

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y

VETERINARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL ENTRE CANINOS  
SANOS DE LA CIUDAD DE CUSCO (3399 msnm) Y LIMA  
METROPOLITANA (154 msnm)”

Tesis para optar el Título Profesional de:

Médico veterinario zootecnista

CECILIA TRAPANI

Lima, Perú

2018

## Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 18:00 horas del 30 de Octubre de 2018, en el Aula L - 104 del Campus Villa II, bajo la presencia del jurado examinador nombrado por **Resolución Directoral Académica de Carrera N° 083-DACMVZ-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2018**, presidido por la M.V. Milena Paola Montenegro Vega, M.V. Juan Alberto Vargas Zúñiga, M.V.Z. Leonardo Sánchez Arboleda y el Mg. Boris Lira Mejía como Director - Observador. Se procedió en acto público a la sustentación de la tesis **"COMPARACION DE LA PRESIÓN ARTERIAL ENTRE CANINOS SANOS DE LA CIUDAD DE CUSCO (3399 MSNM) Y LIMA METROPOLITANA (154 MSNM)"**.

La presidente concedió el uso de la palabra a la Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia **Trapani Cecilia**, para la sustentación de su tesis. Luego de la exposición, la bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

El Jurado acordó otorgarle la nota de:

..... Dieciocho ..... (18)

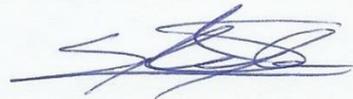
La presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las 19:00hrs.



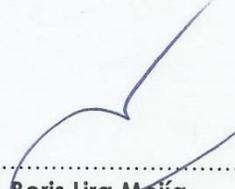
.....  
**M.V. Milena Paola Montenegro Vega**  
Presidente



.....  
**M.V. Juan Alberto Vargas Zúñiga**  
Miembro



.....  
**M.V.Z. Leonardo Sánchez Arboleda**  
Miembro



.....  
**Mg. Boris Lira Mejía**  
Director - Observador

## DEDICATORIA

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Cristian, Federico y Mauricio, por su hermosa compañía en esta vida.

A Andrea Ferreyra, por ser mi mejor amiga y estar siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTO**

A Andrea Ferreyra por estar en cada paso de este trabajo dándome su apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

I.	RESUMEN.....	2
II.	ABSTRACT.....	3
III.	INTRODUCCIÓN.....	4
IV.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1	ANTECEDENTES.....	5
4.2	FUNCIÓN CARDIACA.....	6
4.3	GASTO CARDIACO.....	6
4.4	FLUJO SANGUÍNEO.....	7
4.4.1	FLUJO LAMINAR.....	7
4.4.2	FLUJO TURBULENTO.....	7
4.5	LEY DE OHM.....	8
4.6	LEY DE POISEUILLE.....	9
4.7	RESISTENCIA VASCULAR.....	9
4.8	VISCOSIDAD.....	10
4.9	PRESIÓN ARTERIAL.....	11
4.9.1	PRESIÓN SISTÓLICA, DIASTÓLICA Y MEDIA.....	11
4.10	REGULACIÓN DE LA PRESIÓN.....	12
4.10.1	MECANISMOS DE REGULACIÓN A CORTO PLAZO.....	12
4.10.1.1	BARORRECEPTORES.....	12
4.10.1.2	QUIMIORRECEPTORES.....	12
4.10.1.3	CATECOLAMINAS.....	13
4.10.2	MECANISMOS DE REGULACION A MEDIANO PLAZO.....	13
4.10.2.1	SISTEMA RENINA ANGIOTENSINA (SRA).....	13
4.10.2.2	PROSTAGLANDINAS.....	13
4.10.3	MECANISMOS DE REGULACIÓN A LARGO PLAZO.....	14
4.10.3.1	ALDOSTERONA.....	14
4.10.3.2	HORMONA ANTIDIURÉTICA.....	14
4.10.3.3	PÉPTIDO NATRIURÉTICO ATRIAL.....	14
4.11	DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN.....	15
4.11.1	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	15
4.11.1.1	MEDICIÓN DIRECTA DE LA PRESIÓN ARTERIAL.....	15
4.11.1.2	MEDICIÓN INDIRECTA DE LA PRESIÓN ARTERIAL.....	15
4.11.1.3	PUNTOS ANATÓMICOS PARA LA MEDICIÓN INDIRECTA.....	16
4.11.2	CARACTERÍSTICAS DEL petMAP GRAPHIC II.....	16
4.11.3	VALORES REFERENCIALES EN CANINOS.....	17
4.12	EXPOSICIÓN A LA ALTURA.....	18
4.12.1	EFFECTOS DE LA ALTURA.....	18
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1	LOCALIZACIÓN.....	20
5.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	20
5.3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	21
5.4	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	21
5.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22

5.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	23
VI. RESULTADOS.....	24
6.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	24
VII. DISCUSIÓN.....	31
VIII. CONCLUSIONES.....	34
IX. RECOMENDACIONES.....	35
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
XI. ANEXOS.....	39

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. B. Flujo laminar. C. Flujo turbulento.....	8
Figura 2. Efecto del diámetro del vaso sanguíneo en el flujo.....	10
Figura 3. Relación entre viscosidad y hematocrito.....	11
Figura 4. Valores referenciales de presión arterial en caninos.....	17

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión sistólica y diastólica de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....	25
Gráfico 2. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial media de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....	25
Gráfico 3. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por sexo de los caninos de Lima Metropolitana.....	27
Gráfico 4. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por sexo de los caninos de la ciudad de Cusco.....	27
Gráfico 5. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por rango de edad de los caninos de Lima Metropolitana.....	29
Gráfico 6. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por rango de edad de los caninos de la ciudad de Cusco.....	29

Gráfico 7. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de frecuencia cardiaca (examen físico) de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....24

Tabla 2: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial por sexo de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....26

Tabla 3: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial por rango de edad de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....28

Tabla 4: Promedio de los valores de la frecuencia cardiaca de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.....30

Tabla 5: Valores de la presión arterial sistólica de caninos sanos de la ciudad de Cusco.....41

Tabla 6: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial sistólica por canino sano de la ciudad de Cusco.....42

Tabla 7: Valores de la presión arterial diastólica de caninos sanos de la ciudad de Cusco.....43

Tabla 8: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial diastólica por canino sano de la ciudad de Cusco.....44

Tabla 9: Valores de la presión arterial media de caninos sanos de la ciudad de Cusco.....45

Tabla 10: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial media por canino sano de la ciudad de Cusco.....46

Tabla 11: Promedio de los valores de la presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y presión arterial media (PAM) de los caninos de la ciudad de Cusco.....47

Tabla 12: Valores de la presión sistólica de caninos sanos de Lima Metropolitana.....47

Tabla 13: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial sistólica por canino de Lima Metropolitana.....	48
Tabla 14: Valores de la presión diastólica de los caninos sanos de Lima Metropolitana.....	49
Tabla 15: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial diastólica por canino de Lima Metropolitana.....	50
Tabla 16: Valores de la presión arterial media de los caninos sanos de Lima Metropolitana.....	51
Tabla 17: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial media por canino de Lima Metropolitana.....	52
Tabla 18: Promedio de los valores de la presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y presión arterial media (PAM) de los caninos de Lima Metropolitana.....	53



## I. RESUMEN

La presión arterial es una variable cardiovascular de la cual depende la perfusión sanguínea de los tejidos. La altitud tiene efectos sobre el funcionamiento cardiovascular, por ello, conocer si existen diferencias en la presión arterial entre los caninos, debido a la altura, es importante para la práctica clínica veterinaria de animales de compañía. El objetivo del presente trabajo es comparar la presión arterial entre caninos sanos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana. Por lo tanto, en este estudio se consideró como población a caninos de ambas ciudades previamente mencionadas. La muestra fue de 30 caninos sanos de 2-6 años de edad, entre un rango de peso de 5 a 13 kg de cada ciudad de estudio, haciendo un total de 60 caninos en la muestra. Se realizaron 7 mediciones consecutivas por individuo, mediante el equipo petMAP graphic II, en el miembro anterior izquierdo a nivel del metacarpo, de las cuales se hizo un promedio excluyendo las 2 mediciones más altas. Los datos de los caninos fueron registrados y tabulados. Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos y se ha obtenido que los datos globalmente presentaron una distribución normal, por lo que fueron analizados mediante la prueba t de Student. Así mismo, los datos de Lima Metropolitana por sí solos presentaron una distribución normal, por lo que se utilizó la prueba estadística mencionada para el análisis, mientras que, los datos de la ciudad de Cusco presentaron una distribución no normal al aplicarles la prueba Shapiro-Wilk, por lo que se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov para el análisis. El análisis de los datos determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los valores de la presión arterial de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

## II. ABSTRACT

Blood pressure is a cardiovascular variable on which the blood perfusion of the tissues depends. The altitude has effects on cardiovascular functioning, therefore, knowing if there are differences in blood pressure between the canines, due to height, is important for the veterinary clinical practice of pets. The objective of the present work is to compare the blood pressure between healthy canines from the city of Cusco and Metropolitan Lima. Therefore, in this study, canines from both cities, previously mentioned were considered as population. The sample was of 30 healthy dogs between 2-6 years of age between a weight range of 5 to 13 kg, from each city, making a total of 60 dogs in the sample. Seven consecutive measurements were made per individual, using the petMAP graphic II equipment, in the left anterior limb at the metacarpal level, of which an average was made excluding the 2 highest measurements. Canine data were recorded and tabulated. Shapiro-Wilk test was applied to determine the distribution of the data and it was obtained that the data globally presented a normal distribution, so they were analyzed using the Student's t-test. Likewise, the Metropolitan Lima data alone presented a normal distribution, so the aforementioned statistical test was used for the analysis. While data from the city of Cusco showed a non-normal distribution when applying the Shapiro-Wilk test, the Kolmogorov-Smirnov test was used for the analysis. The analysis of the data determined that there are no significant statistical differences between the blood pressure values of the canines from the city of Cusco and Metropolitan Lima.

Palabras claves: presión arterial, altura, petMAP graphic II

### III. INTRODUCCIÓN

La presión arterial es uno de los parámetros cardiovasculares que rige la perfusión sanguínea a todos los tejidos. Esta se define como la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes vasculares y desde el punto hemodinámico como el producto de gasto cardíaco, conocido como la cantidad de sangre expulsada del ventrículo izquierdo por minuto, y la resistencia vascular periférica que es el impedimento al flujo sanguíneo en un vaso y está determinada por tres factores: la resistencia de las paredes arteriales, la fricción sobre las paredes y la disminución del calibre de los vasos.

La presión arterial tiene participación activa en la homeostasis del organismo, por lo tanto, su medición le permite al médico veterinario tratante tener un control del estado hemodinámico y del equilibrio del organismo del paciente. Sin embargo, la medición de la presión arterial no es una actividad que se realice como parte del examen físico del paciente en las consultas veterinarias. En los perros, como en otras especies, los valores de la presión arterial están influenciados por factores ambientales y fisiológicos.

El corazón presenta dos fases conocidas como sístole y diástole. La presión sistólica se define como la presión que ejerce el corazón al momento de la sístole, mientras que la presión diastólica es la presión mínima del movimiento de sístole del corazón y la presión media es la media entre ambas presiones.

La determinación de la presión arterial en caninos aportaría datos significativos a la historia clínica del paciente y al diagnóstico, debido a que es un parámetro cardiovascular que brinda información sobre el estado hemodinámico del paciente. Por lo tanto, es importante investigar si existe o no una diferencia en los valores de la presión arterial entre caninos de la ciudad de Cusco y los caninos de la ciudad de Lima, ya que la altura produce un aumento en valores hematológicos como el hematocrito y con esto, un aumento en la viscosidad de la sangre que está relacionada con la presión arterial. Ésta permite considerar la posibilidad de que existan diferencias significativas en los valores de la presión arterial, utilizando el equipo oscilométrico petMAP graphic II, entre los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

## IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 ANTECEDENTES

Meder, A. R. *et al.* en el artículo titulado “Valores de presión arterial sistólica, método Doppler Vascular pulsado, en caninos sanos conscientes” midieron la presión sistólica en caninos sanos mediante la técnica Doppler Vascular Pulsado, en el cual se obtuvo un valor promedio para la presión sistólica de 145.50 mmHg  $\pm$  21.7, con un rango de 83.14 mmHg -184.28 mmHg.<sup>1</sup>

Cainzos, R.P; Koscinczuk, P; Ferreiro, M.C en el artículo titulado “Influencia de la temperatura ambiental sobre la presión arterial del perro” tuvieron como objetivo evaluar la influencia de la temperatura ambiental sobre la presión arterial en caninos sanos conscientes en ambientes con temperaturas superiores a 38°C versus ambientes climatizados a 24°C. Realizaron la medición de la presión arterial sistólica, diastólica y media mediante el método oscilométrico.<sup>2</sup> Los resultados obtenidos a temperatura de 24°C fueron 123 mmHg para la presión sistólica, 68 mmHg para la presión diastólica y 91 mmHg para la presión media, mientras que, a temperatura > 38°C fueron 136 mmHg para la presión sistólica, 80 mmHg para la presión diastólica y 96 mmHg para la presión media.<sup>2</sup>

Pesántez J.J, en su tesis de grado, “Evaluación de la presión arterial en gatos aparentemente sanos utilizando oscilometría de alta definición (HDO) en la ciudad de Quito”, realizó mediciones de presión arterial en felinos sanos mediante el método oscilométrico de alta definición. Los resultados obtenidos en esta investigación indicaron que no existían diferencias significativas entre machos y hembras y entre los diferentes grupos etarios de la muestra evaluada.<sup>3</sup>

En su tesis de grado, “Determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm”, Merizalde M. J, tenía como objetivo determinar los parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de la presión arterial y electrocardiografía en caninos sanos. En los resultados obtenidos no encontró diferencias significativas entre los valores de la presión arterial de los caninos de Bogotá y la Sabana a 2600 msnm.<sup>4</sup>

## 4.2 FUNCIÓN CARDIACA

El corazón se describe como dos bombas independientes. Cada lado posee su propia circulación y sus características de presión, por ello, se utilizan los términos corazón derecho y corazón izquierdo, circulación menor y circulación mayor, respectivamente.<sup>5</sup>

El corazón izquierdo está compuesto por dos cavidades, atrio y ventrículo izquierdos; estos reciben sangre oxigenada y componen un sistema de alta presión, ya que el ventrículo izquierdo requiere generar una mayor presión que la presión sistémica para bombear la sangre a través de la válvula aórtica hacia la aorta y luego hasta la microcirculación sistémica para mantener el impulso y se dé un adecuado retorno venoso hacia el corazón derecho (atrio y ventrículo derechos). Por lo tanto, el sistema circulatorio está compuesto por dos sistemas, la circulación pulmonar, que es un sistema de baja presión con baja resistencia al flujo sanguíneo vinculado al ventrículo derecho y la circulación sistémica que presenta mayor presión y resistencia al flujo sanguíneo.<sup>5</sup>

La función cardiaca está determinada por la contracción del miocardio, la configuración de los ventrículos y por las fuerzas que se producen. Por lo tanto, la función cardiaca se evalúa en diversos niveles, los cuales son: la función miocárdica, función de bomba de las cavidades y el gasto cardiaco.<sup>5</sup>

## 4.3 GASTO CARDIACO

El gasto cardiaco (GC) es conocido como la cantidad de sangre expulsada del ventrículo izquierdo por minuto.<sup>6,7</sup> Es decir, es la cantidad de sangre que es expulsada por el corazón hacia la aorta en cada minuto. Por lo tanto, se puede expresar lo siguiente:

$$GC = \text{Volumen sistólico (VS)} \times \text{Frecuencia cardiaca (FC)}^{7,8}$$

El volumen sistólico depende de tres factores:

- Precarga: Es la presión dentro del ventrículo izquierdo antes de la sístole; indica la presión de llenado de un ventrículo. La presión de llenado determina la longitud a la que se extienden las fibras miocárdicas.<sup>9</sup>
- Poscarga: Es equivalente a la presión de la pared miocárdica y está en función a la resistencia a la eyección de un ventrículo.<sup>9</sup>
- Contractibilidad: Está referida a la fuerza de contracción, la cual se produce durante cada sístole.<sup>9</sup>

Por lo tanto, el GC indirectamente depende de dichos factores.<sup>5,8</sup>

## 4.4 FLUJO SANGUÍNEO

El flujo sanguíneo es la cantidad de sangre que atraviesa un punto específico de la circulación en un periodo de tiempo determinado. Está determinado por dos factores:<sup>7</sup>

- La diferencia de presión de la sangre entre los dos extremos del vaso denominada gradiente de presión, la cual es la fuerza que empuja la sangre a través del vaso sanguíneo.<sup>7</sup>
- El impedimento que el flujo enfrenta a lo largo del vaso sanguíneo que se conoce como resistencia vascular.<sup>7</sup>

Cada contracción sistólica del ventrículo izquierdo impulsa sangre a la circulación sistémica, la cual está repleta de la presión diastólica. El volumen adicional de sangre dilata más las arterias. La onda de presión sistólica añadida, que inicia en el corazón y se propaga a lo largo de las arterias hasta llegar a los capilares se conoce como pulso u onda pulsátil.<sup>10</sup> Por lo tanto, el flujo sanguíneo se caracteriza por ser pulsátil, la sangre se mueve por los vasos sanguíneos mediante un flujo de bombeo.<sup>11</sup>

### 4.4.1 FLUJO LAMINAR

Cuando el flujo sanguíneo se mantiene en un equilibrio a medida que avanza por un vaso sanguíneo liso, el flujo se produce de forma aerodinámica, es decir, manteniendo cada capa de sangre a la misma distancia de la pared del vaso constantemente; este flujo es conocido como flujo laminar o aerodinámico. En el flujo laminar la velocidad del flujo es diferente, en el centro del vaso la velocidad del flujo será mayor que en los bordes.<sup>7</sup>

### 4.4.2 FLUJO TURBULENTO

A medida que aumenta la velocidad, el flujo laminar sufre crecientes oscilaciones, lo que lleva a que se vuelva progresivamente irregular convirtiéndose en un flujo turbulento.<sup>12</sup> El flujo sanguíneo puede hacer un giro brusco cuando atraviesa una obstrucción en un vaso o puede volverse turbulento y desordenado al pasar por una superficie rugosa. Cuando el flujo es turbulento atraviesa el vaso en dirección transversal y longitudinal al mismo tiempo, formando espirales llamadas corrientes en torbellino. El flujo turbulento se enfrenta a una mayor resistencia que el flujo laminar, porque los torbellinos aumentan la fricción del flujo con las paredes del vaso.<sup>7</sup>

El flujo turbulento tiende a aumentar en proporción directa a la velocidad del flujo sanguíneo, al diámetro del vaso y a la densidad de la sangre, mientras que, es inversamente proporcional a la viscosidad de la sangre:<sup>7</sup>

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{n}$$

FUENTE: Guyton, 2011.

Donde  $Re$  es el número de Reynolds, una medida que indica la tendencia a producirse turbulencias,  $v$  es la velocidad media del flujo sanguíneo,  $d$  es el diámetro del vaso,  $p$  es la densidad y  $n$  es la viscosidad. El aumento del número de Reynolds por encima de 200-400 indica que se producirá un flujo turbulento en algunas ramas de los vasos que se desvanecerá en las partes más pequeñas de los mismos, mientras que, un aumento superior a 2000 indica que habrá turbulencias en todos los vasos rectos pequeños. Sin embargo, en condiciones normales suele aumentar hasta 200-400 en las grandes arterias, esto significa que siempre hay turbulencia en dichos vasos. En las porciones proximales de la arteria aorta y la arteria pulmonar el número de Reynolds puede aumentar a miles durante la expulsión de la sangre desde el corazón, ya que presenta las condiciones adecuadas para que haya turbulencias: una velocidad elevada del flujo sanguíneo, la naturaleza pulsátil del mismo, el cambio brusco del diámetro del vaso y un diámetro del vaso de gran calibre.<sup>7</sup>

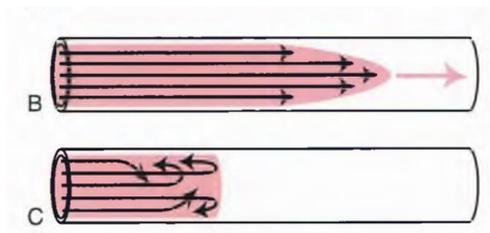


Figura 1: B. Flujo laminar. C. Flujo turbulento (Tomado de Guyton, 2011).

#### 4.5 LEY DE OHM

La ley de Ohm permite realizar el cálculo del flujo que atraviesa un vaso con la siguiente fórmula: <sup>7</sup>

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

FUENTE: Guyton, 2011.

Donde  $F$  es el flujo sanguíneo que se busca calcular,  $\Delta P$  es la diferencia de presiones que existe entre los dos extremos del vaso sanguíneo y  $R$  es la resistencia al flujo. Por lo tanto, esta ley expresa las relaciones más importantes a tener en cuenta para comprender la hemodinámica de la circulación sanguínea.<sup>7</sup>

#### 4.6 LEY DE POISEUILLE

La ley de Poiseuille se refiere a que la velocidad del flujo de un fluido dentro de un tubo depende de las dimensiones del mismo, radio y longitud, de la viscosidad del fluido y de la diferencia de presiones entre los extremos del tubo.<sup>13</sup> Por lo tanto, la ecuación de Poiseuille relaciona la presión, el flujo y la resistencia.<sup>5</sup>

En el sistema circulatorio existen los tubos que son los vasos sanguíneos, los cuales tienen diferentes diámetros y longitudes. Por lo tanto, considerando lo establecido por la ley de Poiseuille, el flujo sanguíneo presenta diversas velocidades constantes, cuanto más céntrico sea el flujo, más rápido es este. Es decir, el flujo más cercano a las paredes de los vasos sanguíneos es más lento.<sup>8</sup> Esto indica que la ecuación de Poiseuille solo se aplica a los líquidos newtonianos que fluyen de manera no pulsátil ni turbulenta (flujo laminar) por un tubo rígido. Sin embargo, el sistema vascular no cumple ninguna de estas condiciones.<sup>5</sup>

$$\text{Velocidad de flujo} = \frac{P_1 - P_2}{8l} \times \frac{\pi r^4}{n}$$

FUENTE: Frandson & Spurgeon, 1995.

Donde  $P_1$  y  $P_2$  son las presiones en los extremos del vaso sanguíneo de longitud  $l$  y radio  $r$ , mientras que,  $n$  es la viscosidad.<sup>10</sup>

#### 4.7 RESISTENCIA VASCULAR PERIFÉRICA

La resistencia vascular periférica es el impedimento al flujo sanguíneo en un vaso y está determinada por tres factores:<sup>7,14</sup>

- La resistencia de las paredes arteriales.
- La fricción sobre las paredes.
- La disminución del calibre de los vasos.<sup>14</sup>

La velocidad del flujo sanguíneo a través de todo el sistema circulatorio es igual a la velocidad de la sangre que expulsa el corazón, por lo tanto, es igual al gasto cardiaco. Sin embargo, los cambios en el diámetro de los vasos sanguíneos afectan el flujo sanguíneo, ya que la contracción de los vasos o la disminución del diámetro de los mismos generan un aumento en la resistencia vascular periférica.<sup>7</sup> La fricción y la resistencia disminuyen con el mayor diámetro del conducto.<sup>10</sup> Es decir, el flujo sanguíneo será más veloz en los vasos de mayor diámetro, debido a que habrá más sangre que fluye lejana a las paredes del vaso. Por lo tanto, en un vaso con un diámetro pequeño la sangre está en contacto y más cercana a las paredes, por lo que el flujo es más lento.<sup>7</sup>



Figura 2: Efecto del diámetro del vaso sanguíneo en el flujo. Leyenda: En el vaso grande se observan los numerosos anillos del flujo sanguíneo; los céntricos son los más veloces. En el vaso pequeño, el anillo del flujo sanguíneo está cercano a las paredes (Tomado de Guyton, 2011).

La sangre bombeada por el corazón fluye desde la zona de mayor presión de la circulación sistémica, que es la arteria aorta, hacia el lado de menor presión, la vena cava. Hasta llegar a la vena cava, pasa por miles de vasos sanguíneos dispuestos en serie y en paralelo. Las arterias, arteriolas, capilares, vénulas y venas se disponen en serie. Por lo tanto, la resistencia total al flujo es igual a la suma de la resistencia de cada vaso.<sup>7</sup>

Los vasos sanguíneos emiten ramas que forman circuitos paralelos que aportan sangre a los diferentes órganos que componen el organismo. Esta distribución paralela le permite a cada órgano regular el flujo sanguíneo independientemente del flujo de los demás órganos y tejidos. Por lo tanto, en este tipo de vasos sanguíneos el flujo está determinado por el gradiente de presión y la resistencia de cada vaso, es decir, son independientes en cada vaso paralelo. Sin embargo, el aumento de la resistencia en cualquiera de los vasos aumenta la resistencia vascular total.<sup>7</sup>

#### **4.8 VISCOSIDAD**

Cuando la viscosidad de un fluido aumenta, el movimiento de este se vuelve más lento. Es decir, la velocidad del flujo disminuye.<sup>12</sup> La viscosidad de la sangre es una medida de la resistencia al flujo; es tres veces mayor que la viscosidad del agua.<sup>7,11</sup> La viscosidad está dada por el número de hematíes suspendidos en la sangre, cada uno de estos provoca una fricción sobre las células adyacentes y contra la pared del vaso sanguíneo.<sup>7</sup> Por lo tanto, la viscosidad de la sangre está directamente relacionada con el hematocrito.<sup>12</sup>

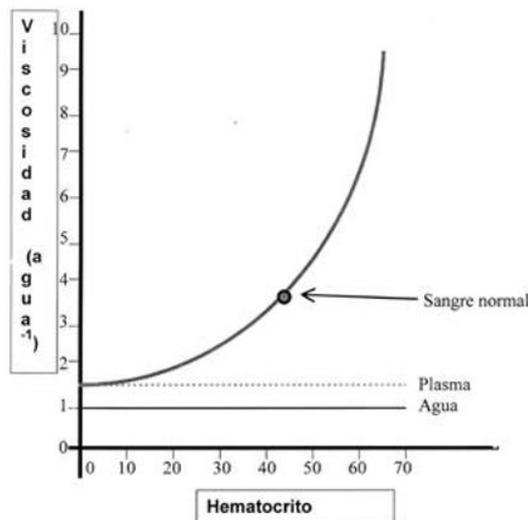


Figura 3: Relación entre viscosidad y hematocrito (Tomado de Ciancaglini, 2003).

## 4.9 PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial (PA) es un variable cardiovascular que determina la perfusión sanguínea a los tejidos.<sup>15</sup> Esta se define como la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes vasculares y, desde el punto hemodinámico, como el producto de gasto cardíaco (GC) por la resistencia vascular periférica:<sup>6</sup>

$$PA = GC \times \text{Resistencia vascular periférica}^{2,6}$$

La PA se mide en milímetros de mercurio debido a que se ha utilizado para su medición el manómetro de mercurio desde su invención en 1846 por Poiseuille. En algunas ocasiones la PA puede medirse en centímetros de agua; una presión de 1 mmHg es igual a una presión de 1,36 cm de agua.<sup>7</sup> El valor de la presión arterial se encuentra influenciado por la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica presentes al momento del registro.<sup>1</sup>

### 4.9.1 PRESIÓN SISTÓLICA, DIASTÓLICA Y MEDIA

La presión sistólica se define como la presión que ejerce el corazón al momento de la sístole. Es la presión inicial que se debe a la contracción de los ventrículos, donde la sangre es expulsada hacia las grandes arterias elásticas, distendiendo sus paredes y produciendo una dilatación.<sup>6,16</sup> Al relajarse los ventrículos, el cierre de las válvulas semilunares evita el retroceso de la sangre hacia el corazón. La presión ejercida por las paredes elásticas de las arterias se mantiene en ellas, que es la presión diastólica, permitiendo que la sangre siga fluyendo durante la relajación ventricular. Por lo tanto, la presión diastólica es la presión mínima del movimiento sistólico del corazón, que se alcanza justo antes de la siguiente eyección o contracción ventricular.<sup>10,11,16</sup> La presión media dinámica es la media entre ambas presiones, esta representa 1/3 de la sistólica y 2/3 de diastólica.<sup>16</sup> Estas presiones tienen participación en la homeostasis del organismo, cualquier aumento en los componentes hemodinámicos de la presión arterial, como la resistencia o el gasto cardíaco, producirá un aumento de la presión arterial.<sup>17,6</sup> Por ejemplo, si la presión sistólica aumenta puede romper una arteria y provocar una hemorragia, mientras que un aumento de la presión diastólica es provocado por una dificultad circulatoria que genera un aumento en la resistencia al paso de la sangre.<sup>16</sup>

## **4.10 REGULACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

La presión arterial está influenciada por factores fisiológicos, ambientales y está regulada por un complejo sistema neuronal que incluye mecanismos endocrinos y paracrinos, para asegurar la adecuada perfusión sanguínea de los tejidos.<sup>2,6</sup> En conjunto se los denomina mecanismos neurohormonales o mecanismos de control extrínsecos.<sup>11</sup> Existen diversos mecanismos de acción a corto, mediano y/o largo plazo, entre estos se encuentra el sistema nervioso autónomo.<sup>6</sup>

### **4.10.1 MECANISMOS DE REGULACIÓN A CORTO PLAZO**

#### **4.10.1.1 BARORRECEPTORES**

Los barorreceptores son terminaciones nerviosas que mantienen la presión arterial estable mediante el ajuste continuo del gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica.<sup>11</sup> Están ubicados estratégicamente a la entrada de la circulación cerebral y coronaria, en las paredes de las arterias carótidas y del cayado aórtico. Estos funcionan como sensores de presión, es decir, detectan cambios en la presión sanguínea, ya que detectan la distensión de la pared arterial.<sup>11,18</sup> Este reflejo se denomina reflejo barorreceptor arterial.<sup>11</sup> Cuando la presión aumenta, estos envían potenciales de acción con mayor frecuencia al núcleo del tracto solitario del bulbo raquídeo; si el incremento persiste, la frecuencia cardíaca disminuye (por estimulación vía parasimpática). Cuando la presión disminuye, los barorreceptores dejan de enviar potenciales temporalmente. Si la hipotensión persiste, lo hacen con una frecuencia menor a la habitual.<sup>18</sup> La disminución de la presión producirá una estimulación vía simpática generando vasoconstricción periférica e incremento de la frecuencia cardíaca.<sup>6</sup>

#### **4.10.1.2 QUIMIORRECEPTORES**

Los glomos carotídeos y aórtico son órganos sumamente vascularizados que contienen células quimiorreceptoras que son estimuladas por los cambios en la presión de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ), la disminución del pH y la hiperpotasemia. La principal función de los quimiorreceptores es la hiperventilación; la activación de los mismos aumenta la actividad simpática, por lo tanto, producen una elevación de la presión arterial. Es decir, los quimiorreceptores serán estimulados por la hipoxia (disminución del oxígeno) e hipercapnia (aumento del dióxido de carbono) elevando la presión arterial.<sup>18</sup>

#### 4.10.1.3 CATECOLAMINAS

La estimulación simpática sobre la glándula suprarrenal genera la liberación de dos hormonas, adrenalina o epinefrina y noradrenalina o norepinefrina. En concentraciones fisiológicas ambas producen vasoconstricción en la mayoría de los tejidos mediante la interacción con los receptores  $\alpha$ , produciendo un aumento en la resistencia vascular y disminuyendo el flujo sanguíneo en los órganos; lo que incrementa la presión arterial.<sup>11,18</sup> Sin embargo, la adrenalina en las mismas concentraciones y por su alta afinidad por los receptores  $\beta_2$ , produce vasodilatación en el miocardio y en la musculatura esquelética.<sup>11,18</sup> El resultado final es la disminución de la resistencia periférica total por el accionar de la adrenalina acompañada de una reducción de la presión diastólica.<sup>11</sup>

Las catecolaminas estimulan la función cardíaca. Ambas interactúan con los receptores  $\beta_1$  para aumentar la fuerza de contracción y la frecuencia cardíaca.<sup>6,11</sup>

#### 4.10.2 MECANISMOS DE REGULACIÓN A MEDIANO PLAZO

##### 4.10.2.1 SISTEMA RENINA ANGIOTENSINA (SRA)

Las principales acciones que el sistema renina angiotensina lleva a cabo son la regulación de la presión arterial, el tono vascular, el mantenimiento del equilibrio hidroelectrolítico y facilitar la transmisión simpática.<sup>19,20</sup> En caso de que las variaciones en la presión arterial no sean controladas de manera inmediata por los mecanismos a corto plazo, los barorreceptores localizados a nivel renal actúan. Las células barorreceptoras secretan renina cuando la presión arterial disminuye. La renina es una enzima proteolítica que genera angiotensina I, actúa sobre su sustrato, el angiotensinógeno sintetizado en el hígado, transformándose en angiotensina I. La angiotensina I es transformada en angiotensina II debido al accionar de una enzima conocida como enzima de conversión de la angiotensina (ECA) en el pulmón. La angiotensina II es un péptido excitador del simpático, por lo tanto, produce vasoconstricción y aumenta la presión arterial.<sup>18,19,21</sup>

Este sistema actúa en minutos y consiste en un mecanismo adicional de regulación que es más lento y produce efectos más persistentes que los de los mecanismos de regulación a corto plazo.<sup>18</sup>

##### 4.10.2.2 PROSTAGLANDINAS

Las prostaglandinas se producen como consecuencia de la activación simpática y de la acción de la angiotensina II. El efecto vasodilatador de las prostaglandinas de la serie E modera la vasoconstricción que genera la angiotensina II y del simpático sobre el riñón.<sup>18</sup> La vasodilatación ocurre a nivel de las arteriolas, esfínteres precapilares y vénulas poscapilares. La  $PGD_2$  causa vasodilatación en bajas concentraciones y vasoconstricción en altas concentraciones. La  $PGE_2$  y la  $PGI_2$  generan vasodilatación, sin embargo, la segunda tiene una acción cinco veces más potente que la primera. Además, debido a que la  $PGI_2$  no es inactivada por el endotelio pulmonar, se considera un modulador fisiológico del tono vascular sistémico. Finalmente, la  $PGE_2$  y la  $PGI_1$  a nivel renal aumentan el flujo sanguíneo y provocan diuresis, natriuresis y caliuresis.<sup>22</sup>

### **4.10.3 MECANISMOS DE REGULACIÓN A LARGO PLAZO**

La regulación de la presión a largo plazo depende básicamente de la regulación de la volemia, mediante el control del volumen del líquido extracelular. Si la presión arterial aumenta, el sistema renal produce natriuresis y diuresis.<sup>18</sup> El riñón es un órgano capaz de modular los cambios de la presión arterial porque cuenta con mecanismos que pueden modificar los factores hemodinámicos, como el volumen sanguíneo y la resistencia periférica.<sup>23</sup>

#### **4.10.3.1 ALDOSTERONA**

El SRA regula la presión a largo plazo mediante la inducción de la secreción de aldosterona por acción de la angiotensina II. La aldosterona es el principal mineralocorticoide producido por la corteza suprarrenal. La aldosterona promueve de manera activa la reabsorción de sodio y la secreción de potasio a nivel epitelial; al promover la reabsorción de sodio y agua a nivel renal aumenta la volemia y en consecuencia, la presión arterial.<sup>18,24</sup>

#### **4.10.3.2 HORMONA ANTIDIURÉTICA**

La hormona antidiurética o vasopresina se sintetiza en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo, y se secreta a la sangre desde la hipófisis posterior. La disminución de la presión arterial aumenta la secreción de vasopresina por medio del simpático que estimula el eje hipotálamo-hipofisario. En concentraciones elevadas, esta hormona produce vasoconstricción, excepto en la circulación cerebral y coronaria, donde produce vasodilatación. Además, la vasopresina participa en la regulación del volumen plasmático, mediante su capacidad de retener agua a nivel de los túbulos renales.<sup>6,18</sup>

#### **4.10.3.3 PÉPTIDO NATRIURÉTICO ATRIAL**

Los péptidos natriuréticos (PN) tienen una participación importante en la regulación de las funciones renales, humorales y cardiovasculares.<sup>19</sup> El péptido natriurético atrial o ANP es un péptido de 28 aminoácidos producido en los miocitos atriales, esto significa que se origina en los atrios donde se almacena. El ANP es secretado por el atrio cuando el retorno venoso aumenta y se distiende la cavidad atrial.<sup>18</sup> Sin embargo, se encuentran bajas concentraciones de este péptido en los ventrículos y riñones. El ANP se activa por la dilatación o distensión atrial generando efectos hemodinámicos y miocárdicos favorables.<sup>25</sup> El péptido natriurético atrial participa en el control de la presión arterial mediante la generación de vasodilatación y en el equilibrio hidroelectrolítico mediante acciones diuréticas, protegiendo al sistema cardiovascular del exceso de volumen.<sup>19</sup> Por lo tanto, ante el aumento del retorno venoso hay una distensión atrial que producirá la secreción del ANP, que generará natriuresis, diuresis y vasodilatación. Los efectos del péptido natriurético atrial en concentraciones fisiológicas son escasos.<sup>18</sup>

## **4.11 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

### **4.11.1 MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La medición de la presión arterial no es algo común y rutinario en la medicina veterinaria tanto en animales sanos como enfermos. Sin embargo, lo más adecuado sería incorporarla al examen clínico de rutina, ya que la hipertensión arterial está ligada a diversas enfermedades.<sup>1</sup> Para la determinación de la presión arterial se cuenta con dos tipos de mediciones: la directa e indirecta.<sup>17</sup>

#### **4.11.1.1 MEDICIÓN DIRECTA DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

El método directo es considerado como el “standard de oro”, debido a su exactitud. Sin embargo, se trata de un procedimiento invasivo y cruento utilizado en los monitoreos quirúrgicos o en la determinación de la presión arterial para investigaciones. La medición directa de la presión arterial consiste en colocar un catéter o aguja heparinizada dentro de una arteria periférica; el catéter o aguja se conecta a un manómetro o a un transductor que permite visualizar la curva de presión en un monitor y/o registrarla en un papel. Las arterias periféricas comúnmente utilizadas para realizar esta medición son la metatarsiana dorsal, la sublingual y la femoral.<sup>17</sup>

La medición directa de la presión arterial es un procedimiento o técnica difícil de realizar en los animales sin sedar, debido al dolor que genera, produciendo alteraciones en los valores registrados por la liberación de las catecolaminas. Además, existen otros inconvenientes como la formación de hematomas, infecciones y puede ocurrir una alteración en el registro, debido a un efecto de pared (por contacto del catéter y la pared vascular).<sup>17</sup>

#### **4.11.1.2 MEDICIÓN INDIRECTA DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

El método clásico para medir la presión arterial en medicina humana (método auscultatorio), que consta de un manguito, manómetro y un estetoscopio. No es de fácil aplicación en animales pequeños, debido a la conformación anatómica de los miembros y la baja intensidad de los sonidos producidos por la onda de pulso arterial. Por ello, surgió la necesidad de utilizar tecnologías para determinar correctamente la presión arterial de manera indirecta.<sup>17</sup>

Los métodos no invasivos son el método doppler, oscilométrico y fotoplestimográfico.<sup>17</sup>

El método doppler consta de un transductor pequeño compuesto por cristales piezoeléctricos, los cuales emiten energía de alta frecuencia al tejido subyacente, la energía se refleja contra el movimiento de la pared vascular de la arteria, retorna al cristal y, gracias a un microprocesador, se transforma en una señal sonora. El primer paso para realizar el procedimiento es depilar la zona arterial, se coloca gel en el transductor, luego se identifica la arteria mediante la señal sonora, una vez detectada se fija el transductor con cinta y en proximal de este se coloca el manguito inflable conectado a un manómetro y bomba de insuflar. Se infla hasta una presión suprasistémica (200-250 mmHg) y el sonido desaparece, se comienza a eliminar el aire del manguito hasta la aparición de la señal sonora que indica la presión arterial sistólica y cuando el ruido pulsátil

corto cambia por uno continuo, indica la presión diastólica. Esta técnica es similar al método auscultatorio utilizado en medicina humana, la única diferencia es que en este caso se hace uso de un equipo electrónico de señal audible en vez de un estetoscopio.<sup>17</sup>

El método oscilométrico tiene como finalidad analizar las oscilaciones de la pared arterial, según las condiciones de presión que se encuentre dentro y fuera de ella. La oscilación máxima será captada por el manguito cuando exista un equilibrio entre dichas presiones y esto coincide con la presión arterial media. Luego, gracias a un cálculo aritmético se determina la presión sistólica y la presión diastólica. El procedimiento de este método consiste en colocar el manguito sobre la arteria elegida, el equipo infla el manguito de manera automática a una presión supra-sistémica, luego lo desinfla de 5-10 mmHg, hasta captar la oscilación máxima, para determinar los valores de la presión arterial (presión sistólica, presión diastólica, presión media y frecuencia cardiaca).<sup>17</sup>

En ambos casos se recomienda realizar entre 5 a 7 mediciones para permitirle al animal que se acostumbre al procedimiento. En el caso del método oscilométrico lo ideal es eliminar el valor más alto, el valor más bajo y promediar el resto de los registros.<sup>17</sup>

El método fotoplestiomográfico es una técnica recientemente diseñada en medicina humana, que se basa en la medición de la presión arterial mediante la atenuación de radiación infrarroja. Está diseñado para ser usado en el dedo de la persona (similar a un oxímetro). Este método ha tenido buenos resultados en veterinaria, ya que permite monitorear de manera continua la presión arterial, la visualización de las curvas de presión y ha brindado valores similares a la medición directa. Sin embargo, es una técnica de alto costo y su uso está limitado a animales de menos de 10 kg.<sup>17</sup>

#### **4.11.1.3 PUNTOS ANATÓMICOS PARA LA MEDICIÓN INDIRECTA**

Los lugares comúnmente utilizados para medir la presión en caninos son:

- Base de la cola: Arteria coccígea.
- Miembro anterior: Arteria mediana (proximal del carpo) y arteria digital palmar (distal del carpo).
- Miembro posterior: Rama craneal de la safena y arteria plantar medial (distal del corvejón).<sup>17</sup>

#### **4.11.2 CARACTERÍSTICAS DEL petMAP GRAPHIC II**

El equipo petMAP graphic II es un equipo pequeño, liviano y portátil diseñado para medir la presión arterial para uso veterinario; empleando el método oscilométrico para realizar las mediciones de la presión arterial. Este equipo permite registrar los valores de presión sistólica, diastólica, media y frecuencia cardiaca de pequeños animales (perros y gatos). Cuando se realizan mediciones el equipo permite seleccionar la especie y la zona donde estará colocado el manguito (base de la cola, miembro anterior y miembro posterior) previo a realizar las mediciones. Éstas suelen ser 10-20% más altas que las arrojadas por el equipo doppler y por otros equipos oscilométricos, que subestiman los

valores entre un 10-20%. Además, para realizar una medición es muy importante que el animal este tranquilo y se seleccione el manguito adecuado, que debe ser el 42-50% de la circunferencia de la pierna o cola del animal; en los manguitos está indicada la zona óptima que permite saber que está bien colocado y seleccionado de acuerdo al animal.<sup>26</sup>

#### 4.11.3 VALORES REFERENCIALES EN CANINOS

Se ha notado la existencia de diferencias en los valores de la presión arterial vinculadas con la edad, raza y sexo. Existen estudios conflictivos respecto a si la presión arterial aumenta con la edad o si la presión arterial sistólica es similar en caninos gerontes y juveniles. Por lo tanto, los valores de la presión arterial en caninos presentan una alta heterogeneidad, por lo que los rangos de valores normales no son universalmente aceptados, no existen registros de parámetros normales en caninos, considerando raza, sexo y edad. Los machos enteros pueden presentar un valor de presión arterial más elevado que los machos castrados, mientras que, las hembras enteras tienen una presión arterial menor que la de los animales esterilizados. En el caso de las razas, los valores promedios para los tres parámetros de la presión arterial son menores en las razas grandes y gigantes.<sup>27,28</sup> Sin embargo, en varios estudios se ha llegado a que los valores normales promedio de la presión arterial son menores a 160/90 mmHg. Por ello, generalmente se considera que un canino es hipertenso cuando la presión sistólica se encuentra por encima de 180 mmHg y la diastólica por encima de 120 mmHg.<sup>6,15,28</sup>

Se llegó a determinar valores máximos y mínimos de normalidad basándose en la experiencia clínica y el sentido común. La presión diastólica normal máxima en caninos es de 100 mmHg, por lo tanto, los aumentos leves de la misma van desde 100 a 120 mmHg.<sup>4,29</sup> Enrique Ynaraja en su libro titulado “Manual clínico de presión sanguínea en perros y gatos” (2017) presenta como rango normal para la presión sistólica y diastólica, 100-140 mmHg y 60-95 mmHg respectivamente.<sup>30</sup> Por otro lado, Ruíz (2007) en su artículo titulado “Valores normales de presión arterial en caninos sanos” obtuvo como valores promedios para caninos < 10 kg de 126.9 mmHg para la presión sistólica, 84.1 mmHg para la presión diastólica y 98.0 mmHg para la presión media.<sup>31</sup>

Valores de Presión arterial	Caninos
Presión arterial sistólica	90 – 140 mmHg
Presión arterial diastólica	50 – 80 mmHg
Presión arterial media	60 – 100 mmHg

Figura 4: Valores referenciales de presión arterial en caninos (Sierra & Savino, 2015)

Los valores obtenidos indicarán hipotensión cuando estos sean menores al rango normal:

- Una presión arterial sistólica menor a 90-100 mmHg.
- Una presión arterial media menor a 60 mmHg.<sup>32</sup>

Los valores obtenidos indicarán hipertensión cuantos estos sean mayores al rango normal:

- Una presión arterial sistólica y una presión arterial diastólica mayores a 150/95 mmHg.<sup>32</sup>

## 4.12 EXPOSICIÓN A LA ALTURA

La exposición a la altura se caracteriza por una disminución en la presión de oxígeno ambiental, debido a que la presión barométrica o atmosférica (PB) está disminuida.<sup>33</sup> La PB es la presión ejercida por el aire sobre cualquier punto de la atmósfera, la cual disminuye con la altitud, ya que el peso de la atmósfera disminuye a medida que la altura aumenta.<sup>34</sup> Es decir, la PB disminuye de manera exponencial en función a la altura.<sup>33</sup>

La atmósfera terrestre, independientemente de la altura, está compuesta en mayor medida por oxígeno (21%). Sin embargo, la presión de oxígeno es el producto de la concentración de oxígeno ambiental (21%), que se mantiene constante, por la PB. Es decir, la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) depende de la PB, la cual está íntimamente relacionada con la altura, como previamente se mencionó. Por lo tanto, habrá menor presión de oxígeno cuando la altitud sea mayor, ya que la presión atmosférica se verá disminuida.<sup>33,34</sup> El fenómeno de la hipoxia se debe a la disminución de la presión de los gases, incluido el oxígeno, y es considerado el principal efecto de la exposición a la altura. Esta hipoxia es hipobárica, ya que se debe a la disminución de la presión atmosférica.<sup>33</sup>

La exposición a la altura se clasifica principalmente según la cantidad de tiempo que se permanece en dicha condición: aguda, crónica y crónica intermitente. La exposición crónica genera un cuadro de hipoxia hipobárica crónica, lo cual produce que se generen adaptaciones orgánicas como la elevación del hematocrito y de la capacidad ventilatoria.<sup>33</sup>

### 4.12.1 EFECTOS DE LA ALTURA

Ante la exposición a la altura de forma aguda, se produce una aclimatación regida por procesos fisiológicos que generan un aumento de la frecuencia respiratoria para mantener una adecuada oxigenación de la sangre, un aumento de la frecuencia cardíaca (rango normal de 90-140 lpm en caninos pequeños, 70-110 lpm en medianos y 60-90 lpm en grandes) para asegurar el transporte de oxígeno hacia las células (incrementando el flujo sanguíneo) y una elevación de la presión arterial con el objetivo de garantizar que el oxígeno llegue a todos los tejidos.<sup>9,33,34,35,36</sup> Además, la exposición aguda y crónica a la altura producen hipertensión pulmonar, aguda y crónica, respectivamente, debido a la vasoconstricción que se produce a nivel precapilar, inducida por la hipoxia, ya que la presión de oxígeno disminuye conforme la altitud aumente.<sup>33</sup> La resistencia vascular pulmonar aumenta, la presión arterial pulmonar también debe hacerlo para mantener el flujo de sangre constante. Debido a que el ventrículo derecho debe vencer una presión mayor, se produce como respuesta a ello una hipertrofia del mismo.<sup>37</sup> Además, ante la exposición a la altura de forma crónica, la hiperventilación permanece, se genera una policitemia (aumento en el número de hematíes y hemoglobina) y el gasto cardíaco aumenta en la etapa inicial, ya sea en la lactancia (nativo) o en las primeras horas de llegado a un sitio de altura.<sup>37</sup>

Los valores de frecuencia cardiaca y presión arterial disminuyen conforme pasa el tiempo y la aclimatación se completa.<sup>37</sup> Sin embargo, la presión arterial está determinada por muchos factores como se ha mencionado previamente, entre ellos se encuentra la viscosidad de la sangre. El hematocrito es la proporción de la sangre que corresponde a los glóbulos rojos, por ejemplo, si un canino tiene un hematocrito de 36 significa que el 36% del volumen sanguíneo está formado por células y el resto es plasma; es decir, que es el volumen de glóbulos rojos en relación al resto de la sangre.<sup>33</sup> El transporte del 97% del oxígeno se lleva a cabo por medio de la hemoglobina (Hb) de los eritrocitos, cada molécula de Hb puede transportar 4 moléculas de O<sub>2</sub>. A medida que la presencia de oxígeno aumenta, va incrementándose la afinidad de la Hb por el O<sub>2</sub>, mientras que, si la PO<sub>2</sub> va disminuyendo, la Hb va soltando poco O<sub>2</sub>, ya que trata de retenerlo. En caso que la PO<sub>2</sub> siga bajando, la Hb tendrá menos afinidad por el O<sub>2</sub>.<sup>34</sup> El valor del hematocrito variará según el grado de actividad física, presencia de anemia y altura. Es decir, un animal que habite en zonas de altura tendrá un hematocrito más elevado, debido a la baja PO<sub>2</sub> en la atmósfera. Este incremento del hematocrito es una ventaja para el transporte de O<sub>2</sub>, pero produce un aumento en la viscosidad de la sangre, al incrementarse el número de glóbulos rojos. Por lo tanto, al aumentar la viscosidad y la resistencia al flujo sanguíneo, el flujo de la sangre se retrasa, requiriendo que la presión arterial aumente para favorecer la perfusión sanguínea de los tejidos.<sup>7,37</sup>

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

#### Ciudad de Lima Metropolitana

Lima se localiza en la parte central y occidental de Perú, ésta es la capital del país, la cual se encuentra a una altura promedio de 154 msnm, con un clima templado, húmedo y con alta nubosidad en los meses de invierno.<sup>38,39</sup> Las mediciones fueron realizadas en el distrito de La Molina.

#### Ciudad de Cusco

La ciudad de Cusco se encuentra a una altura de 3399 msnm.<sup>40,41</sup> La región de Cusco presenta diferentes altitudes y relieves, lo que determina la presencia de una amplia variedad de climas, donde lo que fluctúa principalmente es la temperatura. Existen cuatro franjas de clima en la región. La ciudad de Cusco tiene un clima de frío moderado con lluvias en los meses de verano y con una fluctuación anual de la temperatura entre los 8-12°C. El mes más frío es julio y los meses más calientes son octubre y noviembre. Es en esta franja que está localizada la ciudad de Cusco.<sup>41</sup> Las mediciones fueron realizadas en el distrito de Rosaspata y en la urbanización Santa Beatriz.

### 5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fueron caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana. La muestra fueron caninos enteros, clínicamente sanos, de ambos sexos, de 2-6 años de edad, entre un rango de peso de 5 a 13 kg con una condición corporal ideal (3/5) en ambas ciudades.

El muestreo es de tipo no probabilístico consecutivo y se realizaron mediciones a 60 caninos, que cumplieran con los criterios de inclusión de la investigación.

### 5.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

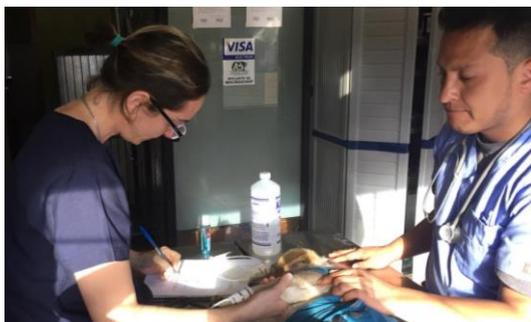
El presente estudio según la finalidad es de tipo descriptivo, según la secuencia temporal es transversal, según el manejo de las variables es observacional (no experimental). Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Caninos enteros y sanos clínicamente de ambos sexos
- Condición corporal de 3/5 (peso ideal)
- Rango de edad: 2-6 años
- Rango de peso: 5-13 kg
- Los caninos de ambas ciudades debían nacidos y criados en la ciudad en la que fueron evaluados

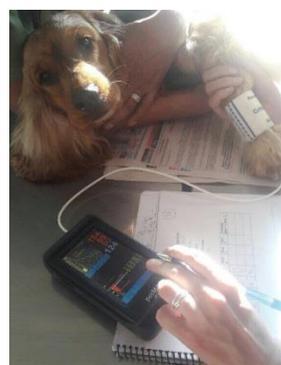
En contraste, para el estudio no se incluyeron aquellos perros que durante la medición estuvieron agitados y/o nerviosos, machos castrados, hembras en celo, esterilizadas, preñadas y en lactancia.

### 5.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El registro de la presión arterial en la ciudad de Cusco se realizó en los meses de julio y agosto del 2017, mientras que, en Lima Metropolitana en los meses de agosto, septiembre y octubre del 2017. Las mediciones se realizaron mediante el uso del equipo petMAP graphic II, equipo que brinda los valores de presión arterial sistólica, diastólica y media. Previo a realizar el procedimiento se realizó un examen físico considerando las constantes fisiológicas para determinar si el paciente estaba en buen estado de salud, considerando la historia clínica. Luego, se esperaba unos minutos para que el paciente estuviera tranquilo y se habituara al ambiente; debía estar consciente para realizar las mediciones. Se posicionó al animal decúbito lateral derecho y se le colocó el manguito adecuado, que debe ser el 42-50% de la circunferencia del miembro anterior izquierdo (distal al carpo). Según Carlos Mucha (2007), en uno de sus artículos sobre presión arterial, el ancho del manguito debe ser aproximadamente el 40% de la circunferencia; los manguitos presentan indicada la zona óptima que permite saber que está bien colocado y seleccionado de acuerdo al animal. Posteriormente, se realizaron las 7 mediciones de la presión arterial, las cuales se registraron en una planilla. Una vez obtenidas las 7 mediciones de la presión arterial de cada canino, se eliminaron las 2 más altas.



Fuente: Trapani, 2017



Fuente: Trapani, 2017

## 5.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Tipo de Variable	Escala de Medición	Definición conceptual	Definición operacional	Valor	Unidad
<b>Variable independiente</b>						
Ciudad	Cualitativa dicotómica	Nominal	Área urbana con alta densidad poblacional	Dos áreas urbanas con diferentes altitudes	Cusco Lima	
Sexo	Cualitativa dicotómica	Nominal	Condición orgánica que diferencia hembras de machos	Observación de gónadas que diferencian machos de hembras	Hembra Macho	Individuo
Edad	Cuantitativa dicotómica	De razón	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo	Separación de los individuos en dos rangos de edad	2-4 años Mayor a 4-6 años	años
<b>Variable dependiente</b>						
Presión arterial sistólica	Cuantitativa Continua	De razón	Es el valor máximo de la presión arterial en sístole	Valor de presión arterial sistólica medida con el equipo petMAP graphic II	Promedio 133 mmHg	mmHg
Presión arterial diastólica	Cuantitativa continua	De razón	Es la presión mínima del movimiento de sístole del corazón	Valor de presión arterial diastólica medida con el equipo petMAP graphic II	Promedio 75,5 mmHg	mmHg
Presión arterial media	Cuantitativa continua	De razón	Es la media entre la presión sistólica y diastólica	Valor de presión arterial media medida con el equipo petMAP graphic II	Promedio 98,6 mmHg	mmHg

## 5.6 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de los caninos fueron registrados y tabulados. Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos y se ha obtenido que los datos globalmente presentaron una distribución normal, por lo que fueron analizados mediante la prueba t de Student. Así mismo, los datos de Lima Metropolitana por sí solos presentaron una distribución normal, por lo que se utilizó la prueba estadística mencionada para el análisis, mientras que, los datos de la ciudad de Cusco presentaron una distribución no normal al aplicarles la prueba Shapiro-Wilk, por lo que se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov para el análisis. Por lo tanto, en el análisis estadístico, se utilizó la prueba t de Student de independencia para la comparación de los datos entre las ciudades y para analizar los datos de Lima Metropolitana, mientras que, se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov para el análisis de los datos de la ciudad de Cusco.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 1: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.**

Parámetro	Lima	Cusco
	X ± S (mmHg)	X ± S (mmHg)
<b>P. Sistólica (PAS)</b>	144.7 ± 21.3	148.8 ± 30.9
<b>P. diastólica (PAD)</b>	78.2 ± 15.2	76.6 ± 14.4
<b>P. media (PAM)</b>	102.3 ± 16.0	102.4 ± 19.6

FUENTE: Observación directa. Elaboración propia

La Tabla 1 nos muestra que el valor promedio de la PAS de los caninos de la ciudad de Cusco es más alta que el promedio de la PAS de los caninos de Lima Metropolitana, mientras que, el valor promedio de la PAD de los caninos de Lima Metropolitana es más alto que el de los caninos de la ciudad de Cusco. Sin embargo, los valores son similares en ambos casos. Además, nos muestra que la PAS de los caninos de la ciudad de Cusco con un promedio de 148.8 mmHg, posee la mayor desviación estándar con 30.9, es decir que es la que presenta un mayor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Luego, la PAS de los caninos de Lima Metropolitana con una desviación estándar de 21.3, mientras que, la PAD de los caninos de la ciudad de Cusco con un promedio de 76.6 mmHg, posee la menor desviación estándar con 14.4, es decir que es la que presenta un menor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

Los valores de la presión arterial de los caninos evaluados en Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores de la presión arterial de los caninos evaluados en la ciudad de Cusco, ya que el valor de p (0.8707) es mayor que 0.05.

Por lo tanto,

Ho: Los valores de presión arterial de los perros evaluados en Lima son iguales que la de los evaluados en Cusco. **ACEPTO**

H1: Los valores de presión arterial de los perros evaluados en Lima no son iguales que la de los evaluados en Cusco. **RECHAZO**

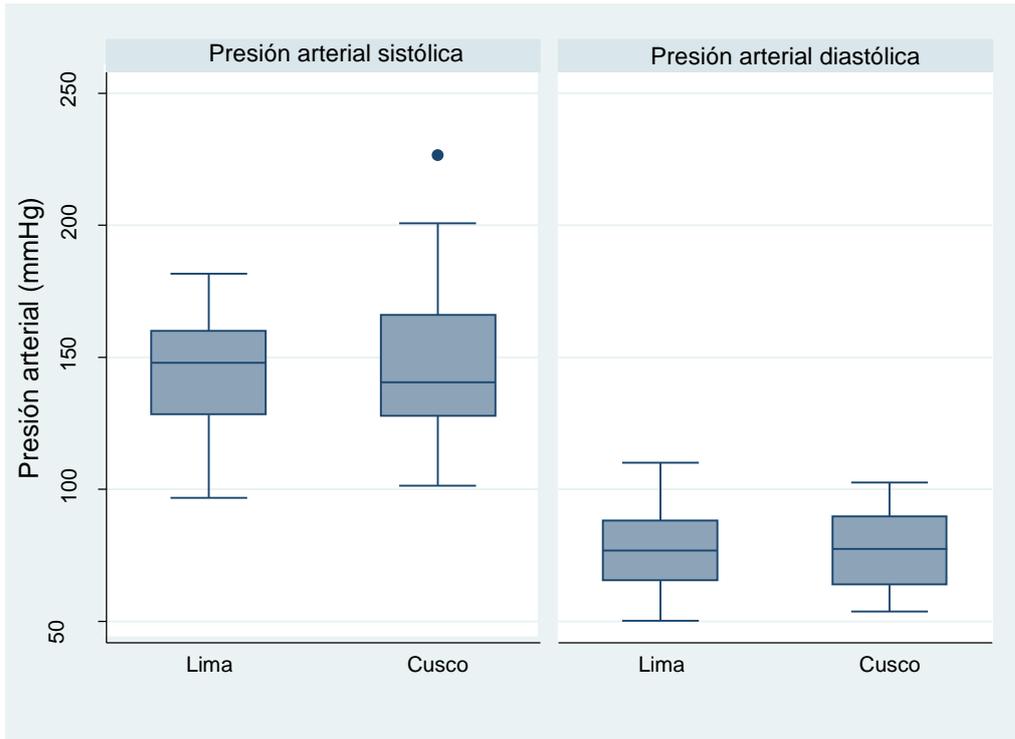


Gráfico 1: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial sistólica y diastólica de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

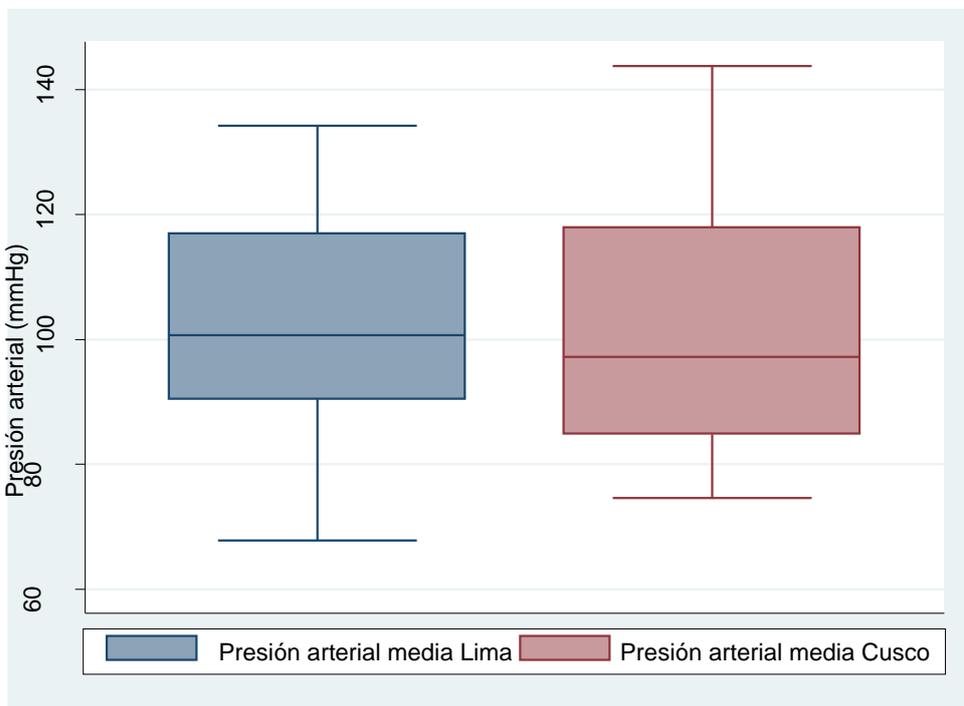


Gráfico 2: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de presión arterial media de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

**Tabla 2: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial por sexo de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.**

Sexo	Lima			Cusco		
	PAS	PAD	PAM	PAS	PAD	PAM
	X ± S (mmHg)			X ± S (mmHg)		
<b>Hembra</b>	150.2 ± 21.6	80.3 ± 16.7	105.4 ± 17.1	147.2 ± 27.7	81.4 ± 13.8	104.6 ± 18.2
<b>Macho</b>	140.0 ± 20.6	76.5 ± 13.9	99.6 ± 14.9	150.7 ± 35.1	71.0 ± 13.5	99.9 ± 21.6

FUENTE: Observación directa. Elaboración propia

La Tabla 2 nos muestra que el valor promedio más alto para la PAS es el de los machos de la ciudad de Cusco, lo sigue muy de cerca el valor promedio de la PAS de las hembras de Lima Metropolitana; mientras que, en el caso de la PAD, los valores promedios más altos son los de las hembras, tanto de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana; siendo muy similares entre sí. Además, nos muestra que la PAS de los machos de la ciudad de Cusco con un promedio de 150.7 mmHg, posee la mayor desviación estándar con 35.1, es decir que es la que presenta un mayor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Luego, la PAS de las hembras de la ciudad de Cusco con un promedio de 147.2 mmHg con una desviación estándar de 27.7. Seguidas por la PAS de las hembras de Lima Metropolitana, la PAM de los machos de la ciudad de Cusco y la PAS de los machos de Lima Metropolitana, con una desviación estándar de 21.6, 21.6 y 20.6 respectivamente, mientras que, la PAD de los machos de la ciudad de Cusco con un promedio de 71.0 mmHg, posee la menor desviación estándar con 13.5, es decir que es la que presenta un menor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

Los valores de la presión arterial de los machos evaluados en Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores de la presión arterial de los machos evaluados en la ciudad de Cusco, ya que el valor de  $p$  (0.8105) es mayor que 0.05. De la misma forma ha ocurrido en el caso de las hembras; los valores de la presión arterial de las hembras evaluadas en Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores de la presión arterial de las hembras evaluadas en la ciudad de Cusco, ya que el valor de  $p$  (0.9309) es mayor que 0.05.

Además, los valores de la presión arterial de los machos y las hembras de Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas, ya que el valor de  $p$  obtenido, tras aplicar la prueba  $t$  de Student de independencia a los datos, fue de 0,3422 (mayor a 0,05). Así mismo, los valores de la presión arterial de los machos y las hembras de la ciudad de Cusco no presentan diferencias estadísticas significativas, ya que el valor de  $p$  obtenido, tras aplicar la prueba Kolmogorov Smirnov a los datos, fue de 0,276 (mayor a 0,05).

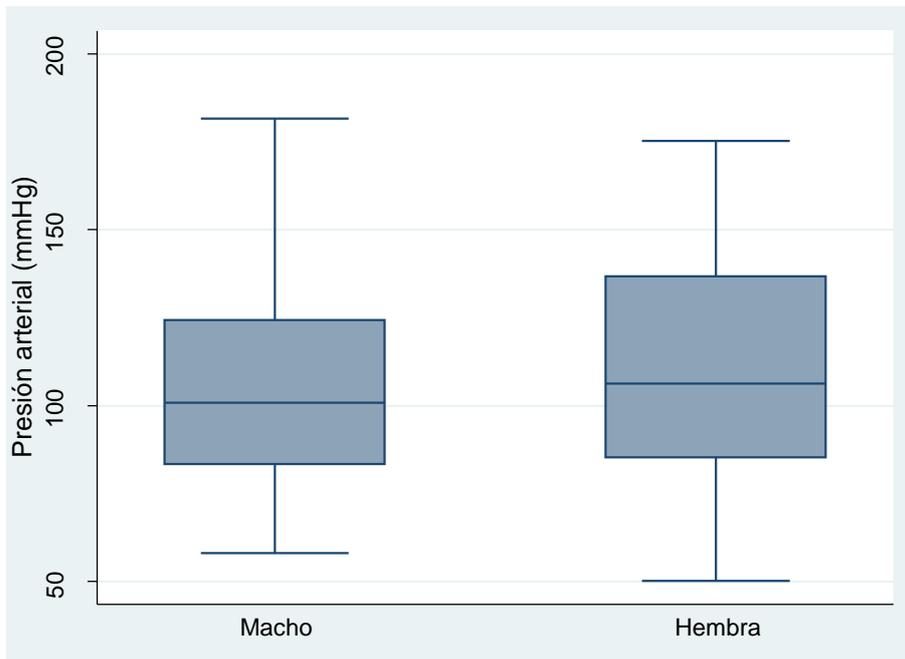


Gráfico 3: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por sexo de los caninos de Lima Metropolitana.

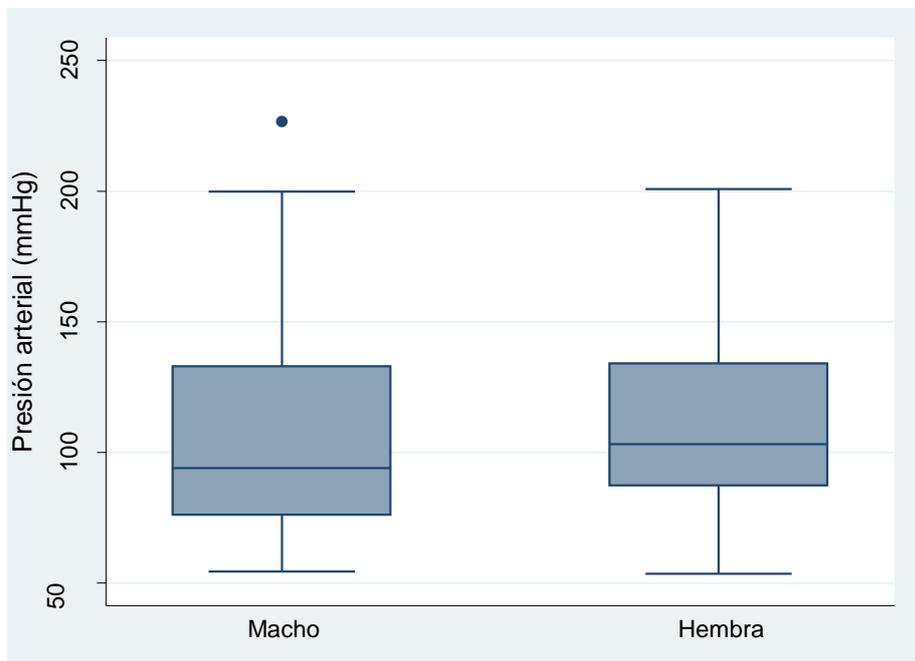


Gráfico 4: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por sexo de los caninos de la ciudad de Cusco.

**Tabla 3: Valores promedio y su desviación estándar de los parámetros de la presión arterial por rango de edad de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.**

Rango de edad	Lima			Cusco		
	PAS	PAD	PAM	PAS	PAD	PAM
	X ± S (mmHg)			X ± S (mmHg)		
<b>2-4 años</b>	144.1 ± 18.9	77.4 ± 12.8	101.7 ± 13.7	148.1 ± 29.7	76.0 ± 14.3	101.7 ± 18.9
<b>Mayor a 4-6 años</b>	146.1 ± 27.3	79.9 ± 20.5	103.7 ± 21.2	151.3 ± 36.9	78.6 ± 15.8	104.8 ± 23.4

FUENTE: Observación directa. Elaboración propia

La Tabla 3 nos muestra que todos los valores promedios de los parámetros de la presión arterial de los caninos mayores a 4-6 años de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana son más altos que los valores promedio de los tres parámetros de los caninos de 2-4 años. Además, nos muestra que la PAS de los caninos mayores a 4-6 años de la ciudad de Cusco con un promedio de 151.3 mmHg, posee la mayor desviación estándar con 36.9, es decir que es la que presenta un mayor grado de dispersión de los datos con respecto del valor promedio. Seguida por la PAS de los caninos entre 2-4 años de la ciudad de Cusco con un promedio de 148.1 mmHg y una desviación estándar de 29.7, la PAS de los caninos mayores a 4-6 años de Lima Metropolitana con un promedio de 146.1 mmHg y una desviación estándar de 27.3 y la PAM de los caninos mayores a 4-6 años de la ciudad de Cusco con un promedio de 104.8 mmHg y una desviación estándar de 23.4, mientras que, la PAD de los caninos entre 2-4 años de Lima Metropolitana con un promedio de 77.4 mmHg, posee la menor desviación estándar con 12.8, es decir que es la que presenta el menor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

Los valores de la presión arterial de los caninos entre 2-4 años evaluados en Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores de la presión arterial de los caninos entre 2-4 años evaluados en la ciudad de Cusco. De la misma forma ha ocurrido en el caso de los caninos mayores a 4-6 años; los valores de la presión arterial de los caninos mayores a 4-6 años evaluados en Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores de la presión arterial de los caninos mayores a 4-6 años evaluados en la ciudad de Cusco, ya que el valor de  $p$  (0.8921) es mayor que 0.05.

Además, los valores de la presión arterial de los caninos entre 2-4 años y caninos mayores a 4-6 años de Lima Metropolitana no presentan diferencias estadísticas significativas, ya que el valor de  $p$  obtenido tras la aplicación de la prueba  $t$  de Student de independencia es de 0,7808 (mayor que 0,05). Así mismo, los valores de la presión arterial de los caninos entre 2-4 años y caninos mayores a 4-6 años de la ciudad de Cusco no presentan diferencias estadísticas significativas, ya

que el valor de  $p$  obtenido tras la aplicación de la prueba Kolmogorov Smirnov es de 0,985 (mayor que 0,05).

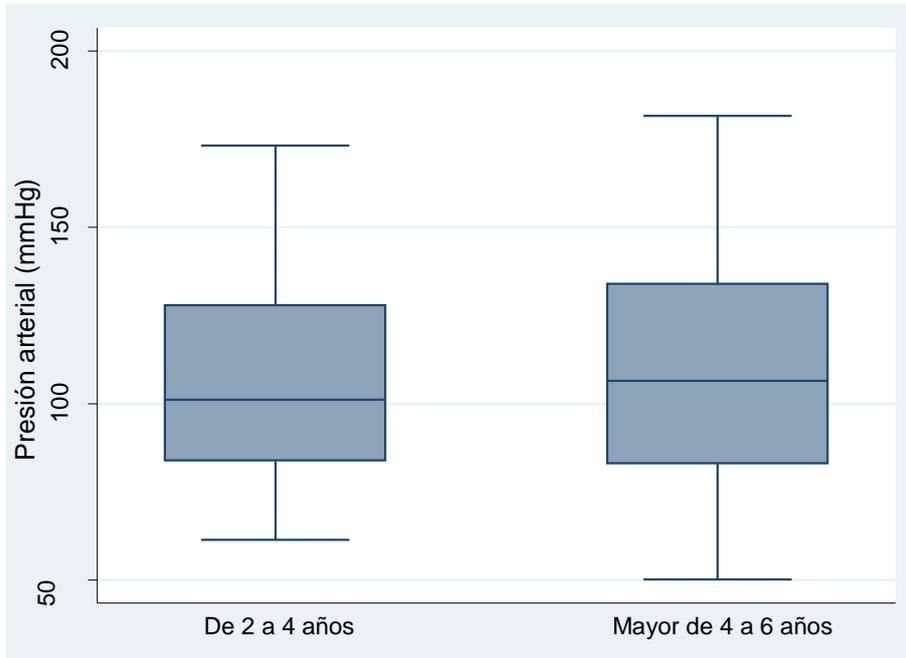


Gráfico 5: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por rango de edad de los caninos de Lima Metropolitana.

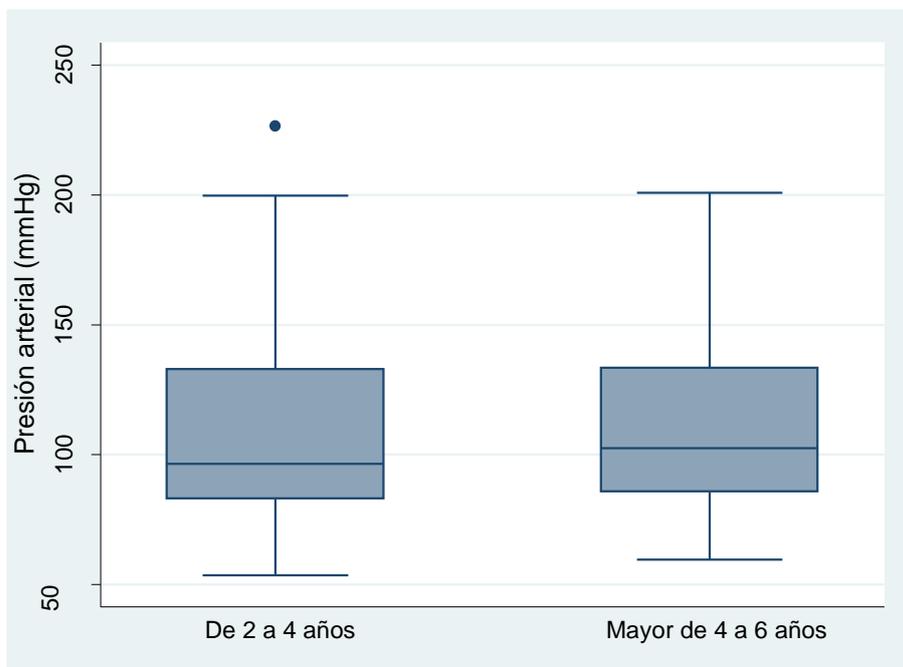


Gráfico 6: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la presión arterial por rango de edad de los caninos de la ciudad de Cusco.

**Tabla 4: Promedio de los valores de la frecuencia cardiaca de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.**

	<b>Lima</b>	<b>Cusco</b>
	X (lpm)	X(lpm)
<b>Frecuencia cardiaca (FC)</b>	96.3	104.3

FUENTE: Observación directa. Elaboración propia

La Tabla 4 nos muestra que los promedios de la FC de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana son similares; siendo un poco más alto el promedio de la FC de los caninos de la ciudad de Cusco.

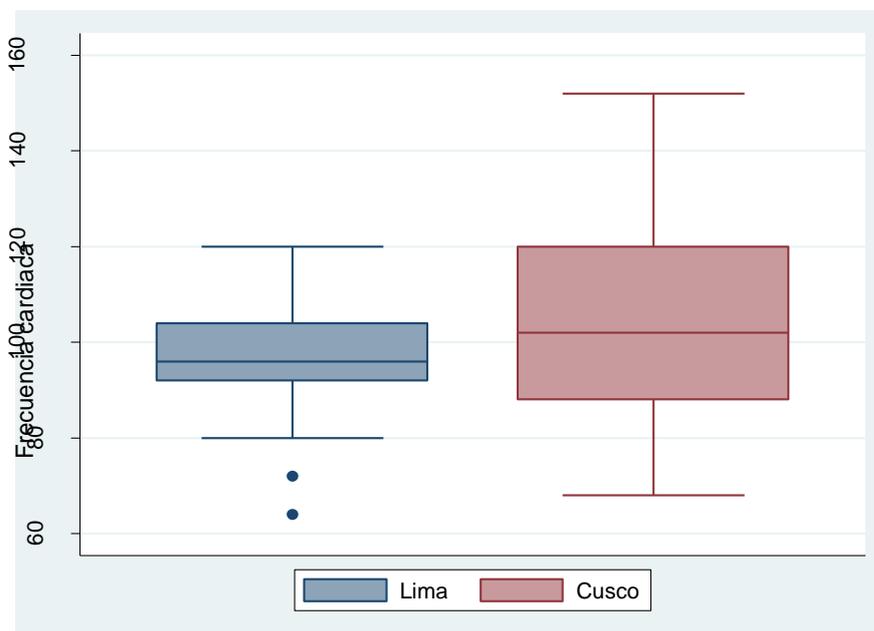


Gráfico 7: Diagrama de cajas y bigotes para los datos de la frecuencia cardiaca (examen físico) de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

El gráfico 7 nos muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los valores de la FC de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana. Además, nos muestra que el bigote superior de los valores de la frecuencia cardiaca de la ciudad de Cusco es más largo que el inferior, por lo que los datos que se encuentran por encima del 75% son más dispersos y en la caja de la misma ciudad se puede observar que los valores comprendidos entre el 25-50% y el 50-75% son similares, mientras que los bigotes de la frecuencia cardiaca de Lima Metropolitana son similares y en la caja se observa que los valores comprendidos entre el 50-75% son más dispersos que los que se encuentran entre el 25-50%, ya que es más larga. Finalmente, nos muestra dos valores atípicos entre los valores de FC de los caninos de Lima, representados en el diagrama como puntos.

## VII. DISCUSIÓN

La presión arterial es uno de los parámetros cardiovasculares que rige la perfusión sanguínea a todos los tejidos. Ésta tiene una participación activa en la homeostasis del organismo, por lo tanto, mediante su medición le permite al médico veterinario tratante, tener un control del estado hemodinámico y del equilibrio del organismo del paciente.

En la presente investigación, se comparó la presión arterial en todos sus parámetros, que son la presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y la presión arterial media (PAM), entre caninos de la ciudad de Cusco (3399 msnm) y Lima Metropolitana (154 msnm) respondiendo al principal objetivo del estudio. La Tabla 1 muestra que en el caso de la ciudad de Cusco los promedios para los tres parámetros de la presión arterial fueron: PAS 148.8 mmHg (rango de 101.4-226.6 mmHg), PAD 76.6 mmHg (rango de 53.6-102.6 mmHg), PAM 102.4 mmHg (rango de 74.6-143.8 mmHg), mientras que, los promedios de los valores de la presión arterial de los caninos de Lima Metropolitana fueron: PAS 144.7 mmHg (rango de 96.8-181.6 mmHg), PAD 78.2 mmHg (rango de 50.2-110 mmHg), PAM 102.3 mmHg (rango de 67.8-134.2 mmHg).

Kittleson et al. (2000), citado por Merizalde (2011), plantea que la presión arterial sistólica tiene mayor variación que la diastólica, ya que la primera está más influenciada por el estrés y el medio ambiente. La Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 nos muestran que los valores promedios de la PAS son los que presentan desviaciones estándares más altas, lo que implica que la PAS es el parámetro de la presión arterial más variable, principalmente la PAS de los caninos de la ciudad de Cusco. Por lo tanto, es el parámetro que presenta una mayor dispersión de los datos, lo que podría deberse a la mayor susceptibilidad de la PAS a la influencia del medio ambiente, mientras que, la PAD presenta datos más cercanos entre sí; Bodey y Michell (1996) también obtuvieron como el parámetro más variable a la PAS. Considerando los valores promedios de la PAS de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana, que se muestran en la Tabla 1, se observa que el valor promedio de la ciudad de Cusco es superior que el de Lima Metropolitana, por lo que se puede decir que la PAS puede encontrarse aumentada debido a las condiciones del medio ambiente en el que se encuentran los caninos evaluados (habitan en una ciudad a 3399 msnm). Sin embargo, esto no implica que el valor promedio de la PAS de los caninos de la ciudad de Cusco se encuentre por fuera del rango; es más alto, pero se encuentra dentro del rango normal. Brito (2007) plantea que ante la exposición a la altura se produce una aclimatación que se caracteriza por un aumento en la frecuencia respiratoria, FC y una elevación de la presión arterial sistólica y diastólica, con el objetivo de garantizar que el oxígeno llegue a todos los tejidos; que según Muñoz (2017) tanto la frecuencia cardíaca y la presión arterial disminuyen conforme pasa el tiempo (exposición crónica). Los caninos de la ciudad de Cusco pueden tener la PAS más alta debido a que el valor del hematocrito varía por varios factores, según Guyton y Hall (2011), la altura es uno de ellos. Es decir, un animal que

habite en zonas de altura tendrá un hematocrito más elevado, debido a la baja presión de oxígeno atmosférico. Este incremento del hematocrito, produce un aumento en la viscosidad de la sangre, por lo tanto, el flujo de la sangre se retrasa, ya que cuando la viscosidad de un fluido aumenta, el movimiento del mismo se vuelve más lento, requiriendo que la presión arterial aumente para favorecer la perfusión sanguínea de los tejidos. Además, la viscosidad está dada por el número de hematíes suspendidos en la sangre, por lo que está directamente relacionada con el hematocrito.

En un estudio realizado mediante el método oscilométrico, por Bodey, A. R., Michell, A. R. (1996), citado en Mucha, C. J. (2007) y Brown, S. et al. (2007), se determinó como valor promedio de la PAS  $131 \pm 20$  mmHg,  $74 \pm 15$  mmHg para la PAD y  $97 \pm 16$  mmHg para la PAM. Comparando los valores promedio de la PAD y la PAM son similares a los de esta investigación, mientras que el valor promedio de la PAS de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana son superiores al presentado por dichos autores. Sin embargo, Meder, A.R (2012) en su trabajo obtuvo como valor promedio  $145.5 \pm 21.7$  mmHg para la PAS, en un rango de 83.14-184.28 mmHg; siendo un valor promedio de la PAS y un rango de valores de la PAS similares a los de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana obtenidos en esta investigación, principalmente al rango de Lima Metropolitana.

En su estudio, Ruíz (2007) obtuvo como valores promedios para caninos < 10 kg, 126.9 mmHg para la PAS, 84.1 mmHg para la PAD y 98.0 mmHg para la PAM. Además, Merizalde (2011) en su tesis de grado presenta como los promedios obtenidos de los valores de la presión arterial en sus tres parámetros 123.3 mmHg para la PAS, 77.2 mmHg para la PAD y 92.5 mmHg para la PAM; donde no halló diferencias estadísticas significativas entre sexos y edades de los caninos. Considerando que ambos estudios se realizaron en Bogotá donde la altura en promedio es de 2630 msnm, se puede decir que los valores promedio de PAD y PAM son similares entre sí y similares a los obtenidos en esta investigación; mientras que comparando los valores promedio de PAS de esta investigación con los presentados por los autores, estos son, con 20 mmHg de diferencia, superiores en la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana.

Además, según Engelhardt y Breves (2005) citado en Merizalde (2011), los rangos normales para los tres parámetros de la presión arterial son 120-140 mmHg para la PAS, 80-85 mmHg para la PAD y 95-107 mmHg para la PAM. Sierra y Savino (2015) presentan como rango normal para la presión arterial sistólica, diastólica y media, 90-140 mmHg, 50-80 mmHg y 60-100 mmHg, respectivamente, mientras que Ynaraja (2017), 100-140 mmHg para la PAS y 60-95 mmHg para la PAD. Considerando los rangos de la PAM presentados por Engelhardt y Breves (2005), el valor promedio de la PAM de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana se encuentran dentro del rango normal. Así mismo, los valores promedio de la PAD de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana, considerando los rangos presentados por Sierra y Savino (2015) e Ynaraja (2017), se encuentran dentro del rango normal, mientras que, los valores promedio de la PAS de los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana obtenidos en esta investigación se encuentran fuera del rango,

considerando los rangos presentados por las tres fuentes mencionadas. Así mismo, considerando el rango para la PAD presentado por Engelhardt y Breves (2005) y el rango para la PAM presentado por Sierra y Savino (2015), los valores promedio obtenidos en esta investigación se encuentran fuera del rango normal.

Con respecto a la variación en la presión arterial considerando el sexo y el rango de edad de los caninos evaluados, se observa en la Tabla 2 y la Tabla 3 que no existen diferencias estadísticas significativas entre los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana. Así mismo, no existen diferencias estadísticas significativas entre los grupos de la misma ciudad. Bodey y Michell (1996), citado en Mucha, C. J. (2007) y Brown, S. et al. (2007) obtuvieron que la variación de la presión arterial considerando la edad era de 1-3 mmHg del año a los 16 años; aunque la Tabla 3 nos muestra que en los tres parámetros los valores promedio de todos los caninos mayores a 4-6 años de la muestra presentan valores más altos. Sin embargo, hay que considerar, ya que no existe una gran diferencia de edad entre los caninos de la muestra de este estudio, que la muestra de caninos con la que trabajaron era mucho más grande que la de esta investigación y que a pesar de que el equipo petMAP graphic II este diseñado para mejorar la correlación de los valores hallados con los que arrojaría el método directo de medición, mediante la optimización de especie y sitio del manguito utilizado, los valores arrojados son aproximados. Otros equipos de medición indirecta (doppler y oscilométricos) suelen subestimar la PAS en un 10-20%, mientras que el petMAP graphic II arroja, en general, valores que son de 10-20% más altos. Además, Bodey y Michell obtuvieron resultados donde la presión arterial fue más alta en machos enteros (PAM: 101 mmHg), seguidos por los machos castrados (PAM: 99.9 mmHg) y finalmente, las hembras (PAM: 94.3 mmHg). Sin embargo, en esta investigación el promedio de la PAM de las hembras obtenido resultó ser más alto que el de los machos, tanto en la ciudad de Cusco como en Lima Metropolitana.

Finalmente, los valores promedio de la FC fueron 96.3 lpm y 104.3 lpm para Lima Metropolitana y la ciudad de Cusco, respectivamente. En caninos presenta también un rango normal de latidos por minuto (lpm). Eldredge, D. et al (2007) plantean como rango normal para la frecuencia cardíaca en caninos pequeños de 90-140 lpm. Según Darke (2013), plantea que se considera taquicardia cuando el paciente presenta más de 150 lpm, mientras que, se considera bradicardia cuando el paciente presenta menos de 70 lpm. Los valores promedio de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana se encuentran dentro del rango normal. Además, los valores obtenidos en ambas ciudades son muy similares entre sí, aunque los datos registrados en la ciudad de Cusco presentan una mayor dispersión de datos como se observa en el gráfico 7.

## VIII. CONCLUSIONES

- Los valores de la presión arterial en sus tres parámetros entre los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana, utilizando como equipo de medición el petMAP graphic II, no presentan diferencias estadísticas significativas.
- Los valores promedio de la presión arterial, según sexo y rango de edad, no presentan diferencias estadísticas significativas entre los caninos de la ciudad de Cusco y Lima Metropolitana. Así mismo, entre los grupos de la misma ciudad.

## IX. RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en esta investigación no representan a la población, ya que se ha utilizado un equipo oscilométrico que brinda valores aproximados de la presión arterial. Por ello, sería adecuado realizar una investigación similar considerando una muestra mayor.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup>Meder, A. R., Lezcano, P. A., Poblete, G. E., Lapuyade, C. L., Olondriz, P.A., Montenegro, J. M., Romero, J.E., *et al.* Valores de presión arterial sistólica, método doppler vascular pulsado, en caninos sanos conscientes. *Ciencia veterinaria*. 2012; 14 (1): 62-67.
- <sup>2</sup>Cainzos, R.P., Koscinczuk, P., Ferreiro, M.C. Influencia de la temperatura ambiental sobre la presión arterial del perro. *Revista Veterinaria*. 2014; 25 (2): 154-157.
- <sup>3</sup>Pesántez, J. Evaluación de la presión arterial en gatos aparentemente sanos utilizando oscilometría de alta definición (HDO) en la ciudad de Quito. [Tesis de grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2013.
- <sup>4</sup>Merizalde, M. Determinación parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2011.
- <sup>5</sup>Álvarez Ramírez, I, Cruz Martínez, L.E. Fisiología cardiovascular aplicada en caninos con insuficiencia cardiaca. *Revista médica veterinaria*. 2011; n° 21: 115-132.
- <sup>6</sup>Mucha, C. Hipertensión e hipotensión arterial. *Revista electrónica de veterinaria*. 2007; 8 (7): 1-6.
- <sup>7</sup>Guyton y Hall. *Tratado de fisiología médica*. 12<sup>a</sup> edición. España: Elsevier, S.A; 2011.
- <sup>8</sup>García, X., Mateu, L., Maynar, J., Mercadal, J., Ochagavía, A., Ferrandiz, A. Estimación del gasto cardiaco. Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. *Elsevier, Medicina intensiva*. 2011; 35 (9): 552-561.
- <sup>9</sup>Fuentes, V., Swift, S. *Manual de medicina y cirugía cardiorrespiratoria en pequeños animales*. Edición 2013. España: Ediciones S; 2013.
- <sup>10</sup>Frandsen, R., Spurgeon, T. *Anatomía y fisiología de los animales domésticos*. 5ta edición. México: Nueva editorial Interamericana, S.A; 1995.
- <sup>11</sup>Cunningham, J. *Fisiología veterinaria*. 3ra edición. España: Elsevier, S.A; 2003.
- <sup>12</sup>Ciancaglini, C. Hidrodinamia de la circulación vascular periférica normal y patológica. *Revista Federación Argentina de Cardiología*. 2003; 32: 259-279.
- <sup>13</sup>Castellan, G. *Fisicoquímica*. 2da edición. México: Addison- Wesley Iberoamericana; 1987.

- <sup>14</sup>Llaino, R., Perdomo, G. Propedéutica clínica y semiología médica. Cuba: Editorial ciencias médicas; 2003.
- <sup>15</sup>Font, A., Fernández del Palacio, M.J. Hipertensión arterial sistémica en 5 perros con fallo renal. Clínica veterinaria de pequeños animales. 2001; vol. 21 (3): [7]: 250-256.
- <sup>16</sup>Cuesta, A. Medición de la tensión arterial: Errores más comunes. Universidad de Valencia: Escola Universitaria d' Infermeria i podologia; 2004.
- <sup>17</sup>Mucha, C. Determinación de la presión arterial. Revista electrónica de veterinaria. 2007; vol. 8 (7).
- <sup>18</sup>Mezquita, C., Mezquita, J., Mezquita, B., Mezquita, P. Fisiología médica: del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico. 1ra edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2011.
- <sup>19</sup>De la Serna, F. Insuficiencia cardiaca crónica. 3ra edición. Buenos Aires: Editorial Federación Argentina de Cardiología; 2010.
- <sup>20</sup>Banegas, I., Segarra, A., Prieto, I., Ramírez, M. Regulación de la presión arterial. Un enfoque multifactorial. Seminario médico. 2009; 61 (2): 25-35.
- <sup>21</sup>Casado, S., Berlanga, J., Rodríguez, J. Hipertensión y riñón. Hipertensión y riesgo vascular. 2000; vol. 17 (9): 409-413.
- <sup>22</sup>Cruz, A., León, F., Hernández, H. Regulación normal de la presión arterial sistémica. Revista mexicana de Cardiología. 2004; vol. 15 (1): 30-41.
- <sup>23</sup>Barber, M., Barber, E. El sistema renina-angiotensina y el riñón en la fisiopatología de la hipertensión arterial esencial. Revista cubana de investigación biomédica. 2003; vol.22 (3): 192-198.
- <sup>24</sup>González, D., Poch E. Aldosterona: aspectos fisiopatológicos fundamentales y nuevos mecanismos de acción en la nefrona distal. Nefrología. 2006; vol.26 (3): 291-303.
- <sup>25</sup>Saldarriaga, C., Jiménez, C., Ramírez, J., Cardona, M. Péptido natriurético cerebral: utilidad clínica. Medicina & Laboratorio. 2011; vol. 17 (3-4): 127-144.
- <sup>26</sup>Ramsey medical, inc. PetMAP graphic II Operator's Manual; 2014.
- <sup>27</sup>Nelson, R. y Couto, C. Medicina interna de animales pequeños. 2005. Buenos Aires: Intermédica.
- <sup>28</sup>Niklitschek, M. B. Asociación entre presión arterial y parámetros de funcionalidad renal en perros machos mayores de 7 años. [Tesis de grado]. Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2009.
- <sup>29</sup>Brown, S., Atkins, C., Bagley, R., Carr, A., Cowgill, L., Davidson, M., et al. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. Journal of veterinary internal medicine. 2007; vol. 21: 542-558.

- <sup>30</sup>Ynaraja, E. Manual clínico de presión sanguínea en perros y gatos. 1era edición. Zaragoza: Servet editorial. 2017.
- <sup>31</sup>Ruíz Rodríguez, C. Valores normales de presión arterial en caninos sanos [Internet] 2007 [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2018] Disponible en: <http://www.cardiologiaveterinaria.com/media/pdfs/Presion%20Arterial%20-%20Colombia.pdf>
- <sup>32</sup>Sierra L, Savino E. Blood Pressure Monitoring from a Nursing Perspective. TVP journal. 2015. January/February.
- <sup>33</sup>Brito R. Hipoxia hipobárica intermitente crónica en gran altura: Construcción de la historia natural de una nueva situación epidemiológica y biológica. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2007.
- <sup>34</sup>Cardenas, G. Fisiología de las grandes alturas. Jujuy, Argentina: Napay Sunqu; 2003.
- <sup>35</sup>Eldredge, D., Carlson, L., Carlson, D., Giffin, J. Dog owners's home veterinary handbook. 4ta edición. New Jersey: Wiley Publishing, Inc. 2007.
- <sup>36</sup>Torrente, C., Bosch, L. Medicina de urgencia en pequeños animales tomo 1. 1era edición. España: Servet diseño y comunicación. 2012.
- <sup>37</sup>Muñoz, I. Fisiología a grandes alturas. Catastro (CT). 2017; Vol. 9: 9-16.
- <sup>38</sup>[INEI]. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet] 2001 [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2016] Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0410/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0410/Libro.pdf)
- <sup>39</sup>Sánchez-Ccoyllo O.R, Silva J.S, Ordoñez C.G, Canales J.C, Angulo J.L, Chávez E, Aliaga R.R, Vega F, Bríos A.D. Evaluación de la calidad del aire en Lima metropolitana 2012 [Internet] 2014 [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2016]; Lima: SENAMHI. Disponible en: [http://www.senamhi.gob.pe/usr/dgia/pdf\\_dgia\\_eval2012.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/usr/dgia/pdf_dgia_eval2012.pdf)
- <sup>40</sup>[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Dirección Nacional de Estadística e Informática Departamental [Internet] 2001 [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2016] Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf)
- <sup>41</sup>Dirección regional de salud Cusco. Análisis de la situación de salud Cusco 2013 [Internet] 2013 [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2016] Disponible en: <http://www.diresacusco.gob.pe/inteligencia/epidemiologia/asis/ASIS%20CUSCO%202013.pdf>

## XI. ANEXOS

ANEXO 1. Imagen del equipo petMAP graphic II y de 3 manguitos.



FUENTE: Trapani, 2017.

ANEXO 2. Imagen de un registro de medición de presión arterial en un canino de la ciudad de Cusco.



FUENTE: Trapani, 2017.

ANEXO 3. Imagen de un registro de medición de presión arterial en un canino de la ciudad de Cusco.



FUENTE: Trapani, 2017.

ANEXO 4. Imagen de un registro de medición de presión arterial en un canino de Lima Metropolitana.



FUENTE: Trapani, 2017.

ANEXO 5. Modelo de planilla utilizada para el registro de las mediciones.

Datos

Sexo:

Edad:

Peso:

Ciudad:

Examen físico

FC:

FR:

TLLC:

Mucosas:

T°:

Variable/Medición	1	2	3	4	5	6	7	Promedio (5 más bajas)
Presión sistólica								
Presión diastólica								
Presión media								

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 6. Tablas de los resultados obtenidos en las mediciones de presión arterial realizadas en ambas ciudades.

**Tabla 5: Valores de la presión arterial sistólica de caninos sanos de la ciudad de Cusco.**

PERRO	Datos			Presión sistólica (mmHg)						
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	2 años	6.8 kg	120	143	172	148	156	157	156
2	Hembra	2 años	8.7 kg	222	250	188	190	143	116	183
3	Macho	2 años	11.4 kg	154	150	230	111	152	129	123
4	Macho	4 años	11.0 kg	138	165	148	135	134	135	141
5	Hembra	2 años	9.1 kg	257	280	125	112	117	144	133
6	Macho	3 años	12.8 kg	180	156	146	156	144	145	141
7	Macho	4 años	13.0 kg	123	182	97	113	149	135	133
8	Macho	5 años	11.0 kg	128	131	214	126	110	148	187
9	Macho	3 años	5.2 kg	154	280	280	280	280	139	280
10	Hembra	2 años	9.4 kg	152	221	136	133	146	137	130
11	Macho	3 años	11.5 kg	189	214	196	190	234	241	210
12	Hembra	4 años	7.9 kg	210	221	248	125	156	130	214
13	Macho	3 años	12.6 kg	222	226	163	92	124	147	126
14	Macho	5 años	9.2 kg	127	139	135	133	121	110	126
15	Hembra	5 años	5.0 kg	226	193	209	239	196	159	219
16	Hembra	3 años	8.8 kg	149	150	134	138	139	138	126
17	Hembra	2 años	11.6 kg	156	144	144	154	144	146	143
18	Macho	4 años	6.0 kg	228	270	142	168	175	246	196
19	Hembra	3 años	10.4 kg	111	116	196	167	148	105	127
20	Hembra	6 años	11.8 kg	216	163	161	153	157	149	154
21	Hembra	4 años	10.8 kg	150	119	208	233	188	212	165
22	Macho	4 años	10.2 kg	86	130	234	81	130	131	127
23	Hembra	6 años	11.8 kg	280	138	226	232	199	244	209
24	Macho	2 años	5.3 kg	223	238	127	132	119	175	113
25	Hembra	2 años	5.8 kg	160	104	102	146	216	126	199
26	Macho	3 años	12.8 kg	220	172	220	221	149	217	212
27	Hembra	4 años	5.8 kg	119	131	116	103	109	105	116
28	Hembra	6 años	5.8 kg	170	141	117	92	76	81	147
29	Hembra	6 años	7.4 kg	165	167	164	142	202	138	213
30	Hembra	4 años	6.4 kg	146	234	135	192	104	165	212

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 6: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial sistólica por canino sano de la ciudad de Cusco.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	2 años	6.8 kg	144.6
2	Hembra	2 años	8.7 kg	164
3	Macho	2 años	11.4 kg	133
4	Macho	4 años	11 kg	136.6
5	Hembra	2 años	9.1 kg	126.2
6	Macho	3 años	12.8 kg	146.4
7	Macho	4 años	13.0 kg	120.2
8	Macho	5 años	11.0 kg	128.6
9	Macho	3 años	5.2 kg	226.6
10	Hembra	2 años	9.4 kg	136.4
11	Macho	3 años	11.5 kg	199.8
12	Hembra	4 años	7.9 kg	167
13	Macho	3 años	12.6 kg	130.4
14	Macho	5 años	9.2 kg	123.4
15	Hembra	5 años	5.0 kg	195.2
16	Hembra	3 años	8.8 kg	135
17	Hembra	2 años	11.6 kg	144.2
18	Macho	4 años	6.0 kg	181.8
19	Hembra	3 años	10.4 kg	123.6
20	Hembra	6 años	11.8 kg	154.8
21	Hembra	4 años	10.8 kg	166
22	Macho	4 años	10.2 kg	110.8
23	Hembra	6 años	11.8 kg	200.8
24	Macho	2 años	5.3 kg	133.2
25	Hembra	2 años	5.8 kg	127.6
26	Macho	3 años	12.8 kg	194
27	Hembra	4 años	5.8 kg	109.8
28	Hembra	6 años	5.8 kg	101.4
29	Hembra	6 años	7.4 kg	155.2
30	Hembra	4 años	6.4 kg	148.4

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 7: Valores de la presión arterial diastólica de caninos sanos de la ciudad de Cusco.**

PERRO	Datos		Presión diastólica (mmHg)							
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	2 años	6.8 kg	69	83	80	60	76	99	79
2	Hembra	2 años	8.7 kg	75	148	133	105	106	67	128
3	Macho	2 años	11.4 kg	95	55	49	49	69	71	65
4	Macho	4 años	11 kg	70	89	62	64	58	70	56
5	Hembra	2 años	9.1 kg	117	133	49	46	89	113	97
6	Macho	3 años	12.8 kg	114	68	66	57	74	76	69
7	Macho	4 años	13.0 kg	47	137	57	58	109	59	51
8	Macho	5 años	11.0 kg	74	79	79	61	62	63	58
9	Macho	3 años	5.2 kg	49	152	145	124	143	44	110
10	Hembra	2 años	9.4 kg	82	99	72	77	90	71	64
11	Macho	3 años	11.5 kg	127	105	91	89	88	156	90
12	Hembra	4 años	7.9 kg	130	163	140	75	81	82	93
13	Macho	3 años	12.6 kg	107	139	83	49	48	60	47
14	Macho	5 años	9.2 kg	75	92	80	67	62	72	62
15	Hembra	5 años	5.0 kg	122	113	117	141	132	107	54
16	Hembra	3 años	8.8 kg	73	84	86	73	59	59	87
17	Hembra	2 años	11.6 kg	75	62	60	59	52	56	41
18	Macho	4 años	6.0 kg	99	165	103	114	109	45	149
19	Hembra	3 años	10.4 kg	83	75	83	92	104	61	101
20	Hembra	6 años	11.8 kg	87	91	89	94	95	83	88
21	Hembra	4 años	10.8 kg	101	87	99	172	63	129	88
22	Macho	4 años	10.2 kg	69	91	92	49	74	71	77
23	Hembra	6 años	11.8 kg	121	106	74	45	149	104	145
24	Macho	2 años	5.3 kg	85	130	59	65	76	125	55
25	Hembra	2 años	5.8 kg	115	48	83	111	100	92	135
26	Macho	3 años	12.8 kg	90	85	69	74	79	79	79
27	Hembra	4 años	5.8 kg	71	53	39	70	66	71	75
28	Hembra	6 años	5.8 kg	116	79	53	65	62	39	86
29	Hembra	6 años	7.4 kg	94	99	82	71	68	80	99
30	Hembra	4 años	6.4 kg	94	129	96	135	71	95	92

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 8: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial diastólica por canino sano de la ciudad de Cusco.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	2 años	6.8 kg	72.8
2	Hembra	2 años	8.7 kg	96.2
3	Macho	2 años	11.4 kg	57.4
4	Macho	4 años	11 kg	62
5	Hembra	2 años	9.1 kg	78.8
6	Macho	3 años	12.8 kg	66.8
7	Macho	4 años	13.0 kg	54.4
8	Macho	5 años	11.0 kg	63.6
9	Macho	3 años	5.2 kg	94
10	Hembra	2 años	9.4 kg	73.2
11	Macho	3 años	11.5 kg	92.6
12	Hembra	4 años	7.9 kg	92.2
13	Macho	3 años	12.6 kg	57.4
14	Macho	5 años	9.2 kg	67.6
15	Hembra	5 años	5.0 kg	102.6
16	Hembra	3 años	8.8 kg	87
17	Hembra	2 años	11.6 kg	53.6
18	Macho	4 años	6.0 kg	94
19	Hembra	3 años	10.4 kg	78.8
20	Hembra	6 años	11.8 kg	87.6
21	Hembra	4 años	10.8 kg	87.6
22	Macho	4 años	10.2 kg	68
23	Hembra	6 años	11.8 kg	90
24	Macho	2 años	5.3 kg	68
25	Hembra	2 años	5.8 kg	86.8
26	Macho	3 años	12.8 kg	76
27	Hembra	4 años	5.8 kg	59.8
28	Hembra	6 años	5.8 kg	59.6
29	Hembra	6 años	7.4 kg	79
30	Hembra	4 años	6.4 kg	89.6

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 9: Valores de la presión arterial media de caninos sanos de la ciudad de Cusco.**

PERRO	Datos			Presión media (mmHg)						
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	2 años	6.8 kg	86	107	126	89	111	119	102
2	Hembra	2 años	8.7 kg	124	191	156	133	119	90	153
3	Macho	2 años	11.4 kg	114	86	109	72	90	90	83
4	Macho	4 años	11 kg	98	112	88	87	77	91	81
5	Hembra	2 años	9.1 kg	157	182	69	68	103	124	108
6	Macho	3 años	12.8 kg	136	98	97	91	93	103	91
7	Macho	4 años	13.0 kg	80	152	69	76	122	84	77
8	Macho	5 años	11.0 kg	92	93	124	78	75	91	101
9	Macho	3 años	5.2 kg	84	209	190	195	188	68	189
10	Hembra	2 años	9.4 kg	109	139	95	97	108	100	89
11	Macho	3 años	11.5 kg	146	133	133	132	158	184	128
12	Hembra	4 años	7.9 kg	163	183	176	99	105	98	133
13	Macho	3 años	12.6 kg	143	167	109	64	81	93	77
14	Macho	5 años	9.2 kg	99	108	98	91	91	84	83
15	Hembra	5 años	5.0 kg	165	143	147	173	152	123	109
16	Hembra	3 años	8.8 kg	98	109	101	92	88	88	98
17	Hembra	2 años	11.6 kg	102	85	88	90	82	89	71
18	Macho	4 años	6.0 kg	142	198	115	132	131	112	165
19	Hembra	3 años	10.4 kg	92	94	130	110	125	75	112
20	Hembra	6 años	11.8 kg	130	117	116	112	117	105	108
21	Hembra	4 años	10.8 kg	119	99	132	199	96	160	113
22	Macho	4 años	10.2 kg	77	104	148	59	92	91	93
23	Hembra	6 años	11.8 kg	174	120	124	107	168	150	166
24	Macho	2 años	5.3 kg	131	178	81	87	96	141	77
25	Hembra	2 años	5.8 kg	135	66	90	127	132	109	152
26	Macho	3 años	12.8 kg	133	114	119	123	111	125	123
27	Hembra	4 años	5.8 kg	87	79	66	81	79	82	88
28	Hembra	6 años	5.8 kg	143	106	75	74	67	53	104
29	Hembra	6 años	7.4 kg	115	120	103	94	112	95	129
30	Hembra	4 años	6.4 kg	111	176	108	157	82	128	135

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 10: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial media por canino sano de la ciudad de Cusco.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	2 años	6.8 kg	99
2	Hembra	2 años	8.7 kg	123.8
3	Macho	2 años	11.4 kg	84.2
4	Macho	4 años	11 kg	84.8
5	Hembra	2 años	9.1 kg	94.4
6	Macho	3 años	12.8 kg	94
7	Macho	4 años	13.0 kg	77.2
8	Macho	5 años	11.0 kg	85.8
9	Macho	3 años	5.2 kg	143.8
10	Hembra	2 años	9.4 kg	97.8
11	Macho	3 años	11.5 kg	134.4
12	Hembra	4 años	7.9 kg	119.6
13	Macho	3 años	12.6 kg	84.8
14	Macho	5 años	9.2 kg	89.4
15	Hembra	5 años	5.0 kg	134.8
16	Hembra	3 años	8.8 kg	92.8
17	Hembra	2 años	11.6 kg	83
18	Macho	4 años	6.0 kg	126.4
19	Hembra	3 años	10.4 kg	96.6
20	Hembra	6 años	11.8 kg	111.6
21	Hembra	4 años	10.8 kg	111.8
22	Macho	4 años	10.2 kg	82.4
23	Hembra	6 años	11.8 kg	133.4
24	Macho	2 años	5.3 kg	94.4
25	Hembra	2 años	5.8 kg	104.8
26	Macho	3 años	12.8 kg	118
27	Hembra	4 años	5.8 kg	77.4
28	Hembra	6 años	5.8 kg	74.6
29	Hembra	6 años	7.4 kg	103.8
30	Hembra	4 años	6.4 kg	112.8

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 11: Promedio de los valores de la presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y presión arterial media (PAM) de la muestra de la ciudad de Cusco.**

Parámetro	Promedio (mmHg)
PAS	148.8
PAD	76.6
PAM	102.4

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 12: Valores de la presión arterial sistólica de caninos sanos de Lima Metropolitana.**

PERRO	Datos			Presión sistólica (mmHg)						
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	4 años	5.3 kg	105	120	109	102	175	152	153
2	Hembra	2 años	5.2 kg	167	166	164	188	181	245	232
3	Hembra	5 años	6.4 kg	142	160	156	144	185	280	154
4	Hembra	5 años	6.8 kg	92	117	205	225	148	119	146
5	Hembra	6 años	9.2 kg	149	93	109	76	64	222	142
6	Macho	6 años	5.2 kg	157	200	191	190	210	203	170
7	Hembra	4 años	8.8 kg	191	122	250	199	115	186	142
8	Hembra	2 años	5.1 kg	121	204	170	186	206	209	183
9	Hembra	3 años	8.1 kg	217	194	125	142	177	208	137
10	Macho	6 años	5.7 kg	93	147	138	144	166	263	148
11	Macho	4 años	6.8 kg	163	131	159	188	153	54	85
12	Macho	2 años	5.5 kg	217	172	119	64	147	139	171
13	Macho	6 años	8.1 kg	160	154	160	191	135	201	126
14	Macho	2 años	7.3 kg	64	138	147	154	150	127	160
15	Macho	4 años	8.5 kg	211	208	183	153	157	125	174
16	Hembra	5 años	5.3 kg	185	213	219	201	153	147	190
17	Macho	5 años	9.0 kg	222	194	155	169	174	164	194
18	Hembra	2 años	12.0 kg	58	138	164	185	236	249	139
19	Macho	2 años	10.2 kg	163	125	157	104	137	146	191
20	Macho	3 años	11.6 kg	271	197	159	182	124	142	137
21	Hembra	4 años	12.0 kg	88	198	180	158	169	177	200
22	Macho	6 años	10.5 kg	177	198	152	102	103	133	224
23	Macho	2 años	11.2 kg	123	119	200	165	136	113	170
24	Hembra	2 años	11.7 kg	169	156	93	168	196	254	213
25	Hembra	3 años	11.0 kg	158	188	280	169	112	182	179
26	Hembra	2 años	7.2 kg	214	187	157	189	179	144	149
27	Macho	2 años	6.5 kg	133	135	147	61	142	280	185
28	Hembra	2 años	5.0 kg	131	193	131	134	126	136	198
29	Macho	2 años	6.3 kg	208	188	180	157	210	141	182
30	Macho	3 años	5.4 kg	122	112	136	185	205	153	75

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 13: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial sistólica por canino de Lima Metropolitana.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	4 años	5.3 kg	117.6
2	Hembra	2 años	5.2 kg	173.2
3	Hembra	5 años	6.4 kg	151.2
4	Hembra	5 años	6.8 kg	124.4
5	Hembra	6 años	9.2 kg	96.8
6	Macho	6 años	5.2 kg	181.6
7	Hembra	4 años	8.8 kg	151.2
8	Hembra	2 años	5.1 kg	172.8
9	Hembra	3 años	8.1 kg	155
10	Macho	6 años	5.7 kg	134
11	Macho	4 años	6.8 kg	116.4
12	Macho	2 años	5.5 kg	128
13	Macho	6 años	8.1 kg	147
14	Macho	2 años	7.3 kg	125.2
15	Macho	4 años	8.5 kg	158.4
16	Hembra	5 años	5.3 kg	175.2
17	Macho	5 años	9.0 kg	171.2
18	Hembra	2 años	12.0 kg	136.8
19	Macho	2 años	10.2 kg	133.8
20	Macho	3 años	11.6 kg	148.8
21	Hembra	4 años	12.0 kg	154.4
22	Macho	6 años	10.5 kg	133.4
23	Macho	2 años	11.2 kg	131.2
24	Hembra	2 años	11.7 kg	156.4
25	Hembra	3 años	11.0 kg	160
26	Hembra	2 años	7.2 kg	163.2
27	Macho	2 años	6.5 kg	123.6
28	Hembra	2 años	5.0 kg	131.6
29	Macho	2 años	6.3 kg	169.6
30	Macho	3 años	5.4 kg	119.6

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 14: Valores de la presión arterial diastólica de caninos sanos de Lima Metropolitana.**

PERRO	Datos			Presión diastólica (mmHg)						
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	4 años	5.3 kg	51	77	52	71	67	103	80
2	Hembra	2 años	5.2 kg	89	88	93	101	81	89	128
3	Hembra	5 años	6.4 kg	78	76	78	59	96	109	76
4	Hembra	5 años	6.8 kg	54	45	109	101	99	62	66
5	Hembra	6 años	9.2 kg	43	62	57	49	40	147	78
6	Macho	6 años	5.2 kg	68	94	99	85	69	99	104
7	Hembra	4 años	8.8 kg	68	89	135	140	72	85	50
8	Hembra	2 años	5.1 kg	58	89	88	89	63	85	83
9	Hembra	3 años	8.1 kg	75	86	46	73	125	133	65
10	Macho	6 años	5.7 kg	75	88	87	93	105	84	71
11	Macho	4 años	6.8 kg	99	97	79	118	119	36	63
12	Macho	2 años	5.5 kg	163	83	67	37	116	54	102
13	Macho	6 años	8.1 kg	112	110	119	118	93	152	100
14	Macho	2 años	7.3 kg	46	78	67	65	79	65	64
15	Macho	4 años	8.5 kg	95	114	89	109	94	85	103
16	Hembra	5 años	5.3 kg	129	122	121	104	114	89	127
17	Macho	5 años	9.0 kg	112	99	102	69	89	97	113
18	Hembra	2 años	12.0 kg	47	100	81	139	48	165	49
19	Macho	2 años	10.2 kg	38	54	75	82	98	108	68
20	Macho	3 años	11.6 kg	144	138	99	69	67	79	75
21	Hembra	4 años	12.0 kg	49	129	119	89	124	132	89
22	Macho	6 años	10.5 kg	58	109	109	56	49	81	47
23	Macho	2 años	11.2 kg	89	88	132	126	102	76	73
24	Hembra	2 años	11.7 kg	122	109	58	51	139	180	152
25	Hembra	3 años	11.0 kg	83	86	132	114	70	52	135
26	Hembra	2 años	7.2 kg	98	128	96	118	118	113	102
27	Macho	2 años	6.5 kg	55	59	59	48	91	119	124
28	Hembra	2 años	5.0 kg	53	95	80	100	76	89	137
29	Macho	2 años	6.3 kg	84	103	71	97	102	109	79
30	Macho	3 años	5.4 kg	59	76	67	99	106	69	59

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 15: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial diastólica por canino de Lima Metropolitana.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	4 años	5.3 kg	63.6
2	Hembra	2 años	5.2 kg	88
3	Hembra	5 años	6.4 kg	73.4
4	Hembra	5 años	6.8 kg	65.2
5	Hembra	6 años	9.2 kg	50.2
6	Macho	6 años	5.2 kg	83
7	Hembra	4 años	8.8 kg	72.8
8	Hembra	2 años	5.1 kg	75.4
9	Hembra	3 años	8.1 kg	69
10	Macho	6 años	5.7 kg	81
11	Macho	4 años	6.8 kg	74.8
12	Macho	2 años	5.5 kg	68.6
13	Macho	6 años	8.1 kg	106.6
14	Macho	2 años	7.3 kg	61.4
15	Macho	4 años	8.5 kg	93.2
16	Hembra	5 años	5.3 kg	110
17	Macho	5 años	9.0 kg	91.2
18	Hembra	2 años	12.0 kg	65
19	Macho	2 años	10.2 kg	63.4
20	Macho	3 años	11.6 kg	77.8
21	Hembra	4 años	12.0 kg	94
22	Macho	6 años	10.5 kg	58.2
23	Macho	2 años	11.2 kg	85.6
24	Hembra	2 años	11.7 kg	95.8
25	Hembra	3 años	11.0 kg	81
26	Hembra	2 años	7.2 kg	105.4
27	Macho	2 años	6.5 kg	62.4
28	Hembra	2 años	5.0 kg	78.6
29	Macho	2 años	6.3 kg	86.6
30	Macho	3 años	5.4 kg	66

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 16: Valores de la presión arterial media de caninos sanos de Lima Metropolitana.**

PERRO	Datos			Presión media (mmHg)						
	SEXO	EDAD	PESO	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma
1	Macho	4 años	5.3 kg	64	89	71	82	103	119	111
2	Hembra	2 años	5.2 kg	115	120	118	143	114	141	162
3	Hembra	5 años	6.4 kg	104	100	103	86	125	166	110
4	Hembra	5 años	6.8 kg	67	69	149	142	113	77	100
5	Hembra	6 años	9.2 kg	88	71	74	58	48	175	94
6	Macho	6 años	5.2 kg	97	127	129	120	116	148	125
7	Hembra	4 años	8.8 kg	109	100	173	159	93	114	80
8	Hembra	2 años	5.1 kg	79	127	115	117	110	126	116
9	Hembra	3 años	8.1 kg	122	125	71	96	143	162	89
10	Macho	6 años	5.7 kg	81	115	104	109	129	143	95
11	Macho	4 años	6.8 kg	117	109	113	146	130	42	72
12	Macho	2 años	5.5 kg	183	119	82	45	127	79	133
13	Macho	6 años	8.1 kg	133	128	136	137	107	168	110
14	Macho	2 años	7.3 kg	55	107	100	94	110	83	89
15	Macho	4 años	8.5 kg	133	153	120	123	125	100	130
16	Hembra	5 años	5.3 kg	145	148	159	141	129	108	149
17	Macho	5 años	9.0 kg	150	124	125	102	114	125	138
18	Hembra	2 años	12.0 kg	51	110	106	157	127	205	79
19	Macho	2 años	10.2 kg	77	81	95	91	111	122	109
20	Macho	3 años	11.6 kg	186	164	122	106	92	100	96
21	Hembra	4 años	12.0 kg	62	151	137	112	139	147	126
22	Macho	6 años	10.5 kg	97	141	125	71	63	98	106
23	Macho	2 años	11.2 kg	100	98	154	140	115	88	105
24	Hembra	2 años	11.7 kg	136	125	68	85	159	204	174
25	Hembra	3 años	11.0 kg	108	120	180	141	89	95	151
26	Hembra	2 años	7.2 kg	136	147	116	141	137	124	117
27	Macho	2 años	6.5 kg	81	85	90	53	110	172	144
28	Hembra	2 años	5.0 kg	88	128	96	112	92	100	159
29	Macho	2 años	6.3 kg	123	130	107	123	146	121	113
30	Macho	3 años	5.4 kg	80	92	89	124	154	96	66

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 17: Promedio de los 5 valores más bajos de la presión arterial media por canino de Lima Metropolitana.**

PERRO	SEXO	EDAD	PESO	PROMEDIO (mmHg)
1	Macho	4 años	5.3 kg	81.8
2	Hembra	2 años	5.2 kg	121.6
3	Hembra	5 años	6.4 kg	100.6
4	Hembra	5 años	6.8 kg	85.2
5	Hembra	6 años	9.2 kg	67.8
6	Macho	6 años	5.2 kg	117
7	Hembra	4 años	8.8 kg	99.2
8	Hembra	2 años	5.1 kg	107.4
9	Hembra	3 años	8.1 kg	100.6
10	Macho	6 años	5.7 kg	100.8
11	Macho	4 años	6.8 kg	90.6
12	Macho	2 años	5.5 kg	90.4
13	Macho	6 años	8.1 kg	122.8
14	Macho	2 años	7.3 kg	84.2
15	Macho	4 años	8.5 kg	119.6
16	Hembra	5 años	5.3 kg	134.2
17	Macho	5 años	9.0 kg	118
18	Hembra	2 años	12.0 kg	94.6
19	Macho	2 años	10.2 kg	90.6
20	Macho	3 años	11.6 kg	103.2
21	Hembra	4 años	12.0 kg	115.2
22	Macho	6 años	10.5 kg	87
23	Macho	2 años	11.2 kg	101.2
24	Hembra	2 años	11.7 kg	114.6
25	Hembra	3 años	11.0 kg	110.6
26	Hembra	2 años	7.2 kg	126
27	Macho	2 años	6.5 kg	83.8
28	Hembra	2 años	5.0 kg	97.6
29	Macho	2 años	6.3 kg	117.4
30	Macho	3 años	5.4 kg	84.6

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 18: Promedio de los valores de la presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y presión arterial media (PAM) de la muestra de Lima Metropolitana.**

Parámetro	Promedio (mmHg)
PAS	144.7
PAD	78.2
PAM	102.3

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 7. Tabla de resultados de la prueba Shapiro- Wilk para la determinación de la distribución del total de los datos.

-> presin = P. Sistolica

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
valor	60	0.96547	1.877	1.357	0.08733

-> presin = P. Diastolica

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
valor	60	0.97344	1.444	0.792	0.21422

-> presin = P. media

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
valor	60	0.96869	1.702	1.146	0.12580

Los valores obtenidos de p son mayores a 0.05, por lo tanto, los datos de la presión arterial obtenidos presentan una distribución normal.

