



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



VALORES HEMATOLÓGICOS DE REFERENCIA EN OVINOS
(*Ovis aries*) CRIOLLOS DE CAJAMARCA, 2018

TESIS

Para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por la Bachiller
GISELA MEJÍA VÁSQUEZ

Asesor
M.Sc. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN

CAJAMARCA - PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las ocho horas del veintiuno de diciembre del dos mil dieciocho, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “**César Bazán Vásquez**” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis titulada: “**VALORES HEMATOLÓGICOS DE REFERENCIA EN OVINOS (*Ovis aries*) CRIOLLOS DE CAJAMARCA, 2018**”, asesorada por el docente: M.Sc. Fernando Alberto Oblitas Guayán y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **GISELA MEJÍA VÁSQUEZ**.

Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de la tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **QUINCE (15)**.

Siendo las nueve horas y treinta y uno minutos del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.


Dr. JORGE EDUARDO BURGA LEÓN
PRESIDENTE


M.Sc. JAIME MEGO SILVA
SECRETARIO


M.Sc. MARÍA MANUELA CABRERA NUÑEZ
VOCAL


M.Sc. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN
ASESOR



DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

GISELA



AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y familiares por ayudarme y apoyarme siempre con sus consejos y su ejemplo de vida para seguir adelante.

Al M.Sc. Fernando Alberto Oblitas Guayán, por compartir conmigo sus conocimientos y su permanente apoyo para elaborar el presente trabajo.

A Dios por permitirme sonreír nuevamente y tener salud para concluir mis metas.

¡Gracias a todos!!!

GI SELA



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia y distrito de Cajamarca a 2750 msnm, entre los meses de agosto a noviembre del 2018; donde se muestrearon 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos aparentemente sanos, procedentes del matadero de animales de abasto de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, con el objetivo de establecer valores hematológicos de referencia para eritrocitos, hematocrito, leucocitos, hemoglobina, índices hematimétricos (VCM, CHCM, HCM), fórmula leucocitaria relativa, absoluta y número de plaquetas. Los ovinos fueron separados en dos grupos: hembras y machos y divididos por grupos etarios (dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, seis dientes, ocho dientes), obteniendo de ellos 3 ml de sangre en tubos con anticoagulante EDTA, mediante venopunción en la yugular. Los valores de referencia obtenidos son: Número de eritrocitos $7,7-11,8 \times 10^6/\mu\text{l}$, hematocrito 30,8–46,5%, hemoglobina 10,3–15,4 g/dl, VCM 31,0–49,0 fl, HCM 10,4–16,2 pg, CHCM 31,8–34,8%, número de leucocitos $4,1-9,3 \times 10^3/\mu\text{l}$, neutrófilos segmentados 33–70%, $2-5 \times 10^3/\mu\text{l}$; neutrófilos abastionados 0–9%, $0-0,6 \times 10^3/\mu\text{l}$; linfocitos 20-50%, $1-4 \times 10^3/\mu\text{l}$; eosinófilos 0–6%, $0-0,4 \times 10^3/\mu\text{l}$; monocitos 0- 7%, $0-0,3 \times 10^3/\mu\text{l}$; basófilos 0–4%, $0-0,3 \times 10^3/\mu\text{l}$. Número de plaquetas 214–440 $\times 10^3/\mu\text{l}$.

Palabras claves: Valores hematológicos, ovinos, eritrocitos, leucocitos, plaquetas.



ABSTRACT

The present research work was carried out in the province and district of Cajamarca at 2750 masl, between the months of August to November of 2018; where 150 apparently healthy ovine animals (*Ovis aries*) were sampled, from the abattoir slaughterhouse of the Provincial Municipality of Cajamarca, with the aim of establishing reference hematological values for erythrocytes, hematocrit, leukocytes, hemoglobin, hematimetric indices (VCM, CHCM, HCM), relative and absolute leukocyte formula and number of platelets. The sheep were separated into two groups: females and males and divided by age groups (milk teeth, two teeth, four teeth, six teeth, eight teeth), obtaining 3 mL of blood in tubes with EDTA anticoagulant, by venipuncture in the jugular. The reference values obtained are: Number of erythrocytes 7,7-11,8 x10⁶/μl, hematocrit 30,8-46,5%, hemoglobin 10,3-15,4 g/dl, VCM 31,0-49,0fl, HCM 10.4-16,2 pg, CHCM 31,8-34,8, number of leukocytes 4,1-9,3 x10³/ μl, segmented neutrophils 33-70%, 2-5 x10³/μl; neutrophils band 0-9%, 0-0,6x10³/μl; lymphocytes 20-50%, 1-4 x10³/μl; eosinophils 0-6%, 0-0.4 x10³ / μl; monocytes 0-7%, 0-0.3 x10³/μl; basophils 0-4%, 0-0,3 x10³ / μl. Number of platelets 214-440 x10³ /μl.

Key words: Hematological values, sheep, erythrocytes, leukocytes, platelets.



ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------|-------------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| CAPÍTULO I | Pág. |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 2 |
| 1. Objetivo Principal | 2 |
| 2. Objetivo Específicos | 2 |
| | |
| CAPÍTULO II | |
| MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. Ovinos | 3 |
| 2.1.1. Generalidades | 3 |
| 2.1.2. Ovino criollo | 3 |
| 2.2. Sangre | 4 |
| 2.2.1. Definición | 4 |
| 2.2.2. Funciones | 4 |
| 2.2.3. Componentes de la sangre | 5 |
| 2.2.3.1. Eritrocitos | 5 |
| 2.2.3.2. Leucocitos: glóbulos blancos | 9 |
| 2.2.3.2.1. Clasificación de los glóbulos blancos | 10 |
| 2.2.3.2.1.1. Granulocitos | 10 |
| ✦ Neutrófilos | 10 |
| ✦ Eosinófilos | 12 |
| ✦ Basófilos | 13 |
| 2.2.3.2.1.2. Agranulocitos | 13 |
| ❖ Monocitos | 13 |
| ❖ Linfocitos | 15 |
| 2.2.4. Plasma sanguíneo | 15 |



| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.5. Plaquetas | 16 |
| 2.3. Métodos de estudios de los glóbulos rojos | 17 |
| 2.3.1. Recuento de los glóbulos rojos | 17 |
| 2.3.2. Dosaje de hemoglobina | 17 |
| 2.3.3. Volumen globular aglomerado (VGA) o hematocrito | 17 |
| 2.4. Métodos de estudios de los leucocitos | 18 |
| 2.4.1. Recuento de los glóbulos rojos | 18 |
| 2.5. Índices hematimétricos | 18 |
| 2.5.1. VCM: Volumen Corpuscular Medio | 19 |
| 2.5.2. CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media: | 19 |
| 2.5.3. HCM: Hemoglobina Corpuscular Media | 19 |
| 2.6. Antecedentes valores hematológicos | 19 |
| | |
| CAPÍTULO III | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 25 |
| 3.1. Ubicación | 25 |
| 3.2. Materiales | 26 |
| 3.2.1. Material biológico: | 26 |
| 3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio | 26 |
| 3.3. Metodología | 27 |
| 3.3.1. Obtención de muestras | 27 |
| 3.3.2. Diseño metodológico | 28 |
| 3.3.3. Parámetros hematológicos a evaluar | 28 |
| 3.4. Diseño estadístico | 29 |
| | |
| CAPÍTULO IV | |
| RESULTADOS | 30 |
| | |
| CAPÍTULO V | |
| DISCUSIÓN | 36 |



| | |
|---------------------|----|
| CAPÍTULO VI | |
| CONCLUSIONES | 41 |
| | |
| CAPÍTULO VII | |
| REFERENCIAS | 42 |
| | |
| ANEXO | 46 |



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El sector ovino se destaca por una serie de características que le hacen insustituible, y entre ellas cabe remarcar varias aportaciones de índole económico y social, los ovinos, en general, puede considerarse como una especie cosmopolita, que se adapta relativamente bien a condiciones climáticas muy diversas. La oveja (*Ovis aries*) doméstica es un pequeño rumiante excelente productor de carne y lana, poseen un fenotipo muy variado, alta rusticidad, mediana prolificidad. En la actualidad existe poca información referente a la hematología ovina, por lo que es impotente el estudio de las variables hematológicas consideradas de mayor interés (eritrocitos, hematocrito, leucocitos, hemoglobina, índices hematimétricos (VCM, CHCM, HCM), fórmula leucocitaria relativa, absoluta y número de plaquetas) (Couto, 2010).

Los hemogramas son una herramienta para establecer el diagnóstico y pronóstico de enfermedades. Además, revela información sobre la condición sanitaria de los ovinos. Conocer los valores hematológicos de referencia en ovinos (*Ovis aries*) criollos en Cajamarca a permitirá a médicos veterinarios de la región comparar resultados obtenidos en exámenes clínicos al presentarse alguna alteración sanguínea. Además, el estudio de los valores hemáticos en ovinos pretende aumentar el número de valores hematológicos obtenidos en Cajamarca. Mediante la realización de un hemograma completo para establecer valores de referencia usando métodos tradicionales o manuales como la cámara de Neubauer y pipetas de dilución, estos valores fueron obtenidos de ovinos criollos de diferentes edades y sexo.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer valores hematológicos de referencia para número de eritrocitos, hematocrito, leucocitos, hemoglobina, índices hematimétricos (VCM, CHCM, HCM), fórmula leucocitaria relativa, fórmula leucocitaria absoluta y número de plaquetas en ovinos (*Ovis aries*) criollos de Cajamarca.

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar valores hematológicos de referencia de acuerdo a la edad en ovinos (*Ovis aries*) criollos de Cajamarca.

- ❖ Determinar valores hematológicos de referencia de acuerdo al sexo en ovinos (*Ovis aries*) criollos de Cajamarca.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. OVINOS

2.1.1. GENERALIDADES

La oveja (*Ovis aries*) doméstica es un pequeño rumiante excelente productor de carne y lana. El ovino puede soportar altas y bajas temperaturas teniendo dificultades en los lugares húmedos. A nivel mundial existen 450 razas de ovinos. Algunas son especializadas en la producción de carne, lana o leche, y doble propósito (Coronel, 2007).

El ovino es una especie cosmopolita y versátil, se adapta fácilmente a diferentes medios, por eso se encuentra difundida en gran parte del mundo, con una población de 1164 millones de cabezas, de esto 87 millones de encuentran en Sudamérica y Perú cuenta con aproximadamente 9 341,721 ovinos (INEI - IV Censo Nacional Agropecuario- 2012). El 56% de la población de ovinos se encuentra en regiones poco desarrolladas, donde predomina el ovino criollo, con una crianza extensiva, en propiedad de pequeños productores, con un nivel tecnológico bajo a medio, cuya producción es destinada para autoconsumo y venta (Días y Vilcanqui, 2013).

2.1.2. OVINO CRIOLLO

Es un animal resultado de la cruce de diferentes razas, por eso mismo sus características son muy variables, ha logrado adaptarse a ambientes adversos (Cuellar *et al.*, 2011). Su principal característica es ser raza de fenotipo muy variado, alta rusticidad y mediana prolificidad, representa el 70 % de la población ovina del Perú. Las ovejas criollas de la sierra son de variados colores (negro, marrón,



varios tonos de gris y blanco). Son de bajo nivel productivo de lana y carne. Se ha reportado valores promedio de peso de vellón de 1,5 kg, peso vivo 27 kg, para ovejas y 35 kg para carneros. Actualmente se constituye la raza ovina de mayor población en el país (Ramos y Montenegro, 2017). En Cajamarca, contando con una población 263,610 total de ovinos (INEI-IV Censo Nacional Agropecuario- 2012).

Para reconocer un animal sano basta sólo con observarlo, se presenta alerta y consciente a su entorno, activo, con su cabeza erguida mirando lo que pasa a su alrededor. Por el contrario, cuando un animal no presenta las características antes mencionadas y se separa de su grupo, a menudo indica que tiene problemas de salud. Otra manera de saber si un ovino es saludable es midiendo sus constantes fisiológicas, como son: Frecuencia cardíaca, que debe ser entre 70 y 90 latidos por minuto, frecuencia respiratoria entre 10 a 20 ciclos por minuto y la temperatura rectal, la cual debe ser de aproximadamente 39°C (Ramos y Montenegro, 2017).

2.2. SANGRE

2.2.1. DEFINICIÓN

La sangre es un tejido conjuntivo líquido que circula permanentemente por el sistema vascular formando por vasos sanguíneos de diverso calibre y en íntimo contacto con todas las células del organismo. La sangre se compone esencialmente de plasma, un componente líquido en el que se hallan suspendidas las células, estas son de tres tipos y muy diferentes desde el punto de vista estructural como funcional y morfológico (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) (Vives y Aguilar, 2006).

2.2.2. FUNCIONES

Las funciones de la sangre son las siguientes:

- a) Transporta el oxígeno desde los pulmones al resto del organismo, vehiculizado por la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos y el anhídrido carbónico desde todas las células del cuerpo hasta los pulmones. Transporta los nutrientes contenidos en el plasma

sanguíneo, como glucosa, aminoácidos, lípidos y sales minerales desde el hígado, procedentes del aparato digestivo a todas las células del cuerpo (Naranjo, 2008).

- b) Transporta mensajeros químicos, como las hormonas (Naranjo, 2008).
- c) Defiende el cuerpo de las infecciones, gracias a las células de defensa o glóbulos blancos, los que también actúan a las lesiones que producen inflamación, por medio de tipos especiales de leucocitos y otras células (Naranjo, 2008).
- d) Coagulación de la sangre y hemostasia: gracias a las plaquetas y a los factores de coagulación (Naranjo, 2008).

2.2.3. COMPONENTES DE LA SANGRE

2.2.3.1. ERITROCITOS

Los eritrocitos o hematíes son productos celulares anucleados carentes de los orgánulos típicos y actúan solo dentro del torrente sanguíneo circulante (Ross y Pawlina, 2012).

Contienen millones de moléculas de hemoglobina, un pigmento transportador de oxígeno a las células y tejidos del cuerpo, que da a la sangre su color rojo. Son muy flexibles y se deforman con facilidad, lo que les permite pasar a través de vasos y capilares muy estrechos (Gargani, 2013).

En las especies domésticas (perro, gato, vaca, caballo, oveja y cabra) han sido encontrados eritrocitos bicóncavos, pero el grado de concavidad varía; los eritrocitos típicos están presentes en los perros, vacas y ovejas, mientras que en los caballos y los gatos los eritrocitos presentan una concavidad menor, y en la cabra la mayoría de los eritrocitos tiene una ligera depresión en la superficie (Núñez, 2007).

Los eritrocitos de los ovinos son los más pequeños de los mamíferos, y no se agregan ni se deforman fácilmente como los eritrocitos de otras



especies. Con la excepción de la raza Angora, los eritrocitos de la mayoría de las ovejas tienen forma discoide (Douglas *et al.*, 2010).

2.2.3.1.1. FUNCIONES DE LOS ERITROCITOS

La principal función del eritrocito es el transporte de gases, es decir, del O₂ desde los pulmones a los tejidos y del CO₂ en sentido inverso. Esta función se ejerce a través de la Hb, que además interviene en la regulación del pH sanguíneo debido a su capacidad amortiguadora (Moraleda, 2017).

La plasticidad de los eritrocitos normales les permite atravesar lechos de capilares tortuosos permitiendo que haya un íntimo contacto entre los eritrocitos y las células tisulares. Esto, a su vez, hace el intercambio gaseoso más eficaz (Rebar, 2002).

2.2.3.1.2. PRODUCCIÓN DE GLÓBULOS ROJOS: ERITROPOYESIS

La eritropoyesis como el proceso de formación de eritrocitos, se caracteriza fundamentalmente por la síntesis de hemoglobina, principal pigmento respiratorio del organismo. Este proceso depende fundamentalmente de la eritropoyetina, que acompaña de las transformaciones sanguíneas siguientes: Aumento progresivo de la acidofilia celular (aumenta la cantidad de hemoglobina y disminución del contenido de ARN), pérdida de núcleo y desaparición de todos los orgánulos citoplasmáticos (Vives y Aguilar, 2006).

Su objetivo es mantener un número relativamente constante de eritrocitos circulantes que aseguren las necesidades de oxígeno de los tejidos. Ello requiere unos mecanismos de regulación que equilibren la tasa de producción con la destrucción fisiológica y la aumenten en condiciones patológicas (Moraleda, 2017).

2.2.3.1.3. ORIGEN DE LOS ERITROCITOS

Los eritrocitos, se forman por eritropoyesis a partir de la célula indiferenciada pluripotencial en la médula ósea, produce células unipotenciales. En este caso sería la célula unipotencial que



posteriormente dará origen a los eritrocitos. El Rubriblasto es el primer precursor del eritrocito, el cual se divide para producir 2 Prorubricitos, los cuales a su vez se dividirán en 2 Rubricitos; en la fase de Rubricito hay 2 divisiones, y posteriormente se transforman al madurar en Metarrubricitos, a partir de dicha fase ya no hay ninguna división de las células, solamente maduración (Gallo, 2014).

2.2.3.1.4. REGULACIÓN DE LA ERITROPOYESIS

El mecanismo fundamental por el cual los tejidos periféricos expresan su necesidad de oxígeno y regulan la masa de eritrocitos circulantes es la secreción de eritropoyetina (EPO). Esta es una glicoproteína con residuos de ácido siálico, sintetizada en un 90 % por las células peritubulares del riñón y en un 10 % por los hepatocitos. La disminución de la presión parcial de oxígeno (pO_2) dispara un mecanismo celular conocido como sensor de oxígeno a través del HIF-1 (del inglés hypoxia-inducible factor-1), que tiene como resultado la activación de la transcripción del gen de la EPO y un incremento en su producción (Moraleda, 2017).

La eritropoyesis es influenciada, además por otros mecanismos independientes de la EPO poco conocidos, entre los que se especula con la existencia de algún producto de la destrucción de los hematíes que actúe como factor estimulante. Ello explicaría el incremento de la producción de hematíes en las anemias hemolíticas crónicas que cursan con niveles normales de EPO. Para una producción celular adecuada y armónica, además de la EPO, se necesitan otros componentes como el hierro, el ácido fólico, las vitaminas B12, B6, B1 y E, cobre, proteínas y carbohidratos (Moraleda, 2017).

2.2.3.1.5. FORMACIÓN HEMOGLOBINA

La hemoglobina es una proteína especializada en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono (Ross y Pawlina, 2012). Representa aproximadamente un tercio del volumen del eritrocito. Es una molécula de 68 kDa constituida por cuatro subunidades, cada una de ellas



compuesta por una cadena de globina (subunidad proteica) y por un grupo hemo. Las cuatro cadenas de globina se disponen en parejas de dos globinas idénticas (p. ej., $\alpha_2 \beta_2$), y forman una estructura globular con unos huecos o cavidades donde se ubican los grupos hemo. Cada uno está compuesto por un anillo de protoporfirina y hierro que se une a la cadena de globina por un enlace covalente en sitios específicos de la cadena polipeptídica. Las cadenas de globina dejan también un espacio en su región central, para el 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG) de gran importancia funcional. El 65 % de la hemoglobina se sintetiza en el eritroblasto, y el 35 % en el reticulocito (Moraleda, 2017).

La hemoglobina es liberada cuando ocurre hemólisis, donde la unión entre la hemoglobina y el estroma eritrocitario se rompe. La hemoglobina libre en el plasma se descompone rápidamente por oxidación, se une a la haptoglobina y es rápidamente excretada por los riñones. El exceso se oxida en metahemoglobina, que se disocia, liberando hematina. La hematina se une a la hemopexina y albúmina sucesivamente, y estos complejos son removidos por los hepatocitos (Dos Anjos *et al.*, 2007).

En los macrófagos, el hierro de la fracción heme y los aminoácidos de la fracción globina son reciclados para su uso. La protoporfirina se degrada en biliverdina por heme microsomal oxigenasa; la biliverdina se convierte entonces a la bilirrubina por la bilirrubina reductasa. La bilirrubina liberada en el plasma se conecta a la albúmina para el transporte hasta las células hepáticas, donde es conjugada en ácido glucurónico por la enzima UDP-glucuronil transferasa. La bilirrubina conjugada es normalmente secretada a través de los canales biliares y excretada por la bilis en la luz intestinal (Dos Anjos *et al.*, 2007).

2.2.3.1.6. DESTRUCCIÓN DE LOS GLÓBULOS ROJOS

El eritrocito tiene una esperanza de vida determinada. En animales sanos, el número de eritrocitos circulantes permanecen bastante constante, diariamente se repone aproximadamente el 1% de los



eritrocitos circulantes. Las células nuevas son jóvenes y morfológicamente distintas (Rebar, 2002).

La destrucción de los hematíes se puede producir por fraccionamiento, en pedazos suficientemente pequeños una vez que la membrana de los hematíes se hace frágil, la célula puede romperse al pasar a través de algún vaso sanguíneo estrecho de la circulación. Sin embargo, la mayoría de los hematíes se fragmentan en el bazo donde no reciben la cantidad de glucosa adecuada lo que termina alterando su metabolismo, los eritrocitos envejecidos por lo regular tienen un aumento en la permeabilidad de cationes y las células disminuyen rápidamente la concentración de ATP al intentar mantener un equilibrio osmótico mediante el bombeo de estos cationes en exceso fuera de la célula, por tanto, el medio esplénico está bien preparado para eliminar estos eritrocitos. Cuando se extirpa el bazo, aumenta considerablemente el número de hematíes anormales y de células viejas circulantes. Normalmente la destrucción de los GR se lleva a cabo preferentemente en el espacio extravascular (90%). Los macrófagos del recubrimiento interno de los vasos, especialmente del bazo y del hígado, fagocitan (ingieren y destruyen) los hematíes envejecidos, anormales o fragmentados (Palomino *et al.*, 2009).

2.2.3.2. LEUCOCITOS: GLÓBULOS BLANCOS

Los leucocitos son las células de la sangre encargadas de reconocer y eliminar cualquier agente extraño del organismo; por lo tanto, son un componente fundamental en la lucha contra la infección y el desarrollo de la reacción inflamatoria. Tras su formación son transportados en la sangre a diferentes partes del organismo donde son necesarios (Guyton y Hall, 2006).



2.2.3.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS GLÓBULOS BLANCOS

Existen 5 tipos de leucocitos en la sangre: Neutrófilos, Eosinófilos, Basófilos (granulocitos), Monocitos y Linfocitos (agranulocitos). Además, hay un gran número de plaquetas, que son fragmentos de otro tipo de célula similar a los leucocitos que se encuentran en la médula ósea, el megacariocito (Guyton y Hall, 2006).

La fagocitosis y muerte de microorganismos es la función principal de los granulocitos, mientras que los linfocitos son los responsables de la inmunidad celular y de la producción de anticuerpos. Los monocitos participan tanto en la fagocitosis como en la respuesta inmunitaria (Moraleda, 2017).

2.2.3.2.1.1. GRANULOCITOS

Los granulocitos se caracterizan por presentar gránulos específicos que tienen afinidades de tinción específicas, por ejemplo, basofílica para los basófilos, eosinofílica para los eosinófilos, y neutra para los neutrófilos. Estos gránulos citoplasmáticos protegen al organismo contra las infecciones microbianas y parasitarias o, si no se modulan, pueden producir daño tisular. Se dividen en neutrófilos, eosinófilos y basófilos, que se producen en la médula ósea a partir de una célula progenitora común, el mieloblasto. La reserva de proliferación (mitótica) consta de mieloblastos, promielocitos y mielocitos, que son 20% de las células mieloides. La reserva que comprende el 80% de las células mieloides, consta de metamielocitos cayados y neutrófilos segmentados que son funcionalmente maduros. Durante la maduración, los promielocitos forman primero gránulos primarios (lisosomas) que más tarde dejan de ser evidentes (Khan, 2007).

✦ NEUTRÓFILOS

Los neutrófilos se forman a partir de células madre en la médula ósea, migran a la corriente sanguínea y aproximadamente 12 horas después penetran en los tejidos. Mueren a los pocos días y, por



tanto, deben ser constantemente renovados. Los neutrófilos constituyen entre el 60 y el 75% de los leucocitos en sangre en muchos carnívoros, pero solamente el 50% en caballos y del 20 al 30% en bóvidos, cabras y roedores de laboratorio (Tizard, 2009).

Los neutrófilos son células maduras que pueden destruir bacterias, virus y factores lesivos incluso en la sangre circulante. Además, los neutrófilos elaboran enzimas proteolíticas de gran poder las cuales pueden ejercer su acción dentro de la célula para destruir partículas fagocitadas, y contienen sustancias bactericidas que matan a la mayoría de las bacterias entre estas sustancias oxidantes están grandes cantidades de superóxido, peróxido de hidrogeno e iones hidroxilo, todas ellas mortales para la mayoría de las bacterias, incluso en pequeñas cantidades (Guyton y Hall, 2006).

Un neutrófilo puede fagocitar habitualmente de 3 a 20 bacterias antes de que el propio neutrófilo se inactive y muera (Guyton y Hall, 2006).

Neutrófilo segmentado

Los neutrófilos segmentados son los leucocitos más comunes en la sangre periférica de todas las especies domésticas comunes, excepto los rumiantes. Los neutrófilos segmentados miden de 10 a 12 μm y tienen un solo núcleo con varias muescas que son el resultado de la división del núcleo en múltiples lóbulos. Normalmente hay de 3 a 5 lóbulos segmentados por célula, el tipo de cromatina del núcleo es muy condensada. El citoplasma se tiñe ligeramente azul o rosa según el tipo y la calidad de la tinción utilizada (Reagan *et al.*, 1999).

Neutrófilos inmaduros

Los neutrófilos en banda en la sangre periférica pueden aparecer o no en cantidades reducidas. Los neutrófilos en banda se parecen a



los neutrófilos segmentados excepto que el núcleo tiene forma de banda, clásicamente las membranas de núcleo son paralelas de manera que el núcleo tiene una anchura constante (Reagan *et al.*, 1999).

✦ EOSINÓFILOS

Los eosinófilos son células polimorfonucleares, ligeramente más grandes que los neutrófilos, con gránulos citoplasmáticos que se tiñen intensamente con un colorante rojo, la eosina. Se originan en la médula ósea y permanecen alrededor de 30 minutos circulando por el torrente sanguíneo antes de migrar a los tejidos, donde tienen una vida media aproximada de 12 días. La proporción de eosinófilos entre los leucocitos sanguíneos varía mucho, ya que está influida por la presencia de parásitos. Los valores normales oscilan entre un 2% en los perros y alrededor del 10% en los bóvidos. Los eosinófilos contienen dos tipos de gránulos. Los gránulos primarios pequeños contienen arilsulfatasa, peroxidasa, y fosfatasa ácida. Los gránulos grandes cristaloides contienen en el centro la proteína básica principal (MBP), rodeada por una matriz con la proteína catiónica del eosinófilo, la peroxidasa y la neurotoxina derivada de los eosinófilos (Tizard, 2009).

La investigación realizada en las últimas décadas ha permitido conocer el mecanismo de la eosinofilia, comúnmente asociada a los parásitos y enfermedades alérgicas. La forma de los eosinófilos varía de acuerdo con la morfología de los gránulos presentes en su citoplasma y con su composición en las diferentes especies animales (Núñez, 2007).

Se cree que los eosinófilos detoxifican algunas de las sustancias inductoras de la inflamación liberada por los mastocitos y basófilos, probablemente también fagociten y destruyan complejos antígeno anticuerpo, evitando así una diseminación excesiva del proceso inflamatorio local (Guyton y Hall, 2006).



✦ **BASÓFILOS**

Los granulocitos menos numerosos son los basófilos; se denominan así porque sus gránulos citoplasmáticos se tiñen intensamente con colorantes básicos, como la hematoxilina. Los basófilos constituyen alrededor del 0,5% de los leucocitos sanguíneos. Normalmente no se encuentran fuera de la circulación sanguínea, pero pueden entrar en los tejidos bajo la influencia de ciertas quimioquinas producidas por los linfocitos T (Tizard, 2009).

Los basófilos son similares a los mastocitos tisulares, pues ambos contienen una mezcla compleja de moléculas vasoactivas, desempeñan una reacción destacada en algunos tipos de reacciones alérgicas, pues la inmunoglobulina E (IgE) tiene una tendencia especial a unirse a los mastocitos y basófilos, después cuando el antígeno específico reacciona con el anticuerpo, la unión resultante hace que el basófilo se rompa y libere cantidades excesivas de bradicinina, serotonina, heparina, sustancia de reacción lenta de la anafilaxia y varias enzimas lisosómicas. Estas desencadenan reacciones vasculares locales y tienen manifestaciones alérgicas (Guyton y Hall, 2006; Tizard, 2009).

2.2.3.2.1.2. AGRANULOCITOS

Los agranulocitos son las células blancas de la sangre con unos lóbulos núcleo. Se caracterizan por la ausencia de gránulos en su citoplasma, que la diferencia de los granulocitos, se dividen en monocitos y linfocitos (Tizard, 2009).

❖ **MONOCITOS**

Los monocitos tienen un tamaño de 15-20 μm , son ligeramente mayores a los linfocitos. Su núcleo es de forma irregular, con cromatina ligeramente reticulada y citoplasma basófilo (azulado), a menudo con vacuolas. Es la célula más grande de todos los leucocitos (Rebar, 2002).



Los monocitos descienden de la célula progenitora bipotencial, la unidad formadora de colonias granulocito-monocito (UFC-gm) comprometida en la constitución de ambas líneas celulares; esta célula progenitora a su vez se origina de la célula progenitora pluripotencial (CPP). La UFC-gm da origen a la UFC-m, para posteriormente formar los precursores de los monocitos: monoblasto y promonocito. Los monoblastos miden alrededor de 14 μm de diámetro, se caracterizan por presentar citoplasma basófilo, o grisáceo, su núcleo es grande con una pequeña indentación, la cromatina es fina; tiene uno o dos nucleolos. El promonocito mide más de 20 μm de diámetro y su núcleo es grande, el nucleolo puede estar presente, pero por lo general pasa desapercibido. El citoplasma muestra considerable basofilia, no se detectan en esta etapa gránulos azurófilos. La fase madura es el monocito, que por lo general tiene de 16 a 20 μm de diámetro, posee un núcleo grande amorfo, la cromatina nuclear está distribuida en forma de listones y bandas, presenta uno o dos pequeños nucléolos, su citoplasma es abundante, de color azul grisáceo, contiene numerosas vacuolas, especialmente en un extremo de la célula; es muy frecuente detectar pseudópodos en la membrana celular, lo cual refleja su actividad motriz, los monocitos permanecen poco tiempo en la circulación y migran al azar a varios tejidos y cavidades corporales, transformándose posteriormente en macrófagos (Núñez, 2007).

La evolución continua de monocito a macrófago representa la segunda línea de defensa del sistema fagocitario circulante (los neutrófilos protegen la primera línea). Los monocitos participan en la regulación de la respuesta inflamatoria por medio de la liberación de mediadores inflamatorios (factores quimiotácticos, prostaglandinas) y en la regulación de reservas de hierro del organismo (Rebar, 2002).



❖ LINFOCITOS

Los linfocitos son las células pequeñas y redondeadas que predominan en órganos linfoides, como el bazo, los nódulos linfáticos y el timo. Los linfocitos tienen receptores de antígeno en su superficie, por lo que pueden reconocer y responder a los antígenos, siendo responsables de la producción de anticuerpos y de la respuesta inmune mediada por células las cuales desempeñan un papel muy importante en la defensa del organismo. Existen 2 tipos principales de linfocitos; los linfocitos T, que regulan la inmunidad adquirida y que son responsables de la inmunidad de base celular; y los linfocitos B, que son responsables de la producción de anticuerpos (Tizard, 2009).

Los linfocitos B y T son los principales protagonistas de la respuesta inmune adaptativa, poseen en su membrana receptores antigénicos capaces de reconocer en forma específica pequeñas porciones del patógeno (para el caso de los linfocitos B) o células infectadas con los mismos (en el caso de los linfocitos T). Luego de este reconocimiento, pueden activarse, multiplicarse y diferenciarse en células efectoras capaces de defender al organismo contra ese microorganismo en particular (Gamberale, 2004).

Las células B y células T presentan un proceso de diferenciación y maduración diferente, en el caso de los LB éstos maduran en la médula ósea y en el caso de los LT el proceso ocurre en el Timo, ambos llamados órganos linfoides primarios (Palomino *et al.*, 2009).

2.2.4. PLASMA SANGUÍNEO

El plasma es el material extracelular líquido que imparte a la sangre su fluidez. Supone alrededor del 55% del volumen de la sangre entera. Más del 90% del peso del plasma corresponde al agua que sirve como



solvente para una cantidad de solutos, entre ellos: proteínas, gases disueltos, electrolitos, sustancias nutritivas y moléculas reguladoras. Los solutos del plasma contribuyen en la homeostasis, un estado de equilibrio que proporciona una osmolaridad y un pH óptimo para el metabolismo celular (Ross y Pawlina, 2012).

2.2.5. PLAQUETAS

Las plaquetas constituyen el tapón inicial de hemostasia siempre que se produce una hemorragia. También son una fuente de fosfolípidos necesaria para que los factores de coagulación interaccionen para dar lugar al coagulo de fibrina. Las plaquetas se producen en la médula ósea a partir de los megacariocitos, bajo la influencia de la trombopoyetina. La producción de plaquetas comienza con la invaginación de la membrana del megacariocito y la formación de canales e islas citoplasmáticas. Las islas citoplasmáticas producen plaquetas por fragmentación del megacariocito (Khan, 2007).

Las plaquetas circulantes maduras están repletas de gránulos densos que contienen ATP, ADP y calcio, así como serotonina, lisosomas, glucógeno, mitocondrias y un sistema canalicular intracelular. Las mitocondrias y el glucógeno están implicados en la producción de energía y el sistema canalicular sirve como sistema de transporte para los componentes del gránulo y como fuente de fosfolípido, que se encuentra en concentraciones elevadas en el recubrimiento de la membrana de los canales. Cuando las paredes del vaso están lesionadas, se encuentran expuestos el colágeno y el factor hístico, y las plaquetas circulantes se adhieren mediante el factor von Willebrand y sufren un cambio de forma con una liberación acompañante de ADP. La agregación plaquetaria local es estimulada por el ADP con la formación en último término del tapón plaquetario primario. La acumulación local de fibrina y plaquetas se conoce como formación del



tapón hemostático. El coagulo de fibrina se consolida por la acción de proteínas contráctiles de las plaquetas (Khan, 2007).

Las plaquetas juegan un papel esencial en la inflamación debido a la interacción célula a célula y por la liberación de mediadores solubles. También liberan sustancias vasoactivas como la serotonina y modulan la función de los neutrófilos (Rebar, 2002).

2.3. MÉTODOS DE ESTUDIOS DE LOS GLÓBULOS ROJOS

2.3.1. RECUENTO DE LOS GLÓBULOS ROJOS

Determina la cantidad (N°) de eritrocitos por unidad de volumen (mm^3 o L) de sangre. El método manual más usado es el recuento en cámara cuenta glóbulos o Neubauer. La cámara de Neubauer consta de una gruesa placa de cristal, en la que hay dos plataformas centrales elevadas rodeadas por un surco. Cuenta con unos bastidores al lado del foso, diseñado para sostener una cubierta de cristal 0.1 mm por encima del nivel de las plataformas (Voigt, 2003).

2.3.2. DOSAJE DE HEMOGLOBINA

El dosaje de hemoglobina determina la cantidad de hemoglobina, se expresa en gramos por decilitros (g/dL). Un método químico muy preciso para medir hemoglobina es el método de la cianometahemoglobina (Voigt, 2003).

2.3.3. VOLUMEN GLOBULAR AGLOMERADO (VGA) O HEMATOCRITO

El hematocrito es el porcentaje del volumen de sangre total ocupado por los hematíes (Moraleda, 2017).

El objetivo de medir el hematocrito, es determinar el porcentaje de eritrocitos que circulan por la sangre periférica en el momento de la extracción. Hematocrito significa medir o separar la sangre, así que de hecho usamos técnicas de hematocrito para determinar el volumen celular aglomerado (Voigt, 2003).



Es una medición del tamaño y número de G.R.; que varían de acuerdo a diferentes factores (edad, sexo, especie, etc.). Además, ayuda al diagnóstico de anemia y policitemia y es necesario para calcular índices sanguíneos. El hematocrito mide el porcentaje de las células sanguíneas rojas en el volumen total de la sangre. Se encuentran niveles aumentados en enfermedad cardíaca congénita, policitemia verdadera y la deshidratación. Pueden verse niveles disminuidos en anemia, hipertiroidismo, cirrosis, reacción hemolítica, hemorragia, insuficiencia de médula ósea, embarazo normal, mieloma múltiple, leucemias, desnutrición, entre otros (Palomino *et al.*, 2009).

El método manual más utilizado es el método de microhematocrito, debido a su rapidez y precisión (Voigt, 2003).

2.4. MÉTODOS DE ESTUDIO DE LOS LEUCOCITOS

2.4.1. RECuento DE LOS GLÓBULOS BLANCOS

Determina el número de leucocitos totales por unidad de volumen de sangre. Su número es aproximadamente de 5,000 a 20,000 leucocitos por μl , variando por especie, siendo menor en bovinos y más elevado en cerdos. Para su determinación se emplea el método del recuento en cámara cuenta glóbulos o de Neubauer, método que tiene como limitante su baja precisión ($\text{CV} \pm 15\%$). Los analizadores hematológicos determinan mediante citometría el número de leucocitos en la muestra de sangre. Están siendo incorporados por su mayor precisión y rapidez, si bien su costo limita su empleo (Davidson y Lumsden, 2000).

2.5. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS

Son los que relacionan el hematocrito, el número de eritrocitos y la concentración de hemoglobina.



- 2.5.1. VCM: Volumen Corpuscular Medio.** Se expresa en Fentolitros (fl). Indica el tamaño de los eritrocitos. Se calcula a partir del hematocrito y del número de eritrocitos, mediante la siguiente fórmula (Voigt, 2003).

$$VCM = \frac{VGA(\text{números enteros}) \times 10}{\text{Recuento total de GR}(\text{millones}/\text{mm}^3)}$$

- 2.5.2. CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.** Se expresa en gramos sobre decilitro (g/dl), corresponde a la concentración de hemoglobina en 1 decilitro, se calcula a partir de la concentración de hemoglobina y el valor del hematocrito, mediante la siguiente fórmula (Voigt, 2003).

$$CHCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 100}{VGA(\text{números enteros})}$$

- 2.5.3. HCM: Hemoglobina Corpuscular Media.** Indica el valor medio del contenido de hemoglobina de cada eritrocito. El peso de hemoglobina resultante se expresa en picogramos (pg). Se calcula a partir de la concentración de hemoglobina y el número de eritrocitos totales, mediante la siguiente fórmula (Voigt, 2003).

$$HCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 10}{\text{Recuento total de GR}(\text{millones}/\text{mm}^3)}$$

2.6. ANTECEDENTES DE VALORES HEMATOLÓGICOS

Valores hematológicos de referencia en ovinos adultos de la raza Merino, el estudio se realizó en la Patagonia (Argentina) con una altitud de 2500 msnm y con una temperatura anual de 15°C. La medición del hematocrito se realizó por método micrométrico y se expresó en porcentaje (%) y los porcentajes diferenciales de la serie leucocitaria se calcularon por observación del frotis con tinción de May Grünwald-Giemsa. Los parámetros restantes se analizaron mediante un analizador hematológico interpretativo y diferencial System V2:0

(Serono Baker Diagnostics, Inc) y los resultados se expresaron en unidades convencionales; el recuento de glóbulos blancos por $10^3/\mu\text{l}$; hemoglobina en g/dl, VCM en fentolitros (fl), HCM en picogramos (pg) y CHCM en g/dl (Abalos *et al.*, 2017).

Tabla 1. Valores hematológicos de referencia en ovinos adultos de la raza Merino en Argentina.

| Constantes hematológicas | Animales (n: 50) | | |
|-----------------------------------|------------------|--------|--------|
| | Media \pm DE | Mínimo | Máximo |
| Hematocrito (%) | 38 \pm 5,15 | 28 | 51 |
| Hemoglobina (g/dl) | 12,10 \pm 1,56 | 7 | 15 |
| HCM (pg) | 11,75 \pm 2,75 | 10,7 | 14,2 |
| VCM(fl) | 35,10 \pm 1,70 | 33 | 39 |
| CHCM (g/dl) | 32,85 \pm 8,35 | 30,1 | 42,4 |
| Leucocitos ($10^3/\mu\text{l}$) | 4,31 \pm 1,37 | 2 | 8,8 |
| Neutrófilos (%) | 55 \pm 11,50 | 24 | 80 |
| Linfocitos (%) | 42 \pm 11 | 17 | 76 |
| Monocitos (%) | 0,61 \pm 0,86 | 0 | 3 |
| Eosinófilos (%) | 2,39 \pm 3,95 | 0 | 15 |
| Basófilos (%) | 0 | 0 | 0 |

Abalos *et al.*, 2017.

Perfiles hematológicos de diferentes razas de ovinos el estudio se realizó en la Patagonia (Argentina) con una altitud de 2500 msnm y clima templado a frío con una temperatura anual de 15°C. El hematocrito se determinó por la técnica del microhematocrito. El recuento de eritrocitos, leucocitos y hemoglobina se realizó con contador hematológico tipo Coulter (Geo MC, IBSA). El recuento diferencial se hizo por frotis (May Grunwald-Giemsa). Se compararon los valores hematológicos de las diferentes razas, por medio del test t de Student a un nivel de confianza del 95% (Pedreira *et al.*, 2010).

Tabla 2. Perfiles hematológicos de las distintas razas de ovinos.

| Raza | Hematocrito | Hemoglobina g/dl | Neutrófilos % | Linfocitos % | Monocitos % | Eosinófilos % |
|--------------|-------------|------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
| Merino | 40,37 | 16,21 | 45,21 | 49,36 | 3,11 | 2,05 |
| Romney Marsh | 46,90 | 15,80 | 32,37 | 62,18 | 3,50 | 1,56 |
| Frisona | 30,25 | 9,87 | 44,25 | 47,50 | 5,00 | 3,25 |

Pedreira *et al.*, 2010

Valores hematológicos de 20 ovejas criollas vacías de aproximadamente 2 a 3 años de edad, ubicada en el municipio de Texcoco de Mora en el Estado de México, con latitud Norte 19°27'00", longitud Oeste 98°53'00" y una altura de 2245 msnm. Una temperatura media anual de 15°C y un régimen pluviométrico de 664,8mm. En el laboratorio se realizó el recuento de eritrocitos y leucocitos totales a través del método de la cámara de Neubauer. La determinación de hemoglobina (Hb) se obtuvo mediante el hemoglobímetro de Spencer y la medición del hematocrito (macrohematocrito) por medio del tubo de Wintrobe y se calcularon los principales índices eritrocíticos (Partida *et al.*, 2012).

Tabla 3. Valores de la serie roja de ovejas criollas en Chapingo, México para el periodo de septiembre a diciembre.

| Serie roja | | | | | |
|--------------------------|---------------|----------|--------|--------|------------|
| Constantes hematológicas | Unidades | Promedio | Máximo | Mínimo | Desv. Est. |
| Eritrocitos | mill/ μ l | 8,75 | 10,91 | 7,61 | 1,07 |
| Hemoglobina | g/dl | 13,28 | 15,75 | 12,01 | 1,68 |
| Hematocrito | % | 35,78 | 36,80 | 34,05 | 0,87 |
| VCM | Fl | 43,21 | 47,83 | 36,84 | 4,99 |
| HCM | Pg | 15,92 | 17,33 | 14,36 | 1,22 |
| CHCM | g/dl | 37,13 | 43,31 | 34,05 | 4,21 |

Partida *et al.*, 2012.

Tabla 4. Valores de la serie blanca de ovejas Criollas en Chapingo, México para el periodo de septiembre a diciembre.

| Serie blanca | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|----------|--------|--------|-----------|
| Constantes hematológicas | Unidades | Promedio | Máximo | Mínimo | Desv. Est |
| Leucocitos | mil/ μ l | 7,92 | 9,63 | 6,75 | 1,22 |
| Linfocitos | % | 57,48 | 66,67 | 49,55 | 7,36 |
| Neutrófilos | % | 39,10 | 45,73 | 31,40 | 6,05 |
| Eosinófilos | % | 2,18 | 3,10 | 0,90 | 1,06 |
| Monocitos | % | 0,54 | 0,78 | 0,20 | 0,29 |
| Basófilos | % | 0,70 | 0,85 | 0,63 | 0,10 |
| Desv. A la derecha ¹ | % | 5,31 | 10,95 | 0 | 5,13 |
| Desv. A la izquierda ² | % | 0 | 0 | 0 | 0 |

¹ Porcentaje de neutrófilos hipersegmentados.
² Porcentaje de neutrófilos en banda (juveniles)

Partida *et al.*, 2012.

Constantes hematológicas encontradas en ovinos de la raza criolla procedentes de diferentes comunidades de la provincia de Cajamarca, obtenidas de 144 muestras de sangre con anticoagulante, de ellos 81 fueron machos y 63 hembras. En el laboratorio se realizó el recuento de leucocitos y glóbulos rojos por el método del hemocitómetro, para eritrocitos empaquetados el método de microhematocrito, la determinación del contenido de hemoglobina por el método de cianometahemoglobina, la velocidad de sedimentación se empleó la técnica de Wintrobe, el cálculo de índices hematimétricos por fórmulas, la formula leucocitaria relativa se hizo través de un frotis sanguíneo teñidas por el método de coloración Wright. No presenta valores de referencia sino valores extremos además de no indicar el método para encontrar estos valores (Chuquiruna, 1989).

Tabla 5. Constantes hematológicas de la serie roja encontradas en 81 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.

| Constantes Hematológicas | Promedio | D. S. | C. V. | Valores Extremos |
|---------------------------------|----------|-------|-------|------------------|
| Glóbulos rojos (mill./ μ l) | 9,27 | 1,58 | 17,02 | 6,25 – 15,14 |
| Hemoglobina (g/dl) | 12,38 | 1,26 | 10,29 | 9,9 – 15,4 |
| V.E.E. (L/L) | 0,36 | 0,04 | 10,82 | 0,29 - 0,45 |
| V.C.M. (pg) | 38,77 | 4,54 | 11,71 | 26,99 - 49,88 |
| H.C.M. (pg) | 13,5 | 1,37 | 10,18 | 10,27 -17,12 |
| C.H.C.M. (g/dl de eritr.) | 34,62 | 2,36 | 6,83 | 27,9 – 39,75 |
| Vel. de Sedim. (mm/1 h.) | - | - | - | 0,00 – 0,040 |
| Vel. de Sedim. (mm/2 h.) | - | - | - | 0,00 – 0,90 |
| Vel. de Sedim. (mm/24 h.) | - | - | - | 0,35 – 4,20 |

V.E.E. : Volumen de eritrocitos empaquetados
V.C.M. : Volumen corpuscular media
H.C.M. : Hemoglobina corpuscular media
C.H.C.M.: Concentración de hemoglobina corpuscular media

(Chuquiruna, 1989)

Tabla 6. Constantes hematológicas de la serie blanca encontradas en 81 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.

| Constantes Hematológicas | Promedio | D. S. | C. V. | Valores Extremos |
|-----------------------------------|----------|-------|--------|------------------|
| Glóbulos blancos (mill./ μ l) | 4,97 | 2,40 | 48,33 | 2,56 -15,20 |
| Neutrófilos (%) | 45,30 | 15,08 | 33,28 | 17,0 – 79,0 |
| Linfocitos (%) | 50,25 | 14,18 | 28,23 | 17,0 – 83,0 |
| Eosinófilos (%) | 3,20 | 4,45 | 139,21 | 0,00- 25,0 |
| Monocitos (%) | 1,46 | 2,26 | 154,83 | 0,00-10,0 |
| Basófilos (%) | 0,19 | 0,61 | 329,85 | 0,00-3,00 |

(Chuquiruna, 1989)

Tabla 7. Constantes hematológicas de la serie roja encontradas en 63 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.

| Contantes Hematológicas | Promedio | D. S. | C. V. | Valores Extremos |
|----------------------------------|----------|-------|-------|------------------|
| Glóbulos rojos (mill. / μ l) | 9,12 | 1,45 | 15,91 | 6,14—12,28 |
| Hemoglobina (g/dl) | 12,18 | 1,42 | 11,82 | 8,1 -14,7 |
| V.E.E. (L/L) | 0,36 | 0,04 | 11,99 | 0,23 -0,48 |
| V.C.M. (pg) | 34,41 | 4,61 | 11,7 | 30,94 – 48,45 |
| H.C.M. (pg) | 13,52 | 1,53 | 11,28 | 10,50 – 17,12 |
| C.H.C.M. (g/dl de eritr.) | 34,37 | 2,29 | 6,66 | 29,79 – 38,68 |
| Vel. de Sedim. (mm/1 h) | - | - | - | 0,00 – 0-0,40 |
| Vel. de Sedim. (mm/2 h) | - | - | - | 0,10 – 0,90 |
| Vel. de Sedim. (mm/24 h) | - | - | - | 0,70 – 4,80 |

V.E.E. : Volumen de eritrocitos empaquetados
 V.C.M. : Volumen corpuscular media
 H.C.M. : Hemoglobina corpuscular media
 C.H.C.M.: Concentración de hemoglobina corpuscular media

(Chuquiruna, 1989)

Tabla 8. Constantes hematológicas de la serie blanca encontradas en 63 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.

| Contantes Hematológicas | Promedio | D. S. | C. V. | Valores Extremos |
|-----------------------------------|----------|-------|--------|------------------|
| Glóbulos blancos (mill./ μ l) | 4, 63 | 2,51 | 54,12 | 2,64 – 16,08 |
| Neutrófilos (%) | 46,96 | 12,64 | 27,84 | 26,00 –71,00 |
| Linfocitos (%) | 50,52 | 13,00 | 25,73 | 22,00 – 72,00 |
| Eosinófilos (%) | 2,10 | 4,19 | 199,92 | 0,00 – 25,00 |
| Monocitos (%) | 0,07 | 1,55 | 177,33 | 0,00 – 10,00 |
| Basófilos (%) | 0,33 | 0,78 | 232,99 | 0,00– 3,00 |

(Chuquiruna, 1989)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Cajamarca que se encuentra en la región altoandina del norte del Perú y en el Laboratorio de Fisiología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca y Laboratorio de la Clínica Veterinaria Huellitas, en el cual se realizaron los análisis correspondientes.

Cajamarca presenta las siguientes características meteorológicas y climatológicas anuales ¹:

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Altitud | :2750 msnm |
| Latitud sur | :7° 09' 8" |
| Longitud oeste | :78° 29' 29" |
| Clima | : templado seco |
| Temperatura promedio | :14,20°C |
| Temperatura mínima promedio | :6,40°C |
| Temperatura máxima promedio | :21,60°C |
| Precipitación pluvial | :795 mm |
| Humedad relativa promedio | :75 % |
| Presión barométrica | :745,34 hPa |

¹ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMI - CAJAMARCA) 2018.



3.2. MATERIALES

3.2.1. Material biológico

El presente estudio se realizó con 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de los que se obtuvo sangre, del matadero de animales de abasto de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio

3.2.2.1. Materiales de laboratorio

- ✓ Micropipetas de 10 μ l, 1000 μ l, 5000 μ l.
- ✓ Tubos con anticoagulante EDTA, Vacutainer.
- ✓ Tubo de goma y boquilla de caucho.
- ✓ Tabla para lectura de microhematocrito.
- ✓ Tubos capilares heparinizados y plastilina.
- ✓ Gradillas.
- ✓ Puntas para pipeta de 10 μ l, 1000 μ l, y 5000 μ l.
- ✓ Láminas porta objeto.
- ✓ Mascarillas, guantes y mandil.
- ✓ Pipeta de Thoma para glóbulos blancos.
- ✓ Pipeta de Thoma para glóbulos rojos.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Cubetas para espectrofotómetro.

3.2.2.2. Equipo de laboratorio

- ✓ Microscopio binocular con fuente de luz incorporada.
- ✓ Cámara de Neubauer.
- ✓ Centrífuga para el hematocrito, marca Heltich, Modelo Haematokrit 210.
- ✓ Espectrofotómetro marca Espectronic, modelo Génesis 5.
- ✓ Equipo para extracción de sangre (sistema al vacío): soporte y agujas de 22 G por 1,5".



3.2.3. Materiales de campo

- ✓ Cuaderno de apuntes.
- ✓ Lapicero.
- ✓ Alcohol 90°, algodón.
- ✓ Caja de tecknopor.
- ✓ Cámara fotográfica.

3.2.4. Reactivos

- ✓ Solución de Gower.
- ✓ Solución de ácido acético al 1%.
- ✓ Kit de tinción de Hemacolor.
- ✓ Kit para determinación de hemoglobina.
- ✓ Citrato sódico.
- ✓ Formalina neutra.
- ✓ Azul cresil brillante.

3.2.5. Materiales de escritorio

- ✓ Papel bond A4.
- ✓ Fólderes.
- ✓ Lapiceros y marcadores.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Obtención de muestras

De cada uno de los ovinos en estudio se obtuvo 3 a 5 ml de sangre en tubos con anticoagulante EDTA, a las 5 am mediante veno – punción en la yugular. Luego las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Fisiología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias en la Universidad Nacional de Cajamarca en el cual se realizó dosaje de hemoglobina mediante el método de Cianometahemoglobina y en Laboratorio de la Clínica Veterinaria Huellitas se realizó el recuento de glóbulos rojos y leucocitos, hematocrito, frotis sanguíneo y recuento de plaquetas.



3.3.2. Diseño Metodológico

Los ovinos criollos fueron clasificados en 5 grupos de acuerdo a la edad y sexo de la siguiente manera para la obtención de muestras:

Tabla 9. Clasificación de los ovinos criollos según la edad y sexo.

| Clasificación | Sexo | | Total |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|
| | Hembras | Machos | |
| Edad de Dientes de leche | 15 | 15 | 30 |
| Dos dientes | 15 | 15 | 30 |
| Cuatro dientes | 15 | 15 | 30 |
| Seis dientes | 15 | 15 | 30 |
| ocho dientes | 15 | 15 | 30 |
| Total | 75 | 75 | 150 |

3.3.3. Parámetros hematológicos evaluados:

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- ✓ **Recuento de eritrocitos y leucocitos:** Método Hemocitométrico.
- ✓ **Dosaje de hemoglobina:** Método de Cianometahemoglobina.
- ✓ **Hematocrito:** Método del Microhematocrito.
- ✓ **Recuento diferencial relativo (%) y absoluto:** Frotis sanguíneo y método matemático.
- ✓ **Índices hematimétricos:** Método matemático.
- ✓ **Recuento de plaquetas:** Método directo.



3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los valores hematológicos de referencia se evaluaron por el método de los promedios con un límite de confianza del 95% ($X \pm 1.96 DS$) y los valores obtenidos clasificados de acuerdo a la edad y de sexo se sometieron al ANOVA y a la prueba de Tukey.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 10. Valores hematológicos de referencia para la serie roja, leucocitos y plaquetas encontrados en 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018.

| Constantes Hematológicas | Unid. | $\bar{X} \pm DE$ | Valores De Referencia |
|--------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| Eritrocitos | $10^6 / \mu\text{l}$ | $9,7 \pm 1,0$ | 7,7 – 11,8 |
| Hematocrito | % | $38,7 \pm 4,0$ | 30,8 – 46,5 |
| Hemoglobina | g/dl | $12,9 \pm 1,3$ | 10,3 – 15,4 |
| VCM | fl | $40,0 \pm 4,6$ | 31,0 – 49,0 |
| HCM | pg | $13,4 \pm 1,50$ | 10,4 – 16,2 |
| CHCM | % | $33,3 \pm 0,8$ | 31,8 – 34,8 |
| Plaquetas | $10^3 / \mu\text{l}$ | 327 ± 577 | 214 – 440 |
| Leucocitos | $10^3 / \mu\text{l}$ | $6,7 \pm 1,3$ | 4,1- 9,3 |

DE: Desviación Estándar
Límite de confianza 95%



Tabla 11. Valores hematológicos de referencia para el recuento relativo diferencial y absoluto encontrados en 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018.

| Constantes Hematológicas | Unid. | $\bar{X} \pm DE$ | Valores de Referencia |
|--------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Neutrófilos Segmentados | % | 52 ± 9,4 | 33 - 70 |
| | 10 ³ /μl | 3 ± 0,9 | 2 - 5 |
| Neutrófilos Abastoados | % | 5 ± 2,2 | 0 - 9 |
| | 10 ³ /μl | 0,3 ± 0,2 | 0 - 0,6 |
| Linfocitos | % | 35 ± 7,7 | 20 - 50 |
| | 10 ³ /μl | 2 ± 0,7 | 1 - 4 |
| Eosinófilos | % | 2 ± 1,9 | 0 - 6 |
| | 10 ³ /μl | 0,2 ± 0,1 | 0 - 0,4 |
| Monocitos | % | 4 ± 1,8 | 0 - 7 |
| | 10 ³ /μl | 0,3 ± 0,1 | 0 - 0,3 |
| Basófilos | % | 2 ± 1,3 | 0 - 4 |
| | 10 ³ /μl | 0,1 ± 0,1 | 0 - 0,3 |
| Plaquetas | 10 ³ /μl | 327 ± 57,7 | 214 - 440 |

DE: Desviación Estándar
Límite de confianza 95%

Tabla 12. Valores hematológicos de referencia de la serie roja, leucocitos y plaquetas según sexo, 150 ovinos (*ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018.

| Constantes Hematológicas | Unid. | Hembras $\bar{X} \pm DE$ | Valores De Referencia | Machos $\bar{X} \pm DE$ | Valores de Referencia |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Eritrocitos | $10^6 /\mu\text{l}$ | $9,7 \pm 1,3$ a | 7,8 – 12,3 | $9,8 \pm 1,3$ a | 7,3 – 12,3 |
| Hematocrito | % | $38,9 \pm 6,2$ a | 26,8 – 51,1 | $38,4 \pm 3,7$ a | 31,2 – 45,6 |
| Hemoglobina | g/dl | $12,9 \pm 2,0$ a | 9,0 – 16,8 | $12,8 \pm 1,2$ a | 10,4 – 15,2 |
| VCM | fl | $40,3 \pm 6,3$ a | 27,8 – 52,8 | $39,6 \pm 4,8$ a | 30,3 – 49,0 |
| HCM | pg | $13,4 \pm 2,9$ a | 25,7 – 40,8 | $13,2 \pm 1,6$ a | 10,0 – 16,4 |
| CHCM | % | $33,3 \pm 3,9$ a | 9,4 – 17,4 | $33,3 \pm 0,8$ a | 31,7 – 34,9 |
| Leucocitos | $10^3 /\mu\text{l}$ | $6,9 \pm 1,4$ a | 4,2 – 9,7 | $6,5 \pm 1,4$ a | 3,7 – 9,3 |
| Plaquetas | $10^3 /\mu\text{l}$ | $340 \pm 65,9$ a | 211 - 469 | $314 - 49,3$ b | 198 - 431 |

Medias con letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

DE: Desviación Estándar

Límite de confianza 95%



Tabla 13. Valores hematológicos de referencia para el recuento relativo diferencial y absoluto encontrados según sexo, 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018.

| Constantes Hematológicas | Unid. | Hembras $\bar{X} \pm DE$ | Valores de Referencia | Machos $\bar{X} \pm DE$ | Valores de Referencia |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Neutrófilos Seg. | % | 51 \pm 11,6 a | 29 - 74 | 52 \pm 8,8 a | 35 - 70 |
| | 10 ³ / μ l | 4 \pm 1 a | 2 - 5 | 3 \pm 0,9 a | 2 - 5 |
| Neutrófilos Abas. | % | 5 \pm 2,3 a | 0 - 10 | 4 \pm 2,0 a | 0 - 8 |
| | 10 ³ / μ l | 0,3 \pm 0,2 a | 0 - 0,7 | 0,3 \pm 0,1 a | 0 - 0,6 |
| Linfocitos | % | 35 \pm 8,6 a | 18 - 52 | 35 \pm 7,8 a | 20 - 51 |
| | 10 ³ / μ l | 2 \pm 0,7 a | 1 - 4 | 2 \pm 0,8 a | 1 - 4 |
| Eosinófilos | % | 3 \pm 2 a | 0 - 7 | 2 \pm 1,8 a | 0 - 6 |
| | 10 ³ / μ l | 0,2 \pm 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,1 \pm 0,1 a | 0 - 0,4 |
| Monocitos | % | 4 \pm 1,7 a | 1 - 7 | 4 \pm 2 a | 0 - 8 |
| | 10 ³ / μ l | 0,3 \pm 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,3 \pm 0,2 a | 0 - 0,6 |
| Basófilos | % | 2 \pm 1,4 a | 0 - 4 | 2 \pm 1,2 a | 0 - 4 |
| | 10 ³ / μ l | 0,1 \pm 0,1 a | 0 - 0,3 | 0,1 \pm 0,1 a | 0 - 0,3 |

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey.

DE: Desviación Estándar
Límite de confianza 95%

Tabla 14. Valores hematológicos de referencia de la serie roja, leucocitos y plaquetas según edad, en 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018.

| Constantes | Unid. | Dientes Leche | Valores de Referencia $\bar{X} \pm DE$ | Dos Dientes | Valores de Referencia $\bar{X} \pm DE$ | Cuatro Dientes | Valores de Referencia $\bar{X} \pm DE$ | Seis Dientes | Valores de Referencia $\bar{X} \pm DE$ | Ocho Dientes | Valores de Referencia $\bar{X} \pm DE$ |
|-------------|------------------|-------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|
| Eritrocitos | 10^6 / μ l | $9,6 \pm 1,0$ a | $7,7 - 11,5$ | $9,7 \pm 1,0$ a | $7,8 - 11,7$ | $10,0 \pm 1,4$ a | $7,3 - 12,8$ | $9,7 \pm 0,9$ a | $8,9 - 11,4$ | $9,6 \pm 0,9$ a | $7,9 - 11,4$ |
| Hematocrito | % | $38,6 \pm 3,1$ a | $32,4 - 44,8$ | $38,8 \pm 4,8$ a | $29,4 - 48,2$ | $38,6 \pm 4,2$ a | $30,3 - 46,8$ | $39,1 \pm 3,9$ a | $31,4 - 46,9$ | $38,2 \pm 4$ a | $30,3 - 46,1$ |
| Hemoglobina | g/dl | $12,8 \pm 1$ a | $10,8 - 14,8$ | $12,9 \pm 1,5$ a | $10 - 15,7$ | $12,9 \pm 1,4$ a | $10,1 - 15,6$ | $13 \pm 1,3$ a | $10,5 - 15,4$ | $12,8 \pm 10,3$ a | $10,2 - 15,3$ |
| VCM | fl | $40,5 \pm 3,6$ a | $33,5 - 47,4$ | $40,1 \pm 5,0$ a | $30,3 - 50,0$ | $38,8 \pm 5,2$ a | $28,6 - 49,1$ | $40,6 \pm 4,8$ a | $31,1 - 50,1$ | $39,0 \pm 4,1$ a | $31,8 - 47,9$ |
| HCM | pg | $13,4 \pm 1$ a | $11,4 - 15,5$ | $13,3 \pm 1,6$ a | $10,1 - 16,5$ | $13,0 \pm 1,8$ a | $9,5 - 16,5$ | $13,5 \pm 1,6$ a | $10,2 - 16,7$ | $13,3 \pm 1,3$ a | $10,7 - 15,9$ |
| CHCM | % | $33,3 \pm 1,1$ a | $31,1 - 35,4$ | $33,2 \pm 0,8$ a | $31,7 - 34,7$ | $33,4 \pm 0,7$ a | $32,1 - 34,7$ | $33,2 \pm 0,6$ a | $32,0 - 34,4$ | $33,4 \pm 0,6$ a | $32,2 - 34,6$ |
| Leucocitos | 10^3 / μ l | $6,9 \pm 1,0$ a | $4,9 - 8,8$ | $6,5 \pm 1,6$ a | $3,4 - 9,5$ | $6,6 \pm 1,3$ a | $4,1 - 9,1$ | $6,6 \pm 1,0$ a | $4,7 - 8,5$ | $7,1 \pm 1,7$ a | $3,9 - 10,4$ |
| Plaquetas | 10^3 / μ l | $333 \pm 44,4$ ab | $246 - 421$ | $346 \pm 64,1$ b | $220 - 471$ | 315 ± 55 a | $206 - 423$ | $319 \pm 52,8$ ab | $217 - 420$ | 324 ± 68 ab | $191 - 457$ |

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey.

DE: Desviación Estándar

Límite de confianza 95%



Tabla 15. Valores hematológicos de referencia para el recuento relativo diferencial y absoluto, según edad, en 150 ovinos (*Ovis aries*) criollos de la ciudad de Cajamarca, 2018

| Constantes | Unid. | Dientes Leche | | Valores de Referencia | | Dos Dientes | | Valores de Referencia | | Cuatro Dientes | | Seis Dientes | | Valores de Referencia | | Ocho Dientes | | Valores de Referencia | | |
|-------------|---------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------|-------------|---------|-----------------------|---------|----------------|---------|--------------|--|-----------------------|--|--------------|--|-----------------------|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neut. Seg. | % | 51 ± 8,7 a | 33,0 - 68,0 | 51 ± 9,1 a | 33 - 69 | 53 ± 10,2 a | 33 - 73 | 53 ± 10,4 a | 33 - 74 | 51 ± 9,1 a | 34 - 69 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 3 ± 0,7 a | 2 - 5 | 3 ± 0,9 a | 1 - 5 | 4 ± 1,0 a | 1 - 6 | 4 ± 0,8 a | 2 - 5 | 4 ± 1,1 a | 2 - 6 | | | | | | | | | |
| Neut. Abas. | % | 4 ± 1,8 a | 0 - 7 | 5 ± 2,3 ab | 0 - 9 | 5 ± 2 b | 1 - 9 | 5 ± 2,3 ab | 0 - 9 | 5 ± 2 ab | 1 - 9 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 0,2 ± 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,3 ± 0,2 a | 0 - 0,7 | 0,4 ± 0,2 a | 0 - 0,7 | 0,3 ± 0,2 a | 0 - 0,6 | 0,3 ± 0,2 a | 0 - 0,7 | | | | | | | | | |
| Linfocitos | % | 38 ± 6,8 a | 24 - 51 | 36 ± 7,6 a | 21 - 51 | 35 ± 7,6 a | 20 - 50 | 33 ± 8,4 a | 17 - 50 | 35 ± 7,9 a | 20 - 51 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 3 ± 0,7 a | 1 - 4 | 2 ± 0,8 a | 1 - 4 | 2 ± 0,7 a | 1 - 4 | 2 ± 0,7 a | 1 - 3 | 3 ± 0,8 a | 1 - 4 | | | | | | | | | |
| Eosinófilos | % | 2 ± 1,6 a | 0 - 5 | 2 ± 1,6 a | 0 - 5 | 3 ± 1,8 a | 0 - 6 | 3 ± 2,3 a | 0 - 7 | 3 ± 2,1 a | 0 - 7 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,3 | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,4 | 0,2 ± 0,1 a | 0 - 0,4 | 0,2 ± 0,2 a | 0 - 0,5 | 0,2 ± 0,1 a | 0 - 0,5 | | | | | | | | | |
| Monocitos | % | 4 ± 1,7 a | 1 - 7 | 4 ± 2 a | 0 - 8 | 4 ± 2 a | 0 - 8 | 4 ± 1,7 a | 1 - 8 | 4 ± 2,0 a | 0 - 8 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 0,3 ± 0,2 a | 0 - 0,6 | 0,3 ± 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,2 ± 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,3 ± 0,1 a | 0 - 0,5 | 0,3 ± 0,2 a | 0 - 0,6 | | | | | | | | | |
| Basófilos | % | 2 ± 1,3 a | 0 - 5 | 2 ± 1,3 a | 0 - 4 | 2 ± 1,4 a | 0 - 5 | 2 ± 1,0 a | 0 - 4 | 2 ± 1,3 a | 0 - 4 | | | | | | | | | |
| | 10 ³ /µl | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,3 | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,3 | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,3 | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,2 | 0,1 ± 0,1 a | 0 - 0,3 | | | | | | | | | |

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey.

DE: Desviación Estándar

Límite de confianza 95%





CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5. VALORES HEMATOLÓGICOS DE REFERENCIA PARA LAS CONSTANTES HEMATOLÓGICAS

5.1. ERITROCITOS

El número de eritrocitos para los ovinos criollos de la ciudad de Cajamarca presentan un promedio de $9,7 \times 10^6/\mu\text{l}$) resultados ligeramente superiores a los de Chuquiruna (1988) ($9,27 \times 10^6/\mu\text{l}$) cuya investigación fue realizada en ovinos criollos procedentes de diferentes comunidades de la provincia de Cajamarca con un número inferior de muestras (144). En la comparación de este resultado se puede apreciar que existe diferencias numéricas, pero la diferencia estadística sería mínima, sin embargo; este resultado inferior se podría deber a la forma de extracción de la muestra, dilución, error en el montaje y/o llenado de la cámara, error en los cálculos realizados y error en el recuento, esto es afirmado por (Martínez, 2012) quien menciona que las causas de error más comunes son las antes mencionadas. También difiere con lo reportado por Partida *et al.*, (2012), con un resultado inferior $8,75 \times 10^6 /\mu\text{l}$ quien realizó la misma investigación en el Municipio de Texcoco de Mora en el Estado de México a una altitud de 2545 msnm, pero con un número inferior de muestras ($n=20$). Esta diferencia se debería a la altitud la cual produce hipoxia fisiológica esta situación también es afirmada por Guyton y Hall (2006), quien menciona que a grandes alturas sobre el nivel del mar la producción de eritropoyetina es desencadenada por hipoxia tisular o por disminución de saturación de oxígeno arterial, lo que produce un aumento o disminución en el número de eritrocitos.



5.1.1. HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA

El hematocrito y la hemoglobina presentan un promedio de 38,7% y 12,9 g/dl, Abalos *et al.*, (2017) encontraron resultados similares para el hematocrito y hemoglobina (38% y 12,10 g/dl) quienes realizaron el trabajo en la Patagonia Argentina a una altitud de 2500 msnm. Esta similitud se debería que ambos fueron realizados a alturas similares (diferencia de 250 metros de altitud) y las condiciones de presiones parciales de oxígeno son similares, considerando que a mayor altitud es menor la concentración de oxígeno produciéndose en estos animales una hipoxia fisiológica, en concordancia con lo reportado por Trompetero *et al.*, (2015), quienes manifestaron que el descenso de la presión parcial de oxígeno genera cambios en el organismo, como es incrementar las concentraciones de hemoglobina y hematocrito. Estos valores referenciales superiores en cuanto a hematocrito y hemoglobina son además sustentados por Dukes (1995), quien sostiene que la altitud geográfica conduce a un aumento de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito en diferentes animales. Además, señala que la disminución de oxígeno estimula la producción de eritropoyetina por el riñón para la producción de glóbulos rojos y transportar oxígeno a los tejidos según sus demandas, por lo tanto, a mayor número de eritrocitos mayor presencia de hemoglobina teniéndose una relación directa entre ellos.

Con respecto al estudio realizado por Chuquiruna (1988), para el hematocrito y la hemoglobina sus valores son inferiores 0,36 L/L (36%) y 12,28 g/dl. En comparación con los resultados obtenidos de otros autores, algunos de los valores obtenidos en este estudio para el hematocrito y la hemoglobina son mayores y en otros son menores, no pudiendo explicar estas diferencias pues no se informa los lugares y las altitudes donde fueron realizados.

5.1.2. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS

VCM presenta un promedio de 40,0 fl superior al trabajo reportado por Abalos *et al.*, (2017) y Chuquiruna (1988) con 35,10 fl y 39,09 fl, respectivamente; e inferior al obtenido por Partida *et al.*, (2012) con 43,21 fl.



HCM presenta un promedio 13,4 pg superior al encontrado por Abalos *et al.*, (2017) con 11,75 pg e inferior al reportado por Chuquiruna (1988) y Partida *et al.*, (2012) con 13,51 pg y 15,92, respectivamente.

CHCM presenta un promedio 33,3 % superior al trabajo reportado por Abalos *et al.*, (2017) 32,85 g/dl e inferior a los reportados por Partida *et al.*, (2012) 37,13 g/dl pg y Chuquiruna (1988) 34,66 g/dl.

Estas variaciones se pueden deber a que este trabajo se realizó en ovinos criollos alimentados con pasturas naturales y según (Jain, 1993), que uno de los factores que causa variación es raza, salud y nutrición de los animales utilizados en el estudio, también puede causar variación el método de recogida de sangre y las técnicas hematológicas empleadas. Variables fisiológicas, como la excitación de los animales, la actividad muscular, el tiempo de muestreo, la temperatura ambiente, el equilibrio del agua y la altitud, también pueden generar diferencias significativas.

5.2. LEUCOCITOS

El número de leucocitos para los ovinos criollos de Cajamarca presenta un promedio de $6,7 \times 10^3/\mu\text{l}$, resultado superior a los obtenidos por Abalos *et al.*, (2017) el cual realizó el trabajo en la Patagonia Argentina a una altitud de 2500 msnm en ovinos adultos de la raza merino con $4,31 \times 10^3/\mu\text{l}$; e inferior a los obtenidos por Partida *et al.*, (2012) con $7,92 \times 10^3/\mu\text{l}$ quien realizó la misma investigación en el Municipio de Texcoco de Mora en el Estado de México pero con un número inferior de muestras ($n=20$); difiere con lo reportado por Chuquiruna (1988) cuyo valor es inferior $4,8 \times 10^3/\mu\text{l}$.

En la fórmula leucocitaria relativa (Tabla 2) los promedios obtenidos en Neutrófilos segmentados 52%, neutrófilos abastados 5%, linfocitos 35 %, Eosinófilos 2%, Monocitos 4% y Basófilos 2%; con respecto a Chuquiruna (1988), se encontró un valor superior en nuestro trabajo, en neutrófilos 45,68%, monocitos 1,16% y basófilos 0,26%; e inferior en linfocitos 50,38%, Eosinófilos 2.65%. En estos casos los eosinófilos participan con la liberación de una serie de moléculas que mitigan los efectos de las sustancias liberadas por los



mastocitos. Son la Histaminasa, Fosfolipasa D (que inactiva el factor de agregación plaquetario), algunas prostaglandinas, etc. Aumento en el número de eosinófilos o eosinofilia es característica de las alergias (alimentarias, medicamentosas, ambientales). Puede encontrarse también en el hipoadrenocorticismo y en diversos procesos que suponen infiltrados tisulares de eosinófilos como enteritis eosinofílica, miositis eosinofílica, complejo granuloma eosinofílico (Couto, 2010). En cuanto a otros autores presenta ligeras variaciones mínimas en la fórmula leucocitaria. Abalos *et al.*, (2017) quien realizó un estudio en la raza merino Argentina presentan un número mayor para el conteo de neutrófilos.

5.3. VALORES DE REFERENCIA SEGÚN EL SEXO

Los promedios obtenidos de acuerdo al sexo en la serie roja en ovinos (*Ovis aries*) criollos en la ciudad de Cajamarca, realizada mediante la prueba de Tukey y el ANOVA muestra que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$).

Los promedios obtenidos de acuerdo al sexo en la serie blanca en ovinos (*Ovis aries*) criollos en la ciudad de Cajamarca, realizada mediante la prueba de Tukey y el ANOVA muestra que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$), tanto en la fórmula relativa como absoluta. Con respecto a las plaquetas existe diferencia significativa ($p < 0.05$), las hembras presentan mayor número de plaquetas que los machos.

5.4. VALORES DE REFERENCIA SEGÚN LA EDAD

Los promedios obtenidos de acuerdo a la edad clasificados por dientes (dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, seis dientes y ocho dientes) en la serie roja para los 150 ovinos criollos no existe diferencia significativa ($p > 0.05$).

En la serie blanca para la cuenta de neutrófilos abastados en los ovinos de dientes de leche y cuatro dientes son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Se puede deber a reacciones de miedo, excitación al cual los animales jóvenes son los más propensos a presentar esta respuesta aumentando los neutrófilos.



Se presenta neutrófilia en la sangre luego de la liberación de epinefrina, dándose una neutrófilia fisiológica, esta se desarrolla y en menos de 24 horas retorna a los valores normales según Willard *et al.*, 2004.

En el número de plaquetas existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en el grupo de dos dientes y cuatro dientes, presentando un número mayor en animales de dos dientes esto se puede deber aumento de la actividad muscular en animales jóvenes, lo que produce una trombocitosis fisiológica que estimula la movilización de estas células desde el bazo, el pulmón y otros compartimientos corporales, aumentando el número de plaquetas (Couto, 2010).



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- 6.1. Los valores de referencia ($X \pm 1,96 \text{ DE}$) en ovinos (*Ovis aries*) criollos ($n=150$), de Cajamarca son: Eritrocitos $7,7-11,8 \times 10^6/\mu\text{l}$; Hematocrito 30,8-46,5 %; Hemoglobina 10,3-15,4 g/dl; VCM 49,0 fl; HCM 10,5-16.2 pg y CHCM 31,8-34,8 %; Leucocitos $4,1-9,3 \times 10^3 /\mu\text{l}$; Neutrófilos Segmentados 33-70 %, $2-5 \times 10^3/\mu\text{l}$; Neutrófilos Abastionados 0-9%, $0-0.6 \times 10^3/\mu\text{l}$; Linfocitos 20-50%, $1-4 \times 10^3/\mu\text{l}$; Eosinófilos 0-6%, $0-0,4 \times 10^3/\mu\text{l}$; Monocitos 0-7%, $0-0.3 \times 10^3/\mu\text{l}$; Basófilos 0-4%; $0-0.3 \times 10^3/\mu\text{l}$ y Plaquetas 214-440 $\times 10^3/\mu\text{l}$.
- 6.2. Los valores de referencia, en la serie roja y blanca, no presentan diferencias significativas ($p>0.05$) a la prueba de Tukey, cuando los ovinos son clasificados por sexo. Mientras que en el número de plaquetas muestran diferencia significativa.
- 6.3. Los valores de referencia en la serie roja, no presentan diferencias significativas ($p>0.05$) a la prueba de Tukey, cuando los ovinos son clasificados por edad.
- 6.4. Existe diferencia significativa ($p<0.05$) a la prueba de Tukey, para los neutrófilos abastionados, en ovinos dientes de leche y cuatro dientes.
- 6.5. Existe diferencia significativa ($p<0.05$) a la prueba de Tukey, para Plaquetas, en ovinos de dos dientes y cuatro dientes.



CAPÍTULO VI

LISTA DE REFERENCIAS

Abalos, M. A., Gurisich, S., Esteveao, S. 2017. Perfil hematológico en ovinos adultos de raza merino de la Patagonia Argentina. Disponible en: <http://www.veterinariargentina.com/revista/2017/10/perfil-hematologico-en-ovinos-adultos-de-raza-merino-de-la-patagonia-argentina/>. (Consultado en 10 de junio de 2018).

Chuquiruna, C.S. 1989. Contribución al estudio de las constantes hematológicas del ovino criollo de la ciudad de Cajamarca. Tesis de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Pág. 17- 40.

Coronel, O.J. 2007. Manual para el manejo del ganado ovino. Lacabamba – Áncash (Perú). Pág. 2-4.

Couto, A.K. 2010. Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico en ovinos de raza “Criolla Lanada Serrana” del Planalto Serrano Catarinense – Santa Catarina, Brasil.

Cuellar, J.A., García, E., De La Cruz, H.A., Aguilar, M. 2011. Manual práctico para la cría ovina. Primera edición. Ediciones Pecuarías de México S.A. Pág. 12.

Davidson, M., Lumsden, J. 2000. Manual de Patología Clínica en Pequeños Animales. Editorial Harcourt. Limusa S.A. México. Pág. 45-46.

Días, R. I., Vilcanqui, H. 2013. Manual de Ovinos y las buenas prácticas. 1era edición. Ministerio de Agricultura. Lima (Perú). Pág. 3



Dos Anjos, S.T., Welker, A., Pires, A. 2007. Manual de patología clínica de veterinaria 3ra edición. UFSM/Departamento de Clínica de Pequenos Animais. Universidade Federal De Santa Maria (Brasil). Pág. 14

Douglas, J., Weiss, K., Wardrop, J. 2010. Schalm's Veterinary Hematology. 6° edición. United States. Editorial State Avenue, Iowa USA. Pág. 836

Dukes, H. 1995. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Editorial Edigrafos. Madrid España. Pág. 226.

Gallo, C.A. 2014. Manual de Diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario. Managua (Nicaragua). Pág. 45

Gargani, Y. 2013. Lo esencial en inmunología y hematología. 4ta edición. Editorial Elsevier España. Barcelona. Pág. 9

Guyton, A.C., Hall, J.E. 2006. Tratado de Fisiología médica. 11ava edición. editorial Elsevier. Barcelona (España). pág. 1116 – 1120.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=iv-censo-nacional-agropecuario-2012>. (Consultado en 10 de junio de 2018).

Jain, N. 1993. Essentials of Veterinary Hematology. Philadelphia. Pág. 940.

Khan, C.M. 2007. Manual Merck de veterinaria. 6ta edición. Editorial Océano. Barcelona (España). Pág. 4- 7.

Martínez, S. 2012. Manual de prácticas de laboratorio "Biometría Hemática". México. Editorial MASSON. Pág. 23.

Moraleda, J.M. 2017. Pregrado de hematología. 4ta edición. Madrid (España). Editorial Luzán 5. Pág. 21- 35; 205.



Naranjo, C.B. 2008. Atlas de Hematología de Células sanguíneas. 2da edición. Colombia. Centro de publicaciones Universidad Complutense de Madrid. Pág. 13- 16.

Núñez, O.L. 2007. Patología clínica veterinaria. 2da edición. UNAM, México DF. Pág. 26- 32

Palomino, I., Pereira, J., Palma, B. 2009. Hematología, fisiopatología y diagnóstico. Talca (Chile). Editorial Universidad de Talca. Pág. 59- 61; 107.

Partida, S.G., Pérez, U., Ramírez, B., 2012. Contribution to the study of blood parameter in Creole ewes under the conditions of the Chapingo experimental farm. Disponible en: <http://zootecnia.chapingo.mx/assets/11partida-uribe.pdf>. (Consultado en 10 de junio de 2018).

Pedreira, K.M., Schuh, A., Fernández, C., Gullace, F., Decaminada, E., Coppola, M., Miralles, M., Ghirardi, M.P., Hess, J. 2010. Perfiles hematológicos de ovinos bajo distintos sistemas productivos en Argentina. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/archivos/hospital/Perfiles-hematologicos-de-ovinos-bajo-distintos-sistemas-pro.pdf>. (Consultado en 10 de junio de 2018).

Ramos, J.M., Montenegro, J.L. 2017. Crianza del Ovino. Programa de desarrollo productivo agro rural. Lima (Perú). Pág. 6-7.

Reagan, W.J., Sanders, T.G., Denicofa, D.B. 1999. Hematología veterinaria. Atlas de especies domésticas comunes. Editorial Harcourt Brace. Pág. 29.

Rebar, A. H. 2002. Manual de hematología de perros y gatos. Editorial Multimédica S. A. Barcelona (España). Pág. 31- 118.



Ross, M.H., Pawlina, W. 2012. Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular. 6ta edición. Editorial Médica Panamericana S. A. Buenos Aires (Argentina). Pág. 268- 274

Tizard, I. 2009. Introducción a la Inmunología Veterinaria. 8va edición. Barcelona (España). Editorial Elsevier España S. L. Pág. 335- 340.

Trompetero, A. 2015. Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes alturas. Bogotá – Colombia.

Vives, J.LI., Aguilar, J.LI, 2006. Manual de técnicas de laboratorio en hematología. 3ra edición. Barcelona (España). Editorial Masson S. A. Pág. 1; 55.

Voigt, G.L. 2003. Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarios. Editorial Acribia S. A. Zaragoza (España). Pág. 28; 85-90

Willard, M., Tvedten, H., Turnwald, G. 2004. Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods. Saunder. Pág. 111.



ANEXO

ANEXO 1. RECuento DE GLóBULOS ROJOS (ERITROCITOS)

Benjamín (1990), describe el siguiente procedimiento para el recuento de eritrocitos:

Método : Método Hemocitométrico

Muestra : Sangre con anticoagulante

Reactivos : Solución de Gower a base de:

Sulfato de sodio 15,63 g

Ácido acético 41,65 ml

Agua destilada 250 ml

Material : Pipeta de Thoma, pieza de caucho, cámara de Neubauer, gradillas porta tubos.

Técnica:

1. Colocar la pieza de caucho a la pipeta cuenta glóbulos de Thoma, la que se identifica con la marca 101 por encima del bulbo.
2. Homogeneizar la muestra de sangre, aspirar suavemente la muestra de sangre hasta la marca 0.5 de la pipeta. Limpiar las paredes exteriores con papel absorbente.
3. Aspirar el diluyente (solución de Gower), hasta la marca 101. Poner la pipeta en forma horizontal y tapar la punta con el dedo antes de retirar la pieza de caucho.
4. Agitar la pipeta por lo menos dos a tres minutos con un simple movimiento de muñeca.
5. Descartar las 3 o 4 primeras gotas, limpiar el área graduada de la cámara Neubauer. Llenar el espacio comprendido entre la cámara y el cubre objetos anteriormente colocado.
6. Observar al microscopio con el objetivo de 40x, se cuentan todos los eritrocitos de 5 de los 25 cuadrados del área central.

**Cálculo:**

- ✓ Células contadas x 10 (0,1 mm de profundidad) x 5 (1/5 de mm²) x 200 (dilución 1:200).
- ✓ O la suma de las células en los 5 cuadrados pequeños por 10000= eritrocitos/ microlitro.



ANEXO 2. RECUENTO DE GLÓBULOS BLANCOS (LEUCOCITOS)

Benjamín (1990), describe el siguiente procedimiento:

Método : Método Hemocitométrico

Muestra : Sangre con anticoagulante

Reactivos : Diluyente original elaborado con:

Ácido acético glacial 1 ml

Sol. alcohólica de violeta de genciana 2,5 ml

Agua destilada..... 100 ml

Material : Pipeta de Thoma, pieza de caucho, cámara de Neubauer, gradillas porta tubos.

Técnica:

1. Colocar la pieza de caucho a la pipeta cuenta glóbulos de Thoma la que a diferencia de la utilizada para recuento de glóbulos rojos se identifica con la marca 11 por encima del bulbo.
2. Homogeneizar la sangre y llenar la pipeta hasta la marca 0.5 luego secar la parte externa y aspirar uniformemente el diluyente original hasta la marca 11, esto proporciona una dilución de 1:20.
3. Agitar por unos 3 minutos para que se mezcle bien. Se descarta 2 a 3 gotas antes de llenar la cámara contadora. Se deja por lo menos un minuto para que los eritrocitos se lisen y los leucocitos se sedimenten.
4. Con el objetivo de 10x, se cuentan las células de cada uno de los 4 cuadrados grandes de las esquinas.

Cálculo:

$$\frac{\text{celulas contadas} \times 20 \text{ (dilucion 1: 20)} \times (\text{profundidad } 0.1\text{mm})}{4(\text{número de mm}^3 \text{ contados})} = \text{leucocitos/microlitro}$$

- ✓ La suma de las células de las cuatro esquinas de los cuadros x 50 = leucocitos/ microlitro.



ANEXO 3. DOSAJE DE HEMOGLOBINA

Laboratorio Valtek (1999), describe en su guía de reactivos el siguiente procedimiento para la cuantificación de hemoglobina en sangre:

Método : Método de la cianometahemoglobina.

Fundamento : Los eritrocitos son lisados por un agente tensioactivo, liberando la hemoglobina en la solución. Esta es oxidada a metahemoglobina por el ferrocianuro, siendo esta última convertida a cianometahemoglobina por la presencia de cianuro. La absorción de la cianometahemoglobina es medida a 540 nm, siendo la intensidad de color obtenida, directamente proporcional a la hemoglobina en la sangre.

Muestra : Sangre con anticoagulante

Reactivos : Ferricianuro de potasio.....0,06 mM
 Cianuro de potasio..... 0,7mM
 Sterox-SE 1ml/L
 Buffer y estabilizadores no reactivos c.s.p.
 Estándar de hemoglobina (18 g/dl)

Material : Pipeta de capacidad de 10 a 100 μ l, espectrofotómetro, gradillas.

Técnica:

1. Colocar 3 ml de reactivo para hemoglobina para los tubos de ensayo.
2. Invertir y homogeneizar la sangre. Pipetear 12 μ l de sangre, limpiar y secar las paredes exteriores de la pipeta.
3. Introducir la pipeta en los tubos con los reactivos para hemoglobina.
4. Mesclar e incubar 3 min a temperatura ambiente. Leer las absorbancias.
5. Llevando a cero el equipo con el blanco.

Cálculos

Factor =18/ absorbancia del estándar.

Hemoglobina (g/dl) = factor x absorbancia desconocido.



ANEXO 4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN GLOBULAR AGLOMERADO (VGA)

Witwer y Bohmwald (1987), describe el siguiente método para la obtención del volumen globular aglomerado (VGA)

Método : Método del microhematocrito

Fundamento : El principio de centrifugar es el de obtener la máxima aglomeración de eritrocitos y que lo mínimo del plasma permanezca entre los eritrocitos.

Muestra : Sangre con anticoagulante

Material : Tubos capilares, centrifuga para microhematocrito, plastilina, escala de lectura.

Técnica:

1. Mezclar la sangre, llenar los tubos capilares con sangre hasta $2/3$ a $3/4$ de su capacidad.
2. Limpiar las paredes externas, sellar en un extremo del tubo con plastilina.
3. Centrifugar por 5 minutos 15,000 rpm.
4. Una vez obtenido el capilar se mide con el escalímetro especial para medir el hematocrito o VGA y obtener la lectura en porcentaje.



ANEXO 5. RECUESTO LEUCOCITARIO DIFERENCIAL RELATIVO

A. Preparación del frotis sanguíneo

Según Carr y Rodak (2010), esta técnica requiere por lo menos dos portaobjetos de vidrio limpio de 75 x 25mm. Se coloca una gota de sangre con anticoagulante EDTA de aproximadamente 3 mm en un extremo de la lámina portaobjetos y con la lámina extensora se coloca de manera segura por delante de la gota de sangre en un ángulo de 35 a 45° con respecto al otro portaobjetos, la lámina extensora se desliza hacia atrás hasta que tome contacto con la gota de sangre y se la sostiene ahí, hasta que la sangre se esparce por todo el ancho del portaobjetos. A continuación, el extensor se desliza con rapidez y suavidad hacia el otro extremo del portaobjetos que sirve como soporte para el extendido, con lo que se crea el extendido en forma de cuña. Es importante que se tome y se extienda toda la gota de sangre.

B. Tinción hemacolor

Fundamento: La tinción con Hemacolor® proporciona un resultado de tinción que corresponde a la tinción de Pappenheim, con núcleos celulares teñidos principalmente de color rojo purpúreo, cosa que está basada en la interacción molecular entre el colorante Eosina A y un complejo Azur B-ADN. Los dos colorantes forman un complejo Eosina A-Azur B-ADN, dependiendo la intensidad de la tinción resultante del contenido de Azur B y de la relación de Azur B respecto a la Eosina A. El resultado de la tinción puede ser influenciado, además, por factores como la fijación, los tiempos de tinción, el valor pH de las soluciones y las sustancia tampón. A través del uso de soluciones tampón pH 7,2, el kit de tinción Hemacolor® permite conseguir una elevada estabilidad de la tinción (Merck, 2002).

Técnica:

1. Sumergir el frotis secado al aire en la solución fijadora 5 veces por aproximadamente 1 segundo.
2. Luego sumergir 3 veces por aproximadamente 1 segundo en el reactivo de coloración de eosina.



3. Se retira el excedente con papel absorbente y se sumerge 3 veces por aproximadamente 1 segundo en el reactivo de coloración de azul de metileno.
4. Finalmente se enjuaga con agua destilada de un pH 7.2 para eliminar el exceso de tinción y dejar secar en un plano inclinado.

Observación

El frotis se observa colocando una gota de aceite de inmersión y con el objetivo 100x, el recuento diferencial incluye el conteo y la clasificación de 100 leucocitos de acuerdo a sus características morfológicas de cada uno de ellos y el informe se da en porcentaje de los diferentes tipos de leucocitos.



ANEXO 6. RECUESTO LEUCOCITARIO DIFERENCIAL ABSOLUTO

Relacionado con el número de leucocitos obtenidos en el recuento total y con el valor porcentual relativo de cada uno de los diferentes tipos de glóbulos blancos obtenido en la fórmula relativa, se puede determinar el número absoluto de cada uno de ellos por unidad de volumen de sangre (mm^3). Para demostrar el valor del recuento absoluto, se puede emplear una regla de tres simples.

$$\text{Valor Absoluto} = \frac{\text{Valor relativo} \times \text{N}^\circ \text{ de leucocitos}}{100}$$



ANEXO 7. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS

Según Voigt (2003), son los que relacionan el hematocrito, el número de eritrocitos y la concentración de hemoglobina y se calcula mediante las siguientes fórmulas.

VCM: Volumen Corpuscular Medio.

El VCM se calcula mediante la fórmula:

$$VCM = \frac{VGA(\text{números enteros}) \times 10}{\text{Recuento total de GR}(\text{millones}/\text{mm}^3)}$$

CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media:

El CHCM se calcula mediante la fórmula:

$$CHCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 100}{VGA(\text{números enteros})}$$

HCM: Hemoglobina Volumen Corpuscular Media.

El HCM se calcula mediante la fórmula:

$$HCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 10}{\text{Recuento total de GR}(\text{millones}/\text{mm}^3)}$$



ANEXO 8. RECuento DE PLAQUETAS

Campuzano (2008), es el número de trombocitos por unidad de volumen de sangre circulante.

Método : Recuento directo de plaquetas de la cámara de Neubauer.

Muestra : Sangre con anticoagulante.

Reactivos : Citrato sódico.....3,8 g
 Formalina neutra 4%..... 2,0 ml
 Azul crecil brillante..... 0,05 g
 Agua bdestilada..... 100 ml

Material : Pipeta de Thoma, pieza se caucho, cámara de Neubauer, gradillas porta tubos, papel filtro.

Técnica:

1. Lavar la pipeta del recuento de eritrocitos adecuadamente, tomar sangre hasta la marca 0,5 y llenar hasta la marca 101 con la solución diluyente; agitar de 3 a 5 minutos.
2. Colocar la cámara de Neubauer ya cargada en el interior de una caja de Petri, con papel filtro humedecido en agua para evitar la evaporación, dejar en reposo de 10 a 15 minutos.
3. Contar todas las plaquetas del campo central (25 grupos de 16 cuadrados pequeño y multiplicar por 2000).

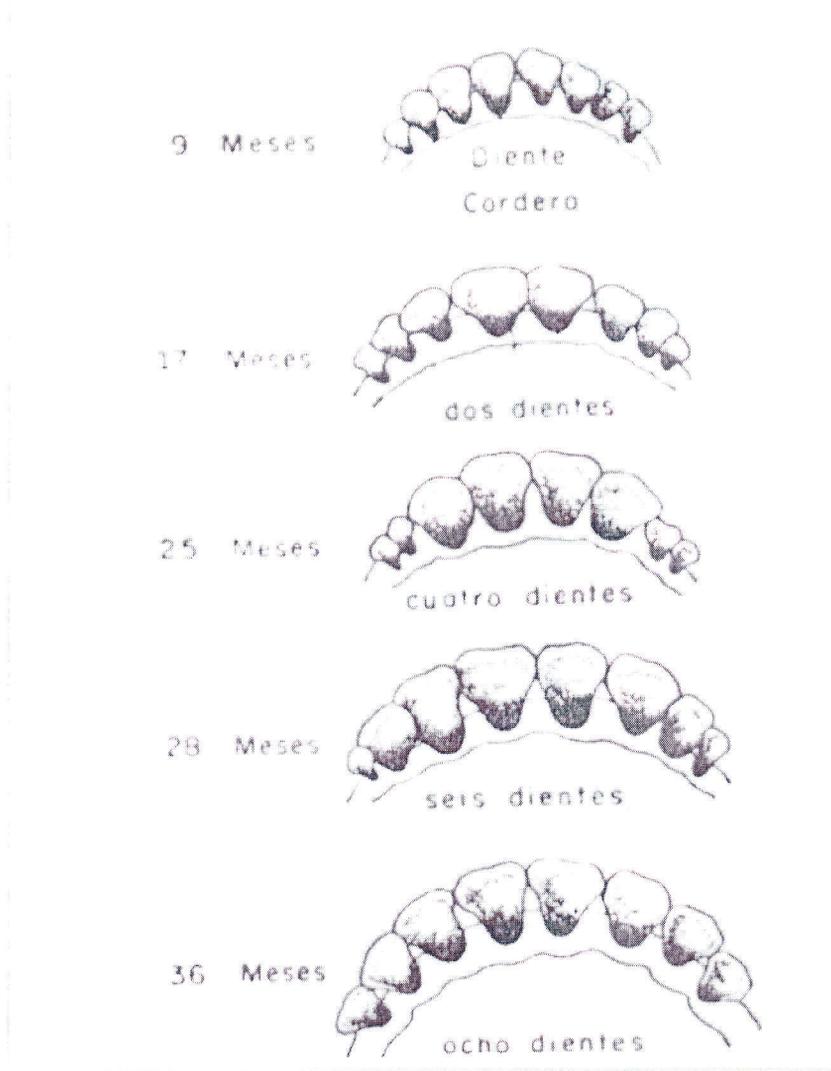
Cálculo

N° de plaquetas \times $mm^3 = N^{\circ}$ de plaquetas contadas \times dilución \times 10

Dilución: 1:100



ANEXO 9. Determinación de la edad de los ovinos de acuerdo a número de dientes.





ANEXO 10. HISTORIA CLÍNICA

HISTORIA CLÍNICA DE OVINOS CRIOLLOS

Procedencia :

Edad :

Sexo :

CONSTANTES FISIOLÓGICAS

Temperatura :

F.R. :

Condición corporal :

Pulso :

Mucosas :



ANEXO 11

Anexo 11.1: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) de los glóbulos Rojos x 10⁶

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 9,24 | 9 | 1,03 | 0,79 | 0,6256 |
| Edad | 4,1 | 4 | 1,02 | 0,79 | 0,5341 |
| Sexo | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,9242 |
| Edad*Sexo | 5,13 | 4 | 1,28 | 0,99 | 0,4168 |
| Error | 181,78 | 140 | 1,3 | | |
| Total | 191,01 | 149 | | | |

Anexo 11.2: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) de la Hemoglobina g/dl

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 12,23 | 9 | 1,36 | 0,49 | 0,8776 |
| Edad | 2,22 | 4 | 0,55 | 0,20 | 0,9376 |
| Sexo | 0,42 | 1 | 0,42 | 0,15 | 0,6984 |
| Edad*Sexo | 9,60 | 4 | 2,40 | 0,87 | 0,4836 |
| Error | 386,29 | 140 | 2,76 | | |
| Total | 398,52 | 149 | | | |

Anexo 11.3: Análisis de varianza factorial (Edad*Sexo) Hematocrito %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|-------|------|---------------|
| Modelo, | 110,20 | 9 | 12,24 | 0,49 | 0,8772 |
| Edad | 19,94 | 4 | 4,98 | 0,20 | 0,9376 |
| Sexo | 3,76 | 1 | 3,76 | 0,15 | 0,6976 |
| Edad*Sexo | 86,50 | 4 | 21,62 | 0,87 | 0,4830 |
| Error | 3475,52 | 140 | 24,83 | | |
| Total | 3585,72 | 149 | | | |

Anexo 11.4: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) de VCM fl

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|-------|---------|---------------|
| Modelo, | 251,24 | 9 | 27,92 | 0,76 | 0,6509 |
| Edad | 89,76 | 4 | 22,44 | 0,61 | 0,6539 |
| Sexo | 0,01 | 1 | 0,01 | 3,0E-04 | 0,9862 |
| Edad*Sexo | 161,47 | 4 | 40,37 | 1,10 | 0,3577 |
| Error | 5123,98 | 140 | 36,60 | | |
| Total | 5375,22 | 149 | | | |



Anexo 11.5: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) de HCM pg

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|---------|---------|---------------|
| Modelo, | 27,96 | 9 | 3,11 | 0,76 | 0,6497 |
| Edad | 9,99 | 4 | 2,50 | 0,61 | 0,6533 |
| Sexo | 1,2E-03 | 1 | 1,2E-03 | 2,9E-04 | 0,9865 |
| Edad*Sexo | 17,98 | 4 | 4,49 | 1,11 | 0,3567 |
| Error | 569,34 | 140 | 4,07 | | |
| Total | 597,30 | 149 | | | |

Anexo 11.6: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) de CHCM %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|---------|------|---------------|
| Modelo, | 4,3E-04 | 9 | 4,7E-05 | 0,78 | 0,6316 |
| Edad | 2,6E-04 | 4 | 6,4E-05 | 1,06 | 0,3777 |
| Sexo | 1,7E-05 | 1 | 1,7E-05 | 0,28 | 0,6007 |
| Edad*Sexo | 1,5E-04 | 4 | 3,8E-05 | 0,63 | 0,6399 |
| Error | 0,01 | 140 | 6,1E-05 | | |
| Total | 0,01 | 149 | | | |

Anexo 11.7: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Leucocitos x 10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 25,59 | 9 | 2,84 | 1,20 | 0,3002 |
| Edad | 11,68 | 4 | 2,92 | 1,23 | 0,3001 |
| Sexo | 6,60 | 1 | 6,60 | 2,78 | 0,0976 |
| Edad*Sexo | 7,31 | 4 | 1,83 | 0,77 | 0,5460 |
| Error | 331,92 | 140 | 2,37 | | |
| Total | 357,50 | 149 | | | |

Anexo 11.8: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Neutrófilos segmentados %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|----------|-----|--------|------|---------------|
| Modelo, | 704,93 | 9 | 78,33 | 0,79 | 0,6285 |
| Edad | 111,93 | 4 | 27,98 | 0,28 | 0,8897 |
| Sexo | 30,83 | 1 | 30,83 | 0,31 | 0,5787 |
| Edad*Sexo | 562,17 | 4 | 140,54 | 1,41 | 0,2329 |
| Error | 13928,40 | 140 | 99,49 | | |
| Total | 14633,33 | 149 | | | |



Anexo 11.9: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Neutrófilos Abastionados %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|-------|------|---------------|
| Modelo, | 119,44 | 9 | 13,27 | 2,50 | 0,0111 |
| Edad | 64,11 | 4 | 16,03 | 3,02 | 0,0201 |
| Sexo | 18,03 | 1 | 18,03 | 3,39 | 0,0676 |
| Edad*Sexo | 37,31 | 4 | 9,33 | 1,76 | 0,1412 |
| Error | 743,73 | 140 | 5,31 | | |
| Total | 863,17 | 149 | | | |

Anexo 11.10: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Linfocitos %

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|--------|------|---------------|
| Modelo. | 1044.29 | 9 | 116.03 | 1.84 | 0.0668 |
| Edad | 418.09 | 4 | 104.52 | 1.65 | 0.1642 |
| Sexo | 0.67 | 1 | 0.67 | 0.01 | 0.9183 |
| Edad*Sexo | 625.53 | 4 | 156.38 | 2.47 | 0.0471 |
| Error | 8848.40 | 140 | 63.20 | | |
| Total | 9892.69 | 149 | | | |

Anexo 11.11: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Eosinófilos %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|-------|------|---------------|
| Modelo, | 44,37 | 9 | 4,93 | 0,97 | 0,4680 |
| Edad | 29,37 | 4 | 7,34 | 1,44 | 0,2227 |
| Sexo | 10,67 | 1 | 10,67 | 2,10 | 0,1498 |
| Edad*Sexo | 4,33 | 4 | 1,08 | 0,21 | 0,9309 |
| Error | 712,00 | 140 | 5,09 | | |
| Total | 756,37 | 149 | | | |

Anexo 11.12: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Monocitos %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 8,11 | 9 | 0,90 | 0,27 | 0,9826 |
| Edad | 4,44 | 4 | 1,11 | 0,33 | 0,8586 |
| Sexo | 0,11 | 1 | 0,11 | 0,03 | 0,8593 |
| Edad*Sexo | 3,56 | 4 | 0,89 | 0,26 | 0,9012 |
| Error | 473,47 | 140 | 3,38 | | |
| Total | 481,57 | 149 | | | |



Anexo 11.13: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Basófilos %

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 16,03 | 9 | 1,78 | 0,98 | 0,4601 |
| Edad | 2,49 | 4 | 0,62 | 0,34 | 0,8488 |
| Sexo | 0,67 | 1 | 0,67 | 0,37 | 0,5459 |
| Edad*Sexo | 12,87 | 4 | 3,22 | 1,77 | 0,1386 |
| Error | 254,67 | 140 | 1,82 | | |

Anexo 11.14: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) Plaquetas x10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|-----------|-----|----------|------|---------------|
| Modelo, | 94271,47 | 9 | 10474,61 | 2,70 | 0,0064 |
| Edad | 40537,09 | 4 | 10134,27 | 2,61 | 0,0382 |
| Sexo | 28329,13 | 1 | 28329,13 | 7,29 | 0,0078 |
| Edad*Sexo | 25405,25 | 4 | 6351,31 | 1,63 | 0,1688 |
| Error | 543860,44 | 140 | 3884,72 | | |
| Total | 638131,91 | 149 | | | |

Anexo 11.15: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto Neutrófilos segmentados x10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|--------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 12,19 | 9 | 1,35 | 1,19 | 0,3063 |
| Edad | 5,49 | 4 | 1,37 | 1,21 | 0,3114 |
| Sexo | 1,14 | 1 | 1,14 | 1,00 | 0,3192 |
| Edad*Sexo | 5,56 | 4 | 1,39 | 1,22 | 0,3045 |
| Error | 159,36 | 140 | 1,14 | | |
| Total | 171,55 | 149 | | | |

Anexo 11.16: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto Neutrófilos Abastionados x10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 0,60 | 9 | 0,07 | 2,08 | 0,0348 |
| Edad | 0,32 | 4 | 0,08 | 2,47 | 0,0472 |
| Sexo | 0,17 | 1 | 0,17 | 5,16 | 0,0247 |
| Edad*Sexo | 0,12 | 4 | 0,03 | 0,93 | 0,4512 |
| Error | 4,49 | 140 | 0,03 | | |
| Total | 5,09 | 149 | | | |



Anexo 11.17: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto linfocitos x 10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|-------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 7,34 | 9 | 0,82 | 1,41 | 0,1887 |
| Edad | 2,75 | 4 | 0,69 | 1,19 | 0,3177 |
| Sexo | 0,56 | 1 | 0,56 | 0,96 | 0,3280 |
| Edad*Sexo | 4,03 | 4 | 1,01 | 1,74 | 0,1437 |
| Error | 80,85 | 140 | 0,58 | | |
| Total | 88,19 | 149 | | | |

Anexo 11.18: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto Eosinófilos x 10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|------|-----|------|------|---------------|
| Modelo, | 0,28 | 9 | 0,03 | 1,35 | 0,2174 |
| Edad | 0,16 | 4 | 0,04 | 1,76 | 0,1403 |
| Sexo | 0,07 | 1 | 0,07 | 3,15 | 0,0779 |
| Edad*Sexo | 0,05 | 4 | 0,01 | 0,49 | 0,7461 |
| Error | 3,25 | 140 | 0,02 | | |
| Total | 3,53 | 149 | | | |

Anexo 11.19: Análisis de varianza factorial de (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto monocitos x 10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|---------|------|---------------|
| Modelo, | 0,12 | 9 | 0,01 | 0,62 | 0,7774 |
| Edad | 0,04 | 4 | 0,01 | 0,49 | 0,7407 |
| Sexo | 4,1E-03 | 1 | 4,1E-03 | 0,19 | 0,6649 |
| Edad*Sexo | 0,07 | 4 | 0,02 | 0,86 | 0,4912 |
| Error | 3,04 | 140 | 0,02 | | |
| Total | 3,16 | 149 | | | |

Anexo 11.20: Análisis de varianza factorial de 5*2 (Edad * sexo) del recuento diferencia absoluto basófilos x 10³

| F,V, | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------|---------|-----|---------|------|---------------|
| Modelo, | 0,11 | 9 | 0,01 | 1,36 | 0,2141 |
| Edad | 0,02 | 4 | 3,8E-03 | 0,44 | 0,7786 |
| Sexo | 2,2E-04 | 1 | 2,2E-04 | 0,03 | 0,8738 |
| Edad*Sexo | 0,09 | 4 | 0,02 | 2,60 | 0,0386 |
| Error | 1,21 | 140 | 0,01 | | |
| Total | 1,31 | 149 | | | |



ANEXO 12. Microfotografías del trabajo de tesis.

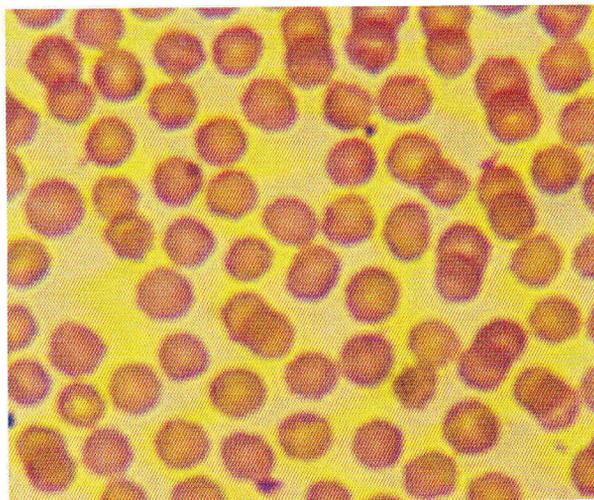


Fig. 1. Eritrocitos de ovino, forma discoidal, bicóncava, coloración rojizo – anaranjado, sin núcleo y ligera palidez central.

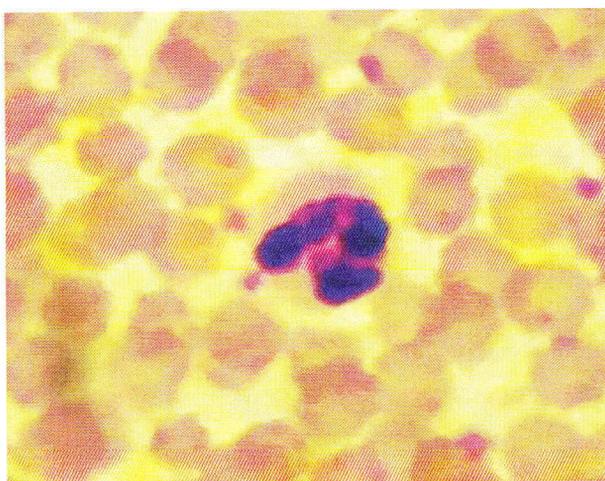


Fig. 2. Neutrófilo abastonado de ovino, núcleo en forma de bastón o herradura, sin segmentaciones, coloración azul claro.

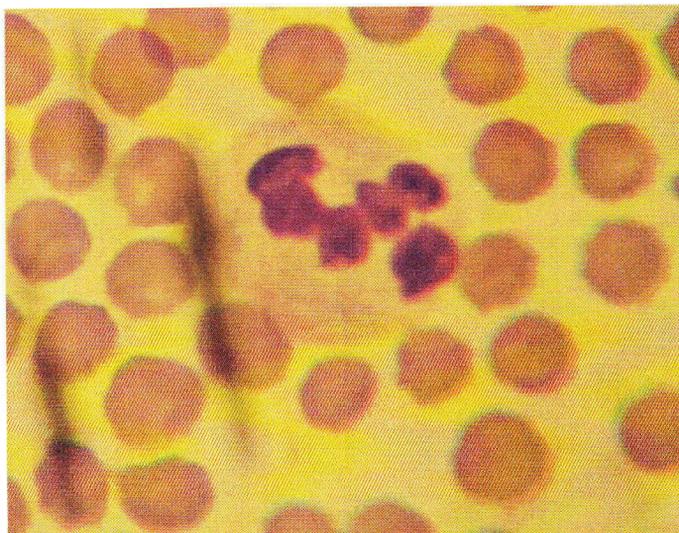


Fig. 3. Neutrófilo segmentado de ovino, coloración violáceo oscuro, redonda con múltiples segmentaciones.

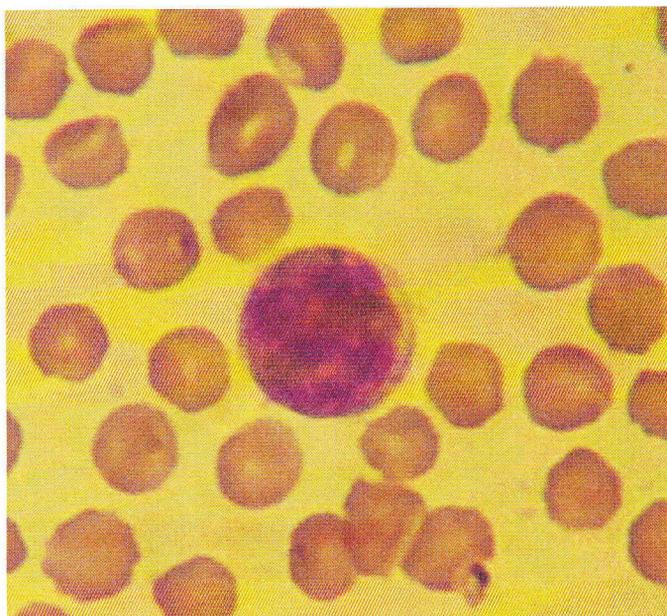


Fig. 4. Linfocito de ovino, forma redondeada, color rosa- púrpura.

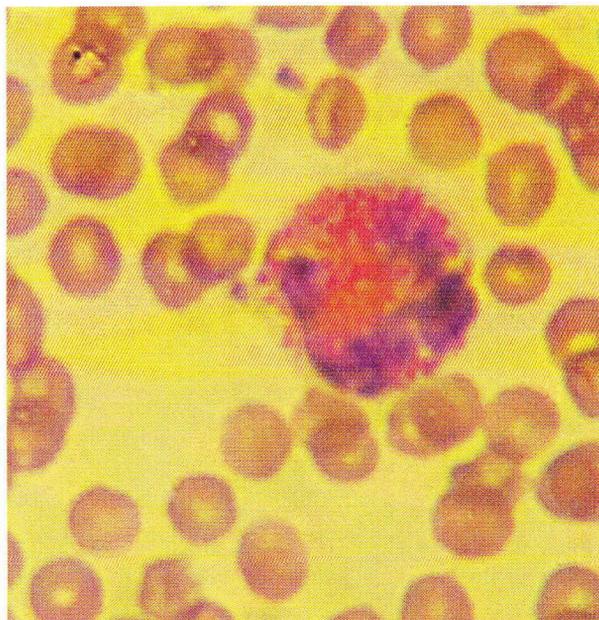


Fig. 5. Eosinófilo de ovino, presenta coloración azul pálido del citoplasma con gránulos de color rojizo-anaranjado.

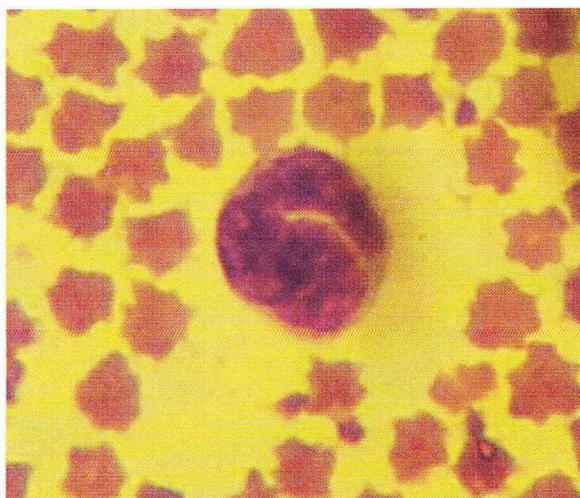


Fig. 6. Monocito, núcleo grande excéntrico, su cromatina nuclear tiene aspecto finamente granular con color azul-grisáceo.