

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria**



**TESIS**

**“Valores hematológicos referenciales  
en perros (*Canis lupus familiaris*),  
aparentemente sanos, determinados  
mediante análisis automatizado, en la  
provincia de Cajabamba, 2022”**

**Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario**

Presentada por

**Ana Karem Toribio Alvarado**

Asesor

**M.Sc. Fernando Alberto Oblitas Guayán**

**Cajamarca - Perú**

**2024**

COPYRIGHT © 2024 por  
**ANA KAREM TORIBIO ALVARADO**  
Todos los derechos reservados



Universidad  
Nacional de  
Cajamarca  
"Norte de la Universidad Peruana"

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

**1. Investigador:**

Ana karem Toribio Alvarado

DNI: 46196972

Escuela Profesional/Unidad UNC:

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

**2. Asesor:**

**M.Sc. Fernando Oblitas Guayan.**

Facultad/Unidad UNC:

Ciencias Veterinarias

**3. Grado académico o título profesional**

- Bachiller     Título Profesional     Segunda Especialidad  
 Maestro                       Doctor

**4. Tipo de Investigación:**

- Tesis     Trabajo de Investigación     Trabajo de Suficiencia Personal  
 Trabajo Académico

**5. Título de Trabajo de Investigación:**

**“VALORES HEMATOLÓGICOS REFERENCIALES EN PERROS (*Canis lupus familiaris*) APARENTEMENTE SANOS, DETERMINADOS MEDIANTE ANÁLISIS AUTOMATIZADO, EN LA PROVINCIA DE CAJABAMBA, 2022”**

**6. Fecha de Evaluación: 23 de enero del 2024**

**7. Software Antiplagio:  TURNITIN                       URKUND (ORIGINAL)\***

**8. Porcentaje de Informe de Similitud: 20 %**

**9. Código Documento: oid: 3117:311255943**

**10. Resultado de la Evaluación de Similitud:**

- APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O  
 DESAPROBADO

Fecha Emisión: 26 de enero del 2024

 <p>Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ciencias Veterinarias</p> <p><i>Wilder Quispe Urteaga</i> Dr. Wilder Quispe Urteaga Director de la Unidad de Investigación</p> <p>_____ FIRMA</p>
--



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA

Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962

UNIVERSIDAD LICENCIADA  
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 diez horas del día uno de marzo del dos mil veinticuatro, 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 Tesis titulada: **“VALORES HEMATOLÓGICOS REFERENCIALES EN PERROS (*Canis lupus familiaris*) APARENTEMENTE SANOS, MEDIANTE ANÁLISIS AUTOMATIZADO, EN LA PROVINCIA DE CAJABAMBA, 2022”**, asesorada por el docente: **M.Sc. Fernando Alberto Oblitas Guayán** y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **ANA KAREM TORIBIO ALVARADO**.

Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó al 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 Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las once horas y veintitrés minutos del mismo día, el presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

Dr. PEDRO LUIS ORTIZ OBLITAS  
PRESIDENTE

Dr. RODOLFO GUSTAVO GAMARRA RAMÍREZ  
SECRETARIO

Dr. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA  
VOCAL

M. Sc. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mi padre que está en el cielo. Gracias por ser como fuiste, porque tu presencia y persona me ayudaron a forjar la persona que soy ahora.

A mi madre, por el apoyo incondicional. Por sentirte orgullosa de cada uno de mis pequeños logros, como cuando aprendí a caminar.

A mi esposo e hija por llenar de amor y ternura cada día de mi vida.

A mis hermanos, por ser mi mejor ejemplo a seguir. Atesoro en mi memoria y corazón cada consejo, palabras de aliento y todo su apoyo.

**Ana Karem**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por inspirarme a realizar este proyecto en mi querida Cajabamba, y por abrirme los caminos necesarios para poder concluirla.

Al M.Sc. Fernando Oblitas, por ser una inspiración para todos los estudiantes y un amigo sincero que siempre me prestó su apoyo desinteresadamente.

A mis profesores quienes, con su exigencia y enseñanzas, han motivado mis sueños, acompañándome a recorrer este camino.

**Ana Karem**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación: .....	3
1.2. Bases Teóricas .....	8
CAPÍTULO II.....	31
MARCO METODOLÓGICO .....	31
2.1. Ubicación Geográfica.....	31
2.2. Diseño de la Investigación.....	32
2.3. Métodos de Investigación.....	34
2.4. Población, muestra y unidad de análisis.....	34
2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	34
2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	34
2.7. Equipos y materiales.....	35
CAPÍTULO III.....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1. Presentación de Resultados .....	36
3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	37
CAPÍTULO IV .....	41
CONCLUSIONES .....	41

CAPÍTULO V .....	42
SUGERENCIAS .....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXO 1 .....	47
ANEXO 2 .....	49
ANEXO 3 .....	52
ANEXO 4 .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores de referencia internacionales para perros adultos clínicamente sanos.....	25
<b>Tabla 2.</b> Valores hematológicos de referencia ( $X \pm 1,96$ DE) para la serie roja en 120 caninos mestizos de la ciudad de Cajamarca - 2012.....	26
<b>Tabla 3.</b> Valores de hematológicos de referencia ( $X \pm 1,96$ DE) para la serie blanca en 120 caninos mestizos de la ciudad de Cajamarca – 2012 .....	26
<b>Tabla 4.</b> Valores hematológicos de referencia en perros ( <i>Canis lupus familiaris</i> ), aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba (n = 106).....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Composición aproximada de la sangre de un perro .....	9
--	---

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar los valores hematológicos de referencia en perros (*Canis lupus familiaris*) aparentemente sanos, mediante análisis automatizado. Se realizó en la provincia de Cajabamba, Departamento de Cajamarca-Perú - 2022. En el estudio participaron 106 perros de diferentes edades y de ambos sexos a los cuales se les extrajo una muestra de sangre que fue analizada mediante el equipo automatizado VH-30®. Los valores de referencia (n=106) fueron: Recuento de eritrocitos de  $4,10-7,66 \times 10^{12}/L$ , hemoglobina de 11,02-21,26 g/dL, hematocrito de 24,16-51,91%, VCM de 61,45-76,6 fL, HCM de 24,52-30,32 pg, CHCM de 35,7-42,9 g/dL, recuento de leucocitos de  $6,09-18,02 \times 10^9/L$ , linfocitos de  $0,22-4,14 \times 10^9/L$  de valor absoluto y 1,52-42,60 % de valor relativo, monocitos de  $0,54-2,65 \times 10^9/L$  de valor absoluto y 7,16-22,32 % de valor relativo, neutrófilos de  $2,66-12,08 \times 10^9/L$  de valor absoluto y 42,60-88,82 % de valor relativo, y recuento de plaquetas de  $73,5-452,75 \times 10^9/L$ .

**Palabras clave:** hematología, perros, análisis automatizado, valores referenciales, Cajabamba.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the reference hematological values in apparently healthy dogs (*Canis lupus familiaris*), using automated analysis. It was carried out in the province of Cajabamba, in the department of Cajamarca-Peru. 106 dogs of different ages and both sexes participated in the study, from which a blood sample was extracted and analyzed using the VH-30® automated equipment. The reference values (n=106) were: Erythrocyte count of  $4.10-7.66 \times 10^{12}/L$ , hemoglobin of 11.02-21.26 g/dL, hematocrit of 24.16-51.91%. , MCV 61.45-76.6 fL, HCM 24.52-30.32 pg, MCHC 35.7-42.9 g/dL, leukocyte count  $6.09-18.02 \times 10^9/ L$ , lymphocytes of  $0.22-4.14 \times 10^9/L$  absolute value and 1.52-42.60% relative value, monocytes of  $0.54-2.65 \times 10^9/L$  absolute value and 7, 16-22.32% relative value, neutrophils of  $2.66-12.08 \times 10^9/L$  absolute value and 42.60-88.82% relative value, and platelet count of  $73.5-452, 75 \times 10^9/L$ .

**Keywords:** hematology, dogs, automated analysis, referential values, Cajabamba.

## INTRODUCCIÓN

La salud de los animales domésticos representa un papel importante en el bienestar de las familias y la sociedad en general. Los perros forman parte de la mayoría de hogares en nuestra comunidad, por lo que su salud requiere siempre de un diagnóstico preciso y oportuno, que depende a menudo de análisis hematológicos para evaluar su estado de salud.

El estudio de los valores hematológicos; que incluye el recuento de glóbulos rojos, blancos, plaquetas e índices eritrocitarios, se realiza en muchas situaciones; ya sea en animales sanos, enfermos o pacientes geriátricos, para la búsqueda de enfermedades subclínicas, evaluar riesgos quirúrgicos, confirmar algún diagnóstico presuntivo, entre otros. Los resultados obtenidos en estos estudios, en combinación con otras técnicas de diagnóstico ayudan a llegar a un diagnóstico preciso (1, 2). Sin embargo, para que estos resultados sean efectivos, es de suma importancia contar con valores de referencia específicos y actualizados para cada lugar; ya que se sabe que estos valores varían dependiendo de factores como la altitud geográfica, el instrumento de medición, métodos o reactivos, o la especie, raza, edad y sexo del animal, etc. (3). Por esta razón, se establecen rangos o intervalos de referencia, que se usan para determinar si una prueba es normal o no. Sin embargo, estos son subóptimos, ya que es necesario establecer intervalos específicos a causa de los factores que causan variación en los valores hematológicos para cada caso (3).

Existen valores de referencia usados internacionalmente para perros adultos sanos (4, 5), que poseen variaciones a causa de los instrumentos y métodos utilizados, además de otros factores. En el Perú, existen estudios que han tenido como objetivo determinar los valores hematológicos de perros bajo diferentes condiciones. En la región de

Cajamarca, el último estudio se realizó en el año 2012 en la provincia de Cajamarca (6), y no existe reporte de algún estudio de este tipo en la provincia de Cajabamba. Lo que dificulta una interpretación precisa de los resultados de laboratorio obtenidos en esta ciudad.

Hasta la fecha, la ausencia de datos de valores hematológicos de referencia locales para perros representa una importante limitación para los médicos veterinarios de la ciudad de Cajabamba. Además, teniendo en cuenta que la población canina es bastante diversa en términos de edad, raza o tamaño, se plantea la cuestión de que estos factores podrían influir en los resultados de los valores hematológicos, lo que requiere una investigación detallada.

En este contexto, esta investigación busca abordar esta brecha y contribuir significativamente al avance de la atención en la clínica veterinaria de la región. A través del objetivo de determinar los valores hematológicos de referencia en perros aparentemente sanos mediante análisis automatizado en la provincia de Cajabamba, se busca proveer una herramienta valiosa para el uso de los profesionales veterinarios.

Este estudio se centra en la recopilación de datos, el análisis estadístico de los mismos y el establecimiento de parámetros de referencia que sirvan como base para mejorar la atención veterinaria en la provincia de Cajabamba, garantizando la salud y bienestar de las mascotas.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes de la investigación:

#### 1.1.1. Internacionales

En 2010, se realizó un estudio con el objetivo de determinar los valores hematológicos de referencia en perros adultos (entre 1 a 6 años) sanos de la ciudad de Asunción en Paraguay. Para ello, se tomaron muestras de sangre de 100 perros y se analizaron mediante el método manual. Los valores de referencia fueron: número de eritrocitos ( $4,3 - 7,1 \times 10^6/\mu\text{L}$ ), hemoglobina ( $9,2 - 15,6 \text{ g/dL}$ ), hematocrito ( $28,2 - 48,2 \%$ ), VCM ( $63 - 71 \text{ fL}$ ), CHCM ( $30 - 35 \text{ g/dL}$ ), HCM ( $20 - 23 \text{ pg}$ ), número de leucocitos ( $7,8 - 12,5 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), neutrófilos segmentados ( $62 - 86\%$ ), ( $5,7 - 9,3 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), neutrófilos en banda ( $0 - 2\%$ ), ( $0 - 231 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), eosinófilos ( $0 - 5 \%$ ), ( $0 - 0,56 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), linfocitos ( $11 - 29\%$ ), ( $1 - 3 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), monocitos ( $0 - 7,6\%$ ), ( $0 - 0,4 \times 10^3/\mu\text{L}$ ) (7).

Así mismo en Colombia en 2012, se desarrolló un estudio para determinar los valores de referencia del hemograma de perros entre 1 y 6 años de edad clínicamente sanos de la ciudad de Medellín. Para el estudio se recopiló la información de los hemogramas realizados a los perros que asistieron a consulta en el hospital veterinario de la Universidad de Antioquía durante los años 2002 a 2009. El número de hemogramas analizados fueron 97. Los hemogramas fueron realizados mediante el método automatizado, con el equipo Abacus Jr. Vet. Los resultados fueron los siguientes: recuento de eritrocitos de  $5,27 - 9,12 \times$

$10^{12}/L$ , hemoglobina de 13,46 – 22,31 g/dL, hematocrito de 40,01 – 65,6 %, VCM de 62 – 82,3 fL, HCM de 21,3 – 28,2 pg, CHCM de 31,2 – 37,5 g/dL, recuento de leucocitos de 6,4 – 23,7 x  $10^9/L$ , linfocitos de 0,4 – 5,3  $10^9/L$  y 3,4 – 47,9%, monocitos de 0,1 – 1,6 x  $10^9/L$  y 0,31 – 10%, neutrófilos de 4,5 – 19,9 x  $10^9/L$  y 49,1 – 92,5%; y recuento de plaquetas de 144,4 – 523 x  $10^9/L$  (8).

En Ecuador se desarrolló un trabajo de investigación en 2017, con la finalidad de determinar los valores de hemograma de referencia en perros machos en condiciones de altitud (2550 msnm). Se tomaron muestras de sangre de 100 perros clínicamente sanos, y se analizaron mediante el equipo automatizado Rayto RT-7600®. Los resultados fueron los siguientes: recuento de eritrocitos de 5,05 – 8,68 x  $10^{12}/L$ , hemoglobina de 13 – 20,68 g/dL, hematocrito de 35,2 – 62,9 %, VCM de 64,78 – 76,26 fL, HCM de 20,66 – 25,14 pg, CHCM de 30,6 – 34,3 g/dL, recuento de leucocitos de 5,73 – 19,37 x  $10^9/L$ , linfocitos de 0,3 – 7,10 x  $10^9/L$  y 2,4 – 42,8 %, monocitos de 0,25 – 1,97 x  $10^9/L$  y 3,35 – 14,37 %, neutrófilos de 2,5 – 15,33 x  $10^9/L$  y 42,9 – 92,9%; y recuento de plaquetas de 137,3 – 583,1 x  $10^9/L$ . Se determinó que el rango más amplio que los estándares internacionales en el caso de la fórmula leucocitaria, pudo ser atribuido al estrés al momento de la toma de la muestra; mientras que, en la fórmula eritrocitaria los rangos mayores se debieron a la condición de altitud geográfica (9).

Otro estudio realizado en Uruguay en 2019, tuvo como objetivo establecer los valores hematológicos de referencia en perros adultos clínicamente sanos, además de la influencia del sexo y edad sobre los parámetros analizados. Se tomaron muestras de sangre de 170 perros clínicamente sanos, y fueron analizadas mediante el equipo automatizado Mythic 18-Vet®. Los resultados fueron los siguientes: recuento de eritrocitos de  $5,16 - 9,94 \times 10^{12}/L$ , hemoglobina de  $12,9 - 22,61 \text{ g/dL}$ , hematocrito de  $35,61 - 69,85 \%$ , VCM de  $60,6 - 79,4 \text{ fL}$ , HCM de  $19,58 - 27,81 \text{ pg}$ , CHCM de  $28,07 - 39,7 \text{ g/dL}$ , recuento de leucocitos de  $4,94 - 16,7 \times 10^9/L$ , linfocitos de  $0,35 - 5,13 \times 10^9/L$  y  $7,08 - 44,1 \%$ , monocitos de  $0 - 0,9 \times 10^9/L$  y  $0 - 7,99 \%$ , neutrófilos de  $2,34 - 11,93 \times 10^9/L$  y  $45,83 - 84,2\%$  y recuento de plaquetas de  $63 - 436 \times 10^9/L$  (10).

### **1.1.2. Nacionales**

Una investigación realizada en la ciudad de Lambayeque en 2019, tuvo como objetivo determinar la influencia de la raza y el sexo sobre los valores hematológicos en perros clínicamente sanos. Para ello se tomaron muestras de sangre de 140 perros clínicamente sanos, las cuales fueron analizadas mediante el método manual con el uso de la cámara de Neubauer. Los resultados del análisis hematológico fueron los siguientes: recuento de eritrocitos de  $6,97 \times 10^{12}/L$ , hemoglobina de  $14,64 \text{ g/dL}$ , hematocrito de  $44,44 \%$ , recuento de leucocitos de  $11,07 \times 10^9/L$ , linfocitos de  $2,73 \times 10^9/L$ , monocitos de  $0,34 \times 10^9/L$ , neutrófilos de  $4,6 \times 10^9/L$  y recuento de plaquetas de  $266,7 \times 10^9/L$  (11).

En 2021, una investigación tuvo como objetivo determinar el perfil hematológico en perros de diferentes pisos altitudinales en Arequipa, Camaná y Puno, mediante análisis automatizado de 30 muestras de sangre con el equipo VET SCAN HM5 ®. Se concluyó que, a mayor altitud, varían significativamente los valores de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito y HCM; por otro lado, los valores de la serie blanca, VCM, CHCM, RDW y serie plaquetaria, no mostraron variación (12).

Un estudio llevado a cabo en la ciudad de Trujillo en 2022, tuvo como objetivo determinar los valores hematológicos de perros geriátricos. Para ello se tomaron las muestras de 78 perros mayores a 7 años clínicamente sanos. Las muestras de sangre se analizaron mediante el analizador automatizado Hemaray 51-Vet ®. Se encontraron diferencias significativas entre las variables del conteo de eritrocitos, hemoglobina y HCM, que fueron menores, en comparación con los valores de referencia para perros adultos reportados por la bibliografía. Con respecto a la serie blanca; los leucocitos totales, neutrófilos segmentados, eosinófilos y linfocitos fueron menores a los valores de referencia para adultos; mientras que, los valores de monocitos, neutrófilos abastados y basófilos fueron mayores y significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) (13).

Otro estudio realizado en tres distritos de la ciudad de Andahuaylas en 2022, tuvo como objetivo establecer valores hematológicos en perros mestizos. Para ello, se tomaron muestras de sangre de 180 perros aparentemente sanos categorizados según su sexo y edad, y fueron analizadas mediante el equipo automatizado Wondcon WNL420 Plus

Vet ®. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas según el sexo ( $p>0,01$ ), pero sí hubo diferencias significativas según la edad de los perros ( $p<0,01$ ) en los valores de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, linfocitos, monocitos y plaquetas (14).

### **1.1.3. Regionales**

En Cajamarca una investigación realizada en 2012, tuvo como objetivo determinar los valores hematológicos de referencia en perros además de la influencia del sexo y edad de los animales. Se tomaron muestras sanguíneas de 120 perros sanos divididos por grupos según sexo y edad. Las muestras fueron analizadas mediante técnicas manuales. Los resultados fueron los siguientes: recuento de eritrocitos de  $5 - 8,6 \times 10^{12}/L$ , hemoglobina de  $14,5 - 23,5 \text{ g/dL}$ , hematocrito de  $40 - 58 \%$ , VCM de  $59,7 - 85,9 \text{ fL}$ , HCM de  $21,4 - 34,8 \text{ pg}$ , CHCM de  $31,1 - 46,3 \text{ g/dL}$ , recuento de leucocitos de  $6,4 - 11,2 \times 10^9/L$ , linfocitos de  $1,6 - 3,2 \times 10^9/L$  y  $23 - 32 \%$ , monocitos de  $0 - 0,3 \times 10^9/L$  y  $0 - 3 \%$ , neutrófilos de  $4,3 - 7,5 \times 10^9/L$  y  $62,71\%$ ; y recuento de plaquetas de  $130 - 200 \times 10^9/L$  (6).

## 1.2. Bases Teóricas

### 1.2.1. Canino

El perro (*Canis lupus familiaris*) es el primer animal en ser domesticado. Durante la glaciación de Würm (100 000 a 10 000 aC.) se separó genéticamente del lobo (*Canis lupus*) y acompañó al hombre (15). Según la Federación Cinológica Internacional (F.C.I.), se reconocen en forma oficial a 341 razas caninas a nivel mundial. Clasificándolos en 10 grupos según sus características morfológicas (16).

#### 1.2.1.1. Clasificación taxonómica

- **Clase:** Mammalia
- **Subclase:** Theria
- **Infraclase:** Eutheria
- **Orden:** Carnívora
- **Suborden:** Caniformia
- **Familia:** Canidae
- **Subfamilia:** Caninae
- **Género:** *Canis*
- **Especie:** *lupus*
- **Subespecie:** *Canis lupus familiaris*

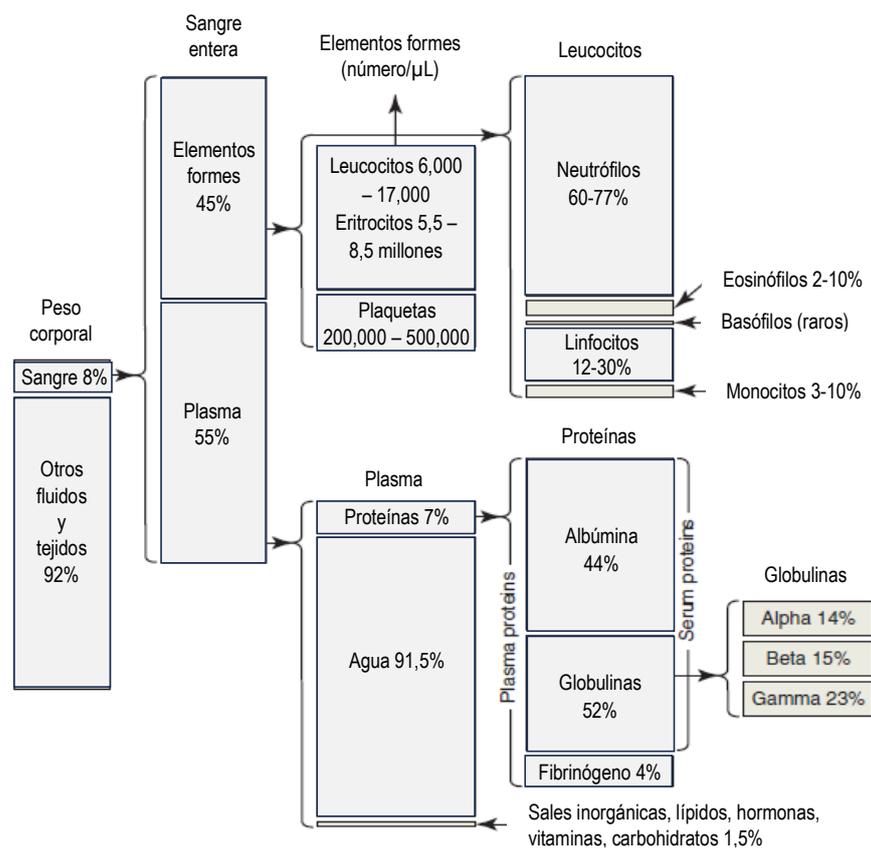
Miller y Tupper (17).

### 1.2.2. Hematología

#### 1.2.2.1. Sangre y plasma sanguíneo

La sangre está compuesta por células (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) que circulan dentro de un medio líquido denominado plasma. Los eritrocitos son las células más abundantes, con varios millones por microlitro de sangre, representando entre un cuarto y la mitad del volumen total, medido mediante la determinación del hematocrito. Las

plaquetas son la siguiente célula más numerosa, con  $100 \times 10^3/\mu\text{L}$ . Los recuentos de leucocitos son más bajos, con medias de  $5 \text{ a } 20 \times 10^3/\mu\text{L}$  (18). En relación a su peso corporal, la sangre representa del 8 al 9% del peso en los perros, y en animales jóvenes puede ser mayor al 10% (19). El plasma está constituido principalmente por agua, proteínas plasmáticas, aproximadamente de 6 a 8 g/dL, y de 1,5 a 2 g/dL de sales inorgánicas, lípidos, carbohidratos, hormonas y vitaminas (18).



**Figura 1.** Composición aproximada de la sangre de un perro. (18).

### 1.2.2.2. Células sanguíneas

#### - **Hematíes, eritrocitos o glóbulos rojos**

En los mamíferos, los eritrocitos no poseen núcleo y tienen forma de discos bicóncavos, lo que les produce una palidez central. Esta característica está más pronunciada en perros, quienes poseen eritrocitos más grandes (19). Poseen tres funciones principales: Transporte de oxígeno ( $O_2$ ) a los tejidos, transporte de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) a los pulmones y amortiguación de los iones de hidrógeno ( $H^+$ ) (20).

- ***Hemoglobina***

La presencia de hemoglobina dentro de los glóbulos rojos aumenta la capacidad de transporte de  $O_2$  de la sangre en más de 50 veces la del plasma sin eritrocitos. El contenido de  $O_2$  en la sangre depende del contenido de hemoglobina, de la presión parcial de oxígeno disuelto ( $PO_2$ ) y la afinidad de la hemoglobina por el  $O_2$  (20).

#### - **Leucocitos o glóbulos blancos**

En los mamíferos los leucocitos o glóbulos blancos se clasifican como polimormonucleares (PMN) o mononucleares. Los PMN tienen núcleos condensados y segmentados, denominándose también granulocitos porque contienen una gran cantidad de gránulos citoplasmáticos. Los granulocitos son de tres tipos: Neutrófilos, eosinófilos y basófilos, llamados así por la característica de tinción de sus gránulos. Los linfocitos mononucleares se clasifican como linfocitos o monocitos, estas células no carecen de gránulos, sino que

tienen un número menor de gránulos en el citoplasma (21). El recuento total de glóbulos blancos varía según la especie (19).

Los neutrófilos y los linfocitos son los tipos de leucocitos más abundantes en la sangre de los mamíferos sanos. En el caso del perro hay más neutrófilos que linfocitos. El número de monocitos, eosinófilos y basófilos es bajo en mamíferos, pudiendo no encontrarse en perros y gatos sanos (21). Las concentraciones de neutrófilos y linfocitos varían con la edad después del nacimiento (19).

- **Polimorfonucleares o granulocitos**

- *Neutrófilos*

Después de ser liberados de la médula ósea, están presentes en la sangre por un periodo de 5 a 10 horas antes de ingresar a los tejidos. Aquellos que permanecen en la sangre sufrirán apoptosis. Son esenciales en la defensa contra microorganismos, principalmente bacterias. Para ser efectivos, reconocen señales inflamatorias, salen de la sangre, migran hacia los tejidos en busca de los microorganismos y luego los neutralizan (21).

- *Eosinófilos*

La vida media de los eosinófilos varía de 8 a 18 horas. Pueden permanecer durante semanas o meses en los tejidos, a menos que migren hacia las vías respiratorias o el tracto gastrointestinal. La mayoría de los eosinófilos tisulares se encuentran en la mucosa gastrointestinal. Poseen menos capacidad fagocítica que los neutrófilos, y proporcionan una defensa deficiente frente a agentes bacterianos o virales. Además, son un componente

importante en la respuesta contra las infecciones por helmintos y trematodes, y es responsable de la patogenia de las reacciones alérgicas de hipersensibilidad tipo 1. Los eosinófilos activados pueden generar mediadores de inflamación, que resultan en lesiones tisulares (19, 21).

- *Basófilos*

La vida media de los basófilos es de 2 a 3 días, llegando a sobrevivir no más de unos pocos días en los tejidos. Generalmente, se encuentran en bajas cantidades en la sangre y contienen la mayor parte de la histamina medida en la sangre. Son reclutados de la sangre a los sitios de inflamación después de la exposición a alérgenos, helmintos y ectoparásitos. Agentes extraños (físicos o químicos) inducen la degranulación de los basófilos, ocasionando la expulsión del material extraño (19, 21).

- **Mononucleares o agranulocitos**

- *Linfocitos*

La mayoría de los linfocitos se encuentran dentro de los órganos linfoides (ganglios o nódulos linfáticos, timo, bazo, médula ósea), y sólo el 5% de ellos circulan en la sangre. Dependiendo de la especie y la variabilidad individual, entre el 50 y 75% de los linfocitos sanguíneos son linfocitos T y entre el 10 a 40% son linfocitos B. Los linfocitos NK representan alrededor del 5 a 10% de linfocitos circulantes. Los linfocitos circulan por un corto tiempo en la sangre (aproximadamente 30 minutos) y regresan a la sangre a través de tejidos linfoides. La mayoría proviene de

órganos linfoides periféricos (principalmente ganglios o nódulos linfáticos) (19, 21).

Los linfocitos T son en gran parte responsables de la inmunidad celular, estando implicados en la regulación inmunitaria, la citotoxicidad, hipersensibilidad de tipo retardado y las reacciones de injerto contra huésped, además del control de la hematopoyesis. Para ello, generan gran cantidad de citocinas con diversas actividades biológicas (19, 21).

Los linfocitos B, se encargan principalmente de la inmunidad humoral; sin embargo, la producción de inmunoglobulinas también requiere de la participación de los linfocitos T, células dendríticas y macrófagos (21).

Las células NK aparecen como linfocitos granulares en la mayoría de las especies. No tienen receptores de antígenos en su superficie, como sí los tienen los linfocitos T y B. Las células NK poseen receptores para moléculas MCH-I que están presentes en la superficie de las células normales, y un receptor NKG2D que reconoce varias proteínas (MICA y MICB) que se expresan en células anormales. La destrucción de las células diana por parte de las células NK se desencadena si estas expresan MICA o MICB, como en el caso de células tumorales o aquellas infectadas por virus. Las células NK pueden destruir células con anticuerpos en su superficie mediante un proceso llamado citotoxicidad celular. Además, secretan una serie de citocinas (incluyendo TNF

e IFN- $\gamma$ ) y quimiocinas que reclutan y activan otras células hematopoyéticas en el lugar de la inflamación (21).

o *Monocitos*

Los monocitos tienen una vida media de 0,5 a 3 días. Se convierten en macrófagos y células dendríticas en los tejidos, en donde sobreviven hasta por 3 meses. Las células dendríticas sobreviven entre 10 a 14 días en los órganos linfoides; mientras que, en la piel, en donde son llamadas células de Langerhans, sobreviven durante más de un año (21).

Los monocitos y su progenie (macrófagos y células dendríticas) tienen tres funciones principales: fagocitosis, presentación de antígenos a los linfocitos T e inmunomodulación asociada con la producción de citoquinas (21). La mayor parte de los macrófagos tisulares tienen su origen en los monocitos circulantes, éstos incrementan su tamaño entre 5 a 10 veces, aumentando su capacidad fagocítica. Los macrófagos son más lentos y menos potentes frente a bacterias, pero más activos frente a infecciones micóticas y virales que los neutrófilos. Otras funciones de los macrófagos son la destrucción de células cancerígenas luego de la sensibilización de linfocitos T, la síntesis de interleucinas, componentes del complemento, interferón, y eliminan los glóbulos rojos deteriorados (19).

### - **Plaquetas**

Las plaquetas o trombocitos son fragmentos celulares sin núcleo, de tamaño pequeño, de forma oval, formados a partir de cilindros de citoplasma de los megacariocitos. Poseen una vida media de 5 a 10 días y su recuento varía de acuerdo a la especie. Su almacenamiento se produce en el bazo (1/3 del total) y son liberadas tras un estímulo  $\alpha$ -adrenérgico, como el que sucede en la actividad física. Poseen tres funciones en la hemostasia: La formación del tapón plaquetario en el lugar de la lesión vascular, la exposición de fosfolípidos sobre la superficie de las plaquetas conlleva a que se unan factores de coagulación próximos, lo que conlleva a la aceleración de la coagulación; y colaboran con el mantenimiento de la integridad vascular normal (19).

#### **1.2.3. Estudio de valores hematológicos**

El análisis de los valores hematológicos en el laboratorio se lleva a cabo por varias razones, ya sea en animales clínicamente sanos, en pacientes geriátricos, para la búsqueda de enfermedades subclínicas o para identificar condiciones que podrían convertir a un animal en un riesgo anestésico o quirúrgico; además, pueden ayudar a confirmar un diagnóstico presuntivo, o para formular un pronóstico y/o controlar la respuesta o progresión de una enfermedad (1). Los resultados de hematología, combinados con la historia clínica, el examen físico y otros hallazgos de laboratorio ayudan a llegar a un diagnóstico preciso. Además, pueden servir para indicar el curso de un tratamiento o la identificación de organismo infeccioso (2).

Existen 4 metodologías básicas que se pueden utilizar para generar datos para un hemograma completo: Métodos manuales, análisis cuantitativo de la capa leucocitaria, análisis de impedancia automatizado y análisis de citometría de flujo. Existiendo factores que influyen en la elección de estas frente a otras, como son: las capacidades técnicas en la práctica veterinaria, la población de pacientes atendidos, las pruebas requeridas, la disponibilidad de servicios de laboratorio de referencia. El uso de tecnología más avanzada tiene la ventaja de proporcionar la mejor información posible; sin embargo, esto no excluye de que las tecnologías más antiguas proporcionen información valiosa (22).

Para el recuento de células sanguíneas se requiere que la sangre no se encuentre coagulada, ya que, cualquier coágulo visible en la muestra alteraría el recuento de glóbulos blancos o plaquetas, además de obstruir los instrumentos. El mejor anticoagulante para preservar la sangre es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), presente en los tubos de extracción de sangre comerciales al vacío (23).

#### **1.2.3.1. Métodos tradicionales de estudio de los glóbulos rojos**

Los parámetros tradicionales para la medición de eritrocitos son: la concentración de hemoglobina, el hematocrito y el recuento eritrocitario. El volumen corpuscular medio (VCM) se calcula al dividir el hematocrito entre el recuento de glóbulos rojos, la hemoglobina corpuscular media (HCM), al dividir la concentración de hemoglobina entre el recuento de glóbulos rojos, y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) al dividir la concentración de hemoglobina entre el hematocrito.

Actualmente, los contadores automatizados de células miden directamente el recuento de glóbulos rojos, el volumen de eritrocitos y la concentración de hemoglobina; el VCM se obtiene al analizar el histograma de eritrocitos (24).

- **Recuento de glóbulos rojos**

Un recuento de eritrocitos preciso permite un cálculo correcto del volumen corpuscular medio (VCM) y la hemoglobina corpuscular media (HCM). La medición manual del recuento de eritrocitos es imprecisa y demora mucho tiempo, por lo que se ha vuelto obsoleta cuando se dispone de un analizador automático (25).

- **Hemoglobinometría**

La concentración de hemoglobina (Hb) se puede calcular por la medición de su color, su poder de combinación con el oxígeno o dióxido de carbono, y por su contenido de hierro. Dos son los métodos habituales para la medición de la concentración de hemoglobina: El método del cianuro de hemoglobina (HiCN, cianmetahemoglobina), y el método de oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>) (25).

- **Método de cianmetahemoglobina**

El método consiste en la dilución de la muestra de sangre en una solución con cianuro y ferrocianuro potásicos. El resultado de la solución (HiCN) es medido mediante espectrofotometría (25).

- **Método de la oxihemoglobina**

Este método es mucho más simple y se realiza con rapidez con un fotómetro; sin embargo, su principal desventaja es que no posee

un patrón estable, por lo que se tiene que verificar la calibración de los instrumentos mediante soluciones de referencia (25).

- **Volumen globular aglomerado (VGA) o hematocrito**

El hematocrito se utiliza como una prueba de detección de anemias, también como un método para calibrar los sistemas de recuento sanguíneos automatizado y como un indicador de la exactitud de la medición de Hb (25).

- **Índices eritrocitarios**

Los índices eritrocitarios fueron establecidos por Wintrobe en la década del 30, y sirven para indicar con precisión el tamaño promedio del eritrocito, su volumen, peso y concentración de hemoglobina (26).

• **Volumen Corpuscular Medio (VCM)**

Se expresa en femtolitros ( $10^{-15}$ L). Corresponde al promedio del volumen de cada eritrocito y su cálculo permite la identificación de macrocitosis, microcitosis o normocitosis (26). Se calcula de forma indirecta dividiendo el hematocrito (%) entre el recuento eritrocitario (millones de células/ $\mu$ L) y multiplicando por 10. Los valores aumentados de VCM están vinculados a anemias regenerativas (19).

• **Hemoglobina corpuscular media (HCM)**

Se expresa en picogramos ( $10^{-12}$  g) y su valor representa la carga media de hemoglobina de cada glóbulo rojo, y permite la identificación de normocromía e hipocromía (26). Se calcula dividiendo el valor de la hemoglobina (g/dL) entre el recuento de eritrocitos (millones/ $\mu$ L) y multiplicando por 10. La HCM

depende del VCM y CHCM, por lo que no aporta un valor adicionado (19).

- **Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)**

Su valor se expresa en porcentaje y representa la concentración media de hemoglobina de cada glóbulo rojo (26). Se calcula dividiendo el valor de la hemoglobina (en g/dL) entre el hematocrito (%) y multiplicando por cien. Los valores de CHCM elevados pueden deberse a fenómenos hemolíticos, lipemia o presencia de cuerpos de Heinz; y deprimidos en casos de anemias regenerativas (19).

#### **1.2.3.2. Método tradicional de estudio de los leucocitos**

- **Recuento de glóbulos blancos**

El recuento de glóbulos blancos se expresa mediante recuentos diferenciales de leucocitos absolutos (células/ $\mu$ L) y relativos (%). La diferenciación manual se determina clasificando de 100 a 200 o más leucocitos en un frotis de sangre para determinar el porcentaje de cada tipo de célula presente. El porcentaje de cada tipo se multiplica por el recuento total de glóbulos blancos/ $\mu$ L para obtener el recuento absoluto de cada tipo de glóbulo blanco. Los conteos absolutos se interpretan de manera más consistente que los relativos (23).

#### **1.2.4. Análisis automatizado de muestras de sangre mediante impedancia eléctrica**

Actualmente se utilizan muchos instrumentos automatizados y semiautomatizados para el recuento de células sanguíneas. Los semiautomatizados requieren de la realización de algunos pasos por parte

de un operador, como son la dilución de las muestras sanguíneas; mientras que, los automatizados solo requieren la muestra de sangre. Los sistemas automatizados son altamente precisos para el cálculo del número y tamaño de las células (25). Estos sistemas pueden medir de forma directa el recuento de células y la hemoglobina mediante métodos como la impedancia, además de que sus sistemas de cálculo integrados permiten obtener los índices eritrocitarios automáticamente (26).

El recuento celular automatizado es más fiable que el método manual y requiere menos tiempo, en comparación con ellos, se cuenta un mayor número de células, obteniendo recuentos diferenciales y absolutos repetibles (27). Sin embargo, se generan algunas preocupaciones como son: la falta de un reglamento para que los dispositivos tengan un control de calidad y no se ofrezcan con afirmaciones que no se prueban o evalúan de forma independiente. En segundo lugar, la adecuada capacitación por parte del veterinario en ciencias de laboratorio y tecnología médica. El tercer punto es el volumen de prueba diario, ya que los sistemas están pensados para analizar un número grande de muestras al día; sin embargo, en la práctica sólo se llegan a utilizar para uno o dos pacientes al día. Debe considerarse un mínimo de cinco pacientes al día para que el laboratorio clínico sea rentable logísticamente (28).

Los analizadores automatizados basados en el principio de impedancia vienen siendo usados desde hace más de 60 años. Siendo la base de funcionamiento el principio de Coulter, que se desarrolló para contar y medir tamaños de partículas en fluidos no biológicos, hasta el año 1950

en el que se introdujo su uso para fluidos biológicos. Mediante este principio, las células se suspenden en una solución electrolítica diluida. Se pasa una corriente eléctrica entre dos electrodos que están separados por una pequeña abertura, y se mide con un dispositivo de detección adecuado. A medida que las células pasan a través de la abertura, se produce un pequeño cambio en la impedancia que da como resultado un pulso detectado. Este pulso está relacionado directamente con el volumen celular en femtolitros (fL), que es medido con bastante precisión (27, 29).

En los sistemas de impedancia es primordial la medición precisa del volumen celular, ya que es lo que se utiliza para la diferenciación entre tipo de células (30). Además, se añaden métodos de lisis completa o parcial de células individuales para garantizar mayor precisión. La diferenciación entre granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) puede ser difícil y algunos analizadores proporcionan un diferencial de 3 partes, siendo necesario un diferencial de 5 partes para poder clasificar adecuadamente el leucograma y distinguir entre procesos inflamatorios, de estrés o excitación (31).

Un problema importante surge cuando los leucocitos anormales cambian de tamaño durante diversos procesos patológicos, lo que hace que aumenten de tamaño. Estos cambios pueden distorsionar el histograma de frecuencia (32).

La distinción entre glóbulos rojos y plaquetas no es un problema en el análisis de sangre de la mayoría de especies (27). Pero pueden ocurrir excepciones en las que los glóbulos rojos son más pequeños de lo normal

(microcíticos) o cuando las plaquetas son más grandes. Cuando esto ocurre, se producen conteos inexactos (33).

Con los años, la exactitud y precisión en el conteo de células ha ido aumentando, a esto se le suma la introducción del cálculo real de la hemoglobina después de la lisis de los eritrocitos. Una medición precisa del conteo de glóbulos rojos, su tamaño (VCM) y la hemoglobina hizo posible poder calcular el CHCM (22). La introducción de la impedancia eléctrica, puso a disponibilidad parámetros hematológicos adicionales como el ancho de la distribución de glóbulos rojos y plaquetas, el volumen medio de plaquetas, entre otros. Estos proporcionan información morfológica cuantitativa adicional que resulta útil para descubrir la causa de patologías hematológicas en medicina humana y veterinaria (30). Sin embargo, se debe mencionar que, a pesar de la inclusión de todos estos datos, la identificación de neutrófilos en banda y otras anomalías morfológicas de los leucocitos, glóbulos rojos y plaquetas no es posible, por lo que las extensiones de sangre y su análisis microscópico siguen siendo técnicas importantes y valoradas (29).

#### **1.2.4.1. Hematocrito y volumen corpuscular medio (VCM) en sistemas automatizados**

Los sistemas automatizados realizan el cálculo de hematocrito mediante una tecnología diferente al clásico de centrifugación. La obtención del recuento de eritrocitos, el hematocrito y el VCM están relacionados. Cuando una célula pasa a través de un contador de impedancia, genera un impulso que es proporcional al volumen celular. El número de

impulsos se usa para determinar el recuento de eritrocitos, el análisis de la altura del impulso sirve para determinar el VCM o el hematocrito. La altura media del impulso indica el VCM, y el hematocrito se calcula multiplicando el VCM por el recuento de eritrocitos. A su vez, el VCM puede calcularse al dividir el hematocrito/recuento de eritrocitos (25).

El VMC y el hematocrito calculado mediante sistemas automatizados pueden tener ciertos errores que no ocurren con los métodos manuales, y están originados por microcoágulos, microcitosis o la presencia de crioglobulinas (25).

#### **1.2.4.2. Recuento leucocitario total en sistemas automatizados**

Se realiza después de la lisis de los eritrocitos mediante un agente lisante que puede ser cetrimida, formaldehído, ácido acético glacial, NaCl. Los instrumentos pueden realizar el conteo mediante impedancia o dispersión lumínica (25).

#### **1.2.4.3. Recuento leucocitario diferencial en sistemas automatizados**

La gran mayoría de los sistemas automatizados utilizan la citometría de flujo incorporada en un contador de sangre, realizando un recuento diferencial de tres, cinco o siete componentes. Los conteos se realizan en sangre completa diluida una vez que se han lisado los eritrocitos o se han vuelto transparentes. Los recuentos diferenciales de cinco a siete componentes muestran en sus resultados a neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos (25).

#### **1.2.4.4. Recuento de plaquetas**

El conteo de plaquetas se realiza usando las técnicas de detección eléctrica o electroóptica que se utilizan en el conteo de eritrocitos (25).

El volumen plaquetario medio (VPM) es el volumen medio de una sola plaqueta expresado en femtolitros (fL) (19).

#### **1.2.5. Valores hematológicos de referencia**

Los valores de referencia, también llamados rangos de referencia, intervalos de referencia o rangos normales, son usados para determinar si el resultado de una prueba es normal o no. Un resultado de laboratorio no tiene sentido si es que no se conocen los valores normales de los animales en esa situación. Los valores de referencia suelen presentarse como un rango o una media, más y menos dos desviaciones estándar, además de que poseen un intervalo de confianza de 95% (3).

Los valores de referencia son subóptimos, ya que deberían establecerse nuevos intervalos de referencia cada vez que un laboratorio cambia de instrumentos, métodos o reactivos. El gasto de este procedimiento es a menudo prohibitivo, considerando el número de especies, razas, edad, sexo y otros factores que influyen en la variación de los valores. Los valores de referencia en libros y artículos varían por los propios instrumentos y métodos realizados; sin embargo, son útiles para identificar los factores que causan dichas desviaciones debido a la raza, edad, sexo, etc. (3).

**Tabla 1.** Valores hematológicos de referencia para perros adultos clínicamente sanos.

Valores hematológicos de referencia para perros adultos normales			
Parámetros	Unidades	Valores de referencia	
		(a)	(b)
Eritrocitos	$10^6/\mu\text{L}$	5,9- 8,4	5,7-8,3
Hemoglobina	g/dL	14,2- 20,0	14-20
Hematocrito	%	43-60	40-56
VCM	fL	65-79	64-74
HCM	pg	22-25,9	22-26
CHCM	g/dL	30,8-35,5	33-38
Leucocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	5,9-14,5	5-13
Neutrófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	3,1-9,4	2,7-8,9
Linfocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	1,5-4,7	0,9-3,4
Monocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,1-0,7	0,1-0,8
Eosinófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,2-1,4	0,1-1,3
Basófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	No se reporta	0-0,1
Plaquetas	$\times 10^3/\mu\text{L}$	102-282	134-396

La tabla muestra los valores de referencia internacionales para perros adultos clínicamente sanos. La información de los valores (a) fue tomada de McCourt y Rizzi (4) y para (b) fue tomada de Harvey (5).

En Cajamarca, los valores hematológicos de referencia a tomar en cuenta son los descritos por Sánchez (6), quien realizó su estudio en 120 perros mestizos en el año 2012. Los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 2.** Valores hematológicos de referencia ( $X \pm 1,96$  DE) para la serie roja en 120 perros mestizos. Cajamarca – 2012.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>X <math>\pm</math> DE</b>	<b>Valores de referencia</b>
<b>Eritrocitos</b>	$10^{12}/L$	$6,8 \pm 0,9$	5,0 – 8,6
<b>Hematocrito</b>	l/L	$49,1 \pm 4,5$	40 – 58
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	$1,9 \pm 2,3$	14,5 – 23,5
<b>VCM</b>	fL	$72,8 \pm 6,7$	59,7 – 85,9
<b>HCM</b>	pg	$72,8 \pm 6,7$	21,4 – 34,8
<b>CHCM</b>	g/dL	$38,7 \pm 3,9$	31,1 – 46,3

Sánchez (6).

**Tabla 3.** Valores hematológicos de referencia ( $X \pm 1,96$  DE) para la serie blanca en 120 perros mestizos. Cajamarca – 2012.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>X <math>\pm</math> DE</b>	<b>Valores de referencia</b>
<b>Leucocitos</b>	$10^9/L$	$8,8 \pm 1,2$	6,4 – 11,2
<b>Neutrófilos segmentados</b>	%	$66,7 \pm 2,4$	62 – 71
<b>Neutrófilos abastionados</b>	$10^9/L$	$5,9 \pm 0,8$	4,3 – 7,5
<b>Neutrófilos abastionados</b>	%	$1,7 \pm 1,0$	0,0 – 4,0
<b>Eosinófilos</b>	$10^9/L$	$0,1 \pm 0,1$	0,0 – 0,3
<b>Eosinófilos</b>	%	$2,7 \pm 1,1$	1,0 – 5,0
<b>Monocitos</b>	$10^9/L$	$0,2 \pm 0,1$	0,0 – 0,4
<b>Monocitos</b>	%	$1,4 \pm 0,9$	0,0 – 3,0
<b>Linfocitos</b>	$10^9/L$	$0,1 \pm 0,1$	0,0 – 0,3
<b>Linfocitos</b>	%	$27,6 \pm 2,2$	23 – 32
<b>Basófilos</b>	$10^9/L$	$2,4 \pm 0,4$	1,6 – 3,2
<b>Basófilos</b>	%	$0,0 \pm 0,0$	0,0 – 0,0
<b>Basófilos</b>	$10^9/L$	$0,0 \pm 0,0$	0,0 – 0,0

Sánchez (6).

### **1.2.6. Variabilidad de valores hematológicos**

Los valores hematológicos en animales se ven alterados por factores extrínsecos como la altitud y latitud geográfica, temperatura y humedad relativa; además de factores intrínsecos al animal, como son la edad, el sexo y la raza (8).

Algunos estudios han demostrado la variabilidad de los valores hematológicos en perros clínicamente sanos en muestras tomadas durante varios meses consecutivos a los mismos perros, obteniendo variaciones de 3% en el recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina; mientras que, en el recuento de glóbulos blancos, la variación llegó hasta el 6% (34).

#### **1.2.6.1. Factores extrínsecos**

##### **- Piso altitudinal**

Los parámetros eritrocitarios y valores de hemoglobina se ven afectados por poblaciones que habitan zonas de mayor altitud, debido a la disminución parcial de oxígeno, lo que estimula la eritropoyesis, ocasionando policitemia (35).

#### **1.2.6.2. Consideraciones fisiológicas**

##### **- Edad**

Los resultados de laboratorio que son normales para animales inmaduros, no lo son para pacientes adultos. La madurez la alcanzan entre 6 a 8 meses en el caso de los perros, y un par de meses más para las razas gigantes (19). En perros recién nacidos, los valores de eritrocitos se encuentran elevados, y van disminuyendo a las pocas

horas a causa de hemólisis necesaria para el recambio fetal. En perros jóvenes se produce un incremento de los valores hematimétricos. Y en la etapa geriátrica, a causa de una menor cantidad de agua corporal, se observa hemoconcentración, ocasionando una disminución de los valores hematimétricos (36).

- **Sexo**

Un estudio realizado en Lima en 2015, encontró diferencias estadísticas entre el sexo y la concentración de hemoglobina y el número de eritrocitos de perros sin pelo del Perú; sin embargo, los valores no estuvieron fuera de los valores de referencia (37). También en Paraguay, se encontró que la serie roja en hembras, fue mayor que en machos, sin mostrar diferencias significativas (7).

- **Raza**

En 2015, se demostró también que los perros de la raza sin pelo del Perú poseían variaciones en el tamaño de los eritrocitos, lo que dificultaba el conteo por un sistema manual (37). En Paraguay, no se encontraron diferencias significativas entre la variable de raza de los valores hematológicos en perros; sin embargo, los valores fueron menores en perros de razas grandes (7).

- **Estrés y adrenalina**

Un animal estresado puede mostrar variabilidad en el leucograma y analitos de la bioquímica sérica. El fenómeno se explica por la liberación de glucocorticoides endógenos, más constante en los perros. También la excitación o liberación de adrenalina a causa de

actividad ocasionan desmarginalización en los neutrófilos, originando leucocitosis fisiológica (19).

#### **1.2.6.3.Efectos farmacológicos**

##### **- Corticosteroides**

Ocasionan alteraciones en el hemograma, perfil bioquímico, análisis de orina, etc. (19).

##### **- Antiinflamatorios no esteroideos**

La aspirina puede ocasionar disfunción plaquetaria (19).

### **1.3. Definición de términos básicos**

- **Hematología:** Rama de la medicina que se encarga del estudio de la sangre y sus componentes (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas).
- **Valores hematológicos de referencia:** Son los rangos normales o típicos de los parámetros sanguíneos en individuos sanos de una población específica, y son utilizados como punto de comparación para evaluar la salud de un paciente.
- **Análisis hematológico automatizado:** Es el uso de equipos y tecnologías especializadas para medir y analizar los componentes sanguíneos de manera rápida y precisa.
- **Índices eritrocitarios:** Son parámetros que brindan información sobre las características de los glóbulos rojos en una muestra de sangre. Incluyen el VCM, HCM y la CHCM.
- **Impedancia eléctrica:** Es una medida de la resistencia al flujo de corriente eléctrica en un material o sustancia. En hematología es usada en los

analizadores para medir las propiedades eléctricas de las células sanguíneas a medida que pasan por un pequeño canal.

- **Desviación estándar:** Es una medida estadística que indica la dispersión o variabilidad de un conjunto de datos con respecto a la media aritmética de los mismos.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la Clínica Veterinaria Consentidos - Vet, ubicada en el Jr. Cáceres #514 Cajabamba; esta provincia se encuentra al sur de la ciudad de Cajamarca, en la zona sierra norte andina del Perú y presenta las siguientes características geográficas y meteorológicas:

##### 2.1.1. Características geográficas y meteorológicas\*

- Altitud : 2 636 msnm
- Latitud sur : 7° 31'
- Longitud oeste : 78°10'45''
- Temperatura promedio anual : 16,25 °C
- Temperatura máxima promedio anual : 23 °C
- Temperatura mínima promedio anual : 2 °C
- Precipitación pluvial anual : 871 mm
- Humedad relativa promedio anual : 73 %
- Presión atmosférica : 1025 hPa
- Índice UV anual : 4
- Horas sol promedio : 10 horas
- Clima : Templado seco
- Superficie : 18 08 km<sup>2</sup>
- Población : 75 687 hab.
- Densidad : 42 hab./km<sup>2</sup>

---

(\*) Fuente: DATOS CONVENIO SENAMHI CAJAMARCA - 2022

## **2.2. Diseño de la Investigación**

En el presente estudio fueron considerados los perros (*Canis lupus familiaris*) que acudieron a la Clínica Veterinaria Consentidos -Vet, los cuales pasaron revisión clínica y se encontraron clínicamente sanos. Se consideraron perros de ambos sexos y cualquier edad. El desarrollo del estudio se llevó a cabo en diferentes etapas:

### **2.2.1. Examen clínico del paciente**

Una vez que el paciente llegó a la veterinaria, se realizó la anamnesis respectiva y la creación de historias clínicas para cada uno de los perros, con la finalidad de establecer si se encontraban clínicamente sanos. Los datos recogidos fueron los siguientes:

- Nombre del perro
- Nombre del propietario
- Edad
- Sexo
- Temperatura
- Frecuencia cardiaca
- Frecuencia respiratoria
- Estado de hidratación
- Color de mucosas
- Llenado capilar
- Revisión de ganglios superficiales
- Estado nutricional

### **2.2.2. Toma de muestras**

La toma de la muestra de sangre se realizó de la siguiente manera:

- a) Se seleccionó el miembro anterior (izquierdo o derecho)

- b) Se cortó el pelo de la zona en donde se extrajo la muestra, con la ayuda de una máquina automática y una cuchilla #40.
- c) Se aplicó un torniquete sobre la zona en donde se cortó el pelo para realizar hemostasia a la vena cefálica.
- d) Se desinfectó el área con alcohol de 96° mediante una torunda de algodón.
- e) Se realizó la punción de la vena cefálica con una aguja 21 x 1".
- f) Se extrajo 0,5 mL de sangre hacia un tubo al vacío con EDTA.

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

El análisis hematológico se realizó mediante el analizador automatizado VH30 de Genvet®, el cual utiliza el método de impedancia eléctrica para determinar los datos del conteo de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

Una vez que la muestra de sangre fue recolectada en los tubos con EDTA, se ingresa en el sistema del analizador el tipo de muestra que se analizará (sangre entera); posteriormente, los datos del paciente (nombre, sexo, edad, nombre del propietario, especie y edad). Una vez que se han ingresado los datos, se presenta el tubo con la muestra de sangre y EDTA en la zona de la sonda de muestra del analizador, en donde aspiró 10 µL de muestra. A continuación, se retiró el tubo de muestra y se esperó el procesamiento de los resultados, que duró un aproximado de 2 minutos. Los resultados fueron visibles en la pantalla del analizador y se imprimieron para anotarlos en el registro de datos.

### **2.3. Métodos de Investigación**

- Análisis de los resultados y deducción.
- Análisis estadístico, para el tratamiento e interpretación de los resultados.

### **2.4. Población, muestra y unidad de análisis**

#### **2.4.1. Población**

La población del estudio son los perros clínicamente sanos de la ciudad de Cajabamba.

#### **2.4.2. Muestra**

Se seleccionó por conveniencia una muestra de 106 perros.

#### **2.4.3. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis fue cada una de las muestras de sangre extraídas de los perros por punción cefálica en tubos al vacío con EDTA.

### **2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

- Impedancia eléctrica usada por el analizador automatizado.
- Registro de datos para el recojo de información y su posterior tratamiento estadístico.

### **2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

Se analizaron los datos mediante estadística descriptiva para las frecuencias de las variables. Se realizó la prueba de Shapiro Wilks para determinar la normalidad de los datos y posteriormente las pruebas de Kruskal – Wallis y ANOVA para determinar diferencias estadísticas entre las variables hematológicas y las categorías de edad.

Los rangos de referencia para las diferentes variables se calcularon de dos formas:

- a) Para las variables que mostraron normalidad en la distribución de los datos, el rango de referencia se obtuvo usando la fórmula  $L = X \pm 1,96 * DE$ , en donde L es el rango de referencia, X es la media, 1,96 es el valor z para la distribución normal y DE es la desviación estándar.
- b) Para las variables que no mostraron normalidad en la distribución de los datos, el rango de referencia se obtuvo mediante el cálculo de los percentiles 2,5 y 97,5 del total de la población.

## **2.7. Equipos y materiales**

### **2.7.1. Material biológico**

106 perros de ambos sexos y diferentes edades

### **2.7.2. Material para la obtención de la muestra**

- Tubos con anticoagulante EDTA
- Guantes de látex
- Agujas hipodérmicas #21G×1”
- Alcohol de 96°
- Algodón
- Ligadura

### **2.7.3. Equipos de laboratorio**

- Analizador automatizado VH30®, de uso veterinario; de la casa Genrui Biotech Inc.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1. Presentación de Resultados**

**Tabla 4.** Valores hematológicos de referencia en 106 perros (*Canis lupus familiaris*), aparentemente sanos, mediante análisis automatizado. Cajabamba 2022.

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de referencia</b>
<b>Eritrocitos</b>	10 <sup>12</sup> /L	5,88	0,91	4,10-7,66
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	16,14	2,61	11,02-21,26
<b>Hematocrito</b>	%	40,13	6,68	24,16-51,91*
<b>VCM</b>	fL	68,13	3,80	61,45-76,6*
<b>HCM</b>	pg	27,42	1,48	24,52-30,32*
<b>CHCM</b>	g/dL	40,26	1,68	35,7-42,9*
<b>Leucocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	10,45	3,21	6,09-18,02*
<b>Linfocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	2,18	1,00	0,22-4,14
	%	22,04	10,47	1,52-42,60
<b>Monocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	1,32	0,55	0,54-2,65*
	%	12,72	3,93	7,16-22,32*
<b>Neutrófilos</b>	10 <sup>9</sup> /L	6,82	2,74	2,66-12,08*
	%	65,71	11,79	42,60-88,82
<b>Plaquetas</b>	10 <sup>9</sup> /L	228,60	98,99	73,5-452,75*

(\*) Los valores de referencia en estas variables se obtuvieron calculando los percentiles 2,5 y 97,5. D.E.: Desviación estándar, VCM: Volumen corpuscular medio, HCM: Hemoglobina corpuscular media, CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

### 3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

El recuento de eritrocitos encontrado en el presente estudio ( $4,10-7,66 \times 10^{12}/L$ ) (Tabla 4) se encuentra por debajo de los rangos de referencia reportados por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican rangos de  $5,9 - 8,4$  y  $5,7 - 8,3 \times 10^{12}/L$ , respectivamente. Se encuentra también por debajo de valores reportados en estudios realizados en Colombia ( $5,27 - 9,12 \times 10^{12}/L$ ) (8), Ecuador ( $5,05 - 8,68 \times 10^{12}/L$ ), Uruguay ( $5,16 - 9,94 \times 10^{12}/L$ ); y en Perú, en el departamento de Cajamarca, en donde se reportó un valor de  $5 - 8,6\%$  (6). Sin embargo, se aproxima al valor reportado por el estudio de Pedrozo *et al.* (7), quienes reportaron un valor de  $4,3 - 7,1 \times 10^{12}/L$ . El recuento menor encontrado en este estudio podría estar explicado, como lo indica Pedrozo *et al.* (7), por una alimentación deficiente de los animales, además de la presencia de enfermedades subclínicas que podrían causar cuadros de anemia no detectables con el examen clínico. Se debe tener en cuenta, que los perros incluidos en este estudio tenían diferentes edades, raza y sexo, que son factores que pueden haber influido en los resultados. Además, no se contó, en la mayoría de casos, con un historial clínico que indicara cronogramas de desparasitaciones, por lo que muchos de estos animales podrían padecer de enfermedades parasitarias que ocasionarían cuadros anémicos.

El valor de hemoglobina encontrado en este estudio fue de  $11,02 - 21,26$  g/dL (Tabla 4). Este valor también se encuentra por debajo de los rangos de referencia indicados por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican rangos de  $14 - 20$  g/dL. En Cajamarca, el estudio realizado por Sánchez en 2012 (6) también reportó un valor superior ( $14,5 - 23,5$  g/dL). Lo mismo sucede en el

caso del hematocrito encontrado en este estudio (24,16 – 51,91 %), que se encuentra por debajo de los rangos descritos por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5), quienes indican rangos de 43-60 y 40 – 56 % respectivamente. La diferencia, al igual que en el caso del recuento de eritrocitos, se debería a la presencia de enfermedades subclínicas y deficiencias alimentarias en los perros incluidos en el estudio.

Los valores de los índices eritrocitarios del presente estudio (VCM:61,45-76,6 fL; HCM: 24,5 – 30,3 pg; y CHCM: 35,7 – 42,9 g/dL) (Tabla 4) se encuentran dentro de los rangos de referencia descritos por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican un rango de 64 a 79 fL para VCM, 22-26 pg para HCM y 31 -38 g/dL para CHCM. Del mismo modo, estos resultados coinciden con los rangos reportados por Sánchez (6) en Cajamarca - 2012.

El recuento de leucocitos en el presente estudio fue de 6,09 – 18,02 x 10<sup>9</sup>/L (Tabla 4). Este valor se encuentra por encima de los valores de referencia reportados por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican que los valores máximos para el conteo de leucocitos son de 14,5 y 13, respectivamente. Valores superiores a este número podrían deberse a la presencia de enfermedades infecciosas en los animales sometidos a este estudio, las mismas que podrían tener un curso subclínico y no ser detectables al examen clínico realizado previo a la extracción de la muestra. Además, Galarza (9) indica que el aumento en el recuento leucocitario puede deberse a factores como el ejercicio previo o excitación del animal, a consecuencia del aumento fisiológico de la epinefrina, que puede ocasionar incluso que los valores del recuento leucocitario se dupliquen en un periodo de minutos. Meyer *et al.* (19), también

indican que cuadros de estrés y adrenalina alteran el número de leucocitos a causa de la liberación de glucocorticoides endógenos, y la desmarginación de neutrófilos que ocasiona una leucocitosis fisiológica aguda.

El recuento de linfocitos del presente estudio ( $0,22 - 4,14 \times 10^9/L$ ) (Tabla 4) presenta un rango más amplio que el de los valores de referencia reportados por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican valores de  $1,5 - 4,7$  y  $0,9 - 3,4 \times 10^9/L$ , respectivamente. Otros estudios en donde sucedió lo mismo incluyen los realizados por Bossa-Miranda (8), quien reportó un valor de  $0,4 - 5,3 \times 10^9/L$ ; Galarza (9) quien encontró un valor de  $0,3 - 7,1 \times 10^9/L$  y González y Carzoli (10) quienes reportaron un valor de  $0,35 - 5,13 \times 10^9/L$ . Como indica Galarza (9), estos rangos más amplios que los reportados por la bibliografía se producirían a situaciones de estrés y miedo al momento de la toma de las muestras.

El recuento de monocitos del presente estudio ( $0,54 - 2,65 \times 10^9/L$ ) (Tabla 4) es mayor a los valores de referencia reportados por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican valores entre  $0,1 - 0,8 \times 10^9/L$ . Se ha descrito el fenómeno por el cual se puede producir un aumento en el número de monocitos; McCourt y Rizzi (4) mencionan que el estrés causado por corticosteroides endógenos, liberados a causa del estrés o una enfermedad fisiológica, dolor o hiperadrenocorticismos, conllevan a un cuadro de monocitosis que puede resolverse hasta en 24 horas. El aumento del número de monocitos observados en el estudio podría deberse a la situación de estrés a causa del procedimiento para la extracción de la muestra de sangre.

El recuento de neutrófilos encontrado en el presente estudio fue de  $2,66 - 12,08 \times 10^9/L$  (Tabla 4). Este valor es superior al reportado por McCourt y Rizzi (4) y Harvey (5) (Tabla 1), quienes indican que el valor de referencia se encuentra entre  $2,7 - 9,4 \times 10^9/L$ . Otros estudios en los que se reportó un número mayor en el recuento de neutrófilos incluyen los de Bossa-Miranda (8) quien reporta un valor de  $4,5 - 19,9 \times 10^9/L$ ; Galarza (9) quien reporta un valor de  $2,5 - 15,33 \times 10^9/L$  y González y Carzoli (10) quien reporta un valor de  $2,34 - 11,93 \times 10^9/L$ . Al respecto Day *et al.* (38) indican que el aumento fisiológico del número de neutrófilos se debe a una respuesta al estrés que se produce debido al aumento del cortisol circulante, al miedo o la excitación producida por la liberación de epinefrina. González y Carzoli (10) indican también que la existencia de patologías subclínicas renales, hepáticas o articulares podrían generar un estado inflamatorio que genere un aumento en los valores de estos parámetros.

Se debe mencionar que los valores de referencia están afectados por cuestiones técnicas como los métodos de muestreo y las metodologías de medición, además de factores fisiológicos como la raza, sexo y edad de los animales. Además, como menciona Barger (39), estos valores de referencia se ven influenciados por condiciones ambientales por lo que los valores siempre corresponden a las características del medio y el perro en cada situación específica. En el presente estudio también se encontró que los datos recopilados no mostraron una distribución normal, por lo que se tuvieron que aplicar métodos estadísticos no paramétricos para el cálculo de los valores de referencia lo que lleva a que estos sean más amplios. En futuras investigaciones sería necesario tener en cuenta estos factores e incluir categorías de sexo, edad y raza para conseguir resultados con mayor precisión y confiabilidad.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES**

Los valores hematológicos referenciales en perros, aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba – Cajamarca – Perú – 2022; fueron: Recuento de eritrocitos de  $4,10 - 7,66 \times 10^{12}/L$ , Hemoglobina de  $11,02 - 21,26 \text{ g/dL}$ , Hematocrito de  $24,16 - 51,91\%$ , VCM de  $61,45 - 76,6 \text{ fL}$ , HCM de  $24,52 - 30,32 \text{ pg}$ , CHCM de  $35,7 - 42,9 \text{ g/dL}$ , recuento de leucocitos de  $6,09 - 18,02 \times 10^9/L$ , linfocitos de  $0,22 - 4,14 \times 10^9/L$  de valor absoluto y  $1,52 - 42,60 \%$  de valor relativo, monocitos de  $0,54 - 2,65 \times 10^9/L$  de valor absoluto y  $7,16 - 22,32 \%$  de valor relativo, neutrófilos de  $2,66 - 12,08 \times 10^9/L$  de valor absoluto y  $42,60 - 88,82 \%$  de valor relativo, y recuento de plaquetas de  $73,5 - 452,75 \times 10^9/L$ .

## **CAPÍTULO V**

### **SUGERENCIAS**

Para investigaciones futuras, se recomienda realizar un estudio con un número de muestra mayor, para lograr aumentar la representatividad de los valores de referencia. Se recomienda la realización de estudios longitudinales que sigan los cambios en los valores hematológicos de perros a medida que envejecen, cambia su entorno, dieta o estado de salud. Se podrían incluir dentro de los factores de estudio a los ambientales, como la altitud, temperatura o exposición a parásitos. Además, sería relevante la inclusión de variables como el sexo, edad y raza de los perros. Finalmente, se sugiere la realización de estudios que comparen los resultados obtenidos de técnicas manuales y automatizadas.

## REFERENCIAS

1. Harvey, J.W. Introduction to Veterinary Hematology. *Veterinary Hematology*. 2012:1-10. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0173-9.00001-4>.
2. Voigt, G.L., Swist, S.L. Hematology techniques and concepts for veterinary technicians. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell. 2011.
3. Tvedten, H., Thomas, J.S. General Laboratory Concepts. *Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*. 2012:1-11. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0657-4.00001-6>.
4. McCourt, M.R., Rizzi, T.E. Hematology of Dogs. *Schalm's Veterinary Hematology, Seventh Edition*. 2020:969-82. <https://doi.org/10.1002/9781119500537.CH108>.
5. Harvey, J.W. Veterinary Hematology: A Diagnostic Guide and Color Atlas. *Veterinary Hematology: A Diagnostic Guide and Color Atlas*. 2012:1-360. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-39565-3>.
6. Sánchez Rodríguez, B.M. Valores hematológicos de referencia en caninos (*Canis lupus familiaris*) de la ciudad de Cajamarca - 2012. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.
7. Pedrozo, R., Quintana, G., Bazán, A., Florentín, M. Valores hematológicos de referencia en caninos adultos aparentemente sanos, que concurren a una clínica privada de Asunción. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*. 2010. 8:5-13.
8. Bossa-Miranda, M.A., Valencia-Celis, V. del C., Carvajal-Giraldo, B.A., Ríos-Osorio, L.A. Automated hemogram values for healthy dogs aged 1 to 6 years attended at the Veterinary Hospital - Universidad de Antioquia (Colombia), 2002-2009. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2012. 25:409-16.
9. Galarza Alvarado, M.P. Determinación de valores de referencia y química sanguínea de caninos machos en condiciones de altitud. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana, 2017.

10. González Russo, A.A., Carzoli Mimbancas, H.A. Determinación de intervalos de referencia de hematología en caninos adultos. Tesis de Grado. Universidad de la República, 2019.
11. Esqueche Llagas, M.P. Influencia de la raza y el sexo sobre los valores hematológicos en perros clínicamente sanos de la ciudad de Chiclayo - 2018. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
12. Paz Guillén, J. Perfil hematológico de perros adultos en diferentes pisos altitudinales. Arequipa, Camaná y Puno - 2019. Tesis de Grado. Universidad Católica de Santa María, 2021.
13. Rodríguez Ávila, Á. Determinación de valores hematológicos de *Canis familiaris* geriátricos de la ciudad de Trujillo. Tesis de Grado. Universidad Privada Antenor Orrego, 2022.
14. Cervantes Mamani, E. Valores hematológicos en perros mestizos (*Canis lupus familiaris*) en tres distritos de la provincia de Andahuaylas - 2020. Tesis de Grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2022.
15. Lafuente González, J., Vela Palacio, Y. La Veterinaria a través de los tiempos. Zaragoza: Servet editorial-Grupo Asís Biomedica SL. 2011.
16. Montoya Olivares, E. Razas de perros: sus características y aptitudes. *TecnoVet*. 1995. 1.
17. Miller, S.A., Tupper, T.A. Zoology. vol. 1. 12th ed. New York: McGraw-Hill. 2023.
18. Harvey, J.W. Hematology Procedures. *Veterinary Hematology*. 2012:11-32. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0173-9.00002-6>.
19. Meyer, D.J., Harvey, J.W. El laboratorio en medicina veterinaria. Interpretación y diagnóstico. 2da ed. Buenos Aires: Inter-Médica. 2000.
20. Harvey, J.W. Evaluation of Erythrocytes. *Veterinary Hematology*. 2012:49-121. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0173-9.00004-X>.
21. Harvey, J.W. Evaluation of Leukocytic Disorders. *Veterinary Hematology*. 2012:122-76. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0173-9.00005-1>.

22. DeNicola, D.B. Advances in Hematology Analyzers. *Topics in Companion Animal Medicine*. 2011. 26:52-61.  
<https://doi.org/10.1053/J.TCAM.2011.02.001>.
23. Weiss, D.J., Tvedten, H. The Complete Blood Count, Bone Marrow Examination, and Blood Banking: General Comments and Selected Techniques. *Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*. 2012:12-37. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0657-4.00002-8>.
24. Rodgers, G.P., Young, N.S. Bethesda Manual de hematología clínica. vol. 1. 1.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Wolters Kluwer. 2019.
25. Bain, B.J., Lewis, S.M., Bates, I. Técnicas hematológicas básicas. *Dacie y Lewis. Hematología Práctica*. 2008:23-50. <https://doi.org/10.1016/B978-84-8086-229-5.50003-5>.
26. Torrens, M. Interpretación Clínica del Hemograma. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2015. 26:713-25. <https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2015.11.001>.
27. Rebar, A.H., Macwilliams, P.S., Feldman, B.F., Metzger, F.L., Pollock, R.V.H., Roche, J. Laboratory methods in hematology. *A Guide to Hematology in Dogs and Cats*. 2001:10-28.
28. Weiser, M.G., Vap, L.M., Thrall, M.A. Perspectives and Advances in In-Clinic Laboratory Diagnostic Capabilities: Hematology and Clinical Chemistry. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2007. 37:221-36. <https://doi.org/10.1016/J.CVSM.2006.11.005>.
29. Moritz, A., Becker, M. Automated hematology systems. *Schalm's Veterinary Hematology. 6th edn. Edited by Weiss DJ, Wardrop KJ: Ames, Iowa: Wiley-Blackwell*. 2010:1054-6.
30. Stockham, S.L., Scott, M.A. Fundamentals of veterinary clinical pathology. John Wiley & Sons. 2013.

31. Dewhurst, E.C., Crawford, E., Cue, S., Dodkin, S., German, A.J., Papasouliotis, K. Analysis of canine and feline haemograms using the VetScan HMT analyser. *Journal of Small Animal Practice*. 2003. 44:443-8. <https://doi.org/10.1111/J.1748-5827.2003.TB00103.X>.
32. Tvedten, H., Scott, M., Boon, G.D. Interpretation of cytograms and histograms of erythrocytes, leukocytes, and platelets. *KIRKS CURRENT VETERINARY THERAPY*. 2000. 13:381-90.
33. Zelmanovic, D., Hetherington, E.J. Automated Analysis of Feline Platelets in Whole Blood, Including Platelet Count, Mean Platelet Volume, and Activation State. *Veterinary Clinical Pathology*. 1998. 27:2-9. <https://doi.org/10.1111/J.1939-165X.1998.TB01071.X>.
34. Jensen, A.L., Iversen, L., Petersen, T.K. Study on biological variability of haematological components in dogs. *Comparative Haematology International*. 1998. 8:202-4. <https://doi.org/10.1007/BF02752849/METRICS>.
35. Alvarado Dávila, P.G., Patiño Márquez, J.L., Palacios Ordóñez, T.E. Perfil hematológico en perros afectado por el piso altitudinal, edad, sexo y raza del animal (Artículo de revisión). *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*. 2019. 2:151-66.
36. Coppo, J.A. Interpretación de análisis clínicos en perros y gatos. *EUCASA Ediciones Universidad Católica De Salta*. 2015:372 pages.
37. Cortés, G., Grandez, R., Hung, A. Valores hematológicos y bioquímicos séricos en la raza Perro sin Pelo del Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*. 2015. 2:106. <https://doi.org/10.20453/STV.2014.2255>.
38. Day, M.J., Mackin, A., Littlewood, J.D. Manual de hematología y transfusión en pequeños animales. Ediciones S. 2004.
39. Barger, A.M. The complete blood cell count: a powerful diagnostic tool. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*. 2003. 33:1207-22. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(03\)00100-1](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(03)00100-1).

## ANEXO 1

## TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS HEMATOLÓGICO



Extracción de sangre para análisis hematológico. (a) Corte de pelo del antebrazo, del miembro anterior seleccionado, (b) punción de la vena cefálica con aguja 21Gx1", (c, d) extracción de la muestra de sangre en tubo con EDTA.



Análisis hematológico mediante el analizador automatizado VH30 de Genvet®.  
(a) Ingreso de los datos al analizador, (b) presentación de la muestra de sangre para el análisis.

## ANEXO 2

### FICHA CLÍNICA

LOGO CLÍNICA CONSENTIDOS	FORMATO DE HISTORIA CLINICA PARA CANINOS				
	CÓDIGO:	MUESTRA:	FECHA:		
S		0-119	19-12-2022.		
	-	-	-		
<b>Fecha de Admisión</b>	Día 19	Mes 12	Año 2022	Hora 18:46	H.C. N°
<b>Médico Veterinario</b>	Ana karem Toribio alvarado				
<b>Reseña del Paciente</b>					
<b>Nombre</b>	MACK				
<b>Especie</b>	Canino	<b>Raza</b>	Pastor Alemán		
<b>Fecha de nacimiento</b>	2021	<b>Color</b>	Manto Negro.		
<b>Edad</b>	1er. 2m.	<b>Señas particulares</b>			
<b>Datos del propietario</b>					
<b>Nombre</b>	DIEGO Vergara Casana		<b>DNI</b>	75462478	
<b>Dirección</b>	Jr. King 140.		<b>Telf.</b>	979332908	
<b>Anamnesis</b>					
Mack acude a la clinica como Participante del estudio.					

Constantes Fisiológicas			
T.L.L.C	3 Seg.	F.C.	112 L.P. M.
		F.R.	38 R.P. M.
Pulso	112 P.M.	Temperatura	38.7 °C
		Peso	25 kg
Historia del Paciente			
Vacunación	CANINO		
	NO		
	PVC Fecha _____		
	TRIPLE	Fecha _____	
	RABIA	Fecha _____	
	OTRA	Fecha _____	
	¿Cuál? Completo su Cronograma de Cochoiro		
Ultima Desparasitación	SI <input checked="" type="checkbox"/>	PRODUCTO: total full	ALIMENTACIÓN
	NO	FECHA: 10-12-22	
			Balanceda
			Casera
			Mixta <input checked="" type="checkbox"/>
			Otra: _____
Estado Reproductivo	Castrado	Gestación	
	Entero <input checked="" type="checkbox"/>	Lactancia	ALERGIAS
			NO
Enfermedades Anteriores	NO		CIRUGÍAS:
			NO
Antecedentes Familiares	NO, se sabe.		

Examen Clínico			
Actitud	Asténico ( ) Apoplético ( ) Linfático ( )		
Condición Corporal	Caquético ( ) Delgado ( ) Normal ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Obeso ( ) Sobrepeso ( )		
Estado de Hidratación	Normal ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Deshidratación 0-5 % ( ) 6-7 % ( ) 8-9% ( ) +10 ( )		
Mucosas	N	A	Observaciones
Conjuntival	<input checked="" type="checkbox"/>		
Oral	<input checked="" type="checkbox"/>		
Vulvar / Prepucial	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rectal	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ojos	<input checked="" type="checkbox"/>		

Oídos	X		
Nódulos linfáticos	X		
Piel y anexos	X		
Locomoción	X		
A Musculoesquelético	X		
Sistema Nervioso	X		
A Cardiovascular	X		
A Respiratorio	X		
A Digestivo	X		
A Genitourinario	X		

*D: Degenerativa – A: Anomalia congénita – M: Metabólica – N: Nutricional y neoplásica – V: Vascular – I: Infecciosa, inflamatoria o idiomática – T: Trauma)*

Interpretación de resultados	Impresión diagnóstica

## ANEXO 3

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROPIETARIO

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

## Investigación en animales Menores

Esta propuesta ha sido revisada y aprobada por Comité de Ética para la Experimentación con Animales de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuya tarea es velar por el bienestar de los animales.

Este formulario de **Consentimiento informado** se dirige a propietarios o responsables de animales en **Cajabamba**, que se les invita a participar de la investigación:

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN
"Valores hematológicos referenciales en perros ( <i>Canis lupus familiaris</i> ), aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba, 2022"

DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL		
Nombre	Correo electrónico	Teléfono
Ana karem Toribio alvarado	aktoribioa@unc.edu.pe	910459893

Yo, Diego Vergara Casana identificado con DNI No. 75463478 de Cajabamba como propietario o responsable de:

DATOS DE LOS ANIMALES MENORES	
Especie	Canino
Raza	Pastor Aleman
Otros datos	

He sido invitado para que mis animales o los animales a mi cargo participen en la investigación.

#### Que se hará

Entiendo que recibirá o se le realizará Análisis de Sangre.

\* Describa al propietario o responsable lo que se realizará paso por paso. Puede ayudar si usa dibujos o apoyos didácticos para ilustrar mejor los procedimientos; ejemplo: un pequeño tubo de ensayo con un poco de agua es una forma de mostrar cuanta sangre se sustraerá.

#### Duración

Entiendo que a los animales les realizarán 6 visitas de seguimiento.

\* Incluye una explicación acerca de los compromisos de tiempo de la investigación para los animales, tanto la duración como el seguimiento si es relevante

#### Muestras

He sido informado de que las muestras a tomar pueden incluir Sangre y Orina

He sido informado que las muestras se van a descartar. Si

He sido informado que las muestras se van a conservar para futuros estudios. NO

\* Explique y describa el tipo de muestra y cantidad a tomar (tejido, sangre, leche, orina, heces, saliva u otra).

Si las va a conservar o no (de conservarse necesitan aprobación del propietario).

#### Molestias

He sido informado de que las molestias pueden incluir picazón en la zona del rapado.

- \* Explique y describa el tipo y origen de cualquier molestia anticipada además de los efectos antes, durante y/o después del procedimiento.

#### Riesgos

He sido informado de que los riesgos son mínimos y pueden incluir sangrado y picazón  
 Que los cuidados en el caso de que ocurran son desinfectar y colocar algún cicatrizante  
 Que el responsable de este cuidado es el veterinario.  
 Y con qué recursos con los que dispone son cremas, gasas algodón  
desinfectante.

- \* Explique y describa cualquier riesgo posible o anticipado.

Describa el cuidado que estará disponible en el caso de que ocurra algún daño o efecto no deseado, quien es el responsable de este cuidado y con qué recursos cuenta para el mismo.

Proporcione suficiente información acerca de los riesgos de forma que el propietario o responsable pueda tomar una decisión.

#### Beneficios

Sé que puede que no haya beneficios para mis animales o para mí y que no se me recompensará más que con los resultados de los análisis o sé que los beneficios son

- \* Mencione solo aquellas actividades que serán beneficios reales y no aquella a que tienen derecho, aunque no participen. Los beneficios pueden dividirse en beneficios para el individuo, beneficios para la comunidad en que el individuo reside, y beneficios para la sociedad entera como resultado de hallar una respuesta a la pregunta de investigación.

### Incentivos

Los incentivos para mí o para mis animales serán no hay incentivos económicos

- \* Establezca claramente lo que proporcionara a los participantes por participar. La OMS no recomienda incentivos. Sin embargo, si recomienda proporcionar el reembolso por gastos incurridos por participar en la investigación. Estos pueden incluir, por ejemplo: gastos de viajes y dinero por ganancias no percibidas debido a las visitas. La cantidad debería determinarse en el contexto de la región donde se realiza la investigación.

### Responsables (s)

Se me ha proporcionado el nombre de un investigador responsable y que puede ser fácilmente contactado usando la información que se me han dado. Si

### Confidencialidad

Los datos obtenidos serán almacenados en la veterinaria podrán tener acceso a ellos Los encargados del estudio.

- \* Explique como el equipo de investigación mantendrá la confidencialidad de la información o que hará con los datos obtenidos y quienes tienen acceso a dicha información, especialmente en lo que se refiere a información sobre el propietario o responsable que de otra forma sería solo conocido por el profesional a cargo.

### Compartiendo los resultados

Los resultados de esta investigación serán dados a conocer Si, en una tesis y a mi persona.

- \* Cuando sea relevante, deberá proporcionar su plan de compartir la información con los propietarios o responsables.

Usted debiera también informar al propietario de que los hallazgos de la investigación serán compartidos más ampliamente, por ejemplo, mediante publicaciones y conferencias.

He leído la información proporcionada o me la han leído.

He tenido la oportunidad de preguntar sobre la investigación y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Me han proporcionado una copia del consentimiento informado

**Como propietario o responsable, acepto voluntariamente que mis animales participen en esta investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarlos en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera su cuidado médico veterinario y/o zootecnista.**

Firma del propietario o responsable

Dirección

5a KING 140

Teléfono fijo o celular

979 332 908

Correo electrónico

du519@gmail.com

Se crea en Cajabamba, el 19 de Diciembre de 2022.

\* No incluya estos párrafos en el documento final, solo son información para su diligenciamiento.

## ANEXO 4

## VALORES HEMATOLÓGICOS SEGÚN LA EDAD DE LOS PERROS

**Anexo 4.1.** Valores hematológicos de referencia en perros (*Canis lupus familiaris*) cachorros, aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba (n = 34).

Variable	Unidad	Media	D.E.	Valor de referencia
<b>Eritrocitos</b>	10 <sup>12</sup> /L	5,69	1,00	3,73-7,65
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	15,57	2,89	8,66-19,41*
<b>Hematocrito</b>	%	38,68	7,13	24,71-52,65
<b>VCM</b>	fL	67,95	4,37	59,38-76,52
<b>HCM</b>	pg	27,36	1,71	24,01-30,71
<b>CHCM</b>	g/dL	40,29	1,68	37,00-43,58
<b>Leucocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	11,34	3,31	4,85-17,83
<b>Linfocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	2,46	0,92	0,66-4,26
	%	22,84	8,57	6,04-39,64
<b>Monocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	1,48	0,51	0,77-2,88*
	%	13,36	3,41	6,68-20,04
<b>Neutrófilos</b>	10 <sup>9</sup> /L	7,31	2,69	2,04-12,58
	%	63,81	9,54	46,56-77,75*
<b>Plaquetas</b>	10 <sup>9</sup> /L	214,76	70,51	76,56-352,96

(\*) Los valores de referencia en estas variables se obtuvieron calculando los percentiles 2,5 y 97,5. D.E.: Desviación estándar, VCM: Volumen corpuscular medio, HCM: Hemoglobina corpuscular media, CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

**Anexo 4.2.** Valores hematológicos de referencia en perros (*Canis lupus familiaris*) adultos, aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba (n = 42).

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de referencia</b>
<b>Eritrocitos</b>	10 <sup>12</sup> /L	6,04	0,92	4,24-7,84
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	16,58	2,60	11,48-21,68
<b>Hematocrito</b>	%	41,26	7,02	27,50-55,02
<b>VCM</b>	fL	68,23	3,33	61,70-74,76
<b>HCM</b>	pg	27,54	1,57	24,46-30,62
<b>CHCM</b>	g/dL	40,37	1,61	37,21-43,53
<b>Leucocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	10,39	2,89	6,13-16,16*
<b>Linfocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	2,04	0,87	0,33-3,75
	%	20,75	9,82	1,50-40,0
<b>Monocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	1,21	0,45	0,60-2,02*
	%	11,78	3,84	4,25-19,31
<b>Neutrófilos</b>	10 <sup>9</sup> /L	7,15	2,80	1,66-12,64
	%	68,66	11,82	45,49-91,38
<b>Plaquetas</b>	10 <sup>9</sup> /L	222,69	91,70	42,96-402,42

(\*) Los valores de referencia en estas variables se obtuvieron calculando los percentiles 2,5 y 97,5. D.E.: Desviación estándar, VCM: Volumen corpuscular medio, HCM: Hemoglobina corpuscular media, CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

**Anexo 4.3.** Valores hematológicos de referencia en perros (*Canis lupus familiaris*) geriátricos, aparentemente sanos, determinados mediante análisis automatizado, en la provincia de Cajabamba (n = 30).

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor de referencia</b>
<b>Eritrocitos</b>	10 <sup>12</sup> /L	5,89	0,79	4,34-7,44
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	16,18	2,22	11,83-20,53
<b>Hematocrito</b>	%	40,17	5,44	29,51-50,83
<b>VCM</b>	fL	68,19	3,84	64,06-78,20*
<b>HCM</b>	pg	27,32	1,02	25,32-29,32
<b>CHCM</b>	g/dL	40,06	1,82	34,98-42,21*
<b>Leucocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	9,48	3,36	2,89-16,07
<b>Linfocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	1,98	0,90	0,22-3,74
	%	22,74	10,79	1,32-43,62
<b>Monocitos</b>	10 <sup>9</sup> /L	1,30	0,68	0,34-2,72*
	%	13,34	4,45	7,51-23,64*
<b>Neutrófilos</b>	10 <sup>9</sup> /L	5,78	2,51	0,86-10,70
	%	63,68	13,50	37,22-90,14
<b>Plaquetas</b>	10 <sup>9</sup> /L	230,0	102,0	30,08-429,92

(\*) Los valores de referencia en estas variables se obtuvieron calculando los percentiles 2,5 y 97,5. D.E.: Desviación estándar, VCM: Volumen corpuscular medio, HCM: Hemoglobina corpuscular media, CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.

**Anexo 4.4.** Comparación entre categorías de Glóbulos Blancos, Número de Linfocitos, Monocitos y Neutrófilos.

Categoría	n	Leucocitos	Linfocitos	Monocitos	Neutrófilos
		Medianas	Media	Medianas	Medianas
<b>Cachorros</b>	34	10,64 a	2,46 a	1,41 b	6,30 b
<b>Adultos</b>	42	9,74 a	2,04 a	1,08 a	6,50 b
<b>Geriátricos</b>	29	9,49 a	2,05 a	1,14 ab	5,21 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia (P<0,05)

**Anexo 4.5.** Comparación entre categorías del porcentaje de Glóbulos Blancos, Linfocitos, Monocitos y Neutrófilos.

Categoría	n	Porcentaje de Linfocitos	Porcentaje de Monocitos	Porcentaje de Neutrófilos
		Medianas	Medianas	Medianas
<b>Cachorros</b>	34	22,50 a	13,05 a	64,40 a
<b>Adulto</b>	42	18,15 a	11,20 a	71,35 a
<b>Geriátricos</b>	29	20,70 a	12,50 a	66,40 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia (P<0,05)

**Anexo 4.6.** Comparación entre categorías de Glóbulos Rojos, Hemoglobina, Hematocrito.

Categoría	n	Glóbulos Rojos	Hemoglobina	Hematocrito
		Medianas	Medianas	Medianas
<b>Cachorros</b>	34	5,91 a	16,05a	40,50 a
<b>Adulto</b>	42	6,18 a	17,00 a	42,20 a
<b>Adulto mayor</b>	30	5,92 a	16,60 a	40,55 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia (P<0,05)

**Anexo 4.7.** Comparación entre categorías de VCM, HCM, CHCM y Plaquetas.

Categoría	n	VCM	HCM	CHCM	Plaquetas
		Medianas	Media	Medianas	Medianas
<b>Cachorros</b>	34	68,05 a	27,36 a	40,30a	217,00 a
<b>Adulto</b>	42	67,95 a	27,54 a	40,20 a	221,50 a
<b>Adulto mayor</b>	29	67,90 a	27,32 a	40,30 a	240,00 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia (P<0,05)