Paraná. Curitiba – Brasil, 2000, p. 20.

[Consulta: 13 junio 2019].

<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27667/T%20%20CARTELLI%2c%20RAFAEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ESCALANTE, Iizeth.** “Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) menores de dos meses” [En línea]. (TESIS) Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno- Perú, 2017, pp 55 – 58.

[Consulta: 13 junio 2019].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4660>

**FLAWCETT, Don.** *Tratado de histología*. 12<sup>a</sup> ed. Madrid: Interamericana, McGraw – Hill, 1995, p. 144

**FOWLER, Murray.** *Medicine and surgery of South American Camelids. Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco*. 2<sup>a</sup> ed. Ames: State University Press. Iowa, 1998, p. 391.

**GARCÍA, Flora; et al.** “Utilidad de la biometría hemática en la práctica clínica. Leucocitos (Segunda parte)”. *Revista de Sanidad Militar* [En línea], 2012, (México) vol. 66, n° 1, pp. 38-46. [Consulta: 30 mayo 2019].

<https://www.medigraphic.com/pdfs/sanmil/sm-2012/sm121g.pdf>

**GENESER, Finn.** *Histología Sobre Bases Biomoleculares*. 3<sup>a</sup> ed. Madrid: Médica Panamericana, 2002, p. 242

**GETTY, Robert.** *Anatomía de los animales domésticos*. 5<sup>a</sup> ed. Barcelona: Elsevier Masson, 1982, p. 84.

**HERRERA, Emilio; et al.** “Carbon monoxide: a novel pulmonary artery vasodilator in neonatal llamas of the Andean altiplano”. *Cardiovascular research* [En línea], 2008, (Chile) vol. 77, n° 1, pp. 197-201.

[Consulta: 31 mayo 2019].

<https://doi.org/10.1093/cvr/cvm013>

**ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC).** *Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales con resúmenes Provinciales CNA* [En línea]. Quito, 2002, p. 1

[Consulta: 22 febrero 2019].

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

**JIMÉNEZ, Chris; et al.** “Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características/south american camelids: classification, origen and characteristics”. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* [En línea], 2010, (España) vol. 4, n° (1), p. 23.

[Consulta: 30 mayo 2019].

<https://pdfs.semanticscholar.org/5c64/3e7e45bd1d1ca88c94e499e2c7ad959d71c5.pdf>

**LÓPEZ, Dan.** *Caracterización y clasificación de glóbulos blancos mediante descriptores locales de imágenes* [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universitat Jaume I. Castellón de la Plana – España, 2017, pp. 4-5.

[Consulta: 22 febrero 2019].

[http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/172748/TFM\\_DanLopezPuigdollers.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/172748/TFM_DanLopezPuigdollers.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**MÉNDEZ, Dalia.** *Técnica correcta para una buena recolección de muestras para biometría hemática* [En línea]. 14 abril 2012.

[Consulta: 21 febrero 2019].

<https://biometriahematica4a.blogspot.com/2012/04/realizar-biometria-hematica.html>

**MONGE, Carlos; & LEÓN, Fabiola.** “Physiological Adaptation to High Altitude: Oxygen Transport in Mammals and Birds”. *Physiological Reviews* [En línea], 2010, (United State of America) vol. 71, n° 4, pp. 1135-1172.

[Consulta: 31 mayo 2019].

<https://doi.org/10.1152/physrev.1991.71.4.1135>

**MONTALVO, César.** *Tejido sanguíneo y hematopoyesis* [En línea]. México, 2010, pp. 6-10.

[Consulta: 11 junio 2019].

<http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/Tejido-sanguineo.pdf>

**MONTES, G; et al.** “Estudio hematológico de proteínas totales y fibrinógeno en alpacas (Lama pacos) de la provincia de Parinacota, Chile”. *Archivos de Medicina Veterinaria*, vol. 15, n° 1 (1983), (Chile) pp. 37-41.

**MORALES, Mariano.** *Atlas de hematología Veterinaria*. 2ª ed. Zaragoza: SERVET, 2009, pp. 48-97

**PEÑA, Luis.** Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Ecuador. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo en la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura*, 2005, pp. 4-10.

**PERKINS, Sherrie.** *Examination of the blood and bone marrow. In Wintrobe's clinical hematology*. 11ª ed. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins, 2004, pp. 16-34.

**QUISPE, Edgar.** “Adaptaciones hematológicas de los camélidos sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes”. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* [En línea], 2011, (Perú) vol. 5, n° 1, pp. 01-26.

[consulta: 11 junio 2019].

<https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/RCCV1111120001A>

**RAGGI, Luis.** *El Altiplano chileno: Guía para el turismo de aventura y turismo científico*. S.E. Centro Internacional de Estudios Andinos [En línea]. Santiago de Chile, 2000, pp. 3-4.

[Consulta: 10 junio 2019].

<https://studylib.es/doc/354916/el-altiplano-chileno---universidad-de-chile>

**REAGAN, William.** *Atlas de Especies Silvestres Comunes*. Harcourt Brace, 2008, pp. 3-21.

**REIRIZ, Julia.** *Sistema Inmune y la Sangre* [En línea]. Barcelona, 2010, pp. 4-5.

[Consulta: 11 junio 2019].

<https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/102/Sangre.pdf?1358605574>

**REYNAFARJE, César; et al.** “Erythrokinetics in high-altitude-adapted animals (llama, alpaca, and vicuña)”. *Journal of Applied Physiology* [En línea], 1968, (United State of America) vol. 24, n° 1, pp. 93-97.

[Consulta: 11 junio 2019].

<https://doi.org/10.1152/jappl.1968.24.1.93>

**RODRÍGUEZ, Noé; & MORALES DE LA NUEZ, Antonio.** *La vicuña ecuatoriana y su entorno* [En línea]. Chimborazo, 2017, p.124.

[Consulta: 10 junio 2019].

[http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/LA\\_VICU%C3%91A\\_ECUATORIANA.pdf](http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/LA_VICU%C3%91A_ECUATORIANA.pdf)

**RUÍZ, Guillermo.** *Fundamentos de hematología*. 4ª ed. México: Médica Panamericana, 2009, p. 22.

**SÁNCHEZ, Ana.** “*Caracterización de valores hemáticos (biometría hemática) en la especie lama pacos (alpacas)*” [En línea]. (TESIS) Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria. Latacunga – Ecuador, 2015, pp. 30-35.

[Consulta: 13 junio 2019].

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2795>

**SEGOVIA, Felipe.** *La Realidad de las Alpacas en el Ecuador* [En línea]. Chimborazo, 2011, p. 5.

[Consulta: 13 junio 2019].

[https://www.portalces.org/sites/default/files/references/144\\_Mena%202011.Alpacas.pdf](https://www.portalces.org/sites/default/files/references/144_Mena%202011.Alpacas.pdf)

**SMITH, Bradford.** *Medicina interna de grandes animales*. Barcelona: Elsevier Masson, 2010, pp. 400-405.

**VIVES, Juan.** *Manual de técnicas de laboratorio en hematología.* 3ª ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2006, p. 60

**VIVES, Juan; & AGUILAR, Josep.** *Manual de técnicas de laboratorio en hematología.* 4ª ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2014, p. 175

**WEBER, Roy.** “High-altitude adaptations in vertebrate hemoglobins”. *Respiratory Physiology & Neurobiology* [En línea], 2007, (Dinamarca) vol. 58, n° 2-3, pp. 132-142.

[Consulta: 13 junio 2019]

<https://doi.org/10.1016/j.resp.2007.05.001>

**WHEELER, Jane.** *Los Camélidos Sudamericanos: Origen, Evolución y Status Actual* [En línea]. Lima, 2010.

[Consulta: 22 febrero 2019].

<http://www.conopa.org/camelidos/historia.php>

**WILLIAMS, David.** Adaptation and acclimatisation in humans and animals at high altitude. *Thorax* [En línea], 1994, (Reino Unido) vol. 49, n° Suppl, pp. 9-13.

[Consulta: 10 junio 2019].

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1112575/>

**ZAPATA, Beatriz; et al.** “Hematological and clinical biochemistry findings in captive juvenile guanacos (*Lama guanicoe* Müller 1776) in central Chile”. *Small Ruminant Research* [En línea], 2003, (Chile) vol. 48, n° 1, pp. 15-21.

[Consulta: 13 junio 2019].

[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00180-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00180-3)

## ANEXOS

**Anexo A:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hemoglobina.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	11,0666667	11,8548611
Varianza	1,73878788	0,69081387
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,3372739	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-2,10010478	
P(T<=t) una cola	0,02979475	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,05958951	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo B:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hematocrito.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	34	32,9951389
Varianza	14,1818182	4,58426084
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,46874749	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	1,03980573	
P(T<=t) una cola	0,16037304	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,32074608	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo C:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable eritrocito.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	12,5958333	12,900625
Varianza	0,38688106	0,64132287
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,40180919	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-1,33242987	
P(T<=t) una cola	0,10483161	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,20966323	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo D:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Volumen corpuscular medio.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	20,9508333	24,7271528
Varianza	0,0504447	1,32939576
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,34651079	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-11,9399067	
P(T<=t) una cola	6,1243E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	1,2249E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo E:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Hemoglobina Corpuscular Media.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	10,5641667	8,88444444
Varianza	0,01589924	0,21601545
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,53837223	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	14,1620321	
P(T<=t) una cola	1,042E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	2,084E-08	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo F:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	32,275	35,6277778
Varianza	0,00568182	0,94024411
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,20418711	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-12,1347071	
P(T<=t) una cola	5,1855E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	1,0371E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo G:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Leucocitos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	8,63333333	11,2125
Varianza	1,2769697	1,39892045
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,07073817	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-5,66564902	
P(T<=t) una cola	7,27E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,0001454	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo H:** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Neutrófilos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	58,5916667	46,6666667
Varianza	60,637197	13,6442424
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,02921404	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	4,73969816	
P(T<=t) una cola	0,00030487	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,00060974	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo I:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Linfocitos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	41,4166667	30,725
Varianza	14,8106061	7,43113636
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,12240009	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	7,43572491	
P(T<=t) una cola	6,5014E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	1,3003E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo J:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Monocitos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	1,16666667	13,2583333
Varianza	6,33333333	2,41356061
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,39102268	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-12,1913991	
P(T<=t) una cola	4,9425E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	9,8849E-08	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo K:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Eosinófilos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	1,26666667	6,31666667
Varianza	0,85333333	0,29060606
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,00973631	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-16,2872414	
P(T<=t) una cola	2,3883E-09	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	4,7766E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo L:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Basófilos.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	0,5	3,05833333
Varianza	0,27272727	3,51356061
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,07893838	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-4,46430357	
P(T<=t) una cola	0,00047792	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,00095584	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo M:** Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas de la variable Plaquetas.

	<b>Chimborazo</b>	<b>Sánchez (2015)</b>
Media	210,083333	149,729167
Varianza	320,265152	781,192077
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,4201408	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	5,35951267	
P(T<=t) una cola	0,00011522	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588482	
P(T<=t) dos colas	0,00023044	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20098516	

**Anexo N:** Análisis de laboratorio de las alpacas del sector Palacio Real.

**LACFE** LABORATORIOS CLINICOS AUTOMATIZADOS **Humana** MEDICUADOR **ECUASANTAS** Al cuidado de tu Salud

Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:  
1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com  
2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

**RESULTADOS EN 1 HORA EMERGENCIAS LAS 24 HORAS**

VetScan HMS v2.3  
CLINICA VETERINARIA BET LASANTE  
DR. MARCELO CARRERA

Id. de la muestra 00065  
ID del paciente 43  
Nombre DR. VILLAFUERTE  
Tipo Alpaca  
Sexo Macho  
Edad 4 a  
Médico DR. VILLAFUERTE

Fecha de la prueba 03/07/2019 11:57  
Fecha del informe 03/07/2019 12:01  
N.º de serie 360010700

Fecha: 04/07/2019 13:12 Página: 1  
Paciente: Alpaca 043 Id: ALPACA 043 Sexo: M Edad: 2 A  
Médico : .  
Fecha de recepción: 11/07/2017 09:41 Recepción número: 0023651

**COPIA**

Resultados	Valores de ref.
<b>HEMATOLOGIA</b>	
<b>1 BIOMETRÍA HEMÁTICA</b>	
<b>A - Eritrograma</b>	
Hemoglobina	11.3 gr/dl 12.0 a 16.0
Hematocrito	35 % 37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.85 x10 <sup>6</sup> /uL 4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	90.9 fL 70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.3 pg 26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.2 g/dl 32 a 36
Morfología Celular	Hip. central
<b>B - Leucograma</b>	
Leucocitos	6.9 x10 <sup>3</sup> /uL 4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	62 % 40 a 75
Linfocitos (%)	35 % 25 a 40
Monocitos (%)	1 % 3 a 7
Eosinófilos (%)	1 % 0 a 5
Basófilos (%)	1 % 0 a 1.5
<b>C - Plaquetograma y sedimentación</b>	
Eritrosedimentación	18 mm/h 0 a 15

LEU	19.40 10 <sup>9</sup> /l	6.00 30.00
LYM	2.86 10 <sup>9</sup> /l	1.00 20.00
MON	0.38 10 <sup>9</sup> /l	
NEU	15.35 10 <sup>9</sup> /l	3.00 20.00
EOS	0.82 10 <sup>9</sup> /l	
BAS	0.00 10 <sup>9</sup> /l	
LYM%	14.7 %	0.0 100.0
MON%	1.9 %	0.0 100.0
NEU%	79.1 %	0.0 100.0
EOS%	4.2 %	0.0 100.0
BAS%	0.0 %	0.0 100.0

HEM	12.10 10 <sup>12</sup> /l	8.00 22.00
Hb	12.8 g/dl	9.0 21.0
HCT	25.03 %	25.00 45.00
MCV	21 fl	15 35
MCH	10.6 pg	7.5 13.5
MCHC	51.1+ g/dl	30.0 45.0
RDWc	36.1 %	
RDWs	25.0 fl	

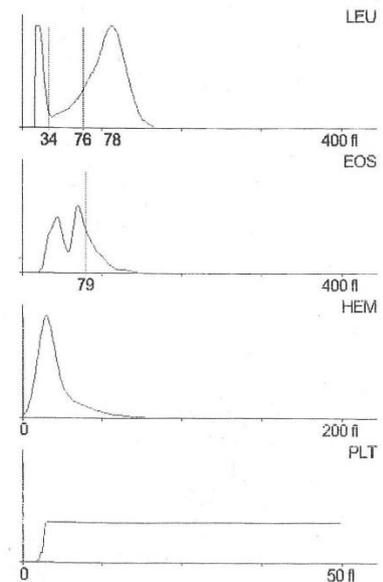
PLT	10 <sup>9</sup> /l
MPV	fl
PCT	%
PDWc	%
PDWs	fl

Indicadores de diagnóstico

PrW	384/387
PrV	371/373
PrE	306/310
Lisante de LEU	0.60 ml
Lisis 2	3.50 ml

**LACFE** LABORATORIOS CLINICOS AUTOMATIZADOS **SALUDOS MUY ATENTAMENTE**

Gabriela Vallejos Q. Eufemia Quisiguña A. Francisco Vallejos Y.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS





# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS



Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:

1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com

2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA

EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 04/07/2019 13:17

Página: 1

Paciente: Alpaca 085

Id: ALPACA 085 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 11/07/2017 09:28

Recepción número: 0023647

COPIA

Resultados Valores de ref.

## HEMATOLOGIA

### 1 BIOMETRÍA HEMÁTICA

#### A - Eritrograma

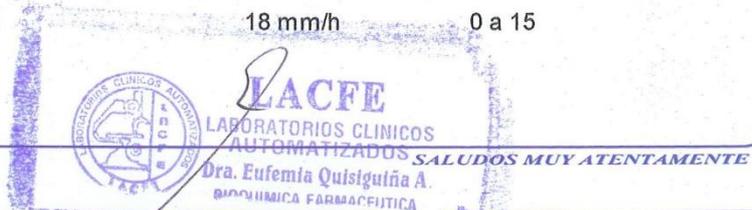
Hemoglobina	11.3 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	35 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.85 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	90.9 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.3 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.2 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

#### B - Leucograma

Leucocitos	7.5 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	56 %	40 a 75
Linfocitos (%)	41 %	25 a 40
Monocitos (%)	1 %	3 a 7
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5
Basófilos (%)	1 %	0 a 1.5

#### C - Plaquetograma y sedimentación

Eritrosedimentación	18 mm/h	0 a 15
---------------------	---------	--------



Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

Humana  
MEDICUADOR

ECUASANTAS  
Al cuidado de su Salud

Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:

1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com

2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA

EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 04/07/2019 13:10

Página: 1

Paciente: Alpaca 045

Id: ALPACA 045 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 11/07/2017 09:43

Recepción número: 0023652

COPIA

Resultados

Valores de ref.

## HEMATOLOGIA

### 1 BIOMETRÍA HEMÁTICA

#### A - Eritrograma

Hemoglobina	9.7 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	30 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.35 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	89.5 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	28.9 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.3 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

#### B - Leucograma

Leucocitos	7.5 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	60 %	40 a 75
Linfocitos (%)	37 %	25 a 40
Monocitos (%)	1 %	3 a 7
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5
Basófilos (%)	1 %	0 a 1.5

#### C - Plaquetograma y sedimentación

Eritrosedimentación	28 mm/h	0 a 15
---------------------	---------	--------



LACFE  
LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS  
Dra. Eufemia Quisiguiña A.  
BIOQUIMICA FARMACEUTICA

SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

Humana  
MEDICUADOR

ECUASANTAS  
Al cuidado de su Salud

Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:

1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com

2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA

EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 04/07/2019 13:16

Página: 1

Paciente: Alpaca 033

Id: ALPACA 033 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 11/07/2017 09:31

Recepción número: 0023648

COPIA

Resultados

Valores de ref.

## HEMATOLOGIA

### 1 BIOMETRÍA HEMÁTICA

#### A - Eritrograma

Hemoglobina	13 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	40 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	4.35 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	91.9 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.8 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.3 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Normocítica.	

#### B - Leucograma

Leucocitos	9.0 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	52 %	40 a 75
Linfocitos (%)	45 %	25 a 40
Monocitos (%)	1 %	3 a 7
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5
Basófilos (%)	1 %	0 a 1.5

#### C - Plaquetograma y sedimentación

Eritrosedimentación	13 mm/h	0 a 15
---------------------	---------	--------



## LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

Dra. Eufemia Quisiguña A  
BIOQUIMICA FARMACEUTICA

SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

Humana  
MEDICUADOR

ECUASANTAS  
Al cuidado de su Salud

Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:

1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com

2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA

EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 04/07/2019 13:14

Página: 1

Paciente: Alpaca 087

Id: ALPACA087 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 11/07/2017 09:39

Recepción número: 0023650

COPIA

Resultados

Valores de ref.

## HEMATOLOGIA

### BIOMETRÍA HEMÁTICA

#### A - Eritrograma

Hemoglobina	10 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	31 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.45 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	89.8 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	28.9 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.2 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

#### B - Leucograma

Leucocitos	7.9 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	53 %	40 a 75
Linfocitos (%)	44 %	25 a 40
Monocitos (%)	1 %	3 a 7
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5
Basófilos (%)	1 %	0 a 1.5

#### C - Plaquetograma y sedimentación

Eritrosedimentación 26 mm/h 0 a 15



LACFE  
LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS  
Dra. Eufemia Quisiguiña A.  
BIOQUIMICA FARMACEUTICA

SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS



Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

Dirección:

1 España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 - www.lacfe.com

2. Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf. 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA

EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 04/07/2019 13:14

Página: 1

Paciente: Alpaca 091

Id:ALPACA091 Sexo:M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 11/07/2017 09:36

Recepción número: 0023649

COPIA

Resultados

Valores de ref.

## HEMATOLOGIA

### BIOMETRÍA HEMÁTICA

#### A - Eritrograma

Hemoglobina	9.7 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	30 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.35 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	89.5 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	28.9 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.3 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

#### B - Leucograma

Leucocitos	8.8 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	51 %	40 a 75
Linfocitos (%)	46 %	25 a 40
Monocitos (%)	1 %	3 a 7
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5
Basófilos (%)	1 %	0 a 1.5

#### C - Plaquetograma y sedimentación

Eritrosedimentación	36 mm/h	0 a 15
---------------------	---------	--------



## LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

**Anexo O:** Análisis de laboratorio de las alpacas de la Estción de Altura "Aña Moyocancha".



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS AUTOMATIZADOS




**Gabriela Vallejos Q.    Francisco Vallejos Y.    Eufemia Quisiguiña A.**

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

**Dirección:**  
 1.- España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793    www.lacfe.com  
 2.- Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf.: 2947214

RESULTADOS EN 1 HORA    EMERGENCIAS LAS 24 HORAS

Fecha: 09/02/2019 10:29

Página: 1

Paciente: Alpaca 123

Id: ALPACA 123    Sexo: M    Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 08/02/2019 14:49

Recepción número: 0037412

Resultados	Valores de ref.
------------	-----------------

**HEMATOLOGIA**

**1 BIOMETRÍA HEMÁTICA**

**A - Eritrograma**

Hemoglobina	8.7 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	27 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.05 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	88.5 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	28.5 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.2 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

**B - Leucograma**

Leucocitos	10.0 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	57 %	40 a 75
Linfocitos (%)	43 %	25 a 40

**C - Plaquetograma y sedimentación**

Plaquetas.	209 x10 <sup>3</sup> /uL	150 a 450
Eritrosedimentación	25 mm/h	0 a 15



SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Francisco Vallejos Y.



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS

Humana  
MEDIECUADOR

ECUASANTAS  
Al cuidado de su Salud

Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

**Dirección:**

1.- España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 www.lacfe.com  
2.- Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf.: 2947214

**RESULTADOS EN 1 HORA EMERGENCIAS LAS 24 HORAS**

Fecha: 09/02/2019 10:28

Página: 1

Paciente: Alpaca 112

Id: ALPACA 112 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 08/02/2019 14:50

Recepción número: 0037413

Resultados Valores de ref.

**HEMATOLOGIA**

**1 BIOMETRÍA HEMÁTICA**

**A - Eritrograma**

Hemoglobina	11.3 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	35 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.85 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	90.9 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.3 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.2 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

**B - Leucograma**

Leucocitos	9.0 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	55 %	40 a 75
Linfocitos (%)	44 %	25 a 40
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5

**C - Plaquetograma y sedimentación**

Plaquetas.	204 x10 <sup>3</sup> /uL	150 a 450
Eritrosedimentación	24 mm/h	0 a 15



SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS



Gabriela Vallejos Q.

Francisco Vallejos Y.

Eufemia Quisiguiña A.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

**Dirección:**

1.- España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 www.lacfe.com

2.- Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf.: 2947214

**RESULTADOS EN 1 HORA EMERGENCIAS LAS 24 HORAS**

Fecha: 09/02/2019 10:27

Página: 1

Paciente: Alpaca 115

Id: ALPACA 115 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 08/02/2019 14:51

Recepción número: 0037414

Resultados Valores de ref.

**HEMATOLOGIA**

**1 BIOMETRÍA HEMÁTICA**

**A - Eritrograma**

Hemoglobina	12 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	37 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	4.05 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	91.3 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.6 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.4 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

**B - Leucograma**

Leucocitos	8.5 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	64 %	40 a 75
Linfocitos (%)	35 %	25 a 40
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5

**C - Plaquetograma y sedimentación**

Plaquetas.	201 x10 <sup>3</sup> /uL	150 a 450
Eritrosedimentación	30 mm/h	0 a 15



SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS



# LACFE

LABORATORIOS CLINICOS  
AUTOMATIZADOS



Gabriela Vallejos Q. Francisco Vallejos Y. Eufemia Quisiguiña A.  
Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS

**Dirección:**

1.- España 19-54 y Olmedo Telefax: 2963-793 www.lacfe.com  
2.- Primera Constituyente 34-35 y Diego de Ibarra (Parque Barriga) Telf.: 2947214

**RESULTADOS EN 1 HORA EMERGENCIAS LAS 24 HORAS**

Fecha: 09/02/2019 10:30

Página: 1

Paciente: Alpaca 109

Id: ALPACA109 Sexo: M Edad: 2 A

Médico : . .

Fecha de recepción: 08/02/2019 14:48

Recepción número: 0037411

Resultados Valores de ref.

**HEMATOLOGIA**

**1 BIOMETRÍA HEMÁTICA**

**A - Eritrograma**

Hemoglobina	11 gr/dl	12.0 a 16.0
Hematocrito	34 %	37.0 a 47.0
Eritrocitos	3.75 x10 <sup>6</sup> /uL	4.8 a 5.2
Vol. Corp. Med. (VCM)	90.6 fL	70 a 80
Hb. Corp. Med. (HCM)	29.3 pg	26 a 30
Conce. Hb Corp. Med. (CHCM)	32.3 g/dl	32 a 36
Morfología Celular	Hip. central	

**B - Leucograma**

Leucocitos	11.0 x10 <sup>3</sup> /uL	4.0 a 12.0
Neutrófilos (%)	59 %	40 a 75
Linfocitos (%)	40 %	25 a 40
Eosinófilos (%)	1 %	0 a 5

**C - Plaquetograma y sedimentación**

Plaquetas.	230 x10 <sup>3</sup> /uL	150 a 450
Eritrosedimentación	11 mm/h	0 a 15



SALUDOS MUY ATENTAMENTE

Gabriela Vallejos Q.

Eufemia Quisiguiña A.

Francisco Vallejos Y.

Drs. BIOQUIMICOS FARMACEUTICOS