

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN  
GATOS DOMÉSTICOS (*Felis catus*) EN EL ALTIPLANO.”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. BEATRIZ LIZBETH YANQUI HERENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

---

## TESIS

“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN GATOS  
DOMÉSTICOS (*Felis Catus*) EN EL ALTIPLANO.”

PRESENTADA POR:

BACH. BEATRIZ LIZBETH YANQUI HERENCIA.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

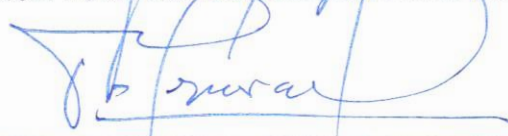


APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
M.Sc. JOSÉ LUIS MÁLAGA PUMARICA

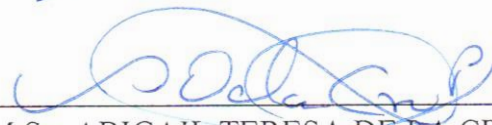
PRIMER MIEMBRO:

  
M.Sc. VALERIANO Z. MAQUERA MARÓN

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Mg. OSCAR HENRY ESPEZUA FLORES

DIRECTOR:

  
M.Sc. ABIGAIL TERESA DE LA CRUZ PÉREZ

ASESOR:

  
M.V.Z. KATIA PAOLA TAPIA FLORES

ASESOR:

  
M.Sc. FRANCISCO H. RODRÍGUEZ HUANCA

ÁREA : Fisiología animal de altura

TEMA: Fisiología animal

FECHA DE SUSTENTACION: 21 de diciembre 2018

## DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo de tesis a Dios por ser la guía de mi camino, a mi madre María Teresa Herencia Merma y a mi segunda madre Antonia Merma Colque, por su inagotable ayuda, inmenso amor y confianza vertida para la realización de mi vida como profesional.

A los médicos veterinarios de OpenVet, por su confianza, apoyo incondicional, hacia mi persona y consejos brindados durante mi formación profesional.

A mis amigos Fidel, Odaliz, Ludio, Nury, Abel, y Mary, que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos y a mis docentes; que me apoyaron a formarme como una persona culta, con buenos valores, principios y con un futuro profesional.

## AGRADECIMIENTO

A la Dra. Abigail Teresa de la Cruz Pérez; mi docente, amiga y directora de tesis, por la confianza incondicional que deposito en mí al aceptar guiarme en este largo camino, y por su constante presencia, paciencia y consejos en el diseño y desarrollo del trabajo.

A la Dra. Katia Paola Tapia Flores; mi amiga y asesora, quien deposito su confianza en mí para guiarme en este largo camino, por sus consejos amables, paciencia, predisposición y optimismo durante el transcurso de este tiempo.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial para su plana docente que es fuente de sabiduría y cultura quienes forman profesionales de gran sabiduría científica y técnica en las ciencias de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A los centros médicos veterinarios OpenVet, Sebisvet, Vetermij, por permitirme acceder a sus pacientes para realizar este trabajo de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1.2. Objetivo general.....	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	13
2.1. Mecanismos adaptativos a la condición de vida en la altura.....	13
2.1.1 Diferencias entre aclimatación y adaptación.....	13
2.1.2 Efectos de una presión de oxígeno baja.....	15
2.1.3 Hipoxia.....	15
2.1.4. Efecto de la altitud sobre los mamíferos.....	16
2.2. Sangre.....	18
2.2.1 Hematopoyesis.....	18
2.3. Hemograma.....	23
2.3.1. Técnica de toma de muestras.....	24
2.3.2. Manejo de la muestra de sangre.....	26
2.3.3. Anticoagulante.....	26
2.4. Glóbulos rojos.....	27
2.4.1. Recuento de glóbulos rojos.....	28
2.4.2. Hemoglobina.....	28
2.4.3. Hematocrito.....	31
2.4.4. Volumen corpuscular medio.....	33
2.4.5 Hemoglobina corpuscular media.....	33
2.4.6 Concentración de hemoglobina corpuscular media.....	34
2.5. Glóbulos blancos.....	34
2.5.1 Recuento de glóbulos blancos.....	35
2.5.2 Fórmula leucocitaria.....	35
2.6. Frotis sanguíneo.....	39
2.6.1 Tinciones.....	40
2.7. Factores que alteran los parámetros del hemograma.....	41
2.7.1 Factores inter-específicos.....	41
2.7.2 Factores intra-específicos.....	43
2.8 Antecedentes sobre estudios de parámetros hematológicos en gatos domésticos.....	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	51
3.1. Lugar de estudio.....	51
3.2. Animales de estudio.....	51
3.2.1. Criterios de inclusión.....	51
3.2.2. Criterios de exclusión.....	51
3.2.3. Tamaño de muestra.....	52
3.3. Materiales y reactivos.....	52
3.3.1. Materiales para el examen clínico.....	52
3.3.2. Materiales para la toma de muestras.....	52

3.3.3. Materiales en general.....	53
3.3.4. Equipos .....	53
3.3.5. Reactivos.....	53
3.4. Metodología.....	54
3.4.1. Exploración del animal.....	54
3.4.2. Examen clínico del animal.....	54
3.4.3 Obtención y conservación y transporte de muestras sanguíneas en pacientes provenientes de clínicas veterinarias. ....	54
3.4.3. Mantenimiento y traslado de la muestra al laboratorio.....	55
3.5. Análisis hematológico: .....	55
3.5.1. Recuento de glóbulos rojos.....	55
3.5.2 Determinación de la hemoglobina (mg/dL):.....	56
3.5.3. Determinación del hematocrito.....	57
3.5.4 Cálculo para hallar el volumen corpuscular medio (VCM) expresado en (fl): .....	58
3.5.5 Cálculo para hallar la hemoglobina corpuscular media (HCM) en (pg): ..	58
3.5.7 Recuento de leucocitos. ....	58
3.5.8 Frotis sanguíneo.....	60
3.6. Análisis estadístico.....	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	62
4.1 Parámetros hematológicos en gatos domésticos en el Altiplano.....	62
4.1.1. Recuento de glóbulos rojos.....	62
4.1.2. Determinación de la hemoglobina. ....	63
4.1.3. Determinación del hematocrito.....	65
4.1.4. Determinación del VCM.....	66
4.1.5. Determinación del HCM.....	67
4.1.6. Determinación del CHGM.....	68
4.1.7. Recuento de glóbulos blancos.....	69
4.1.8. Recuento de Neutrófilos. ....	70
4.1.9 Recuento de Linfocitos.....	71
4.1.10. Recuento de Eosinofilos. ....	72
4.1.11. Recuento de Monocitos. ....	73
4.1.12. Recuento de Basófilos. ....	74
V. CONCLUSIONES .....	75
VI. RECOMENDACIONES .....	76
VII. REFERENCIA.....	77
ANEXO 1.....	84
ANEXO 2.....	87
ANEXO 3.....	88
ANEXO 4.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estadística de las variables hematológicas de 24 gatos domésticos entre 1 y 5 años. ....	45
Tabla 2: Parámetros hematológicos de gatos domésticos. ....	46
Tabla 3: Parámetros hematológicos en gatos domésticos. ....	47
Tabla 4: Parámetros hematológicos en gatos domésticos. ....	48
Tabla 5: Parámetros hematológicos en gatos domésticos. ....	49
Tabla 6: Parámetros hematológicos en gatos domésticos. ....	50
Tabla 7: Parámetros hematológicos en gatos domésticos. ....	50
Tabla 8: Recuento de glóbulos rojos en gatos domésticos según sexo (millones/mm <sup>3</sup> ). ....	62
Tabla 9: Determinación de la hemoglobina en gatos domésticos según sexo (g/dl). ....	63
Tabla 10: Determinación del hematocrito en gatos domésticos según sexo (%). ....	65
Tabla 11: Determinación del volumen corpuscular media en gatos domésticos según sexo (fl). ....	66
Tabla 12: Determinación del HCM en gatos domésticos según sexo (pg). ....	67
Tabla 13: Determinación del CHGM en gatos domésticos según sexo (%). ....	68
Tabla 14: Recuento de glóbulos blancos en gatos domésticos según sexo(millones/ $\mu$ l). ....	69
Tabla 15: Recuento de neutrófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu$ l, %). ....	70
Tabla 16: Recuento de linfocitos en gatos domésticos según sexo ( $\mu$ l, %). ....	71
Tabla 17: Recuento de eosinófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu$ l, %). ....	72
Tabla 18: Recuento de monocitos en gatos domésticos según sexo( $\mu$ l, %). ....	73
Tabla 19: Recuento de basófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu$ l, %). ....	74
Tabla 20: Ficha de admisión en gatos domésticos. ....	84
Tabla 21: Ficha de examen físico en gatos domésticos. ....	86
Tabla 22: Parámetros hematológicos en gatos domésticos (n=46). ....	87
Tabla 23: Parámetros del recuento de células rojas de gatos en otras altitudes según diferentes autores. ....	88
Tabla 24: Parámetros de los índices corpusculares de gatos en otras altitudes según diferentes autores. ....	89
Tabla 25: Parámetros de las células blancas en gatos en otras altitudes según diferentes autores. ....	89
Tabla 26: Parámetros de las células blancas en gatos en otras altitudes según diferentes autores. ....	90
Tabla 27: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el recuento de glóbulos rojos. ....	91
Tabla 28: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el hematocrito. ....	91
Tabla 29: Análisis de la varianza (SC tipo III) para la hemoglobina. ....	91
Tabla 30: Análisis de la varianza (SC tipo III) para VCM. ....	91
Tabla 31: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para HCM. ....	92
Tabla 32: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para CHCM. ....	92
Tabla 33: Análisis de la varianza (SC tipo III) para los glóbulos blancos. ....	92
Tabla 34: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para neutrófilos (%). ....	92
Tabla 35: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para neutrófilos ( $\mu$ l). ....	93
Tabla 36: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para linfocitos (%). ....	93
Tabla 37: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para linfocitos ( $\mu$ l). ....	93
Tabla 38: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para monocitos (%). ....	93
Tabla 39: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para monocitos ( $\mu$ l). ....	94
Tabla 40: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para eosinófilos (%). ....	94
Tabla 41: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para eosinófilos( $\mu$ l). ....	94



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

HC	: Hemograma completo
HTO	: Hematocrito
HGB	: Hemoglobina
MCH	: Hemoglobina Corpuscular Media
MCHC	: Concentración media de hemoglobina corpuscular
RBC	: Glóbulos Rojos
WBC	: Recuento total de glóbulos blancos
Pg	: Picogramos
mm <sup>3</sup>	: Milímetro cúbicos
EDTA	: Acido Etilendiaminotetraacetico
Fl	: Fentolitro
g/dl	: Gramos por decilitro
ALP	: Fosfatasa alcalina
SI	: Sistema Internacional
μl	: Micro litro
ACTH	: Hormona adrenocorticotropa
ICSH	: International Council por Standardization in Haematology



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con la participación de pacientes provenientes de cuatro clínicas veterinarias, ubicados en el departamento de Puno, con el objetivo de determinar parámetros hematológicos en gatos domésticos en el Altiplano. Se establecieron 12 parámetros del hemograma a partir de 46 muestras sanguíneas de pacientes clínicamente sanos, de 1 a 6 años de edad, de ambos sexos. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, considerando la media, desviación estándar e intervalos de confianza. El recuento de glóbulos rojos y blancos se determinaron por medio del método manual, para el hematocrito se utilizó la técnica de micro escala, para la determinación de la hemoglobina se utilizó la técnica fotométrica, se aplicaron fórmulas para el cálculo del volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media y método manual para el recuento de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. En el recuento de glóbulos rojos, el hematocrito, la hemoglobina, se encontraron valores similares a trabajos realizados en altura a nivel del mar.

**Palabras clave:** Hematología, gato, Altiplano.

## ABSTRACT

The research work was carried out with the participation of patients from four veterinary clinics, located in the department of Puno, with the aim of determining haematological parameters in domestic cats in the Altiplano. Twelve parameters of the blood count were established from 46 blood samples of clinically healthy patients, from 1 to 6 years of age, of both sexes. The data were analyzed by descriptive statistics, considering the mean, standard deviation and confidence intervals. The count of red and white blood cells was determined by means of the manual method, for the hematocrit the micro scale technique was used, for the determination of the hemoglobin the photometric technique was used, formulas were applied for the calculation of the mean corpuscular volume, hemoglobin corpuscular mean, concentration of the mean corpuscular hemoglobin and manual method for the count of neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils. In the red blood cell count, the hematocrit, the hemoglobin, similar values were found to work done in height at sea level.

Keywords: Hematology, cat, Altiplano.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la crianza de gatos se ha ido incrementando debido a su fácil manejo, sobre todo porque pueden adaptarse perfectamente a viviendas pequeñas. En el departamento de Puno se estima que existe 1 gato por cada 20 personas y que el 39.16% de estudiantes de nivel secundario prefieren al gato como mascota (Campana, 2017). Esta nueva condición se ve reflejado en la práctica diaria de la Clínica Veterinaria de pequeños animales, donde ahora es un paciente habitual, siendo necesario conocer más de esta especie para su adecuado tratamiento.

Viendo la importancia que tiene hoy en día los parámetros hematológicos en especies como caninos y felinos, que serán parte del diagnóstico de las diferentes patologías, se hace necesaria la determinación de estos valores, que serán la base para una adecuada interpretación clínica, ya que los cambios en el sistema hematopoyético, como la disminución del número de eritrocitos, neutrofilia, linfopenia y otros, son alteraciones comunes en una amplia variedad de patologías (Evans, 1990). Los gatos por su comportamiento particular son animales difíciles de diagnosticar solo con un examen clínico requiriendo el uso de todos los métodos de diagnóstico complementarios y los primeros de elección son los análisis de laboratorio, siendo de suma importancia el hemograma, para la detección de numerosas anormalidades y cuadros patológicos (Willard y Tvedten, 2004).

La hematología clínica ha sido por mucho tiempo uno de los criterios más empleados como medida de diagnóstico de la salud (Tell *et al.*, 1997; Feldman y Skeny, 2006), pues, además permite evaluar cambios resultantes de demandas fisiológicas; por ejemplo, en las aves, el número de células rojas varía según edad, el género, hora del día, temporada del año, altitud, nutrición y niveles circulantes de hormonas como

andrógenos, estrógenos y tiroideas. En Puno los laboratorios clínicos usan parámetros hematológicos referenciales de otros países, esto puede llevar a una interpretación errónea de los resultados ya que los factores como altitud y clima influyen en los parámetros que se obtienen en dichos exámenes (Cerquera y Rivero, 2009).

Es así que; el presente estudio tiene por objetivo determinar parámetros hematológicos en un grupo de gatos domésticos en el Altiplano, que nos permitan a futuro establecer una base de consulta que sirva de guía al clínico en su interpretación y evaluación del paciente, permitiendo establecer el estado de salud real y diferenciarlo correctamente del patológico.

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.1.2. Objetivo general.**

- Determinar los parámetros hematológicos en gatos domésticos del sexo machos y hembras, mayores a un año de edad en el Altiplano.

### **1.1.2. Objetivos específicos.**

- Determinar los parámetros de las variables del recuento de glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, VCM, HCM, CHCM, recuento de glóbulos blancos, recuento de neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monocitos, linfocitos, en gatos domésticos del sexo hembra mayores a un año de edad.
- Determinar los parámetros de las variables del recuento de glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, VCM, HCM, CHCM, recuento de glóbulos blancos, recuento de neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monocitos, linfocitos, en gatos domésticos del sexo macho mayores a un año de edad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Mecanismos adaptativos a la condición de vida en la altura.

El ambiente de alta montaña es desafiante en muchos sentidos: puede ser frío ventoso y con elevada exposición a la radiación ultravioleta. No obstante, el desafío más inmediato para los mamíferos que viven en regiones altas es cubrir las demandas de  $O_2$  de las células porque la fuente de  $O_2$  de la atmósfera posee una concentración baja de este gas (Irrázaval, 2001). Numerosos estudios han demostrado la utilización de distintas estrategias adaptativas, tanto en el hombre como en los animales, implicando algunos mecanismos comunes que, operando íntegramente, permiten solucionar el problema de la hipoxia crónica. (Urquieta y Martínez, 2005). Esta es una de las respuestas más importantes a la adaptación en la altura, así como el hematocrito en la altura aumenta de 30% a 60%. (Irrázaval, 2001).

#### 2.1.1 Diferencias entre aclimatación y adaptación.

Cuando una persona que nace y crece en una región baja asciende a las altas montañas, sus parámetros funcionales cambian con el paso del tiempo a medida que se produce la aclimatación. Entre otros mamíferos muchas especies se asemejan a los seres humanos por su distribución predominante en las regiones bajas, pero también hay especies limitadas a las regiones altas (Irrázaval, 2001).

Una persona que permanece a alturas elevadas durante días, semanas o años se aclimata cada vez más a la  $PO_2$  baja, de modo que se produce menos efectos adversos sobre el cuerpo, y es posible que la persona trabaje más sin los efectos de la hipoxia o ascienda a alturas todavía mayores. La aclimatación de

los nativos comienza durante la lactancia, especialmente hay un gran aumento del tamaño del tórax, mientras que el tamaño corporal esta algo disminuido, lo que da un elevado cociente de capacidad ventilatoria respecto a la masa corporal. Además, sus corazones, que desde el nacimiento bombean cantidades adicionales del gasto cardiaco, son considerablemente mayores que los corazones de las personas de tierras bajas (Cunningham y Klein, 2014).

Durante la exposición aguda a la altura hay una respuesta inicial de hiperventilación que busca compensar la menor presión parcial de oxígeno. Con la hiperventilación ocurre una mayor eliminación de CO<sub>2</sub> conducente a una alcalosis respiratoria que, al ocurrir, genera sintomatología propia del mal de montaña agudo. Se postula que como mecanismo de regulación la hiperventilación favorece la elevación de testosterona. El incremento de testosterona a su vez reduciría la ventilación; esta elevación de la testosterona también estimularía la producción de glóbulos rojos y con ello mejora el transporte de oxígeno facilitando el proceso de aclimatación (Gonzales, 2011).

Cuando un individuo asciende a alturas mayores sufre una serie de mecanismos de aclimatización como aumento de la frecuencia respiratoria en forma transitoria, esto debido a la disminución de la presión parcial de oxígeno que estimula a los quimiorreceptores localizados en la bifurcación de la carótida y el cayado aórtico. La hipoxemia también produce un aumento transitorio de la eritropoyetina que a su vez produce eritrocitosis fisiológica. Está demostrado que la capacidad de difusión de la membrana alveoloarterial esta aumentado en la altura. El mecanismo íntimo de la vasoconstricción hipoxia se atribuye al efecto perivascular de la hipoxia alveolar actuando como mediadores locales

sustancias vasoactivas (histamina, serotonina) liberadas por los mastocitos perivasculares (Uscamayta, 2007).

### **2.1.2 Efectos de una presión de oxígeno baja.**

La disminución de la presión barométrica es la principal causa de todos los problemas de hipoxia en la fisiología de las grandes alturas porque, a medida que disminuye la presión barométrica, la presión parcial del oxígeno atmosférico disminuye de manera proporcional, permaneciendo en todo momento algo por debajo del 21 % de la presión barométrica total: La  $PO_2$  al nivel del mar es de aproximadamente 159 mmHg, pero a 15240 m es de solo 18 mmHg (Cunningham y Klein, 2014).

### **2.1.3 Hipoxia.**

La hipoxia consiste en la carencia de oxígeno en la sangre y en tejidos, puede generar fallas sistémicas en el organismo. Los estados de hipoxia se pueden presentar por múltiples causas: Inhalación de gases, anemias y en exposiciones a medianas o altas alturas (Chapman, 1998).

A medida que se incrementa la altura sobre el nivel del mar la presión barométrica disminuye y, por lo tanto, la presión parcial de los gases también lo hace, esta disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire genera hipoxia (Huang *et al.*, 2008).

La hipoxia desencadena una serie de señales que inducen a la producción de eritropoyetina y su incremento sérico, al aumentar la eritropoyetina se eleva la tasa de eritropoyesis que se refleja directamente en el aumento de la masa eritroide para luego captar más oxígeno (Yoon, 2011).



La eritropoyetina en sangre se puede ver afectada por el aumento de la oxigenación de los tejidos. Los niveles altos de hemoglobina, junto con una concentración de oxígeno en el medio ambiente normal causan inhibición en la síntesis de eritropoyetina, al encontrarse concentraciones altas de oxígeno en el medio ambiente, el cuerpo no necesitará una concentración de eritrocitos muy elevada, por cual se detendrá la eritropoyesis. Por el contrario, cuando se presenta una disminución en la oxigenación de los tejidos ya sea por anemia o un proceso hipóxico, la eritropoyetina incrementa la concentración sérica (Gore *et al.*, 1997).

#### **2.1.4. Efecto de la altitud sobre los mamíferos.**

La policitemia es un mecanismo compensatorio para mantener el reparto de oxígeno durante cuadros de hipoxia. Después de la exposición a la hipoxia hay un aumento del promedio del hematocrito, lo que incrementa la viscosidad sanguínea, hasta que puede llegar a comprometerse el flujo de sangre a los tejidos (Ebert y Bunn, 1999).

Lo cual esta frecuentemente asociado con hipertensión arterial, resultando en complicaciones cardiovasculares severas. Sin embargo, algunas especies animales expuestas a hipoxia en la altura compensan el incremento del hematocrito (Vogel *et al.*, 2003).

La hipertensión arterial pulmonar es el resultado del estrechamiento del lumen de las arterias pulmonares debido a la vasoconstricción, hipertrofia e hiperplasia de las células musculares lisas de la arteria pulmonar (Archer y Michelakis, 2002; Bradbury *et al.*, 2002). Cuando la hipoxia es prolongada, la hipertensión arterial pulmonar no es solamente el resultado del incremento del

tono del musculo liso y la policitemia, sino principalmente de la remodelación estructural de las arterias pulmonares distales (Weissmann *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2002).

En el caso de aves expuestas a hipoxia crónica, hay una disminución en la liberación de óxido nítrico, lo cual está correlacionado a una remodelación en las tres capas musculares de las arteriolas pulmonares distales. Además, está relacionado al aumento de endotelina 1 (ET-1), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factor de crecimiento epidérmico (EGF), factor de crecimiento fibroblástico-2 (FGF-2), factor de crecimiento insulínico-2 (IGF-2), factor de crecimiento transformante-1 $\beta$  (TGF-1 $\beta$ ), factor de crecimiento del hepatocito (HGF), factor de necrosis tumoral-1<sup>a</sup> (TNF-a), interleucina-1 $\beta$  (IL1 $\beta$ ), angiotensina II y trombina (Vásquez *et al.*, 2012).

Los animales criados en la altura registran una mayor actividad del sistema hematógeno al estar sometidos a hipoxia celular, lo que estimula la eritropoyetina que induce la elevación de la hemoglobina sanguínea y, por ende, un aumento en el número de glóbulos rojos (Health y Reid, 1974; Kolb, 1975; Guyton y Hall, 2006). Por tanto, la disminución en la presión de oxígeno atmosférico reduce el transporte del oxígeno desde los pulmones hasta las mitocondrias celulares, lo que implica que el animal recurra a esfuerzos propios para lograr la aclimatación a la nueva presión parcial del oxígeno (Arango *et al.*, 1992).

## 2.2. Sangre.

La sangre es una dispersión coloidal. El plasma constituye alrededor del 60% del volumen, y las células y otros materiales circulantes son el 40 % restante (Aspinall, 2014).

El volumen sanguíneo es aproximadamente 9% del peso corporal y el volumen plasmático corresponde al 60% del volumen sanguíneo (Ceron, 2013).

En los animales sanos, el 45% del volumen de su sangre son células, glóbulos rojos (la mayoría), glóbulos blancos y plaquetas. Un fluido claro y amarillento, llamado plasma, constituye el resto de la sangre. El plasma, del cual el 95% es agua, contiene también nutrientes como glucosa, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas (Pérez y Rios, 2011).

### 2.2.1 Hematopoyesis.

#### 2.2.1.1. Eritropoyesis.

Proceso de formación de los eritrocitos que se realiza en condiciones de normalidad en la médula ósea del adulto a partir de células madres pluripotentes (Aguilera, 1988). La eritropoyesis constituye del 10% al 30% de las células hematopoyéticas de la médula ósea (Ashenden *et al.*, 2000).

Los lugares donde se producen los eritrocitos son, en las primeras semanas de la vida embrionaria, los eritrocitos nucleados se producen en el saco vitelino, durante el segundo trimestre de gestación, el hígado es el principal órgano productor de eritrocitos, pero también se produce un número razonable en el bazo y en los ganglios linfáticos,

después del nacimiento los eritrocitos se producen exclusivamente en la medula ósea (Cunningham y Klein, 2014).

La eritropoyetina es una hormona glicoproteica considerada como el principal regulador fisiológico del proceso de maduración y diferenciación de los progenitores hematopoyéticos eritroide, puede detectarse en sangre circulante y en orina. Está compuesta en el 70% de proteínas y 30% de carbohidratos, con 166 aminoácidos y peso molecular de 34-39 kd (Cabrera, 2009).

La producción de la eritropoyetina se origina durante la vida fetal en el saco vitelino y en el hígado, aunque en el momento del nacimiento disminuye la producción hepática y aumenta la renal en las células peri-tubulares del parénquima. Su función principal es el mantenimiento constante de la masa eritrocitaria que circula en un adulto normal, ante modificaciones en la presión parcial del oxígeno ( $PO_2$ ) como la hipoxia (Ira, 2014).

El mecanismo molecular de la producción es regulado por un factor sensible específicamente en la oxigenación, aunque el blanco no son exclusivamente los receptores eritroide (Peces, 2009), puede actuar tanto en tejidos como en el sistema nervioso central (SNC) con efecto neurotrófico y neuroprotector, ovarios y testículos, expandiendo así la acción biológica y farmacológica de la hormona; su efecto antiapoptótico es uno de los aspectos principales de la investigación como potencial terapéutico (Malgor y Valsecia, 2004).

La eritropoyetina constituye un importante factor de inducción de neurogénesis durante las etapas tempranas del desarrollo embrionario, siendo la principal durante el desarrollo fetal, sin embargo, después del nacimiento, el riñón genera aproximadamente el 80% de su producción (Salceda y Caro, 1997). Aun así, todos los esfuerzos realizados para conocer en profundidad los procesos de síntesis y regulación de la hormona no han tenido en todos sus casos resultados definitivos (Riveros *et al.*, 2014). En 1992, por parte de Semenza y Wang, se evaluaron importantes avances en su regulación a través del factor inducible por la hipoxia (HIF) y en sus múltiples funciones aparte de la estimulación de la formación de eritrocitos (Peces, 2003). La regulación de la producción de EPO se realiza con base en los cambios que las variaciones de la concentración de oxígeno a nivel celular producen en el llamado HIF (Yoon *et al.*, 2011).

La eritropoyetina actúa también en la diferenciación de las células de precursor y también estimula en pequeña medida la formación de megacariocitos, por tanto, la carencia de eritropoyetina ocasiona anemia y los síntomas asociados a ella como debilidad muscular, cefalea, disnea, disminución de la tolerancia al ejercicio físico y mareos. Aparte de la eritropoyesis, esta hormona cumple otras funciones biológicas, ya que el receptor de la eritropoyetina se encuentra en las células somáticas como astrocitos, neuronas y células cardíacas involucradas directamente con la inhibición de la apoptosis, a nivel cerebral juega un papel importante en la respuesta a la lesión neuronal (Tobergte y Curtis, 2013).

La estimulación de la eritropoyetina se genera por una exposición crónica a un proceso hipóxico en caso de que un individuo aumente su altura sobre el nivel del mar durante las primeras horas en un lugar de gran altura. Luego, el volumen plasmático de una persona comienza a disminuir progresivamente (Mckeever *et al.*, 2010), esta disminución es el resultado de la pérdida de agua en la respiración y el intento del cuerpo por reducir dicho volumen (Vargas, 2014).

La regulación de la producción de la eritropoyetina se realiza con base en los cambios de las variaciones del oxígeno por la adaptación celular a la hipoxia de los factores inducibles por la hipoxia (HIF-1 y HIF-2) (Aguirre, 2013).

El HIF-1 es un complejo de unión al ADN heterodimérico compuesto por dos proteínas, este es clave de un amplio operativo de respuesta transcripcional activada por hipoxia, cobalto II iones y la quelación del hierro que tiene como función incrementar la transcripción de genes cuyos productos son proteínas que participan en la formación de vasos sanguíneos nuevos, eritropoyesis, proliferación celular, remodelación vascular y metabolismo energético, siendo los responsables de regular el oxígeno (Cabrera, 2009).

El HIF-1 tiene dos subunidades HIF-1 $\alpha$  y HIF-1 $\beta$ , la actividad de HIF-1 está dada principalmente por la HIF-1  $\alpha$ , que tiene una vida media de 5 min y es regulada por un dominio altamente sensible al oxígeno, denominado como dominio de degradación dependiente del oxígeno (Pugh *et al.*, 1997). Lo anterior crea un mecanismo de activación

en el que la operación inducible es amplificada por la regulación del factor, el cual elevado por la estimulación a la hipoxia. Lo más probable es que se produzca a través de los cambios en la estabilidad de la proteína (Riveros *et al.*, 2014).

En condiciones normales el dominio ODDD del HIF-1 $\alpha$  es hidroxilado en los aminoácidos P402 y P564 por la enzima prolil 4 hidroxilasa (Pugh *et al.*, 1997). Cuando esto ha sucedido, la proteína von HippelLindau (VHL) puede interactuar con el HIF-1 $\alpha$  a través de estos aminoácidos. La VHL es una ubiquitina ligasa, encargada de marcar la proteína HIF-1 $\alpha$ , conduciéndola hacia el proteosoma para su degradación (Vargas, 2014).

La estimulación de la producción de la eritropoyetina se relaciona con la carga hipóxica. Se denomina carga hipóxica al conjunto de la intensidad de la hipoxia junto con la duración del estímulo. Entre los diferentes estudios publicados al respecto, se destaca, por ejemplo, Schmidt en 1993, quien demostró cómo a los 84 minutos de exposición a una altitud de 4000 metros se genera un aumento significativo en los niveles de la eritropoyetina en la sangre. Al bajar esa altitud a 3000 metros, se necesita un mayor tiempo de exposición para alcanzar la misma carga hipóxica y obtener aumentos significativos de eritropoyetina, y en este caso se necesitan 114 minutos para producir una estimulación suficiente (Schmidt y Spielvogel, 1993).



### 2.3. Hemograma.

El examen de muestras de sangre aporta información valiosísima sobre el estado de salud del animal, lo cual facilitara el diagnóstico, el seguimiento de la respuesta al tratamiento y la valoración de la gravedad de los trastornos (Aspinall, 2014).

Hemograma tipo I (14700): hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de la hemoglobina corpuscular media), recuento total de leucocitos, y recuento diferencial de leucocitos y morfología por métodos manuales. No incluye sedimentación (Campuzano, 2007).

Para realizar un hemograma con fines cuantitativos existen hoy en día dos grupos que son el análisis tradicional y los sistemas automatizados. Se entiende por análisis tradicional a los métodos manuales que usan cámaras de conteo como la Neubauer y pipetas de dilución. En el otro lado, los métodos automatizados trabajan bajo tres sistemas: impedancia eléctrica, contadores centrífugos y contadores laser (Heredia, 2007).

Los estudios cuantitativos de los componentes celulares de la sangre comprenden el conteo de miles de células por cada muestra analizada. Es por esta razón que los sistemas automatizados suelen ser más precisos que los conteos manuales (Voigt, 2003). La influencia del desarrollo tecnológico sobre los contadores celulares ha posibilitado el surgimiento de una gran diversidad de modelos. No obstante, todos estos equipos exhiben un diseño mecánico y electrónico similar (Bush, 2003).

Descrito y usado por Coulter en 1956, el contador de impedancia eléctrica trabaja mediante la suspensión de las células sanguíneas en un líquido electrónicamente conductor (Becerra, 2006). Cada partícula es forzada a atravesar un par de electrodos produciendo un cambio en la resistencia eléctrica entre los electrodos. Cada célula produce un pulso eléctrico específico que permite su clasificación y conteo. Los equipos de medicina humana que trabajan por impedancia producen resultados cercanos a lo real cuando se analiza sangre canina. En el caso de los leucocitos, los equipos de impedancia producirán un índice de variación menor al 5% pero los equipos para humanos deben ser calibrados eléctricamente para poder ser usado en conteo diferencial de leucocitos en medicina veterinaria (Pérez, 2011).

### **2.3.1. Técnica de toma de muestras.**

La causa más frecuente de obtener una mala muestra de sangre es el daño físico sobre los componentes de la sangre durante su recogida. La fragilidad de los eritrocitos y la agregabilidad de las plaquetas son bastante impredecibles y variables según los individuos y los procesos patológicos. Este problema se puede minimizar utilizando una técnica adecuada. La lentitud del flujo y la aplicación de un vacío variable que se producen al coger la muestra de sangre a partir de una vena periférica, pone a prueba la resistencia de los eritrocitos y predispone a una agregación plaquetar (Day *et al.*, 2012).

Lo ideal es usar la vena yugular ya que es bastante gruesa como para obtener una cantidad de sangre adecuada rápidamente; así se minimiza la

posibilidad de hemolisis y coagulación de la muestra. Esta posición es ideal para cachorros y gatos con poco peso y tamaño. Esporádicamente, si el paciente está muy estresado se puede recurrir a sedarlo o anestesiarlo para la extracción de la sangre (Mouly, 2018).

No hay una vena ideal para la recolección de sangre en gatos y cada animal debe ser evaluado en particular para la elección de la vena para ese individuo, dependiendo no solo del individuo sino también del operador. Las más utilizadas son las venas cefálicas, yugular, y la safena medial, siendo esta una excelente opción para la recolección de sangre en gatos agresivos ya que el animal no ve al operador y su atención se desvía hacia el propietario, que le acaricia la cabeza y le habla. Generalmente se usa una aguja 25/8, pudiendo estar acoplada una jeringa o directamente recolectando la sangre en el tubo. En el caso de los hemogramas se recomienda utilizar tubos de recolección de 0.5 ml. Muchos laboratorios proporcionan tubos para la recolección de 4ml de sangre, pero la mayoría de las veces no se cubren con este volumen, dando lugar a errores en los resultados de laboratorio (Adorni, 2017).

La obtención de una muestra en buenas condiciones dependerá de la asepsia, la sujeción del paciente, la técnica para la extracción de sangre; así como también la manipulación y remisión de la muestra. Por estas razones se deben seguir ciertas normas básicas, como son las siguientes: Usar agujas, recipientes; bien limpios y secos; utilizar los métodos de sujeción apropiados según la especie animal con la que se trabaje; no producir estasis prolongado en la vena; no absorber la sangre con mucha rapidez, dejando que la sangre se deslice suave y lentamente; no sacudir bruscamente la sangre una vez extraída y mantenerla en refrigeración (Gallo, 2014).

### 2.3.2. Manejo de la muestra de sangre.

Para el hemograma el frotis se debe hacer de forma inmediata y la sangre debería ser analizada cuantitativamente antes de una hora de su obtención. Si esto último no se puede hacer, la sangre puede ser refrigerada a 4 °C durante 1 día para realizar el hemograma cuantitativo, no se debe de congelar. Si se almacena a temperatura ambiente los eritrocitos aumentaran de tamaño dando falsos aumentos del volumen corpuscular medio y el valor del hematocrito. En el caso de transportar las muestras a un laboratorio externo para su análisis es importante identificar las muestras de forma correcta y utilizar contenedores adecuados. En general, sería recomendable siempre que se requiera un hemograma, además de la sangre con EDTA, el mandar un frotis (Cerón, 2009).

### 2.3.3. Anticoagulante.

El anticoagulante de elección para hacer el perfil hematológico es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) porque conserva la morfología celular. Los tubos que contiene citrato sódico se usan para cualquier test relacionado con los tiempos o factores de coagulación. Tanto el citrato sódico como el EDTA previenen la coagulación formando complejos con el calcio (Day *et al.*, 2012).

EDTA (EtilenDiamina Tetra Acético ácido). Por otra parte, conocido como secuestreno (= ácido secuéstrico = secuestrol) o versenato. Las sales disódicas y dipotásicas son anticoagulantes potentes. Son preferibles las sales dipotásicas puesto que son más solubles, y ésta es la sal empleada generalmente en tubos preparados comercialmente. El EDTA dipotásico es el mejor anticoagulante para todos los fines y se recomienda para su empleo

rutinario. Su concentración óptima es 1 mg/ml de sangre. Esta concentración asegura la mayor exactitud cuándo se hacen determinaciones del volumen celular compacto (VCC), aunque para muchas otras pruebas son permisibles hasta 2 mg/ml (Cerón, 2009).

#### 2.4. Glóbulos rojos.

Los glóbulos rojos del gato son más pequeños, 5.6  $\mu\text{m}$  y presentan una palidez central. Es frecuente en gatos sanos ver frotis normales con glóbulos rojos de distinto tamaño y color. Tienen una vida media de 70 días (Morales, 2009). No tienen de forma constante una palidez central discernible y tienden a variar ligeramente más su forma que los glóbulos rojos caninos. Ambas especies tienen leve anisocitosis de hematíes y pueden mostrar ocasionalmente células inmaduras policromatofilas en las extensiones de sangre periférica, la alteración en la densidad de los glóbulos rojos en las preparaciones puede reflejar policitemia o anemia. (Cowell *et al.*, 2009).

La anemia es un hallazgo especialmente común en perros y gatos y puede ser secundario a casi cualquier tipo de enfermedad. Se sospecha a menudo antes de recoger la muestra sanguínea por los signos clínicos del paciente y la exploración física (Cowell *et al.*, 2009).

Se puede observar valores ligeramente superiores en los machos para hematocrito y número de glóbulos rojos; posiblemente debido al efecto de la testosterona, que estimula el aumento en la producción de eritropoyetina, por medio de la transcripción mediada por receptores y por efecto directo sobre la médula ósea (García, 1995).

#### 2.4.1. Recuento de glóbulos rojos.

El recuento del número de eritrocitos o glóbulos rojos se expresa por  $\text{mm}^3$  (milímetro cúbico), la sangre se deposita en un líquido para diluir eritrocitos, luego, se cuentan los eritrocitos en una cámara de recuento, por medio del microscopio, y se calcula el número que existe por  $\text{mm}^3$  (Zurita, 2013).

#### 2.4.2. Hemoglobina.

La hemoglobina es una proteína globular, que está presente en altas concentraciones en los glóbulos rojos y se encarga del transporte de  $\text{O}_2$  del aparato respiratorio hacia los tejidos periféricos; y del transporte de  $\text{CO}_2$  y protones ( $\text{H}^+$ ) de los tejidos periféricos hasta los pulmones para ser excretados (Brandan *et al.*, 2008).

La hemoglobina está formada por cuatro cadenas de globina concatenadas (formada a partir de aminoácidos), cada una de las cuales tiene una hendidura que contiene una molécula hemo. Cada molécula hemo está formada por un anillo de protoporfirina que contiene una molécula central de hierro. El anillo de protoporfirina se sintetiza a partir del aminoácido glicina y del intermediario succinil-CoA del ciclo de Krebs, a través de una serie de reacciones enzimáticas. Por tanto, los ingredientes básicos de la hemoglobina son los aminoácidos y el hierro, y la síntesis de hemoglobina se ve impedida si existe una deficiencia de proteínas (por ejemplo, malnutrición) o deficiencia de hierro (por una deficiencia de dieta o por una pérdida externa de sangre crónica). La síntesis defectuosa de hemoglobina también puede venir de una intoxicación por plomo debido a la inhibición de algunas reacciones

enzimáticas involucradas en la síntesis de protoporfirina (Villiers y Blackwood, 2013).

Durante los tres primeros meses de vida intrauterina, el feto sintetiza cuatro hemoglobinas embrionarias llamadas Gower 1, Gower 2, Portland 1 y Portland 2, compuestas por distintos tipos de cadenas polipeptídicas (Ruiz-Reyes, 2003), aunque otros autores solo hacen referencia a una sola Hb Portland, cuya estructura corresponde a la Portland 1 (Weatherall *et al.*, 2001).

En el cuarto mes del embarazo se sintetizan las cadenas alfa y beta que al combinarse formando la Hb F (hemoglobina fetal) que predomina en esa época de la gestación. Las hemoglobinas embrionarias disminuyen hasta desaparecer en la época del nacimiento, al nacer, la Hb F representa aproximadamente 80% de la totalidad de la Hb, y el restante 20% lo forman la Hb A y Hb A2. Cerca de los 12 meses de edad prácticamente toda la Hb se encuentra en su forma adulta, integrando 97% de la Hb durante el resto de la vida. La Hb A2 contribuye un 2% y el remanente es Hb F. La diferencia entre todas estas hemoglobinas radica en los distintos tipos de globina que la constituyen (Ruiz Reyes, 2003).

La hemoglobina A, la forma más frecuente en el adulto, es una combinación de dos cadenas alfa y dos cadenas beta. Debido a que cada cadena tiene un grupo proteico hem, hay 4 átomos de hierro en cada molécula de hemoglobina; cada una de ellas puede unirse a una molécula de oxígeno, siendo pues un total de 4 moléculas de oxígeno las que pueden ser transportadas por cada molécula de hemoglobina, la medición de la



hemoglobina en sangre es el dato más importante para el diagnóstico de anemia (Gonzalez, 2012).

La hemoglobina es el parámetro más importante del eritrograma y posiblemente del hemograma. Desde el punto de vista clínico, la hemoglobina define los conceptos de anemia y policitemia (Campuzano, 2007).

La concentración de hemoglobina (HGB) se determina con mayor exactitud por el método de cianometahemoglobina, utilizando un colorímetro o un espectrofotómetro. En casos de lipemia marcada o de un excesivo número de cuerpos de Heinz, se pueden obtener falsos incrementos, debido a que ambos casos se produce una interferencia con la luz (Schaer, 2006).

La hemoglobina, que se halla en el interior de los glóbulos rojos, se combina de forma irreversible con oxígeno y lo transporta por todo el organismo. Para que el organismo funcione adecuadamente, es fundamental que disponga de una cantidad suficiente de hemoglobina. Los niveles de hemoglobina se estiman mediante analizadores de hematología y se miden en gramos por decilitro. Esta prueba no resulta afectada por la hemólisis, los niveles de hemoglobina disminuyen en casos de anemia (Aspinall, 2014).

Actualmente se utilizan tres métodos para cuantificar la hemoglobina mediante diferentes analizadores hematológicos. El método de la cianometahemoglobina. El método de la cianometahemoglobina ha sido utilizado como el estándar internacional durante muchos años, pero el reactivo contiene cianuro potásico, que puede causar problemas en la manipulación y eliminación (Day *et al.*, 2012).

El método de la oxihemoglobina tiende a infraestimar la hemoglobina total porque solo mide la fracción oxihemoglobina. Esto puede causar problemas con los controles de calidad externo (Day *et al.*, 2012).

Según sus principios la hemoglobina es el pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos. Se compone de hierro. Transporta oxígeno a las células de los tejidos del organismo. Su valor se expresa en gramos/100ml. La sangre se diluye en líquido de Drabkin, que destruye los eritrocitos y convierte la hemoglobina en cianometahemoglobina. Este resultado se examina por medio de un espectrofotómetro o un colorimétrico. Su grado de absorbancia es proporcional a la cantidad de hemoglobina que contenga la sangre; el método fotométrico de la cianometahemoglobina permite hacer cálculos más precisos de la cantidad de hemoglobina existente (Zurita, 2013).

Actualmente se utilizan tres métodos principales: El método coulter, se concentra un flujo de eritrocitos, diluidos en una solución electrolítica, en una apertura por la cual hay una corriente eléctrica. A medida que cada célula individual pasa a través de la abertura, incrementa la resistencia eléctrica, generando un pulso. La dimensión del pulso es proporcional al volumen celular (MCV), y la frecuencia del pulso es proporcional al número de células. La detección de las dimensiones de los pulsos acumulativos permite el cálculo del valor hematocrito (Day *et al.*, 2012).

### **2.4.3. Hematocrito.**

El hematocrito representa la fracción del volumen eritrocitario y corresponde al volumen ocupado por los glóbulos rojos en relación con el volumen total de sangre. De acuerdo con el tipo de hemograma, el hematocrito

se puede hacer por método manual, en los hemogramas tipo I y II, o por cálculo, en los hemogramas tipo III, IV, V y VI. El hematocrito se expresa de acuerdo a la nomenclatura tradicional como un porcentaje, o preferiblemente, de acuerdo al Sistema Internacional (SI) de unidades recomendado por el ICSH (International Council for Standardization in Haematology), como una fracción decimal en donde la unidad (L/L) está implícita. Aunque el concepto no difiere por la metodología utilizada, hay diferencias, que, aunque sutiles algunas de ellas, es importante conocerlas al momento de interpretar las pruebas (Campuzano, 2007).

En condiciones fisiológicas, el ejercicio y el estrés aumentan el hematocrito debido a la contracción del bazo, lo que se denomina policitemia emocional (Fisiología Sanguínea, 2017).

El hematocrito bajo se halla en casos de anemia, sedación y anestesia, así como en las últimas fases de gestación. Por el contrario, los valores altos son propios de la deshidratación, que causa policitemia (aumento de la cantidad de glóbulos rojos), de la contracción esplénica, de los casos de administración de esteroides anabolizantes y del hipotiroidismo felino (Aspinall, 2014).

El método más sencillo para calcular manualmente la masa celular eritrocitaria es mediante el microhematocrito. Es ampliamente utilizado ya sea en la práctica veterinaria, como en las unidades de cuidado intensivo, o en laboratorios de hematología. El PVC se determina centrifugando la sangre, con anticoagulante, en pequeños tubos capilares para separar las células del plasma (Day *et al.*, 2012).

#### 2.4.4. Volumen corpuscular medio.

Indica el tamaño medio de los eritrocitos. En las anemias regenerativas se observa un aumento del MCV, junto con una disminución de la MCH y el MCHC. Las anemias macrocíticas también pueden observarse en anemias no regenerativas debido a la mielodisplasias en gatos, normalmente asociadas a la infección por FeLV. El tiempo desde la obtención de la muestra (por ejemplo, muestras que tienen dos o más días) produce una hinchazón de los eritrocitos y el MVC aumenta. Las anemias no regenerativas normalmente son normocíticas. Los MVC bajos suelen observarse en deficiencias de hierro (Villiers y Blackwood, 2013).

Siendo un dato indispensable para clasificar el tipo de anemia que presenta el paciente, e indica si los eritrocitos son microcíticos, macrocíticos o normocíticos (Gonzalez, 2012).

Los descensos de VCM indican eritrocitos de menor tamaño que el normal (microcitos) y se suelen dar en anemias por déficit de hierro asociadas a la pérdida de sangre crónico (Cerón, 2015).

#### 2.4.5 Hemoglobina corpuscular media.

Se expresa en pico gramos (pg) e indica la cantidad media (peso) de hemoglobina media por eritrocito. No tiene en cuenta el volumen de los eritrocitos ya que se calcula dividiendo la Hb por el RBC. Define los conceptos de hipocromía, normocromia e hipercromía. La HCM es confiable y por lo tanto aplicable a la clínica cuando se deriva de valores obtenidos mediante contadores de células (Campuzano, 2007).

#### **2.4.6 Concentración de hemoglobina corpuscular media.**

Indica la concentración media de hemoglobina por eritrocito. Se calcula dividiendo la Hb por el HCT y, debido a que este último está afectado por el tamaño de los eritrocitos, la MCHC es el indicador más útil de la cantidad de hemoglobina presente en los eritrocitos. Cuando la CHCM se encuentra en un nivel bajo, esto puede significar que el paciente tiene anemia por deficiencia de hierro. Este tipo de anemia puede ser causada por insuficiencia de hierro en la dieta o por pérdida de sangre. Los altos niveles de CHCM pueden indicar la presencia de una anemia macrocítica y puede deberse a varios motivos, entre los que se incluyen problemas de hígado y deficiencias de vitamina B12 y ácido fólico (folato) (Callón, 2012).

#### **2.5. Glóbulos blancos.**

Los leucocitos son células sanguíneas cuya función es participar como líneas de defensa del organismo, son clasificadas como polimorfonucleares o mononucleares según la forma de su núcleo, los leucocitos polimorfos nucleares son denominados granulocitos, porque en su citoplasma contiene gránulos primarios y secundarios los que le ayudan a efectuar sus funciones, el número total de leucocitos es variable entre las especies y la vida media de estas células no está demostrada en sangre, ya que migran a los tejidos por estímulos quimioatrayentes y sus recuentos dependen del movimiento de las células del paquete marginal al paquete circulante (Meyer, 2004), de acuerdo a su apariencia al microscopio, existen 5 clases de leucocitos: granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos), linfocitos y monocitos (Voigt, 2003).

### 2.5.1 Recuento de glóbulos blancos.

El recuento de leucocitos consiste en determinar la cantidad de glóbulos blancos en sangre periférica por unidad de volumen por microlitro ( $\mu\text{l}$ ), milímetro cúbico ( $\text{mm}^3$ ) o litro (L), de acuerdo con el sistema de unidades adoptado en el laboratorio clínico o en la región. Desde el punto de vista de la metodología disponible en el laboratorio clínico, el recuento de leucocitos se puede hacer por método manual o electrónico (Campuzano, 2007).

### 2.5.2 Fórmula leucocitaria.

El recuento diferencial de leucocitos se realiza contando leucocitos a ambos lados de la preparación y en el medio del área de examen de una preparación, las células grandes tienden a ser empujadas al borde de la preparación, y las células pequeñas tienden a concentrarse en el medio. Se debe contar un total de como mínimo 100 células, aunque es preferible contar 200. Los eritrocitos nucleados deben incluirse y después debe corregirse el recuento de leucocitos. El porcentaje de cada tipo celular se multiplica por el total de leucocitos para determinar el recuento absoluto de cada tipo celular. Las anomalías en la morfología de los leucocitos, debe anotarse. Los neutrófilos son el tipo celular predominante, seguidos por los linfocitos. La ratio neutrófilos: linfocitos es 3,5:1 en el perro y 2:1 en el gato. Los animales normales tienen recuento de eosinófilos y monocitos bajos, y los basófilos son muy ocasionales o están ausentes. El recuento diferencial de leucocitos permite establecer los conceptos de neutrofilia, neutropenia, agranulocitosis, eosinofilia, eosinopenia, basofilia, basopenia, monocitosis monocitopenia, linfocitosis y linfopenia que pueden estar asociada a enfermedades benignas como procesos infecciosos, procesos inflamatorios y mielotoxicidad, entre

otros, o enfermedades malignas como leucemia y mieloptisis (Campuzano, 2007).

#### **2.5.2.1 Neutrófilos.**

Los neutrófilos son realmente grandes (aproximadamente dos veces el diámetro de los eritrocitos) y tienen el núcleo alargado y segmentado con tres a cinco lóbulos. El citoplasma es azul claro-gris y los gránulos citoplasmáticos no se tiñen. Los neutrófilos inmaduros se denominan bandas y no son frecuentes en animales sanos, pero pueden presentarse en un número incrementado en condiciones inflamatorias. Los neutrófilos banda tienen el núcleo alargado y sin lobulaciones, en forma de U, con los lados paralelos. Puede presentarse con ligeras indentaciones menores al 50% de la anchura del núcleo. Los neutrófilos tóxicos se ven en inflamaciones graves, especialmente asociados a las infecciones bacterianas (Day *et al.*, 2012).

#### **2.5.2.2 Eosinófilos.**

Los eosinófilos es una célula llamativa, ligeramente más grande que un neutrófilo, con un núcleo segmentado en sólo dos o tres lóbulos, y unos gránulos citoplasmáticos eosinofílicos gruesos. En el gato, los gránulos son pequeños, en forma de bastón y anaranjados, y son muy numerosos y uniformes. Estos gránulos contienen un arsenal de toxinas preformadas. El fondo del citoplasma es ligeramente basofílico. Los eosinófilos son una defensa importante frente a parásitos, especialmente helmintos, y son mediadores de las reacciones inflamatorias. Además, a menudo son la célula efectora en el daño tisular del huésped en enfermedades alérgicas (Blackwood, 2008).

Los eosinófilos tienen un núcleo bilobulado o segmentado. Muchos gránulos de color rosa rojizo que tienen forma de bastón en el gato y son redondos en el perro, tienen un tamaño de 12-14  $\mu\text{m}$ , se aumentan en trastornos parasitarios y alérgicos (Aspinall, 2014).

### 2.5.2.3 Basófilos.

Los basófilos son más grandes que el neutrófilo (similar al eosinófilo y al monocito) con el núcleo largo, ligeramente lobulado y en forma de cinta. En el perro, de modo disperso, se ven gránulos citoplasmáticos en un citoplasma de color azul-gris. En los gatos, los gránulos son redondos u ovalados y son más densos y tienden a llenar la célula; se tiñen de forma menos intensa con las tinciones de Romanowsky y aparecen de color lavanda-gris pálido con un tinte de rosado a naranja. Los basófilos están involucrados en las enfermedades alérgicas y en la respuesta inflamatoria a algunos parásitos. Los basófilos también participan junto a los eosinófilos en las reacciones inflamatorias, y también pueden tener un papel en la hipersensibilidad retardada, hemostasia y lipidosis. Al igual que los neutrófilos y los eosinófilos, tienen un compartimiento de reserva en la médula ósea y un tiempo de vida media circulante bajo. En los tejidos pueden sobrevivir hasta dos semanas, debido a que los eosinófilos normalmente solo presentan un porcentaje diminuto de los granulocitos, solo se pueden realizar recuentos precisos contando miles de células o utilizando métodos directos de recuento (hemocitometro) y tinciones especiales (azul de metileno y tinciones inmunocitoquímicas de histamina) (Blackwood, 2008).

Son de núcleo segmentado o irregular, citoplasma gris azulado con gránulos azulados oscuros, muy infrecuente en perros como en gatos, miden



10-12  $\mu\text{m}$ , se asocia con la liberación de histamina y heparina (Aspinall, 2014).

Los basófilos felinos tienen características nucleares similares pero el citoplasma contiene un gran número de gránulos de color gris pálido que pueden ser confundidos con los gránulos de los eosinófilos (Day *et al.*, 2012).

#### **2.5.2.4. Monocitos.**

Los monocitos son células más grandes, con una morfología ameboide variable, que pueden ser diferenciados de otras células grandes como los metamielocitos por su citoplasma azules y vidriados y por su cromatina nuclear reticulada. En procesos inflamatorios crónicos, como la endocarditis bacteriana se puede observar la transformación de los monocitos a los macrófagos vacuolados activos, en circulación (Day *et al.*, 2012).

#### **2.5.2.5. Linfocitos.**

Los linfocitos tienen el núcleo redondo con la cromatina condensada y manchada, y una corona de citoplasma basofílicos. Los linfocitos varían en tamaño: los linfocitos pequeños son predominantes y son un poco más grandes que los eritrocitos caninos y tienen un citoplasma muy escaso, que no es visible alrededor del núcleo. Los linfocitos de tamaño mediado pueden tener un tamaño parecido al de los neutrófilos y tienen un citoplasma más abundante, que normalmente rodea el núcleo. Los linfocitos reactivos todavía son más grandes, con un núcleo aproximadamente 1,5 veces el diámetro de un eritrocito canino y con abundante citoplasma muy basofílicos, normalmente con una tinción oscura en la periferia.

Ocasionalmente, los linfocitos reactivos pueden verse en animales sanos, pero estas células suelen reflejar una estimulación antigénica. También puede encontrarse un reducido número de linfocitos con muchos gránulos rojo magenta/rosas situados en un lado del núcleo (Blackwood, 2008).

## **2.6. Frotis sanguíneo.**

Es un examen cualitativo de las extensiones de sangre para detectar cambios en la morfología celular. Son necesarios para: comprobar el recuento diferencial de leucocitos, evaluar la morfología de las células, evaluar la presencia de anomalías en los leucocitos, evaluar la presencia de anomalías en las plaquetas (Villiers, 2013).

La preparación de frotis de sangre en un portaobjetos es un método habitual de conservación de sangre para analizar el porcentaje de células que contiene, posibles anomalías celulares o la presencia de parásitos hemáticos, así como para llevar a cabo una estimación aproximada de la cantidad de plaquetas. El frotis puede dejar secarse al aire pero, si el examen va a retrasarse, lo mejor es fijarlo mediante la inmersión en alcohol metílico al 100% durante 1 minuto; a continuación, la tinción puede retrasarse hasta 3 días (Aspinall, 2014).

Las extensiones de sangre deben prepararse lo más antes posible una vez se ha extraído la muestra. Los portaobjetos pulidos, con la banda mate, son los más prácticos porque se puede identificar la muestra con lápiz. Debe seguirse un procedimiento establecido para el examen de frotis sanguíneo para asegurar que se examinan todas las líneas celulares de forma adecuada (Villiers, 2013).

El fundamento de la extensión sanguínea es el conseguir una delgada película o capa de sangre, con el fin de que sus diferentes componentes celulares

aparezcan claramente individualizados y expandidos para su mejor evaluación. En un frotis bien realizado se van a diferenciar tres zonas: la cabeza, el cuerpo y la cola. La parte más importante de la extensión es el final del cuerpo o área donde las células están en monocapa presenta dos características. Es un área fina situada en la parte final del cuerpo (cerca de la cola) de la extensión. Hay que indicar que en el extremo proximal(cabeza) las células están muy aglomeradas y superpuestas; mientras que en el extremo distal (cola) las células presentan una mayor distorsión producida por el final del movimiento del portaobjetos extensor (Cerón, 2015).

Siempre que no se pueda analizar la sangre en 2-3 horas, se debería refrigerar a 4 °C porque los eritrocitos se hinchan al cabo de 6-24 horas de estar almacenados a temperatura ambiental, incrementándose así el PVC y MVC y disminuyendo el MCHC. Las extensiones sanguíneas se escanean rutinariamente sin un cubreobjetos, con un objetivo de 20x, y después, se examinan en detalles con un objetivo de 50x de aceite de inmersión. Los detalles sobre la morfología intracelular, como los parásitos de los eritrocitos y la granulación tóxica del citoplasma de los neutrófilos, pueden precisar un objetivo de 100x de inmersión (Day *et al.*, 2012).

### **2.6.1 Tinciones.**

Es una técnica que se emplea generalmente para la diferenciación de elementos celulares de la sangre y es clasificada como una tinción policromática, dado que puede teñir compuestos ácidos o básicos presentes en una célula. Fue desarrollada por el patólogo James Homer Wright en 1902 a partir de la modificación de la ya existente tinción Romanowsky, utilizada para diferenciar los elementos formes de la sangre. El reactivo de Wright está compuesto por eosina y azul de metileno, cuando este se oxida se conoce como

azar B a una concentración de 0.8 g/L empleando como solvente alcohol metílico. El resultado de la tinción puede ser influido por diferentes factores, como el valor del pH de los colorantes y de la solución amortiguadora, esto debido a que la tinción se fundamenta en la relación de las características acido-base, y la variación de estos factores podría cambiar las características tintoriales de la muestra a teñir al verse favorecida por la característica más acidas o básicas. Las muestras útiles para su uso son el frotis de sangre periférica y frotis de medula ósea (López, 2014).

## **2.7. Factores que alteran los parámetros del hemograma.**

### **2.7.1 Factores inter-específicos.**

Tepan (2017), menciona que el hemograma y el análisis bioquímico son exámenes de mayor uso para determinar el estado fisiológico de un animal, se ha visto necesario contar con valores referenciales concretos ya que estos son afectados por varios factores establecidos en base a características propias de cada población, en donde reporta que los datos obtenidos son diferentes a los de la literatura en lo que respecta a glóbulos rojos, hematocrito y concentración de hemoglobina dando como explicación a esta circunstancia a que los animales del experimentados residieron en alturas, el trabajo que ella realizó fue a una altura de 2550 m.s.n.m., en donde concluyó que existe diferencia en la serie roja, encontró un incremento del recuento de glóbulos rojos , hemoglobina y hematocrito, la policitemia absoluta secundaria que encontró , fue como resultado compensatorio a la hipoxia fisiológica de tejidos producida por la altura gracias a que los animales tienen adaptaciones funcionales normales con respecto a exposiciones medioambientales y geográficas.

Cansaya (2017), describe la necesidad de establecer patrones hematológicos en porcinos de altura, por la necesidad de establecer patrones hematológicos en porcinos de altura, surgiendo de utilidad como referencia para el diagnóstico de cuadros patológicos, concluyendo que la edad es un factor influyente en los parámetros hematológicos en porcinos de altura.

Cuno (2017), identifica que en el altiplano puneño los datos hematológicos en perros juveniles mestizos son muy pocos, para que sirvan de referencia fisiológica debido a los diferentes mecanismos de adaptación que modifican los parámetros. Las constantes hematológicas a nivel del mar son distintas, por lo que es importante determinar las constantes en el periodo juvenil, ya que no se cuenta con valores en perros adultos y cachorros en la altura.

Izurietta *et al* (2016) ,realizaron un estudio sobre la determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 m.s.n.m. en la Sierra Centro Norte Ecuatoriana en 100 caballos mayores de dos años de edad, con el objetivo de determinar valores hematológicos a esta altitud y compararlos con otros estudios realizados a nivel del mar, los datos que obtuvo fueron: glóbulos rojos  $6,23 -10,84 \times 10^6 /mL$ ; hemoglobina 11,4 -18,4 g/L; hematocrito 32,3 -52,3%; volumen corpuscular medio 40,2 -57 fL; hemoglobina corpuscular media 14 -20,3 pg; concentración de hemoglobina corpuscular media 32 -37 g/L; glóbulos blancos  $4,8 -12 \times 10^9 /mL$ ; linfocitos  $1,4 -7,5 \times 10^3 /mL$ ; monocitos  $0,2 -0,7 \times 10^3 /mL$ ; granulocitos  $2,2 -8,8 \times 10^3 /mL$ ; linfocitos % 16,8 -64,9%, monocitos % 2,9-7%, granulocitos % 30,5-78,7%; plaquetas  $101-401 \times 10^3 /mL$ . En donde concluyó que existe diferencia significativa en glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito,

haciendo referencia que pudo deberse para facilitar el transporte de oxígeno en la sangre, monocitos y plaquetas también encontró diferencia comparado con otros estudios.

### 2.7.2 Factores intra-específicos.

#### a) Sexo.

En los estudios que se han realizado hasta ahora, no se aprecian diferencias de importancia clínica entre machos y hembras para los parámetros hematológicos y bioquímicos de rutina. Con excepción de las hormonas relacionadas con la reproducción y los cambios que se producen en la gestación (como anemia con un hematocrito que se puede bajar hasta 30%) (Cerón, 2015).

La variable sexo está directamente relacionada a las hormonas sexuales tanto masculinas (andrógenos) y femeninas (estrógenos). En un estudio realizado en Lima-Perú muestra que las diferencias estadísticas para el efecto sexo sobre la concentración de hemoglobina y número de eritrocitos, pero ninguna de ellas está fuera del rango normal comparado con tablas de referencia americanas; por lo tanto, no poseen significancia biológica (Cortés, Grandez, y Hung, 2014).

En cambio, en un estudio similar realizado en Asunción-Paraguay, indica que la serie roja fue mayor en hembras que en los machos, aunque tampoco demuestran diferencias estadísticamente significativas (Pedrozo *et al.*, 2010).

**b) Altitud.**

Los valores de referencia para hemograma en clínica veterinaria son particularmente críticos de determinar en poblaciones que habitan en zonas altas, pues la disminución de la presión parcial de oxígeno, asociada a una disminución de la presión barométrica, estimula la eritropoyesis, lo que ocasiona policitemia fisiológica e incrementa entonces los valores de los indicadores con ella relacionada (Martínez, 2010).

Este fenómeno afectaría directamente a los mamíferos como lo explica (García *et al.*, 2013) y (Wilches, 2011) en sus estudios realizados en humanos y asnos respectivamente, indican que en zonas con diferente altitud han demostrado que los parámetros eritrocitarios y los valores de hemoglobina se ven modificados.

**2.8 Antecedentes sobre estudios de parámetros hematológicos en gatos domésticos.**

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Heredia y San José de Costa Rica se encuentra a una altitud de 1150 m.s.n.m. y 1300 m.s.n.m, el tamaño de muestra fue 52 individuos, 26 machos y 26 hembras, distribuidos en 3 grupos, 16 cachorros, 24 adultos jóvenes y 12 adultos geriátricos clínicamente sanos, los parámetros hematológicos se realizaron por medio de métodos manuales, las variables fueron hematocrito, hemoglobina, leucocitos, neutrófilos de banda, neutrófilos segmentados, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos. Los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla N°1.

Tabla 1: Estadística de las variables hematológicas de 24 gatos domésticos entre 1 y 5 años.

Variable	Desviación Estándar	Promedio	Mínimo	Máximo	Rango
Hematocrito %	5.64	36.93	29.00	50.00	31-43
Hemoglobina g/dl	2.04	12.20	8.60	15.80	10-14
CHCM g/dl	2.40	32.77	28.00	39.00	30-35
Leucocitos ul	3652.27	9316.00	4050,00	20350.00	5664-12968
N. bandas %	1.35	0.37	0.00	7.00	0-2
N. bandas ul	99.47	28.93	0.00	472.50	0-128
N. segmentados %	18.09	50.77	14.00	78.00	33-69
N. segmentados ul	3155.71	4902.57	875.00	1448.50	1747-8058
Eosinofilos %	5.35	6.20	0.00	23.00	1-12
Eosinofilos ul	459.38	528.4	0.00	2150.50	69-988
Basófilos %	0.18	0.03	0.00	1.00	0-0
Basófilos ul	14.79	2.70	0.00	81.00	0-17
Linfocitos %	16.32	42.40	20.00	77.00	26-59
Linfocitos ul	1900.46	3829.68	891.00	8739.50	1929-5730
Monocitos %	0.97	0.43	0.00	4.00	0-1
Monocitos ul	118.62	45.28	0.00	541.00	0-164

Referencia: Rojas (2009).

Dentro de las conclusiones la tesista menciona, a través de los análisis hematológicos de rutina seriados, podríamos aproximarnos al diagnóstico de inmunodeficiencia felina junto a la evidencia clínica y la anamnesis. Si bien no reemplaza la certeza que obtendríamos con una prueba de diagnóstico etiológico, permite orientarnos y posteriormente justificar un estudio de VIF/ViLeF. Además, en la práctica, un análisis de VIF/ViLeF es bastante oneroso, con un valor monetario de más del doble que el de un hemograma completo; asimismo, este último nos aporta mucha más información sobre la condición del animal y nos permite evaluar el tratamiento a seguir.

El trabajo de investigación que lleva por título afinidad y estructura de la hemoglobina en carnívoros de gran altitud y nivel del mar del Perú, en donde se



realizó una comparación entre las especies: gatos, pumas y zorros, considerando que, en la literatura de gran altitud, se recomienda dividir los mamíferos en especies de gran altitud y especies de baja altitud. Los animales se obtuvieron del parque zoológico de Lima, en donde los animales fueron anestesiados, en donde se utilizó 2 gatos a nivel del mar y 2 gatos a nivel de altura, en donde se obtuvieron los siguientes resultados: para el gato a nivel de altura (HA > 4000 m) fue de 14.2 g/dl de la hemoglobina y para los gatos a nivel del mar fue 12.5 g/dl.

Los parámetros hematológicos tomados de los autores Ignacio López Villalba e Ignacio Mesa Sánchez (2015), de la ciudad de Zaragoza-España que se encuentra a una altitud de 243 m. Se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros hematológicos de gatos domésticos.

Intervalos	Rango referencial
RBC	5.5-8.5 M/ul
HCT	37-55%
HGB	12-18 g/dl
VCM	60-77 fl
HCM	18-30 pg
CHCM	30-38 g/dl
WBC	5.5-16,9 M/ul
NEU	2-12 M/ul
LIN	0,5-4,9 M/ul
MONO	0,3-3 M/ul
EOS	0-1,49 M/ul
BASO	0-0,1 M/ul

RBC: recuento de glóbulos rojos, HCT: hematocrito, HGB: hemoglobina, VCM: volumen corpuscular media, HCM; hemoglobina corpuscular media, CHCM: concentración de la hemoglobina corpuscular media, WBC; recuento de glóbulos blancos, NEU; neutrófilos, LIN; linfocitos, MONO: monocitos, EOS: eosinófilos, BASO: basófilos.

Fuente: López y Mesa (2015).

Los parámetros hematológicos reportados por Fabián G. Minovich en el año 2017, en el país de México, que se encuentra a una altitud de 2250 m, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Parámetros hematológicos en gatos domésticos.

Variable	Unidad	Valor de referencia
Hematocrito	%	30 - 45
Glóbulos Rojos	/mm <sup>3</sup>	5.000.000 - 10.000.000
Glóbulos blancos	/mm <sup>3</sup>	5.000 - 14.000
Hemoglobina	g %	8 - 15
Rec de plaquetas	/mm <sup>3</sup>	150.000 - 600.000
Índice reticulocitario	%	0.5 - 1.6
INDICE HEMATIMETRICOS		
Volumen corpuscular media	fl	42 - 53
Hemoglobina corpuscular media	%	12.5 - 17.5
Conc. Hemoglobina Corp. Media	g/dl	30 - 34
FORMULA RELATIVA		
Neutrófilos en banda	%	0 a 3
Neutrófilos segmentados	%	35 a 75
Eosinofilos	%	2 a 12
Linfocitos	%	20 a 55
Basófilos	%	0 a 1
Monocitos	%	1 a 4
FORMULA ABSOLUTA		
Metamielocitos	mm <sup>3</sup>	0
Neutrófilos en banda	mm <sup>3</sup>	0 - 300
Neutrófilos segmentados	mm <sup>3</sup>	3.000 - 9.500
Eosinofilos	mm <sup>3</sup>	100-1.000
Basófilos	mm <sup>3</sup>	0-100
Linfocitos	mm <sup>3</sup>	1.000 - 5.000
Monocitos	mm <sup>3</sup>	< 500

Fuente: Minovich (2017).

Los parámetros hematológicos tomados de los autores Elizabeth Villiers y Laura Blackwood *et al.*, (2013), en el país de España que se encuentra a una altitud de 500 a 800 m. Se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Parámetros hematológicos en gatos domésticos.

Variable	Unidad	Valor de referencia
RBC	( $\times 10^{12}/l$ )	5,0 - 10,00
Hb	g/dl	8 - 15
HCT	l/l	0,26 - 0,45
MVC	fl	39 - 55
MCHC	g/dl	30 - 36
WBC	( $\times 10^9/l$ )	5,5 - 19,5
Neutrófilos seg	( $\times 10^9/l$ )	3,00 - 11,5
Linfocitos	( $\times 10^9/l$ )	1,5 - 4,8
Monocitos	( $\times 10^9/l$ )	0,2 - 1,5
Eosinófilos	( $\times 10^9/l$ )	0,05 - 0,8
Basófilos	( $\times 10^9/l$ )	0,00 - 0,00
Plaquetas	( $\times 10^9/l$ )	60 - 80

RBC: recuento de glóbulos rojos, Hb: hemoglobina, HCT: hematocrito, MVC: volumen corpuscular media, MCHC: concentración de la hemoglobina corpuscular media, WBC: recuento de glóbulos blancos

Fuente: Villiers y Blackwood (2013).

Los parámetros hematológicos tomados de los autores Cowell Rick L, *et.al.*, en el país de México que se encuentra a una altitud de 2250 m. Se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Parámetros hematológicos en gatos domésticos.

VARIABLES	UNIDADES	VALOR REFERENCIA	
Hematocrito	%	24,0 - 45,0	
Hemoglobina	g/dl	8,0 - 15,0	
Eritrocitos	x 10 <sup>6</sup> /ul	5,0 - 10,0	
Reticulocito	%	<=1	
VCM	fl	39,0 - 55,0	
HCM	pg	12,5 - 17,5	
CHCM	g/dl	30,0 - 36,0	
LEUCOCITOS		Rango de distribución	Valor absoluto
Leucocitos totales	% ul		5.500 - 19.500
Neutrófilos segmentados	% ul	35 - 75	2.500 - 12.500
Neutrófilos en banda	% ul	0 - 3	0 - 500
Linfocitos	% ul	20 - 55	1.500 - 7.000
Monocitos	% ul	1 - 4	0 - 850
Eosinófilos	% ul	2 - 12	0 - 1.500
Basófilos	% ul	Raros	Raros
Plaquetas	x 10 <sup>3</sup> /ul	300 - 800	
Volumen plaquetario medio	fl	12,1 - 15,1	
PROTEINAS			
Proteínas plasmáticas	g/dl	6,1 - 7,4	
Albumina	g/dl	2,5 - 3,3	
Globulinas	g/dl	2,6 - 4,9	

VCM: volumen corpuscular media, HCM: hemoglobina corpuscular media, CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media.

Fuente: Cowell *et.al* (2009).

Los parámetros hematológicos tomados de los autores Denny J., Meyer y John W. Harvey, en el país de España- Barcelona, que se encuentra a una altitud de 13 m. Se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Parámetros hematológicos en gatos domésticos.

VARIABLES	UNIDADES	REFERENCIA
Hematocrito	%	24-45
Hemoglobina	g/dl	8-15
Con corp. media de Hb	g/dl	30-36,9
Plaquetas	$\times 10^9/l$	170-530
Leucocitos	$\times 10^9/l$	5-18,9
Neutrófilos	$\times 10^9/l$	3-13
Neutrófilos en banda	$\times 10^9/l$	0-0,2
Linfocitos	$\times 10^9/l$	0,9-7
Monocitos	$\times 10^9/l$	0,1-0,6
Eosinófilos	$\times 10^9/l$	0,1-0,8

Fuente: Meyer y Hervey (2007).

Los parámetros hematológicos tomados de la autora Victoria Aspinall (2014), en el país de España, que se encuentra a una altitud de 13 m. Se muestran en la tabla 7.

Tabla 7: Parámetros hematológicos en gatos domésticos.

Parámetro	Unidades	Referencia
Recuento total de glóbulos rojos	$\times 10^{12}/l$	5,0 - 10,0
Recuento total de glóbulos blancos	$\times 10^9 /l$	5,5 - 19,5
Recuento diferencial de glóbulos blancos	%	
Neutrófilos	%	45 - 75
Eosinófilos	%	4 - 12
Basófilos	%	< 1
Monocitos	%	0 - 4
Linfocitos	%	20 - 25
Recuento de plaquetas	$\times 10^9 /l$	200-600
Hematocrito	%	24-45
Hemoglobina	g /dl	8 - 15
pH de sangre		7,35 -7,45
Tiempo de coagulación	min	2,5

Fuente: Aspinall (2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Puno y Juliaca que está ubicada en el departamento de Puno, localizado a 15°53'01'' latitud Sur, 70°00'03'' longitud Oeste a una altitud de 3827 m. Con una temperatura promedio anual de 7.2°C (máxima de 17.4°C en abril y mínima de -10°C en junio), la humedad relativa promedio anual es de 59.58% y una precipitación pluvial promedio anual 657.9 m.m. El análisis de laboratorio se realizó en el laboratorio Bioproject del Centro Medico Medicentro Tourist's Health ubicado en Jr. Moquegua N° 193 de la ciudad de Puno, localizado a 15°53'01'' latitud Sur, 70°00'03'' longitud Oeste a una altitud de 3827 m (SENAMHI, 2016).

#### 3.2. Animales de estudio.

Para el siguiente trabajo se emplearon 46 gatos domésticos, divididos en dos grupos 24 del sexo macho y 22 gatos del sexo hembra, entre las edades de 1 hasta 6 años, aparentemente sanos que se presentaron a consulta general o para cirugía rutinaria (Oforosalpingohisterectomía, orquiectomía).

##### 3.2.1. Criterios de inclusión.

Se tomó a todos los gatos que se presentaron en las diferentes clínicas que tuvieran entre 1 y 6 años de edad de ambos sexos y que se encontraran clínicamente sanos para su muestreo.

##### 3.2.2. Criterios de exclusión.

Gatos gestantes y lactantes, menores de un año y mayores de 6 años de edad o que presentasen alguna patología aparente.

### **3.2.3. Tamaño de muestra.**

Actualmente el departamento de Puno no cuenta con un censo de gatos, para el tamaño de muestra se tomó como referencia la cita bibliográfica. El tamaño de la muestra fue 46 animales en total los cuales fueron divididos en 2 grupos de: 24 gatos machos y 22 gatos hembras, que estaban entre 1 año y 6 años de edad, de diferentes razas, provenientes de las diferentes clínicas, centros y hospitales veterinarios.

Para determinar el tamaño de muestra se utilizó de referencia a trabajos de investigación anteriores (Rojas, 2009) y según literatura donde Villiers y Blackwood (2013), recomienda utilizar una muestra de 40 – 60 individuos en medicina humana, que sería equivalente a producir un intervalo de referencia nuevo en medicina veterinaria, sacando el promedio que sería 50 muestras.

### **3.3. Materiales y reactivos.**

#### **3.3.1. Materiales para el examen clínico.**

- Estetoscopio
- Termómetro
- Balanza
- Mantas
- Guantes de diagnóstico desechables
- Cronometro
- Tablero

#### **3.3.2. Materiales para la toma de muestras.**

- Vial vacutainer con EDTA
- Jeringas hipodérmicas 3ml, con aguja 21 G 1´ ½

- Algodón hidrófilo
- Alcohol al 90%
- Agua oxigenada
- Guantes de diagnóstico desechables
- Ligadura
- Capilares
- Plastilina selladora

### **3.3.3. Materiales en general.**

- Scraf
- Cámara Digital
- Tablero
- Libreta de apuntes
- Caja transportadora
- Geles de refrigeración
- Fichas clínicas
- Cronometro

### **3.3.4. Equipos**

- Centrifuga LAB-100T Lab Medical Equipamiento Médico Integral, con speed de 4000 y tiempo de 25 min.
- Microscopio
- Valtek diagnostics

### **3.3.5. Reactivos**

- Reactivo Drabkin
- Solución de citrato



### **3.4. Metodología.**

#### **3.4.1. Exploración del animal.**

Para la realización del muestreo en pacientes aparentemente sanos se cumplió los siguientes pasos: Se registró los datos del paciente en la ficha de admisión, luego la anamnesis individual del paciente, después se procedió a realizar la exploración clínica del paciente, para luego descartar o aprobar a los pacientes para el muestreo siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

#### **3.4.2. Examen clínico del animal.**

Primero se realizó el pesado del gato, se tomó la frecuencia respiratoria por un minuto, se tomó la frecuencia cardiaca, se procedió luego a tomarle la temperatura, revisión de las mucosas.

#### **3.4.3 Obtención y conservación y transporte de muestras sanguíneas en pacientes provenientes de clínicas veterinarias.**

Se realizó la sujeción física del gato con una manta, envolviendo al animal y dejando libre el brazo escogido para la toma de muestra, se procedió a colocación de la ligadura, se desinfectó la zona utilizando una torunda de algodón embebido en alcohol al 90%, se realizó la venopunción en la vena cefálica con la jeringa cargada de la aguja número 21G y se recolecto 0.5 ml de sangre, se presionó el punto de venopunción con ayuda de un algodón y se retira la ligadura y la aguja, se colocó la sangre en el vial vacutainer despacio dejando que resbale por las paredes y luego se homogenizó la muestra con movimientos rotatorios suaves y en forma lenta.

### 3.4.3. Mantenimiento y traslado de la muestra al laboratorio.

Inmediatamente se colocó la muestra a refrigeración, para luego ser llevadas al laboratorio Bioproject de la clínica Medicentro Tourist s health ubicado en el Jr. Moquegua N<sup>o</sup> 193 de la ciudad de Puno, las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor con geles refrigerantes para mantener las muestras a una temperatura de 2-6 °C.

## 3.5. Análisis hematológico:

### 3.5.1. Recuento de glóbulos rojos.

**Fundamento:** Para el recuento de eritrocitos, la sangre se diluye con una solución de citrato, conservando íntegros a los eritrocitos, impidiendo a su vez, que se hinchen o se contraigan, pero también esta solución destruye a los leucocitos. Luego, esta dilución se coloca en una cámara de Neubauer con la ayuda de una pipeta y se lleva al microscopio con el objetivo de 40x para calcular el número de eritrocitos por mm<sup>3</sup>.

**Procedimiento:**

- Primero se trasladó 380 ul de solución de citrato en un tubo vacío con 20 ul de sangre y con la micro pipeta se homogenizó la muestra.
- De esta solución con ayuda de la pipeta cargamos la cámara de conteo de Neubauer.
- Posteriormente se colocó laminilla cubreobjetos en la cámara para recuento, presionándola cuidadosamente y se esperó por 5 min que las células se asienten.
- Se llevó a microscopio y se realizó el conteo a 40 X.

- Se contaron los eritrocitos en un área de  $0.2 \text{ mm}^2$  utilizando los cuadrados A, B, C, D y E, incluyendo las células que se observan sobre las líneas de cada cuadrado revisado (Zurita,2013).
- Se procedió al cálculo de eritrocitos por  $\text{mm}^3$  bajo la siguiente formula:

$$E = Cc \times FC$$

Donde:

E = Eritrocitos/ $\text{mm}^3$

Cc = células contadas

Fc = Factor de corrección que es 10 000

### 3.5.2 Determinación de la hemoglobina (mg/dL):

**Fundamento:** Al mezclar la sangre con el reactivo de Drabkin, se transforma la hemoglobina en cianometahemoglobina, la intensidad de color de esta reacción es medida en un espectrofotómetro; el reactivo de Drabkin contiene cianuro potásico y ferrocianuro potásico, este hace pasar el hierro de la hemoglobina del estado ferroso al férrico para formar metahemoglobina, la cual se combina con cianuro potásico y da un pigmento estable, la cianometahemoglobina. La intensidad de color se mide mediante un fotómetro a una longitud de onda de 540 nm. La densidad óptica de la solución es proporcional a la concentración de hemoglobina.

#### **Procedimiento.**

- Se obtuvo mediante la técnica fotométrico de la cianometahemoglobina bajo el siguiente procedimiento:
- Se depositó 5 ml del reactivo de Drabkin en un tubo de ensayo.
- Agregamos 0,02 ml de muestra (sangre entera con EDTA).

- Se depositó la muestra en el reactivo de Drabkin y se enjuagó la pipeta varias veces aspirando y expulsando varias veces el líquido en el mismo tubo.
- Se dejó reposar el contenido del tubo por 5 min para que se produzca la hemolisis.
- Se colocó el colorímetro en cero con el líquido de Drabkin. Se procedió a leer en el tablero del colorímetro la absorbancia de la sangre diluida de la muestra usando el tubo de ensayo.
- Se anotó la cantidad de gramos/100 ml de hemoglobina en el cuadro preparado con la curva de calibración (Zurita, 2013).

### 3.5.3. Determinación del hematocrito.

**Fundamento:** El hematocrito se determina centrifugando la sangre anti coagulada en un tubo de micro capilar para separar las células del plasma, en donde se llena las dos terceras a tres cuartas partes de su volumen total, después de la centrifugación los glóbulos rojos se aglomeran en el fondo y los glóbulos blancos y las plaquetas aparecen como una delgada línea blanca, entre los glóbulos rojos y el plasma.

**Procedimiento:**

- Se tomó el vial con la muestra y con el capilar inclinado se tocó ligeramente la sangre la cual ingresa por capilaridad, hasta llegar a los tres cuartos del volumen del capilar.
- Luego se procedió a taponar los extremos del tubo capilar con plastilina hasta 2 mm de profundidad dentro del tubo.

- Se colocó los tubos en la centrifuga LAB-100 T del Lab Medical, el extremo del tubo que no tocó la sangre para arriba a alta velocidad 3500 rpm por 10 minutos, luego se procedió a la lectura con el uso de la escala sosteniendo frente a la escala de manera que el fondo de la columna de los glóbulos rojos quede exactamente al mismo nivel que la línea horizontal correspondiente a 0, desplazando el tubo a través de la escala hasta que la línea marcada con el numero 1.0 quede al nivel del tope de la columna del plasma leyendo la línea que pase el nivel del tope de la columna de glóbulos rojos. Expresando el resultado en porcentajes.

#### **3.5.4 Cálculo para hallar el volumen corpuscular medio (VCM) expresado en**

**(fl):**

Se determinó utilizando la siguiente fórmula:

- $VCM = Hto (\%) \times 10 / n^{\circ} \text{ de eritrocitos.}$

#### **3.5.5 Cálculo para hallar la hemoglobina corpuscular media (HCM) en (pg):**

Se determinó utilizando la siguiente formula:

- $HCM = Hb (g/dL) \times 10 / \text{recuento de eritrocitos.}$
- $CHCM = Hb (g/dL) \times 100/Hto.$

#### **3.5.7 Recuento de leucocitos.**

**Fundamento:** La sangre se deposita en un líquido para diluir leucocitos, dejándolos intactos, en cambio los eritrocitos son destruidos por este líquido. Luego se cuentan los leucocitos en una cámara de recuento, por medio del microscopio, y se calcula el número que existe por milímetro cúbico de sangre.

**Procedimiento:**

- Se preparó la sangre total con EDTA para el conteo de glóbulos blancos con una solución de 380  $\mu$ l de líquido para diluir leucocitos, con 20  $\mu$ l de sangre.
- Se enjuago la pipeta aspirando y expulsando este líquido 3 veces en el mismo frasco.
- Se montó la laminilla de vidrio en la cámara para recuento, presionándola cuidadosamente para colocarla en su sitio.
- Se dejó reposar la cámara por 5 minutos, para que las células se asienten.
- Se colocó la cámara en la platina del microscopio. Con el objetivo de 10x enfocar el área cuadrículada de la cámara y con el objetivo de 40x y se realizó en conteo de leucocitos.
- Se realizó el conteo de leucocitos en las áreas de 4  $\text{mm}^2$  utilizando los cuadrados numerados 1,3,7,9, en donde se incluyó en el recuento los leucocitos que se observaron sobre las líneas de cada cuadrado revisado.
- Se procedió al recuento de leucocitos totales bajo la siguiente fórmula:

$$L = Cc \times FC$$

Donde:

L = Leucocitos / $\text{mm}^3$

Cc = Total de células contadas

Fc = Factor de corrección que en este caso es 50

### 3.5.8 Frotis sanguíneo.

**Fundamento:** La extensión se prepara repartiendo uniformemente una gota pequeña de sangre sobre un portaobjeto de manera que solo se deposite una capa de células.

**Procedimiento:**

- Se procedió a homogenizar la muestra contenido en el vial EDTA. Para tomar una gota mediana la cual fue depositada sobre una lámina portaobjetos, cerca al extremo.
- Con ayuda de otra lamina se procedió a realizar el extendido apoyando ligeramente el borde corto de la lámina portaobjetos y desplazándola a traves de la lámina base para extender la sangre a través de la lámina portadora en un solo movimiento.
- Se dejó secar la lámina en medio ambiente para luego proceder a su fijación, se sumergió la lámina en metanol durante un minuto.
- Se sumerge la lámina en coloración Giemsa trabajo a una concentración de 1 en 10, durante 30 minutos. Se procedió a secar la lámina y observarla al microscopio.
- La evaluación y el conteo se realizó con el objetivo de 100x. Se contaron los glóbulos blancos diferenciándolos en los 5 tipos celular: monocitos, neutrófilos, eosinófilos, linfocitos y basófilos en números, múltiplos de 100. Y se evaluó la morfología de estos y de los glóbulos rojos.

### 3.6. Análisis estadístico.

Los resultados fueron analizados con el software estadístico InfoStat versión 2014. Para la interpretación de resultados de la variable sexo, se utilizó

estadísticos como media, desviación estándar, intervalos de confianza. Y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Fisher para los parámetros hematológicos (glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM, glóbulos blancos, neutrófilos, basófilos, monocitos, linfocitos, eosinofilos) previo proceso aritmético del ANVA, con un nivel de significancia. ( $\alpha = 0.05$ ). Para hallar los intervalos de confianza se realizó con el software Infostat mediante la siguiente fórmula:

$$LI = \bar{X} - 1.96\sqrt{\sigma^2/n} \text{ y } LS = \bar{X} + 1.96\sqrt{\sigma^2/n}$$

En donde:

$\bar{X}$  = promedio o media.

n = número de muestras.

$\sigma^2$  = Varianza



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Parámetros hematológicos en gatos domésticos en el Altiplano.

#### 4.1.1. Recuento de glóbulos rojos.

Tabla 8: Recuento de glóbulos rojos en gatos domésticos según sexo

(millones/mm<sup>3</sup>).

Sexo	n	Media	Intervalos de Confianza
Macho	24	5.93	5.56 - 6.34
Hembra	22	5.98	5.61 - 6.34
Promedio		5.95	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 8 se tiene los valores hematológicos en gatos domésticos, teniendo una media de 5.93 millones/mm<sup>3</sup> del recuento de glóbulos rojos, con intervalos de confianza 5.56 – 6.34 millones/mm<sup>3</sup> para los machos y con una media de 5.98 millones/mm<sup>3</sup> y con intervalos de confianza 5.61 – 6.34 millones/mm<sup>3</sup> para las hembras. Referente al factor sexo se obtuvo que no existe diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ), de la misma forma Pedrozo, *et al.* (2010), determinaron que los valores de los glóbulos rojos son mayores en hembras aritméticamente, aunque no existan diferencias estadísticas; lo que corrobora los resultados obtenidos en la presente investigación.

El promedio general que se encontró para el recuento de glóbulos rojos fue de 5.95 millones/mm<sup>3</sup>, teniendo a los autores de López y Mesa (2015), quienes reportan el recuento de glóbulos rojos en un rango de 5.5 – 8.5 millones/mm<sup>3</sup>, Minovich (2017), Villiers y Blackwood (2013) y Aspinall (2014), reportan de 5 -10 millones/mm<sup>3</sup> para el recuento de glóbulos rojos, teniendo en cuenta de que los reportes son de estudios realizados a nivel del mar y que los valores encontrado en este trabajo se encuentran dentro de los

rangos citados anteriormente podemos inferir que la altura no influye en el incremento de los glóbulos rojos en el caso de los gatos, lo mismo ocurre en especies como las alpacas y cobayos, quienes estando a nivel del mar o altura no sufre un incremento en los glóbulos rojos (Gonzales, 1998). Los animales criados en la altura registran una mayor actividad del sistema hematológico al estar sometidos a hipoxia celular (Health y Reid, 1974).

#### 4.1.2. Determinación de la hemoglobina.

Tabla 9: Determinación de la hemoglobina en gatos domésticos según sexo (g/dl).

Sexo	n	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	16.48	15.44 – 17.53
Hembra	22	16.4	15.38 – 17.41
Promedio		16.44	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 9 muestra el valor de la hemoglobina en gatos domésticos según sexo, se determinó una media de 16.48 g/dl, con intervalos de confianza de 15.44 – 17.53 g/dl para los machos y una media de 16.4 g/dl, con intervalos de confianza de 15.38-17.41 g/dl para las hembras, al análisis estadístico no existe diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

El promedio general que se obtuvo fue de 16.44 g/dl, valor ligeramente mayor al descrito por Rojas (2009), quien reporto un promedio 12.2 g/dl, valores menores al que se encontró en el presente trabajo, debido a que el estudio en mención se llevó a cabo en la provincia de Heredia y San José de Costa Rica a una altitud de 1150 – 1300 m.s.n.m. respectivamente, comparado con Puno que tiene una altitud de 3825 m.s.n.m. donde los resultados encontrados se debe a que existe un mayor incremento en la producción de la hormona eritropoyetina para el proceso de eritropoyesis y

un incremento en la concentración de la hemoglobina por la hipoxemia de altura, mejorando la capacidad de transporte de oxígeno, siendo favorable para la aclimatación adquirida, pero no para la adaptación a la altura (Gonzales, 2011). Es importante resaltar que los gatos presentan una alta afinidad a la hemoglobina en la altura a diferencia que sus homólogos a menos altitud. El promedio encontrado se asemeja a León *et al.* (1996), quien reporto un valor de 14.2 g/dl de hemoglobina en gatos que se encuentran a más de 4000 m de altitud y son menores a los datos de gatos que viven a nivel del mar cuyo valor fue de 12.5 g/dl para la hemoglobina.

El promedio general de hemoglobina encontrado fue de 16.44 g/dl, este se encuentra dentro de los valores reportados por López y Mesas (2015), quien determino el rango de 12-.18 g/dl. Minovich (2017), Cowell *et al.* (2009), Meyer y Harvey (2007), Aspinall (2014) quienes describieron los rangos de 8-15 g/dl, el promedio encontrado en este trabajo es ligeramente mayor a los mencionados, esto podría deberse al tamaño de muestra utilizado. En la mayoría de los mamíferos, los cambios reversibles en la afinidad de la hemoglobina-oxígeno están mediados por ajustes reguladores en la concentración eritrocítica del fosfato orgánico 2,3-difosfoglicerato (DPG) (Mairbaurl y Weber, 2012). El 2,3 – DPG se une firmemente a la hemoglobina y disminuye su afinidad por el oxígeno (es decir, hace que la curva de disociación de la oxihemoglobina se desvíe hacia la derecha). La concentración de 2,3-DPG es de aproximadamente 4 mm en los hematíes normales, pero puede aumentar en caso de anemia o cuando se vive en altitudes elevadas, donde  $PO_2$  del aire inspirado es significativamente inferior (Maquera, 2013), lo que ocurre en este trabajo.

#### 4.1.3. Determinación del hematocrito.

Tabla 10: Determinación del hematocrito en gatos domésticos según sexo (%).

Sexo	n	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	49.79	46.66 - 52.92
Hembra	22	49.55	46.55 - 52.55
Promedio		49.67	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 10, se tiene que el hematocrito en gatos domésticos, presenta una media de 49.79%, en los machos con intervalos de confianza de 46.66 - 52.92% y una media de 49.55% con intervalos de confianza de 46.55 - 52.55% para las hembras, tenemos que la media de los machos es ligeramente mayor que en las hembras, pero al análisis estadístico no existe diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) para el valor sexo.

En la tabla 10, encontramos el promedio general de 49.67% para el hematocrito, valor ligeramente mayor al reportado por Rojas (2009), quien determino un promedio 36.11% y rangos referenciales de 31 – 41%, trabajo que se realizó a una altitud de 1150 m.s.n.m y 1300 m.s.n.m. Frente al factor de altitud cuando los animales están expuestos a una exigencia mayor de oxígeno por la disminución de la presión barométrica, se presentan casos de policitemia, que es un mecanismo compensatorio para mantener el reparto de oxígeno durante cuadros de hipoxia. Después de la exposición a esta deficiencia de oxígeno hay un aumento del promedio del hematocrito, lo que incrementa la viscosidad sanguínea, hasta que puede llegar a comprometerse el flujo de sangre a los tejidos (Ebert y Bunn, 1999) (Medway y Wilkinson, 1990), el efecto del estrés sobre el hematocrito se evidencia en la liberación de las catecolaminas, epinefrina y norepinefrina liberadas tras la estimulación del sistema nervioso simpático, lo cual produce la contracción de la musculatura

lisa del bazo, esta contracción esplénica es la responsable de la liberación al torrente sanguíneo de sangre almacenada en el bazo con un alto hematocrito, siendo esta redistribución de eritrocitos común en felinos domésticos tras periodos de excitación (Brockus, 2011).

El promedio general de 49.67% que se obtuvo para el hematocrito, se encuentra dentro los reportados por López y Mesas (2015), quien describe los rangos de 37-55% para el hematocrito. Minovich (2017), reporto valores de 30 – 45%, Villiers y Blackwood (2013), estimo los valores de 26- 45%, Cowell *et al.* (2009), reporto valores de 24 a 45 %, esto nos indica que no existe variación en el valor del hematocrito influenciada por la altitud al igual que una investigación realizada por Pedrozo (2010), en caninos donde no se encontró variación del hematocrito en altitud comparándola con valores a nivel del mar.

#### 4.1.4. Determinación del VCM.

Tabla 11: Determinación del volumen corpuscular media en gatos domésticos según sexo (fl).

Sexo	n	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	83.78	82.41 - 85.15
Hembra	22	82.78	82.23 - 83.33
Promedio		83.28	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 11, se tiene el valor del volumen corpuscular medio en gatos domésticos obteniéndose una media de 83.78 fl, con intervalos de confianza de 82.41-85.15 fl para los machos y con una media de 82.78 fl y con intervalos de confianza de 82.23-83.33 fl para las hembras.

En lo referente al volumen corpuscular medio en machos se observa una media ligeramente superior que en las hembras; al análisis estadístico ( $P \geq 0.05$ ), no existe diferencia significativa para el factor sexo. El volumen

corpúscular medio de 83.28 fl, este valor es alto para el VCM en gatos domésticos considerando que los glóbulos rojos del gato son más pequeños 5.6 um (Morales y Mariano, 2009). Presentando un VCM entre 36-54 fl, y presentan cierta anisocitosis (Ceron, 2015). El valor obtenido en el presente trabajo podría deberse al método empleado, el cual no contempla la diferenciación de reticulocito, los cuales sabemos que tienen un volumen superior en comparación a los eritrocitos normales.

#### 4.1.5. Determinación del HCM.

Tabla 12: Determinación del HCM en gatos domésticos según sexo (pg).

Sexo	N	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	27.76	27.32 - 28.21
Hembra	22	27.4	27.22 - 27.58
Promedio		27.58	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 12 se presenta el valor de la hemoglobina corpúscular media (pg) en gatos domésticos, obteniéndose una media de 27.76 pg, con intervalos de confianza 27.32 - 28.21 pg para los machos y con una media de 27.4 pg y con intervalos de confianza 27.22 - 27.58 pg para las hembras, observándose que la media de los machos es ligeramente superior a la media de las hembras, al análisis estadístico no existe variación significativa ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo. La interpretación de la HCM y CHCM se realizan juntas, un descenso en ambos parámetros nos indican una hipercromasia que está ligada con presencia de reticulocito y un aumento de ambos parámetros nos muestran una hipercromasia (Ceron, 2009).

Se observa que los glóbulos rojos de los felinos no tienen de forma constante, tienen una palidez central discernible y tienden a variar ligeramente

más su forma que los hematíes caninos. Ambas especies tienen una leve anisocitosis de glóbulos rojos y pueden mostrar ocasionalmente células inmaduras policromatofilas en las extensiones de sangre periférica (Cowell *et al.*, 2009).

#### 4.1.6. Determinación del CHGM.

Tabla 13: Determinación del CHGM en gatos domésticos según sexo (%).

Sexo	n	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	33.05	32.92 - 33.19
Hembra	22	33.05	32.95 - 33.15
Promedio		33.05	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 13 se muestra el valor encontrado para la concentración de la hemoglobina corpuscular media (%) en gatos domésticos obteniéndose una media de 33.05%, con intervalos de confianza de 32.92 – 33.19% para los machos y con una media de 33.05% y con intervalos de confianza de 32.95-33.15% para las hembras. En los valores de la concentración de la hemoglobina corpuscular media tanto machos y hembras se observa una media igual, al análisis estadístico no existe variación significativa ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

Los valores encontrados para la concentración corpuscular media en promedios para machos y para hembras, en donde se tiene un promedio general 33.05%, Rojas (2009) reporta valores de su estudio de parámetros hematológicos en gatos de altura un promedio de 32.46% y con rangos referenciales de 30 -35%.

#### 4.1.7. Recuento de glóbulos blancos.

Tabla 14: Recuento de glóbulos blancos en gatos domésticos según sexo (millones/ $\mu$ l).

Sexo	n	Media	Intervalos de confianza
Macho	24	12583.3	10294.33-14872.34
Hembra	22	13355	10692.65- 16016.44
Promedio		12969.15	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 14 se presenta el recuento de glóbulos blancos en gatos domésticos obteniéndose una media de 12583.3 millones/ $\mu$ l con intervalos de confianza 10294.33 – 14872.34 millones/ $\mu$ l para los machos, una media de 13555 millones/ $\mu$ l con intervalos de confianza de 10692.65 – 16016.44 millones/ $\mu$ l para las hembras, no se encontró diferencia significativa estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

Sin embargo coincidimos con Rojas (2009), que reporto encontrar leucocitos más altos en hembras que en machos, lo mismo que sucede en este estudio donde encontramos una media ligeramente mayor para las hembras, esto se debe a que los estrógenos actúan en la inmunidad, sobre la generación de los linfocitos T y B en los órganos linfoides primarios, y en la estimulación de los linfocitos periféricos por antígenos (Gómez, 2007), se ha comprobado que los estrógenos incrementan una respuesta de la célula B tanto in vivo como in vitro, mientras los andrógenos y la progesterona disminuyen la producción de anticuerpos (Grossman, 1989).

La serie blanca también puede sufrir alteraciones durante la respuesta de estrés. La liberación de epinefrina tras la estimulación del sistema nervioso simpático en la respuesta al miedo o excitación va a ser la responsable de la



leucocitosis y neutrofilia observada en el leucograma. Se puede observar neutrofilia causada por la movilización y redistribución de neutrófilos del pool marginal a circulación por el incremento en la frecuencia cardiaca y en la presión sanguínea. Esta neutrofilia se acompaña de linfocitosis, que puede ser originada por la epinefrina al bloquear los receptores de células endoteliales de las vénulas pos capilares en los nódulos linfáticos. Este bloqueo de los receptores va a alterar el patrón normal de recirculación y va a evitar que los linfocitos del torrente sanguíneo entren de nuevo en el tejido linfático. También se postula que la epinefrina pueda provocar la liberación de linfocitos, posiblemente provenientes del conducto torácico, a la circulación general (Webb y Latimer, 2011).

#### 4.1.8. Recuento de Neutrófilos.

Tabla 15: Recuento de neutrófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu\text{l}$ , %).

Sexo	Media ( $\mu\text{l}$ )	Intervalos de confianza	Media (%)	Intervalos de confianza
Macho	7969.08	6444.81 - 9493.36	64.13	59.92 - 68.33
Hembra	8657.68	6600.55 - 10714.82	63.73	58.91 - 68.55
Promedio	8313.38		63.9	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 15 se muestra el recuento de neutrófilos en gatos domésticos obteniéndose una media de 64.13% del recuento de neutrófilos, con intervalos de confianza de 59.92 - 68.33 % para los machos y con una media de 63.73 % y con intervalos de confianza de 58.91 - 68.55% para las hembras.

En lo referente al conteo de los neutrófilos se encontró que en machos fueron algo superiores a las hembras, al análisis estadístico de los valores encontrados, no existe diferencia significativa estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ), para el factor sexo. La tabla 15 presenta valores encontrados según sexo, en donde

el promedio en general de 63.9 %, siendo un valor elevado para los reportados por Rojas (2009), quien estimó un promedio de 50.09% y rangos de 32 – 68 %, para el recuento de neutrófilos, por lo cual los valores encontrados en el presente estudio evidencian una notable neutrofilia en gatos domésticos que viven a una altitud mayor. Rubio (2018), menciona que existe el hemograma fisiológico que ocurre como consecuencia de procesos no patológicos asociados a la liberación de epinefrina como respuesta a la reacción de huida y lucha, en donde se presenta una elevación de neutrófilos pudiendo llegar hasta 3 o 4 veces a los valores referenciales normales.

#### 4.1.9 Recuento de Linfocitos.

Tabla 16: Recuento de linfocitos en gatos domésticos según sexo ( $\mu\text{l}$ , %).

Sexo	Media ( $\mu\text{l}$ )	Intervalos de confianza	Media (%)	Intervalos de confianza
Macho	3341.83	2759.21 – 3924.46	27.75	24.29 – 31.21
Hembra	3916.95	3007.47- 4826.44	31.82	26.48 – 37.16
Promedio	3629.39		29.79	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

La tabla 16 presenta el recuento de linfocitos, que fue de 27.75%, con intervalos de confianza de 24.29 - 31.21 para machos y una media de 31.82%, intervalos de confianza de 26.48 - 37.16 para hembras, valores absolutos con una media de 3341.83  $\mu\text{l}$ , con intervalos de confianza 2759.21 - 3924.46% para machos y una media de 3916.95  $\mu\text{l}$ , con intervalos de confianza de 3007.47- 4826.44% para hembras, para el recuento de linfocitos en gatos domésticos según sexo. Se observa que las medias de linfocitos en las hembras son ligeramente mayores a los machos, al análisis estadístico de los valores

encontrados, no existe diferencia significativa estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

Teniendo como promedio 3629.39  $\mu\text{l}$ , valor ligeramente menor al reportado por Rojas (2009), quien estimó un promedio de 3829.68  $\mu\text{l}$  para linfocitos, esto se podría estar presentando por una redistribución de los linfocitos circulantes, que permanecen secuestrados de manera transitoria en el tejido linfoide y en la médula ósea en lugar de entrar al torrente circulatorio o al torrente linfático (Webb y Latimer, 2011).

#### 4.1.10. Recuento de Eosinófilos.

Tabla 17: Recuento de eosinófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu\text{l}$ , %).

Sexo	Media ( $\mu\text{l}$ )	Intervalos de confianza	Media (%)	Intervalos de confianza
Macho	421.04	246.39-595.70	3.42	1.88-4.96
Hembra	335.18	204.32-466.04	2.59	1.54-3.64
Promedio	378.11		3.00	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

La tabla 17 muestra el recuento de eosinófilos en gatos domésticos obteniéndose una media de 3.42%, con intervalos de confianza de 1.88 - 4.96% para los machos y con una media de 2.59% y con intervalos de confianza de 1.54 - 3.6% para las hembras, una media de 421.04  $\mu\text{l}$ , intervalos de confianza de 246.39 - 595.70  $\mu\text{l}$  para machos y una media de 335.18  $\mu\text{l}$ , con intervalos de confianza de 204.32 - 466.04  $\mu\text{l}$  para hembras. Donde se observa que las medias de los eosinófilos en las hembras son ligeramente menores a los machos, al análisis estadístico de los valores encontrados, no existe diferencia significativa estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

El promedio para eosinofilos fue de 378.11  $\mu$ l en el presente trabajo, valores ligeramente menor a los reportados por Rojas (2009), quien determino una media de 528.4  $\mu$ l y en cuanto a los valores relativos tenemos un promedio general de 3% y con intervalos de confianza de 2.10 – 3.94%, estos valores encontrados son inferiores a los reportados por Duncan (1986) y Cowell (2009), que estiman valores de 2- 12% y Aspinall (2014), con valores de 4 a 12%, esto se estaría dándose posiblemente por un secuestro de los eosinófilos en los tejidos (hígado y bazo), por la inhibición en su liberación por la medula ósea o por inhibición de citoquinas responsables del desarrollo de eosinófilos y que inducen apoptosis (Smith, 2000), considerando que para que se produzca eosinofilia debe encontrarse > 1.500 eosinófilos/ $\mu$ l en el gato según Schaer (2006), esta eosinofilia puede producirse un incremento transitorio por de marginación relacionada con la liberación de adrenalina, al igual que ocurre con los neutrófilos, lo cual no se encontró en este estudio.

#### 4.1.11. Recuento de Monocitos.

Tabla 18: Recuento de monocitos en gatos domésticos según sexo( $\mu$ l, %).

Sexo	Media ( $\mu$ l)	Intervalos de confianza	Media (%)	Intervalos de confianza
Macho	390.54	286.65-494.43	3.21	1.44-2.6
Hembra	357.32	245.93-468.71	2.86	2.09-3.64
Promedio	373.93		3.03	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 18 presenta el recuento de monocito en gatos domésticos según sexo una media de 390.54  $\mu$ l, con intervalos de confianza de 286.65-494.43  $\mu$ l para machos y una media de 357.32  $\mu$ l, con intervalos de confianza de 245.93-468.71  $\mu$ l para hembras y como valores relativos, una media de

3.21% con intervalos de confianza de 1.44 – 2.6% para los machos, una media de 2.86% con intervalos de confianza de 2.09 – 3.64% para las hembras. Teniendo en consideración que la media de los monocitos, en las hembras es ligeramente menor a los machos, al análisis estadístico de los valores encontrados, no existe diferencia significativa estadísticamente (( $P \geq 0.05$ ) para el factor sexo.

El promedio obtenido fue 373.93  $\mu\text{l}$  para el recuento de monocitos, valor ligeramente mayor a los que determinó Rojas (2009), quien reportó como media 45.28  $\mu\text{l}$ , esto estaría sucediendo debido a la movilización de los monocitos del pool marginal al circulatorio (Webb y Latimer, 2011).

**4.1.12. Recuento de Basófilos.**

Tabla 19: Recuento de basófilos en gatos domésticos según sexo ( $\mu\text{l}$ , %)

Sexo	Media ( $\mu\text{l}$ )	Intervalos de confianza	Media (%)	Intervalos de confianza
Macho	0		0	
Hembra	0		0	
Promedio	0		0	

Fuente: Recopilación propia del trabajo.

En la tabla 19, se muestra que no se encontró valores para basófilos en gatos domésticos según sexo ni para machos ni para hembras, tal como Rojas (2009), reporta 0 % como valor absoluto y un 2.70  $\mu\text{l}$  como valor relativo. Considerando que los felinos tienen características nucleares similares pero el citoplasma contiene un gran número de gránulos de color gris pálido que pueden ser confundidos con los gránulos de los eosinófilos (Day *et al.*, 2012). En el estudio no se encontró basófilos ya que estos se encuentran involucrados en las enfermedades alérgicas y en la respuesta inflamatoria a algunos parásitos (Blackwood, 2008).

## V. CONCLUSIONES

Los valores hematológicos de la serie roja y serie blanca de gatos domésticos adultos del Altiplano, se encontraron dentro de los valores reportados a nivel de mar.

No existe diferencia del sexo sobre los parámetros hematológicos de la serie roja y serie blanca en gatos domésticos adultos en el Altiplano.

## VI. RECOMENDACIONES

Evitar en lo posible el estrés que se podría causar al paciente en la toma de muestras.

Utilizar los resultados como fuente de información, los parámetros hematológicos en gatos domésticos que viven en una altitud mayor para evaluaciones de diagnóstico clínico.

Ampliar el presente estudio, imponiendo mayor cantidad de muestras en los que se podrían clasificar variables como edad, alimentación, esterilizados, para de esa manera también poder realizar examen bioquímico en gatos domésticos que viven a mayor altitud.

## VII. REFERENCIA

- Aspinall, V. (2014). Manual Completo De La Enfermería Veterinaria 1ra.edición; Ediciones Service S.L. Editorial Paidotribo. Barcelona: España.
- Aguirre, E.E. (2013). Influencia de la hipoxia sobre el metabolismo óseo. Rol central del factor inducible por hipoxia. An Fac med. 2013;74(4):321-5. Argentina.
- Ashenden, M.J., Dobson, P., Boston, T.T., Emslie, K.R, Trout, J., Hahn, A.G. (2000) Simulated moderate altitude elevates serum erythropoietin but does not increase reticulocyte production in well-trained runners. Eur J Ap Physiol;81(5):428-3. México.
- Arango, C., Oquendo, R., Agudelo, G. (1992). Influencia de la altitud de parámetros fisiológicos generales y hemáticos de bovinos Holstein. Rev Fac Nal Medellin: 45: 51-60. España.
- Archer, S., Michelakis, E. (2002). The mechanism(s) of hypoxic pulmonary vasoconstriction: Potassium channels, redox O sensors, and controversies News Physiol Sci 17: 131-137. Buenos Aires.
- Becerra, M.E. (2006). Valores plaquetarios de referencia en niños sanos residen de la ciudad de México Revista Médica Institucional Mexicana: Volumen 2: 121-130 México.
- Beltrán, F., Nallar, R., Villalba, L. Delgado, E.y Berna, M. (2009). Inmovilización química, evaluación hematológicas y coproparasitología de Leopardus coloco en Khastor Potosí. Revista de investigaciones Veterinarias de Perú.20 (2):297-305 Bolivia.
- Bradbury, D.A, Newton, R., Zhu, Y.M., Stocks, J., Corbett, L., Holland, E.D., Pang, L.H., Knox, A.J. (2002). Effect of bradykinin, TGF-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$  and hipoxia on COX-2 expression in pulmonary antery smoth cells. Am J Physiol-Lung C 283: L717- L725. España.
- Brandan, N., Aguirre, M. y Giménez, C. (2008). Hemoglobina Cátedra de Bioquímica – Facultad de Medicina UNNE.
- Bush, María Eugenia (2003). Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales 1ra edición; Ediciones Selvier. Barcelona: España.
- Cabrera, G. (2009). Eritropoyetina: revisión de indicaciones. Inf Ter Sist Nac salud. 2009; 33:3-9. Barcelona: España.



- Campana, J.F. (2017). Tenencia responsable de mascotas en escolares de la Gue San Juan Bosco Salcedo – Puno – 2016 (tesis pregrado Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Campuzano, M. (2007). La clínica y El Laboratorio, Medica Colombiana S.A. Colombia.
- Cansaya, C. (2017). Determinación de parámetros hematológicos de porcinos Yorkshire PPC (*Sus scrofa domesticus*) en altura (tesis pregrado Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Cerón, J. (2013). Análisis Clínicos en pequeños animales; editorial Inter-Medica S.A. I.C.L. Buenos Aires- Argentina.
- Cerquera, M; Rivero, J. (2009). Determinación de parámetros hematológicos de 300 caninos sanos en 4 municipios de Cundinamarca y 10 localidades de Bogotá D.C. (tesis pregrado) Universidad de la Salle. Colombia: Bogotá.
- Cortés, G., Grandez, R., y Hung, A. (2014). Valores hematológicos y bioquímicos séricos en la raza Perro sin Pelo del Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 2, 106-112. Colombia.
- Coaguila, L. (2013). Adaptabilidad cardiovascular a la hipotermia en altura (3800 msnm) (Tesis posgrado Medicina Humana) Universidad de la Salle. Colombia: Bogota.
- Cowell, R.; Tyler, R.; Meinkoth, J. y DeNicola, D. (2009). Diagnostico citológico y hematológico del perro y el gato. 3ra Ed: editorial Elsevier. España.
- Cuno, J.R. (2017). Parámetros hematológicos en perros juveniles de altura (tesis pregrado Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Cunningham, J., Klein, B. (2014). Fisiología Veterinaria 5ta Ed. Editorial Elsevier España.
- Day, M., y Mackin, A., Littlewood Janet D. (2012) Manual de hematología y transfusión en pequeños animales; editorial: Lexus.España.
- Ebert BL, Bunn HF. (1999). Regulation of the erythropoietin gene. *Blood* 94:1864-1877. Mexico.
- Evans, R. 1990. La Sangre y el Sistema Hamatopoyético. p: 125 In Chandler, E., A. Hilbery and C.J Gaskell. *Medicina y Terapéutica Felinas*. 1a. ed. Zaragoza, España.

- Feldman B, Sink C. (2006). *Urinálise hematologia laboratorial para o clínico de pequenos animais*. Editorial: Roca. 111 p. Sao Paolo - Brasil.
- Fisiología Sanguínea (2017). Recuperado el 12 de julio del 2018, de <https://sites.google.com/site/fisioluan/fisiologiasanguinea>. Cayetano Heredia. [vetpablo@yahoo.com](mailto:vetpablo@yahoo.com). México.
- García, A., Contreras, I., & Estrada, J. (2013). Valores de referencia del hemograma completo en escolares de 8 a 12 años de edad residentes a 2760m sobre el nivel del mar. *Anales de Pediatría*, 80(4), 221-228. España.
- García S. (1995). *Fisiología veterinaria*. Ed. Interamericana. 1074 p. Madrid: España
- Guyton A, Hall J. (2006). *Tratado de fisiología médica*. Editorial: Elsevier. 1104 p. España.
- Gonzales, M. (2012). *Laboratorio clínico y nutrición Df: El manual moderno*. México.
- Gómez, G, Leonardo F; Atehortua, H., Camilo, G. y Orozco P, Sonia C. La influencia de las mascotas en la vida humana. *Rev. Colom Cienc Pecua* [online]. 2007, vol.20, n.3, pp.377-386. ISSN 0120-0690. España.
- Gallo, C. (2014). *Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario*. Facultad de Ciencia Animal. Managua: Universidad Nacional Agraria. Colombia.
- Gonzales, G. (2011). Hemoglobina y testosterona: Importancia en la aclimatación y adaptación a la altura. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 28(1):92-100. México.
- Gonzales, G. (1998). Contribución Peruana a la hematología en poblaciones nativas de Altura. *Acta Andina* 7(2):105-130. España.
- Gore, C.; Hahn, A.; Burge, C.; Teiford, R. (1997). VO2 max and haemoglobin mass of trained athletes during high intensity training. *Int JSports Med*;18(6):477-82. Mexico.
- Grossman, C. (1989). Possible underlying mechanisms of sexual dimorphism in the immune response, fact and hypothesis. *Mediators Inflamm*. 4 (2); MarPMC2365622, 41- 51. España.
- Heredia, C. (2007). [vetpablo@yahoo.com.ar](mailto:vetpablo@yahoo.com.ar). México.
- Health D, Reid D. 1974. *Life height altitude*. Edwaard Arnold. 60 p. México.
- Huang, HH., Han, C., Yan, H., Kao, W.; Tsai, C.; Yen, D.; et al. (2008). Oxidative stress and erythropoietin response in altitude exposure. *Clin Investig Med*;31(6): E380-E385. España.

- Irarrázaval S. 2001 “Medicina De Altura – Adaptación Del Ser Humano A La Altura Y Enfermedades Relacionadas”, Medicina Humana. España.
- Ira S. (2014). Fisiología humana. Igarss. 810 p. México.
- Izurieta, J., Luna, D. Cedño, Y. y Chacha, S. (2016). Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más d 3000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana. La Granja: Revista de Ciencias de la vida, 25(1) ,62-70. México.
- Kolb E. 1975. Corazón y circulación. In: Gurtler H, Ketz HA, Kolb E, et al. (eds). Fisiología veterinaria. Editorial: Acribia. p 560-610.Zaragoza – España.
- Livexlab, L., d. (2011). Toma y envío de Muestras al Laboratorio: Manual de Procedimientos.Obtenidode<http://www.livex.com.ec/uploads/documentos/Manual%20de%20Toma%20de%20muestras.pdf>. España.
- Leon, F., De Muizon, C., Palacios, J., Clark, D. y Monge C. (1996). Hemoglobin affinity and structure in High-altitude and Sea- Level carnivores from Peru. Comp. Biochem Physiol Vol 113 A, n° 4, pp:407-411. Bogota- Colombia.
- López, I. y Mesa, I. (2015). Guía práctica de interpretación analítica y diagnóstico diferencial en pequeños animales. Editorial Servet Zaragoza: España.
- Martínez, A. (2010). Valores de hemoglobina y hematocrito en una altura mayor de 3500 metros sobre el nivel del mar en la ciudad de Oruro-Bolivia. Medicis (6), 50-62. Bolivia.
- Maquera, V. (2013). Manual de enseñanza fisiología de los líquidos corporales. Universidad Nacional del Altiplano. Pp:28-29. Puno.
- Malgor L, Valsecia M. (2004). Farmacología clínica de la hormona eritropoyetina. En farmacología de la hematopoyesis. Disponible en: [http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/0000cap1\\_eritro.pdf](http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/0000cap1_eritro.pdf). Colombia.
- Meyer, D.J., Hervey, J.W. (2007). Intervalos de referencia y tablas de conversión. Apéndice 4 en Medicina Laboratorial Veterinaria. Interpretación y Diagnóstico. 3° ed. Meyer, D.J., Hervey, J.W.(eds.). Multimedica Ediciones Veterinarias,2007; pp.423-437.Barcelona.
- McKeever K.H., Wickler S.J., Smith T.R. & Poole D.C. (2010). Effects of high altitude and exercise on plasma erythropoietin in equids. Comp. Exerc. Phys. 7(4):193-199. Colombia.

- Morales, C (2004). Anatomía Clínica del Perro y el Gato editorial Servet. España.
- Mouly, J. (2018). Emergencia y cuidados críticos en pequeños animales multimedica ediciones veterinarias - España.
- Pérez, J., Ríos, R. (2011) Guía Laboratorio México: Estándares de acreditación en Transfusión sanguínea del cat. España.
- Pedrozo, R., Quntanilla, G., Bazán, A., y Florentin, M. (2010). Valores hematológicos en caninos adultos aparentemente sanos, que concurren a una clínica privada de Asunción. Instituto de investigación Ciencia Y Salud, Vol.8(2) Diciembre: 5-13. México.
- Peces, R. (2003). Anticuerpos anti-Eritropoyetina recombinante (Comentario Editorial). Nefrología. 2003; XXIII (1):10-12. Argentina.
- Penaloza, D. (2012). Anticuerpos anti-eritropoyetina recombinante (comentario editorial). Nefrología, 2003: XXIII (1):10-12. Buenos Aires- Argentina.
- Pugh, C., O'Rourke, J., Nagao, M., Gleadle, J., Ratcliffe, P. (1997). Activation of hypoxiainducible factor-1; Definition of regulatory domains within a subunit. J Biol Chem. 1997;272(17):11205-14. Colombia.
- Rojas, P. (2009). Valores referenciales hematológicos y Bioquímicos de felinos domésticos de Heredia y San José de Costa Rica (tesis pregrado) Campus Presbítero Benjamín Núñez-Heredia y San José de Costa Rica.
- Riveros A, Sánchez, J., Buitrago, N., Cristancho, E. (2014). Evidencia del comportamiento circadiano de la EPO con dependencia del sexo e independencia de parámetros fisiológicos en jóvenes entrenados en la altura moderada. Rev Med. 2014;22(2):37-48. España.
- Ruiz, G., Reyes, G. (2003). Heterozygous beta-thalassemia: not infrequent in Mexico. Arch Med Res 2001;32:293-5. México.
- Rubio, A. (2018). Emergencia y cuidados críticos en animales de compañía. España.
- Salceda S, Caro J. (1997). Hypoxia-inducible factor 1alpha (HIF-1alpha) protein is rapidly degraded by the ubiquitin-proteasome system under normoxic conditions. Its stabilization by hypoxia depends on redox-induced changes. Biol. Chem. J Biol Chem. 1997;272(36):22642-7. Colombia.
- Schaer, M. (2006). Medicina Clínica Del Perro y El Gato 1ra Ed.: ediciones Masson S.A. pág. 194-199. Barcelona-España.

- Schmidt W, Spielvogel H. (1993). Effects of chronic hypoxia and exercise on plasma erythropoietin in high-altitude residents. *Journal of Applied Physiology*;74(4):1874-1878. España.
- Solari, G., Tribeño, D., Navarro, Z., Alvis, R. y Pino, J. (2011). "Parámetros hematológicos del Guacamayo cabeza azul" *Primolius couloni* L. (PSITTACIDAE) en cautiverio. *Rev Inv Vet Perú* ,22(1),22-27. Perú.
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Pronóstico climático. Disponible en: <http://www.senamhipuno.org/>. Puno.
- Tepan Mora, Johanna. (2017). Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea en caninos hembras en condiciones de altitud (tesis pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca- Ecuador.
- Tell L, Kabbur M, Smith W, Dahl K, Cullor J. (1997). A technique for isolating heterophils from blood of Orange-Winged Amazon Parrots (*Amazona amazonica amazonica*). *Comp Haematol Int* 7: 47-53. España.
- Tobergte D., Curtis S. (2013). *Compendium of Chemical Terminology (The "Gold Book")*. Argentina.
- Urquieta, M. y Martínez, (2005). "Monografías de Medicina Veterinaria, Vol. 14", Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- Uscamayta, F. (2007). Eritrocitosis de altura patológico. *Revista Científica*. España.
- Vargas, O. (2014). Exercise and training at altitudes: physiological effects and protocols. *Rev.Cienc. Salud*. 2014;12(1):107-122. España.
- Vasquez, M., Cueva, S., Lira, B., Ayon, M., Rodríguez, J., Angulo, P., Falcón. (2012). Rol del óxido nítrico en la hipertrofia arteriolar pulmonar y ventricular cardiaca derecha en pollos a nivel del mar y expuestos a hipoxia de la altura. *Rev Inv Vet Peru*,23(1),1-12. Perú.
- Villiers, E. y Tvedten, H. (2004). *Diagnostico clinicopatológico practico en los pequeños animales*. Editorial: Inter-medica. Buenos Aires.
- Villiers, E. y Blackwood, L. (2013). *Diagnóstico de laboratorio en pequeños animales* Colección Bsava British Small Animal Veterinary Association; Editorial: Ediciones S. España.
- Vogel J, Kiessling I, Heinicke K, Stallmach T, Ossent P, Vogel O, Aulmann M, et al. (2003). Transgenic mice overexpressing erythropoietin adapt to excessive erythrocytosis by regulating blood viscosity. *Blood* 102: 2278-2284. Colombia.

- Voigt, G. (2003). Conceptos técnicos hematológicas para técnicos veterinarios; Editorial Acribia.España.
- Willard, M.; Tvedten, H. (2004). Diagnostico clinicopatológico practico en pequeños animales 4ta. Ed. Editorial: Inter-medica. Buenos Aires.
- Weissmann N, Grimminger F, Olschewski A, Seeger W. 2001. Hypoxic pulmonary vasoconstriction: a multifactorial response Am J PhysiolLung C 281: L314-L317. España.
- Webb, J.L., Latimer, K.S. (2011). Leucocytes. En: Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. 5ª Ed. Latimer, K.S. (Ed). Blackwell, Ames, Iowa. Pp.76-77. Buenos Aires.
- Yang, X., Sheares, K., Davie, N., Upton, P., Taylor, G., Horsley, J., Wharton, J., Morrell, M. (2002). Hypoxic induction of COX-2 regulates proliferation of human pulmonary artery smooth muscle cells. Am J Respir Cell Mol 27: 688-696. España.
- Yoon, D., Ponka, P., Prchl, J.T. (2011). Hypoxia and hematopoiesis. Am J Physiol Cell Physiol;300(6):C1215-22. Colombia.
- Zurita M., S. (2013). Manual de procedimientos de laboratorio Segunda edición Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud: Lima.

## ANEXO 1

Tabla 20: Ficha de admisión en gatos domésticos.

Ítem	Fecha	Hora	Nombre	Sexo	Edad	Peso	Condición reproductiva
1	01/03/2018	20:30	Nicolas	M	1a 6 m	3.8	entero
2	06/03/2018	21:10	Princesa	H	3a	3.2	entero
3	07/03/2018	20:30	Mishi	M	2a	3.9	entero
4	09/03/2018	17:25	Amor	H	1a 2m	3.5	entero
5	10/03/2018	20:00	Gatricia	H	2a	2.5	entero
6	14/03/2018	18:00	Negrito	M	1a 6 m	2.6	entero
7	14/03/2018	18:20	Panda	H	2a 3 m	2.1	entero
8	24/03/2018	11:50	Tom	M	5a 3m	4.4	entero
9	24/03/2018	13:40	Tito	M	2a	3.5	castrado
10	27/03/2018	09:00	Cachito	M	5a 4m	5.5	castrado
11	27/03/2018	10:30	Cachetes	M	1a 6m	2.1	entero
12	07/04/2018	12:00	Bod	M	2a 6 m	3.8	entero
13	14/04/2018	09:00	Toth	M	3a 2m	3.0	castrado
14	14/04/2018	09:15	Ethan	M	2a 5m	3.5	castrado
15	14/04/2018	10:45	Michino	M	2a 6 m	4.3	castrado
16	14/04/2018	12:15	Tomas	M	3a 2m	3.3	castrado
17	18/04/2018	12:10	Damian	M	12m	3.0	entero
18	19/04/2018	10:00	Maiky	M	1a 2m	2.5	entero
19	23/04/2018	11:00	Bigotes	M	2a	4.9	entero
20	25/04/2018	12:40	Princesa	H	2a 9m	2.9	entero
21	27/04/2018	11:00	Vegue	M	1a 2m	4.0	entero
22	27/04/2018	11:25	Nato	M	1a	3.0	entero
23	27/04/2018	12:00	Grafito	M	1a	2.5	castrado
24	27/04/2018	12:20	Lula	H	1a 3m	2.6	entero
25	30/04/2018	10:20	Tomy	M	1a	2.0	entero
26	30/04/2018	10:40	Minino	M	1a 6m	3.0	entero
27	05/05/2018	19:40	Kike	M	2a 3m	3.5	castrado
28	10/05/2018	09:36	Sasi Pirata	H	1a	2.0	entero
29	10/05/2018	09:50	Negruta	H	1a 6 m	4.0	entero
30	10/05/2018	11:56	Linfu	M	1a 5m	3.0	entero
31	11/05/2018	09:50	Mishu	M	1a10m	4.7	castrado
32	11/05/2018	10:20	Luna	H	2a 3 m	2.8	entero
33	11/05/2018	10:40	Linfu	H	3a 1 m	3	entero
34	14/05/2018	10:30	Mia	H	3a 6m	2.8	entero
35	14/05/2018	11:00	Gringa	H	1a 6 m	2.8	entero
36	14/05/2018	11:35	Sami	H	2a 4m	2.6	entero
37	19/05/2018	09:50	Ramona	H	1a	2.0	entero
38	19/05/2018	10:45	Marmota	H	1a	1.2	Entero



39	19/05/2018	14:20	Manchas	H	1a 6m	3.0	Entero
40	23/05/2018	11:30	Kiti	H	1a 4m	1.7	Entero
41	23/05/2018	12:40	Mina	H	1a 5m	2.1	Entero
42	24/05/2018	11:00	Mayi	H	1a	1.6	Entero
43	24/05/2018	12:00	Gringa	H	1a 2m	1.2	Entero
44	25/05/2018	09:00	Camila	H	2a 4m	2.4	Entero
45	25/05/2018	09:45	Minino	M	1a 6m	3	Entero
46	25/05/2018	10:00	Ana	H	3a 4 m	3.2	Entero
47	25/05/2018	13:00	Pinina	H	1a 6m	2.3	Entero
48	25/05/2018	14:20	Fufu	H	3a 4m	3.2	Entero
49	25/05/2018	15:00	Yusi	H	2a 6m	3.1	Entero
50	25/05/2018	17:30	Luna	H	2a 1m	3.1	Entero



Tabla 21: Ficha de examen físico en gatos domésticos.

ITEM	FECHA	HORA	NOMBRE	SEXO	EDAD	PESO	CONDICION R.
1	01/03/2018	20:30	Nicolas	M	1a 6 m	3.8	entero
2	06/03/2018	21:10	Princesa	H	3a	3.2	entero
3	07/03/2018	20:30	Mishi	M	2a	3.9	entero
4	09/03/2018	17:25	Amor	H	1a 2m	3.5	entero
5	10/03/2018	20:00	Gatricia	H	2a	2.5	entero
6	14/03/2018	18:00	Negrito	M	1a 6 m	2.6	entero
7	14/03/2018	18:20	Panda	H	2a 3 m	2.1	entero
8	24/03/2018	11:50	Tom	M	5a 3m	4.4	entero
9	24/03/2018	13:40	Tito	M	2a	3.5	castrado
10	27/03/2018	09:00	Cachito	M	5a 4m	5.5	castrado
11	27/03/2018	10:30	Cachetes	M	1a 6m	2.10	entero
12	14/04/2018	09:00	Toth	M	3a 2m	3.0	castrado
13	14/04/2018	09:15	Ethan	M	2a 5m	3.5	castrado
14	14/04/2018	10:45	Michino	M	2a 6 m	4.3	castrado
15	14/04/2018	12:15	Tomas	M	3a 2m	3.3	castrado
16	18/04/2018	12:10	Damian	M	12m	3.0	entero
17	19/04/2018	10:00	Maiky	M	1a 2m	2.5	entero
18	23/04/2018	11:00	Bigotes	M	2a	4.9	entero
19	27/04/2018	11:00	Vegue	M	1a 2m	4.0	entero
20	27/04/2018	11:25	Nato	M	1a	3.0	entero
21	27/04/2018	12:00	Grafito	M	1a	2.5	castrado
22	27/04/2018	12:20	Lula	H	1a 3m	2.6	entero
23	30/04/2018	10:20	Tomy	M	1a	2.0	entero
24	30/04/2018	10:40	Minino	M	1a 6m	3.0	entero
25	05/05/2018	19:40	Kike	M	2a 3m	3.5	castrado
26	10/05/2018	09:36	Sasi Pirata	H	1a	2.0	entero
27	10/05/2018	09:50	Negrita Quis	H	1a 6 m	4.0	entero
28	10/05/2018	11:56	Linfu	M	1a 5m	3.0	entero
29	11/05/2018	09:50	Mishu	M	1a 10m	4.7	castrado
30	11/05/2018	10:20	Luna	H	2a 3 m	2.8	entero
31	11/05/2018	10:40	Linfa	H	3a 1 m	3	entero
32	14/05/2018	10:30	Mia	H	3a 6m	2.8	entero
33	14/05/2018	11:00	Gringa	H	1a 6 m	2.8	entero
34	14/05/2018	11:35	Sami	H	2a 4m	2.6	entero
35	19/05/2018	09:50	Ramona	H	1a	2.0	entero
36	19/05/2018	10:45	Marmota	H	1a	1.2	entero
37	19/05/2018	14:20	Manchas	H	1a 6m	3.0	entero
38	23/05/2018	11:30	Kiti	H	1a 4m	1.7	entero
39	23/05/2018	12:40	Mina	H	1a 5m	2.1	entero
40	24/05/2018	11:00	Mayi	H	1a	1.6	entero
41	24/05/2018	12:00	Gringa	H	1a 2m	1.2	entero
42	25/05/2018	09:00	Camila	H	2a 4m	2.4	entero
43	25/05/2018	09:45	Minino	M	1a 6m	3	entero
44	25/05/2018	10:00	Ana	H	3a 4 m	3.2	entero
45	25/05/2018	13:00	Pinina	H	1a 6m	2.3	entero
46	25/05/2018	14:20	Fufu	H	3a 4m	3.2	entero
47	25/05/2018	17:30	Luna	H	2a 1m	3.1	entero
48	25/05/2018	15:00	Poquey	M	1a	2	castrado
49	12/06/2018	12:30	Michel	H	5a	2.9	entero
50	12/06/2018	14:30	Haruka	H	2a 6 m	2.9	entero

ANEXO 2

Tabla 22: Parámetros hematológicos en gatos domésticos (n=46).

ITEM	CODIGO	SEXO	EDAD	RBC	HTO	HGB	VCM	HCM	CHGM	NBC	GRANUL	N SEGMENT	SEGMENT	MON	MON (%)	EOS (%)	EOS (μl)	BAS (%)	BAS (μl)
1	M12	M	1a	6.1	56	19	91	30.4	33.2	14150	77	10895	10754	21	2971	1	141	0	0
2	M15	M	1a	5.3	47	15	89	28.5	32.1	5900	41	2419	2419	43	2537	2	118	14	826
3	M17	M	1a	4.4	36	12	81	27.2	33.3	17450	67	11691	11342	26	4537	4	698	3	0
4	M18	M	1a	5.4	45	15	83	27.4	32.8	23250	77	11686	10989	19	4417	3	698	1	233
5	M24	M	1a	6.1	50	17	82	27.3	33.4	23750	68	16150	16150	24	5700	3	712	5	1187
6	M16	M	1a2m	7.9	65	22	82	27.3	33.2	15750	59	9292	8662	30	4725	6	945	5	787
7	M13	M	1a2m	5.2	43	14	82	27.5	33.2	11450	71	8129	7900	22	2519	4	458	3	343
8	M21	M	1a5m	5	41	13	82	26.5	32.4	9400	60	5640	5546	33	3102	4	376	3	282
9	M1	M	1a6m	6.6	55	18	83	27.4	32.9	10650	71	7561	7349	26	2769	3	319	0	0
10	M3	M	1a6m	5.6	46	15	82	27.3	33.2	10100	64	6464	6262	32	3232	3	303	1	101
11	M19	M	1a6m	6.4	53	17	83	27	32.6	16650	66	10989	10989	30	4995	3	499	1	167
12	M23	M	1a6m	5.4	45	15	83	27.4	32.8	13150	69	9074	8943	15	1973	5	240	11	1447
13	M5	M	1a6m	5.2	43	14	82	27.5	33.2	21400	70	14980	14980	26	5564	3	642	1	214
14	M22	M	1a10m	7.8	64	21	82	27	32.9	9350	75	7013	6826	15	1402	7	655	3	280
15	M2	M	2a	5.8	48	16	82	27.5	33.3	4800	48	2304	2304	38	1824	4	192	0	0
16	M14	M	2a	5.3	44	15	83	27.5	33.1	9500	72	6840	6840	21	1995	3	285	4	380
17	M20	M	2a3m	7	58	19	83	27.5	33.2	8850	71	6283	6283	26	2301	3	266	0	0
18	M10	M	2a6m	6.7	55	18	82	27.3	33.2	9000	53	4770	4770	41	3690	2	180	4	360
19	M7	M	2a6m	5.8	53	18	91	30.3	33.2	5400	72	3888	3888	23	1242	3	162	2	108
20	M25	M	2a6m	4.7	39	13	83	27.6	33.3	10350	73	7555	7555	23	2380	3	310	1	103
21	M11	M	3a2m	5.9	49	16	83	27.6	33.2	11150	43	4794	4571	45	5017	2	223	10	1115
22	M8	M	3a2m	6.7	55	18	82	27.3	33.2	15600	61	9516	9516	33	5148	1	156	5	780
23	M4	M	4a5m	5.9	49	16	83	27.6	33.2	18200	70	12740	11830	22	4004	4	728	4	728
24	M6	M	5a	6.1	56	19	92	30.4	33.2	6750	68	4590	4590	32	2160	1	67	0	0
25	H14	F	1a	5.4	45	15	83	27.2	32.6	16000	88	14080	13760	10	1600	0	0	2	320
26	H13	F	1a	5.9	49	16	83	27.2	32.8	11450	79	9046	8932	14	1603	4	458	3	343
27	H17	F	1a	5.8	48	16	83	27.5	33.3	20450	75	15337	15337	54	4293	1	204	4	818
28	H18	F	1a2m	4.2	34	11	81	26.9	33.2	7950	40	3180	3180	54	4293	1	79	5	397
29	H2	F	1a2m	6.6	54	18	81	27.2	33.3	5400	74	3996	3996	24	1296	2	108	0	0
30	H5	F	1a3m	6.1	52	17	85	28.2	33.1	6000	52	3120	3120	35	2100	4	240	9	540
31	H15	F	1a4m	5.6	47	15	84	27.5	32.7	16650	72	11988	11822	20	3330	2	333	6	999
32	H16	F	1a5m	5.9	49	16	83	27.6	33.2	21950	49	10755	10755	42	9219	5	1097	4	878
33	H22	F	1a6m	6.5	53	17	82	26.7	32.8	13300	61	8113	8113	37	4921	2	266	0	0
34	H11	F	1a6m	6.2	51	17	82	27.4	33.3	10600	57	6042	6042	39	4134	3	318	1	106
35	H6	F	1a6m	4.7	39	13	83	27.2	33.1	9550	71	6780	6685	17	1624	9	859	3	287
36	H21	F	1a8m	5.9	49	16	83	27.6	33.1	17650	58	10237	10237	39	6883	2	353	1	177
37	H3	F	2a	6.9	57	19	82	27.5	33.3	13150	67	8810	8810	28	3682	3	394	2	263
38	H19	F	2a1m	6.2	51	17	82	27.1	32.9	19950	67	13867	12968	29	5786	3	598	1	199
39	H8	F	2a3m	5.3	44	14	83	27.1	32.7	5100	68	3468	3468	23	1173	3	153	6	306
40	H4	F	2a3m	5.7	47	16	82	27.3	33.1	16900	55	9295	9295	39	6591	2	338	4	676
41	H24	F	2a4m	6.8	56	19	82	27.3	33.2	15050	60	9030	9030	36	5418	3	451	1	151
42	H12	F	2a4m	7.8	64	21	82	27.3	33.2	10300	62	6386	6386	36	3708	3	206	0	0
43	H23	F	3a4m	6.4	55	18	86	28.5	33.2	8650	64	5536	5536	31	2881	3	260	1	173
44	H9	F	3a4m	5.2	44	15	85	27.8	32.9	8400	60	5040	4872	35	2940	3	252	2	168
45	H10	F	3a6m	7.2	59	20	82	27.2	33.2	10700	54	5778	5778	43	4601	3	321	0	0
46	H25	F	5a	5.2	43	14	83	27.5	33.2	28650	81	23206	22347	15	4297	2	573	2	573

**ANEXO 3**

Tabla 23: Parámetros del recuento de células rojas de gatos en otras altitudes según diferentes autores.

Autor	RBC (mm <sup>3</sup> )	Hto (%)	Hgb (g/dl)
Estudio	5.7 - 6.2	46.5 - 52.5	15.7 - 17.1
Minovich	5.0 - 10.0	30 - 45	8 -15
López	5.5 - 8.5	37 - 55	12 - 18
Aspinall	5.0 - 10.0	24 -45	8 – 15
Cero		24 - 46	8 - 15
Villiers		26 - 45	8 -15
Meyer		24 - 45	8 – 15
Cowell	5.0 - 10.0		8 – 15
Rojas		31- 41	10 – 14
Duncan	5 – 10	30 - 45	8 – 15

Minovich, 2017; Lopez, 2015; Aspinall, 2014; Ceron, 2013; Villiers, 2013; Meyer, 2007; Cowell, 2009; Rojas, 2009; Duncan, 1986.

Tabla 24: Parámetros de los índices corpusculares de gatos en otras altitudes según diferentes autores.

Autor	VCM( fl)	HCM(pg)	CHGM(g/dl)
Estudio	82.5 - 84.05	27.3 -27.8	32.9 - 33.1
Minovich	42 - 53	12.5 - 17.5	30 - 34
López	60 - 77	18 - 30	30 - 38
Aspinall			
Ceron	36 - 54		
Villiers	39 - 55		30 - 36
Meyer			30 - 36.9
Cowell	39 - 55	12.5 -17.5	30 - 36
Rojas			30 - 35
Duncan	39 - 55	13 - 17	30 -36

Minovich, 2017; Lopez, 2015; Aspinall, 2014; Ceron, 2013; Villiers, 2013; Meyer, 2007; Cowell, 2009; Rojas, 2009; Duncan, 1986.

Tabla 25: Parámetros de las células blancas en gatos en otras altitudes según diferentes autores.

Autor	WBC( $\mu$ l)	Neutrófilo (%)	Neutrófilo ( $\mu$ l)	Linfocito (%)	Linfocito ( $\mu$ l)
Estudio	11,3 - 14.6	61 - 67	7.1 - 9.5	26.6 - 32.7	3.1 - 4.13
Minovich	5 - 14	35 - 75	3 - 9.5	20 - 55	
López	5.5 - 16.9		2 - 12		0.5 - 4.9
Aspinall	5.5 - 19.5	45 - 75			
Ceron					
Villiers	5.5 - 19.5		3.0 - 11.5		1.5 - 4.8
Meyer	5 - 18.9		3 - 13		0.9 - 7
Cowell	5.5 - 19.5	35 - 75	2.5 - 12.5	20 -55	1.5 - 7
Rojas	6.1 - 13.3	32-68	2.1 - 7.8	27-59	2.1 - 6.1
Duncan	5.5 - 19.5	35 - 75	2.5 - 12.5	20 -55	1.5 - 7

Minovich, 2017; Lopez, 2015; Aspinall, 2014; Ceron, 2013; Villiers, 2013; Meyer, 2007; Cowell, 2009; Rojas, 2009; Duncan, 1986.

Tabla 26: Parámetros de las células blancas en gatos en otras altitudes según diferentes autores.

Autor	Monocitos (%)	Monocitos (μl)	Eosinofilos	Eosinofilos (μl)	Basófilos (%)	BAS (μl)
Estudio López	2.57 - 3.52	0,3-3	3.02	2.10 - 3.94		0-0,1
Aspinall Ceron			4 - 12		<1	
Villiers Meyer		0.1 - 0.6		0,05 - 0.8		0
Cowell	1 - 4	0 - 850	2 - 12	0 - 1.5	Raros	raros
Rojas	0-1		1- 11	116 - 1062	0	0 - 25
Duncan	1 - 4	0 -0.085	2- 12	0 - 0.075	Raro	raros

Minovich, 2017; Lopez, 2015; Aspinall, 2014; Ceron, 2013; Villiers, 2013; Meyer, 2007; Cowell, 2009; Rojas, 2009; Duncan, 1986.

**ANEXO 4**

Resumen de análisis de la Varianza (SC tipo III), para los parámetros hematológicos en gatos domésticos en el Altiplano según sexo, realizado con la prueba de Fisher ( $P \geq 0.05$ ).

Tabla 27: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el recuento de glóbulos rojos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	1	0.03	0.04	0.8496
Sexo	0.03	1	0.03	0.04	0.8496
Error	32.11	44	0.73		
Total	32.13	45			

Tabla 28: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el hematocrito.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.70	1	0.70	0.01	0.9071
Sexo	0.70	1	0.70	0.01	0.9071
Error	2223.41	44	50.53		
Total	2224.11	45			

Tabla 29: Análisis de la varianza (SC tipo III) para la hemoglobina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	1	0.09	0.02	0.9012
Sexo	0.09	1	0.09	0.02	0.9012
Error	249.98	44	5.68		
Total	250.07	45			

Tabla 30: Análisis de la varianza (SC tipo III) para VCM.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.62	1	11.62	1.86	0.1798
Sexo	11.62	1	11.62	1.86	0.1798
Error	275.17	44	6.25		
Total	286.79	45			

Tabla 31: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para HCM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.52	1	1.52	2.30	0.1368
Sexo	1.52	1	1.52	2.30	0.1368
Error	29.09	44	0.66		
Total	30.61	45			

Tabla 32: Analisis de la Varianza (SC tipo III) para CHCM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.62	1	11.62	1.86	0.1798
Sexo	11.62	1	11.62	1.86	0.1798
Error	275.17	44	6.25		
Total	286.79	45			

Tabla 33: Análisis de la varianza (SC tipo III) para los glóbulos blancos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6826903.82	1	6826903.82	0.21	0.6493
Sexo	6826903.82	1	6826903.82	0.21	0.6493
Error	1432792878.79	44	32563474.52		
Total	1439619782.61	45			

Tabla 34: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para neutrófilos (%).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.82	1	1.82	0.02	0.8975
Sexo	1.82	1	1.82	0.02	0.8975
Error	4758.99	44	108.16		
Total	4760.80	45			

Tabla 35: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para neutrófilos (ul).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5442622.55	1	5442622.55	0.32	0.5753
Sexo	5442622.55	1	5442622.55	0.32	0.5753
Error	751769132.61	44	17085662.10		
Total	757211755.15	45			

Tabla 36: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para linfocitos (%).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	189.97	1	189.97	1.82	0.1841
Sexo	189.97	1	189.97	1.82	0.1841
Error	4589.77	44	104.31		
Total	4779.74	45			

Análisis de la Varianza (SC tipo III) para linfocitos (ul).

Tabla 37: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para linfocitos (ul).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3799600.17	1	3796600.17	1.26	0.2670
Sexo	3796600.17	1	3796600.17	1.26	0.2670
Error	132148782.29	44	3003381.42		
Total	135945382.46	45			

Tabla 38: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para monocitos (%).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.36	1	1.36	0.53	0.4691
Sexo	1.36	1	1.36	0.53	0.4691
Error	112.55	44	2.56		
Total	113.91	45			



Tabla 39: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para monocitos (ul).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12669.70	1	12669.70	0.21	0.6528
Sexo	12669.70	1	12669.70	0.21	0.6528
Error	2717740.73	44	61766.83		
Total	2730410.45	45			

Tabla 40: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para eosinofilos (%).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.83	1	7.83	0.81	0.3719
Sexo	7.83	1	7.83	0.81	0.3719
Error	423.15	44	9.62		
Total	430.98	45			

Tabla 41: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para eosinofilos(ul).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84616.75	1	84616.75	0.65	0.4259
Sexo	84616.75	1	84616.75	0.65	0.4259
Error	5764072.23	44	131001.64		
Total	5848688.98	45			