

1-1-2011

Determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm

Mauricio José Merizalde Vanegas
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_veterinarias

Citación recomendada

Merizalde Vanegas, M. J. (2011). Determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_veterinarias/32

This Tesis de maestría is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Maestría en Ciencias Veterinarias by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS



Determinación de Parámetros Hematológicos, Proteínas Plasmáticas, Valores de
Presión Arterial y Electrocardiografía en 300 Caninos Sanos en Bogotá y la Sabana a
2600 msnm.

Trabajo de Grado

Mauricio José Merizalde Vanegas

Bogotá, Diciembre
2011

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS
ÉNFASIS MEDICINA INTERNA Y CIRUGIA DE PEQUEÑOS ANIMALES



Determinación de Parámetros Hematológicos, Proteínas Plasmáticas, Valores de Presión Arterial y Electrocardiografía en 300 Caninos Sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm.

Trabajo de Grado

Mauricio José Merizalde Vanegas. Código: 76072207

Director

Dr. Ernesto Andrés Dalmau Barros M. V., M.Sc.

Bogotá, Diciembre

2011

RESUMEN

El hemograma, los parámetros de presión arterial y electrocardiografía son herramientas diagnósticas imprescindibles en clínica de pequeños animales puesto que indican el estado de salud y la adaptación al medio donde se desenvuelven. El objetivo del estudio fue determinar dichos parámetros en caninos adultos sanos con características morfofisiológicas propias de este entorno. Fueron analizados parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas totales, presión arterial, electrocardiografía y eje cardiaco en 300 caninos sanos entre 2 y 6 años de edad, machos y hembras organizados por peso. De los parámetros hematológicos analizados se observó que los valores promedio de glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, neutrófilos y linfocitos obtenidos, fueron superiores a los valores de referencia para la especie. Diferente para los valores promedio de bandas y basófilos, cuyo resultado fue menor con respecto a la literatura. Confrontando los valores de todos los parámetros analizados entre hembras y machos, se encontraron diferencias significativas en el hemograma a nivel de hemoglobina; en cuanto a grupos de peso hubo diferencias significativas en hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media y en electrocardiografía, hubo diferencias en la amplitud y duración de onda P, intervalo PR, ST y QT. No se observaron diferencias significativas en los demás parámetros en este estudio. Estas divergencias se deben en su mayoría, a situaciones fisiológicas adaptativas frente a condiciones geográficas como la altitud; a variaciones generacionales y al mismo estado consciente de los animales al momento de los exámenes, ya que se producen condiciones de estrés. Se puede concluir así, que las condiciones medioambientales generan procesos adaptativos representados en modificaciones de los valores hemodinámicos y que a su vez, existe influencia del sexo y peso para algunos parámetros hematológicos y electrocardiográficos en los caninos adultos sanos.

Palabras claves: Hematología, presión arterial, electrocardiografía, eje cardiaco, caninos.

ABSTRACT

The blood count, blood pressure parameters and electrocardiography are essential diagnostic tools in small animal practice because they show health condition and adaptation to the environment where they develop. The objective of the research was to determine these parameters in healthy adult dogs with typical morphophysiological characteristics of this environment. Hematologic parameters, total plasma protein, blood pressure, electrocardiography and cardiac axis were analyzed in 300 healthy dogs between 2 and 6 years old, males and females organized by weight. From the hematological parameters analyzed was shown that the average values of red blood cells, hemoglobin, hematocrit, neutrophils and lymphocytes obtained were above the reference values for the specie. Different for the average values of bands and basophils because were lower as compared to the literature. Comparing the values of all parameters examined between females and males, significant differences were found in the complete blood count in hemoglobin; in terms of weight groups had significant differences in mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration and for electrocardiography here were significant differences of wave Q in amplitude and duration, P-R interval, S-T segment and Q-T interval. No significant differences in other parameters were observed in this study. These differences are mainly due to a physiological adaptability to geographical conditions such as altitude, with generational changes and the same consciousness in animals at the time of examination, because they occur under stress. One can thus conclude that the environmental conditions can generate adaptive processes represented in changes in hemodynamic values and in turn, there is influence of sex and weight for some hematological and electrocardiographic parameters in healthy adult dogs.

Keywords: Hematology, blood pressure, electrocardiography, cardiac axis, canines.

APROBACIÓN

DIRECTOR

Dr. Ernesto Andrés Dalmau Barros

JURADO

Dra. Claudia Aixa Mutis Barreto

JURADO

Dr. Frank Harry Suarez Sánchez

JURADO

Dr. Pilar Calvo Robayo

DIRECTIVOS

RECTOR	Hno. Carlos Gabriel Gómez Restrepo
VICERRECTOR ACADÈMICO	Hno. Fabio Humberto Coronado Padilla
VICERRECTOR DE PROMOCIÒN Y DESARROLLO HUMANO	Hno. Frank Leonardo Ramos
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO	Dr. Eduardo Àngel Reyes
VICERRECTOR INVESTIGACIÒN Y TRANSFERENCIA	Hno. Manuel Cancelado Jiménez
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS	Dr. Luis Carlos Villamil Jiménez
DIRECTOR MAESTRIA EN CIENCIAS VETERINARIAS	Dr. Germán Rodríguez Martínez

COMPROMISO

Los trabajos de grado no deben contener ideas que sean contrarias a la doctrina católica en asuntos de dogma y moral.

Ni la Universidad, ni el director, ni el jurado calificador son responsables de las ideas expuestas por el graduando

“ Ofrezco este importante logro de mi vida profesional y personal a la memoria y vida de Manuel José (†) y Esther Judith, mis padres quienes hicieron de mí un hombre bien; a Juan Sebastián mi hijo amado, mi razón de ser, a quien con mucho orgullo veo recorrer mis pasos en los pasillos de la Universidad, con absoluto compromiso, dedicación y brillantez; a mis hermanos y sus familias por su constante apoyo y reconocimiento y finalmente a Natalia y Gabriela mi presente y futuro personal y profesional”

“Quisiera retribuir a mis amigos que de una u otra forma me acompañaron en este inolvidable trasegar académico Pilar, Marysol, Juliana, Carlos, Edgar, Pedro Pablo y en general a todos los compañeros y maestros, pero muy especialmente a la Universidad de La Salle y sus directivas quienes me abrieron las puertas del Alma mater y me convirtieron en Maestro, hecho este que partió mi vida en dos”

A todos gracias infinitas gracias...

Mauricio

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.2 OBJETIVOS GENERAL.....	17
1.3 Objetivos específicos	17
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. HEMATOLOGÍA	19
2.1.1 Hemograma	26
2.1.2 Valores hematológicos de referencia para caninos.....	29
2.2 PROTEÍNAS PLASMÁTICAS	31
2.2.1 Valores de referencia de proteínas plasmáticas	32
2.3 PRESIÓN ARTERIAL (PA)	32
2.3.1 Métodos directos de medición de PA.....	34
2.3.2 Métodos no invasivos de medición de PA.....	35
2.3.3 Valores normales de PA.....	36
2.4 ELECTROCARDIOGRAMA (ECG).....	38
2.4.1 Despolarización cardiaca	39
2.4.2 Formación de las ondas electrocardiográficas	41
2.4.3 Ritmo sinusal y arritmia sinusal.....	43
2.4.4 Valores de referencia para electrocardiografía	44
2.4.3 Beneficios y limitaciones del ECG.....	45
2.5 EJE CARDIACO	47
2.5.1 Valores normales de eje cardiaco	48
3. MATERIAL Y MÉTODOS	50
3.1 MATERIAL.....	51
3.1.1 Material biológico	51
3.1.2 Material de toma de muestra.....	52
3.1.3 Equipos para toma y medición de PA y ECG	52
3.2 MÉTODOS.....	53

3.2.1 Inmovilización y toma de muestra sanguínea	53
3.2.3 Procesamiento de la muestra.....	53
3.2.4. Medición de PA y ECG.....	55
3.2.5. Medición de Eje Cardíaco	57
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	57
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6. LISTA DE REFERENCIAS	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros hematológicos en caninos sanos durante la determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm, 2011.	60
Tabla 2. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros hematológicos en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 60, 11 - 20 Kg n: 60, 21 - 30 Kg n: 60, 31 - 40 Kg n: 59, > 40 Kg n: 52).	67
Tabla 3. Análisis estadístico para el parámetro de hemoglobina corpuscular media por intervalos de peso, 2011.	68
Tabla 4. Análisis estadístico para el parámetro de concentración de hemoglobina corpuscular media por intervalos de peso, 2011.	69
Tabla 5. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros hematológicos en 300 caninos sanos descritos por género.	71
Tabla 6. Análisis estadístico para el parámetro de Hemoglobina separado por sexo.	72
Tabla 7. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de proteínas plasmáticas en caninos sanos.	74
Tabla 8. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de proteínas plasmáticas en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 77, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 63).	74
Tabla 9. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de proteínas plasmáticas en caninos sanos descritos por género.	74
Tabla 10. Promedio, desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de presión arterial en caninos sanos.	75
Tabla 11. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de presión arterial en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 kg n: 52, 11 - 20 kg n: 44, 21 - 30 kg n: 78, 31 - 40 kg n: 63, > 40 kg n: 60).	76
Tabla 12. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de presión arterial en caninos sanos descritos por género.	76
Tabla 13. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada I de caninos sanos.	77
Tabla 14. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada II de caninos sanos.	78
Tabla 15. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada III de caninos sanos, 2011.	79

Tabla 16. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVr de caninos sanos, 2011.	80
Tabla 17. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVI de caninos sanos, 2011.	81
Tabla 18. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVf de caninos sanos, 2011.	82
Tabla 19. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros electrocardiográficos en Derivada II de caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 76, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 60).....	84
Tabla 20. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de ECG en Derivada II de caninos sanos descritos por género.....	85
Tabla 21. Análisis estadístico para el parámetro de amplitud de onda P por intervalos de peso.	86
Tabla 22. Análisis estadístico para el parámetro de duración de onda P por intervalos de peso.	87
Tabla 24. Análisis estadístico para el parámetro de intervalo ST por grupos de peso.	90
Tabla 25. Análisis estadístico para el parámetro de intervalo QT por grupos de peso, 2011.	92
Tabla 26. Promedio y desviación estándar (\pm DE), valores mínimos y máximo de los parámetros de eje cardiaco en caninos sanos.	95
Tabla 27. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de eje cardiaco en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 76, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 63).....	95
Tabla 28. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de eje cardiaco en caninos sanos descritos por género, 2011.	96

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Promedios por intervalos de peso del parámetro de hemoglobina corpuscular media	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de concentración de hemoglobina corpuscular media.....	69
Figura 3. Promedios por intervalos de peso del parámetro de hemoglobina.	72
Figura 4. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de amplitud de onda P.	86
Figura 5. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de duración de onda P.	87
Figura 6. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo PR.	90
Figura 7. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo ST.....	91
Figura 8. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo QT.	92

INTRODUCCIÓN

Los exámenes complementarios que se realizan a los pacientes en medicina veterinaria tienen un gran valor diagnóstico al igual que el examen de exploración física inicial y permiten la precisión, cuantificación y clarificación del estado fisiológico o patológico de los caninos y en este caso, la valoración cardiovascular completa que se pueda realizar a partir de este estudio. Herramientas tan importantes como el hemograma o CBC (Complete Blood Cell Count), se convierte en una base de datos que puede emplearse para monitorear la respuesta a un tratamiento, estableciendo la gravedad de una enfermedad, siendo así, punto de partida para la formulación de una lista de diagnósticos diferenciales dividiéndose en tres secciones: evaluación de eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Estos parámetros pueden interpretarse de forma individual, aunque al integrarlos, el rendimiento diagnóstico es mayor (Barger, 2003).

Con otros exámenes, como el análisis de las proteínas plasmáticas, las cuales en determinado momento, están en función del equilibrio hormonal, nutricional, balance hídrico y de otros factores que afectan el estado de salud, así como el estado de renovación de las distintas proteínas, deben ser interpretadas considerando datos generales del paciente, como especie, raza, edad, sexo; así como los datos de historia clínica y datos de anamnesis; y también se debe tener en cuenta que pueden producirse hiperproteinemias causadas con más frecuencia por hemoconcentración, inflamación y neoplasias e hipoproteinemias por disminución en

la síntesis proteica, pérdida de proteínas, edad y sobrehidratación (Núñez Ochoa y Bouda, 2008).

De esa forma, al integrar exámenes hematológicos y de tipo cardiovascular como presión arterial, electrocardiografía y eje cardiaco en los caninos, se pueden determinar posibles alteraciones con análisis y resultados integrados, cuyo valor agregado permite la detección de un diagnóstico preciso, ya que proporcionan un registro permanente de la frecuencia y ritmo cardiaco (Schaer, 2006).

Para la utilización de los valores de referencia durante la práctica médica, el especialista recurre a los manuales clásicos de información veterinaria según (Meyer y Harvey, 2007) o a publicaciones de trabajos realizados sobre constituyentes sanguíneos en animales. Por otra parte, los laboratorios encargados del procesamiento de las muestras, comúnmente refieren valores normales provenientes de laboratorios y universidades extranjeras que no están adaptados a las condiciones del país o región.

En este sentido, diversos estudios han establecido los valores de química clínica, hematología y otras variables fisiológicas de diferentes especies de animales domésticos y de laboratorio, revelando diferencias en función de sexo, especie y edad. Otros aspectos que influyen en la variación de los valores bioquímicos y hematológicos reportados, son las condiciones de la recolección de la muestra, el sitio de punción y el método usado para la determinación. Wolford y col., et., al citado en (Castellano y Castellano, 2010).

Los estudios que se han realizado, han sido en centros extranjeros los cuales han puesto de manifiesto valores hematológicos y cardiovasculares normales en caninos con condiciones topográficas y de entorno diferentes a este medio, lo cual

podría alterar el análisis y los resultados; y posiblemente los parámetros medidos; de otro modo, existen estudios en Colombia que se han realizado en pacientes caninos sanos pero que de una u otra forma no son actuales, ya que a medida que el tiempo pasa, las condiciones nutricionales y ambientales mudan.

Estudios como el realizado por (Castellano et al., 2010) en Venezuela, referencia valores de bioquímica sérica en caninos (proteínas totales); (Ortega Tamayo, Cerquera y Gutierrez Salamanca, 2006) establece una base de datos de medidas electrocardiográficas para Bogotá, creando un referente para este medio y a nivel de presión arterial existen estudios como el de (Ruíz Rodríguez, 2007) mediante el método oscilométrico, en el cual se determina la presión arterial sistólica, diastólica y media y de ese modo, crear una base de datos en caninos sanos bajo condiciones ambientales como las de Bogotá.

El objetivo de este estudio es determinar valores normales a nivel hematológico, de proteínas plasmáticas, presión arterial, electrocardiografía y eje cardiaco en caninos con características propias de la región, construyendo y actualizando así, un referente para el diagnóstico de animales cardiológicamente sanos o con posibles alteraciones. Adicionalmente, se contará con medios y equipos especializados que actualmente apoyan, soportan y mejoran la obtención de un adecuado diagnóstico clínico.

1.1 OBJETIVOS

1.2 OBJETIVOS GENERAL

Determinar los parámetros hematológicos, de proteínas plasmáticas, presión arterial y valores electrocardiográficos en 300 caninos sanos en Bogotá y cuatro municipios de Cundinamarca anexos a la sabana de Bogotá.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar los rangos de valores hematológicos y proteínas plasmáticas totales en caninos de Bogotá y cuatro municipios de Cundinamarca anexos a la sabana de Bogotá.
- Determinar los rangos de valores de presión sistólica, diastólica y presión arterial mediante el método oscilométrico.
- Establecer los rangos de valores electrocardiográficos en duración y en amplitud en derivaciones unipolares (aVr, aVI y aVf) y bipolares (I, II y III), principalmente la derivación II, identificando en cada derivada la duración y altura de onda P, intervalo PR, profundidad onda Q, altura onda R, profundidad S, intervalo ST, duración y forma onda T y segmento QT.
- Determinar a partir del análisis de los electrocardiogramas, el eje cardiaco a través del método de coordenadas de las derivaciones I y III.

- Comparar los parámetros identificados en esta investigación con los reportados en la literatura, de forma que se actualicen los valores de referencia que hasta ahora existen.
- Integrar e interrelacionar la información obtenida, la cual servirá como base de datos referencial.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. HEMATOLOGÍA

La hematología veterinaria se ha convertido en los últimos años en una ciencia que interesa cada día más a los médicos veterinarios en nuestro país. Esto se debe por una parte al interés de los profesionales por aprender, a la información actualizada que cada día se encuentra más al alcance del veterinario y a la importante labor de difusión que realizan los laboratorios fabricantes de equipos automatizados (Lajara L., 2010).

La interpretación de hemogramas, o evaluación de la sangre periférica, es una de las bases del estudio clínicopatológico del paciente enfermo, tanto desde la perspectiva de realizar el diagnóstico inicial y pronóstico, como desde la perspectiva de monitorear la respuesta a la terapia. La interpretación de un hemograma es una evaluación integrada de los diversos exámenes del recuento sanguíneo completo (CBC, por su sigla en inglés), que consiste en datos de glóbulos blancos, glóbulos rojos, y plaquetas (Barger, 2003).

El recuento sanguíneo completo tiene componentes tanto cualitativos como cuantitativos. El componente cualitativo es la evaluación de la morfología de los glóbulos en el frotis sanguíneo periférico. Los componentes cuantitativos comprenden todas las cantidades numéricas que se encuentran en el recuento

sanguíneo completo: recuentos totales de glóbulos, recuento diferencial de glóbulos blancos, hematocrito, hemoglobina, índices de glóbulos rojos y proteína total en plasma. La correcta interpretación de hemogramas se basa en una clara comprensión de la fisiología y patofisiología de los diversos componentes del sistema hematopoyético (Rebar, 2003).

El CBC puede ser una herramienta de gran alcance. La adecuada evaluación de todos los aspectos del CBC puede conducir a un diagnóstico específico o ayudara descartar muchas enfermedades. Para obtener un completo beneficio del CBC, se debe realizar junto con una buena historia clínica y exploración física, así como con elementos adicionales de referencia, que incluyen un panel de química y análisis de orina. (Barger, 2003).

En los animales sanos, el 45% del volumen de su sangre son células, glóbulos rojos o eritrocitos (la mayoría), glóbulos blancos o leucocitos y plaquetas o trombocitos, el plasma, constituye el resto de la sangre, del cual el 95% es agua que contiene nutrientes como glucosa, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas (Voigt, 2003).

Los eritrocitos tienen tres funciones: transporte de oxígeno (O_2) a los tejidos, transporte de dióxido de carbono (CO_2) a los pulmones y capta (por medio de la hemoglobina) iones de hidrógeno (H^+). El contenido de oxígeno en la sangre depende de la hemoglobina, la presión parcial de oxígeno disuelto que es la responsable de la estimulación para la producción de eritropoyetina y la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno (Willard y Tvedten, 2004); la afinidad global de la hemoglobina por el O_2 se reduce por incremento de H^+ , CO_2 , temperatura y en la mayoría de mamíferos por 2,3 difosfoglicerato (2,3 DPG) (Meyer, 2004). Los

eritrocitos circulan en la sangre por un periodo finito de tiempo (tiempo de sobrevivencia o vida media) cuyos rangos van desde 2 a 5 meses en animales domésticos dependiendo de la especie, la vida media de los eritrocitos está relacionada con el peso y consecuentemente con la tasa metabólica, en los pequeños animales que tienen alta tasa metabólica la vida media es menor (Latimer, Mahaffey y Prasse, 2003). En los perros, el período de vida de los glóbulos rojos circulantes es de aproximadamente 100 días, por lo tanto, diariamente solo alrededor del 1% de los glóbulos rojos circulantes mueren y deben ser reemplazados (Rebar, 2003).

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

Los neutrófilos son esenciales en la defensa frente a microorganismos invasores, principalmente las bacterias. Para que sean eficaces, deben reconocer las señales inflamatorias, abandonar la sangre, migrar por los tejidos hacia una zona en la que haya bacterias y neutralizarlas (Meyer y Harvey, 2007). Poseen múltiples

lóbulos nucleares separados por constricciones (polimorfonucleares) y en su citoplasma contienen gránulos de dos tipos primarios o gránulos azurofílicos los cuales no son visibles después del estado de desarrollo promielocítico, estos son lisosomas que contienen elementos microbicidas (mieloperoxidasa, lisosimas, defensinas y proteínas que inducen a la permeabilidad bacteriana) y enzimas (ácido hidrolasas, proteasas neutrales y elastasa), y gránulos secundarios o específicos que incluyen elementos microbicidas (lactoferrina, lisosima) y enzimas (colagenasa, apolactoferrina, activador del plasminógeno) (Latimer et al., 2005).

Los eosinófilos poseen distintivos gránulos citoplasmáticos color rojo-anaranjado (eosinófilicos), que son circulares y de variados tamaños en los perros, contienen no solo enzimas hidrolíticas y peroxidasa al igual que los gránulos de los neutrófilos, sino también un núcleo de proteína básica que facilita la gran compatibilidad de los gránulos para con la tinción eosina. Al igual que los neutrófilos los eosinófilos responden quimiotacticamente a los productos bacterianos y a los fragmentos del complemento (Meyer et al., 2007).

Los eosinófilos son bactericidas in vitro, pero es incierto hasta qué grado lo son. Sin embargo, es claro su rol en la moderación de reacciones de hipersensibilidad; los eosinófilos elaboran antihistaminas (aminooxidasas) y prostaglandinas que inhiben la degranulación de los mastocitos. También participan en el control de infecciones parasitarias, las principales proteínas básicas de los gránulos causan daños considerables en la superficie del parásito, lo cual le produce la muerte. Poseen una vida media circulante mucho menor a la de los neutrófilos (4 a 8 horas), de minutos a varias horas. (Rebar, 2003).

Los basófilos tienen núcleos segmentados y características bioquímicas similares a la de los mastocitos, pero son dos tipos celulares diferentes y se encuentran en bajo número en circulación. Contienen la mayor parte de la histamina que se detecta en sangre. La histamina se une a poli aniones (incluyendo la heparina) y estos poli aniones son responsables de la tinción metacromática (de color púrpura con tinciones azules) de los gránulos. Los basófilos están implicados en alteraciones alérgicas. Tras la unión de un antígeno a un anticuerpo específico de IgE unido a la superficie, estas células la degranulan y liberan histamina y otros mediadores que son responsables de la inflamación presente y las reacciones de hipersensibilidad inmediata. Otros materiales extraños (agentes físicos o químicos) pueden también provocar degranulación de estas células. En algunos casos, esta reacción puede ayudar a expeler el material extraño (Meyer et al., 2007).

Los linfocitos son una población mixta de células B y T, son el principal componente celular de la inmunidad en el organismo, los linfocitos B sintetizan los anticuerpos responsables de la inmunidad humoral y lo T son el principal componente de la inmunidad celular, participan en la regulación y el control inmunitario y algunos son citotóxicos, sus funciones son en general la producción de anticuerpos circulantes y la expresión de la inmunidad celular, refiriéndose esto último al autorreconocimiento inmune, hipersensibilidad retardada, rechazo a injertos y reacciones injerto contra huésped; los linfocitos T son timo-dependientes y los linfocitos B son médula ósea dependientes, aproximadamente el 70 a 80% de los linfocitos en sangre periférica muestran características de células T, las cuales tienen una vida media de varios años, así como una gran capacidad y velocidad para recircular entre la sangre y los tejidos, también almacenan y conservan la "memoria

inmunológica" (células T de memoria) y una vez activadas, son las células efectoras o ejecutoras (células asesinas) de la inmunidad celular y secretan sustancias biológicamente activas (linfoquinas) que sirven de mediadores solubles de inmunidad en la respuesta inflamatoria. Por su parte las células B participan en la formación de anticuerpos humorales (Sodikoff, 2002); las proporciones relativas de linfocitos T y B pueden alterarse por defectos congénitos del sistema inmunológico, en el linfoma y en algunas infecciones virales, las células B constituyen un reducido porcentaje de los linfocitos circulantes y para identificarlas son necesarias técnicas diagnósticas especiales (Meyer et al., 2007).

El sistema monocito/macrófago representa la segunda ramificación del sistema fagocítico y el nexo principal entre el sistema inmunológico específico y el no-específico. Anteriormente se conocía a este grupo de células como el sistema reticuloendotelial, y comprende no solo los monocitos circulantes sino también los macrófagos fijos del hígado, bazo, cerebro y de los nódulos linfáticos. Los monocitos son los precursores de todos los macrófagos, se originan en médula ósea, circulan en sangre periférica y se alojan en los tejidos en donde se diferencian más según sea necesario. Entre las células diferenciadas del sistema monocito/macrófago se encuentran los macrófagos activados, las células epiteloides y las células gigantes inflamatorias multinucleadas. Los macrófagos modifican antígenos de manera tal, que pueden ser identificados por los inmunocitos (células procesadoras de antígenos), liberan numerosos mediadores inflamatorios que reclutan neutrófilos, otros monocitos y linfocitos hacia los focos inflamatorios, regular los depósitos de hierro (Rebar, 2003).

Las plaquetas en mamíferos son pequeños fragmentos celulares anucleados redondos u ovalados que se forman a partir de cilindros de citoplasma de los megacariocitos. Tiene una vida media de 5-10 días. El bazo almacena cerca del 30% de la masa plaquetar total en humanos, pero la contracción esplénica tras la estimulación α -adrenérgica (como ocurre en el ejercicio) no resulta en una trombocitosis en caballos o perros (Meyer et al., 2007).

El 90% o más de los trastornos hemorrágicos en los perros se producen por anormalidades en la función o cantidad de las plaquetas, la importancia clínica de estas células no debería subestimarse. Más aun, las plaquetas contienen una cantidad significativa de moléculas biológicamente activas que moderan casos como inflamación, neovascularización, trombosis, hemostasis, fibrinólisis y coagulación (Rebar, 2003).

Las plaquetas tienen tres funciones en la hemostasia. Primero se forma un agregado de plaquetas en la zona lesionada del vaso. La formación del agregado por si sola es suficiente para parar el sangrado en un vaso pequeño. En segundo lugar, la activación de las plaquetas resulta en la traslocación de fosfolípidos cargados negativamente (principalmente fosfatidilserina) de las superficies internas a las externas de las plaquetas. Estos aminofosfolípidos unen ciertos factores de coagulación de forma cercana, acelerando la coagulación. Finalmente, la presencia de plaquetas ayuda a mantener la integridad vascular normal de algún modo. El endotelio vascular es fino y es más propenso a romperse en animales con recuentos plaquetares bajos (trombocitopenia) (Meyer et al., 2007).

2.1.1 Hemograma

El hemograma completo (HC) es un perfil de pruebas utilizado para describir la cantidad y calidad de los elementos celulares presentes en la sangre y de algunas sustancias halladas en el plasma. El HC es un método de detección efectivo en relación con los costos, que detecta muchas anormalidades y cuadros patológicos (Willard, Tvedten y Tundwald, 2004).

2.1.1.1 Análisis del Hemograma

El hemograma completo (HC) debe ser evaluado de manera sistemática. El primer paso incluye identificar los resultados de una prueba anormal y utilizar los términos científicos adecuados para describir las anormalidades. Los adjetivos tales como leve, moderado o marcado reflejan la magnitud del cambio. Los resultados anormales de las pruebas son los que por lo general no están incluidos dentro de los valores de referencia para esa especie. No obstante, dichos valores de referencia habitualmente corresponden a animales adultos, no separados por edad, sexo o raza. Estos factores pueden ser significativos (Willard et al., 2004).

El segundo paso en la evaluación de los resultados anormales es agrupar ciertos conjuntos de datos dentro del HC. Por ejemplo, un Volumen Celular Aglomerado (VCA) bajo (anemia) debería estar relacionado con las pruebas de eritropoyesis de la medula ósea, como el recuento de reticulocitos, la policromasia y observaciones en la morfología de los eritrocitos. La descripción puede reflejar la presencia de una intensa anemia con marcada regeneración y muchos esferocitos.

La leucopenia debería relacionarse con un resumen de todos los leucocitos y la morfología de los glóbulos rojos. La descripción puede indicar la presencia de una neutropenia intensa con mayor existencia de formas inmaduras que maduras de neutrófilos y marcadas alteraciones tóxicas (Willard et al., 2004).

El tercer paso incluye extraer conclusiones provenientes del conjunto de resultados del HC. Por ejemplo, una anemia grave con marcada regeneración, valores de proteínas plasmáticas de altos a normales, moderada cantidad de esferocitos y autoaglutinación, sugiere un probable diagnóstico de anemia hemolítica inmunomediada (AHIM). La marcada leucocitosis, neutrofilia y moderada desviación a la izquierda sin cambios tóxicos, por lo general se asocia con AHIM y no indica necesariamente la existencia de una infección. Probablemente, la linfopenia se debe a estrés, a una infección viral o al tratamiento esteroide. La magnitud de un cambio tiene significado diagnóstico y debe ser evaluado. La anemia en animales enfermos a menudo es leve. Cerca del 16-29% de las muestras de anemia en caninos presenta un VCA mayor del 30%. La anemia leve es por lo común secundaria a la enfermedad primaria (por ej., anemia de la enfermedad inflamatoria o insuficiencia hepática) y se debe investigar la enfermedad primaria. No obstante, una anemia grave (es decir, VCA < del 20% en perros), debe ser evaluada como un problema hematológico primario. Los índices hematimétricos (Volumen Corpuscular Medio, Hemoglobina Corpuscular Media y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media) reflejan el tamaño celular y concentración de Hemoglobina globales y colaboran en la evaluación del paciente anémico. Las denominaciones hipo, normo e hipercrómica se refieren a los valores de la Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (Grindem, 1999).

Los desacuerdos entre los valores normales obtenidos por varios investigadores se refieren principalmente a las diferencias en estos factores, que incluyen el número, origen, edad, sexo, raza, salud y nutrición de los animales utilizados en el estudio, así como el método de recogida de sangre y las técnicas hematológicas empleadas. Variables fisiológicas, como la excitación de los animales, la actividad muscular, el tiempo de muestreo, la temperatura ambiente, el equilibrio del agua y la altitud, también pueden generar diferencias significativas. Por lo tanto, pueden producirse variaciones en algunos valores hematológicos de tipo regional, como en los parámetros eritrocitarios. Por esto, los animales a gran altura tienen mayor número de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y hematocrito que aquellos situados a nivel del mar (Jain, 1993).

Según menciona (Jain, 1993) “es bien conocido que la reducción de la presión de oxígeno provoca un aumento de la producción y liberación de eritropoyetina, estimulando así, la eritropoyesis”.

La hipoxia producida por la altura, hace que el organismo responda mediante una serie de modificaciones a nivel cardiovascular, respiratorio, hematológico, metabólico y neurológico. Estos mecanismos se ponen en marcha ya a partir de los 3.000 metros, e intentan compensar el descenso del oxígeno ambiental.

El aumento de la secreción de eritropoyetina, al cabo de pocas horas del ascenso, y el del hematocrito y hemoglobina al cabo de 5-7 días son las modificaciones hematológicas más significativas en relación con la hipoxia de la altura. Asimismo se produce un aumento de la viscosidad sanguínea, y un desplazamiento de la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la derecha.

La coagulación está también alterada, con aumento del fibrinógeno, disminución de la actividad fibrinolítica, y secuestro de plaquetas en el tejido pulmonar, que hace que su número descienda en los primeros 4 días hasta un 10% de la cifra inicial (Hernández, Fernández, & Ruíz, 2004).

2.1.2 Valores hematológicos de referencia para caninos

En el año 2007 Meyer reporta los valores promedio de referencia para hematología obtenidos del hospital veterinario Universitario de Florida en animales adultos sanos: glóbulos rojos $5,4 - 7,8 \times 10^6 / \mu\text{l}$; hemoglobina 13 – 19 g/dl; hematocrito 37 – 54%; MCV 62 – 74 fL; MCHC 32 – 36 g/dl; MCH 22 – 27 pg; plaquetas 160 – 430 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; glóbulos blancos 6,0 – 17,0 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; bandas 0 – 0,3 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; neutrófilos 3,0 – 11,5 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; linfocitos 1,0 – 4,8 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; monocitos 0,15 – 1,35 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; eosinófilos 0,1 – 1,25 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; basófilos $< 0,1 \times 10^3 / \mu\text{l}$.

Day, Mackin y Littlewood reportan en 2002 los valores promedio de referencia de la *British Small Animal Veterinary Association* BSAVA así; glóbulos rojos 5,4 – 8 $\times 10^6 / \mu\text{l}$; hemoglobina 12 – 18 gr/dl; hematocrito 35 – 55%; MCV 65 – 75 fl; MCHC 34 – 37 g/dl; plaquetas 150 – 400 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; glóbulos blancos 6 – 18 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; bandas 0 – 0,3 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; neutrófilos 3 – 12 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; linfocitos 0,8 – 3,8 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; monocitos 0,1 – 1,8 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; eosinófilos 0,1 – 1,9 $\times 10^3 / \mu\text{l}$, basófilos 0 – 0,2 $\times 10^3 / \mu\text{l}$.

Otros autores como Feldman, Zinkl y Jain, (2000) menciona valores determinados en la Universidad de Davis California para glóbulos rojos de 5,5 – 8,5 $\times 10^6 / \mu\text{l}$; hemoglobina 12 – 18 g/dl; hematocrito 37 – 55%; MCV 60 – 77 fl; MCHC 32 – 36 g/dl; plaquetas 200 – 500 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; glóbulos blancos 6 – 17 $\times 10^3 / \mu\text{l}$; bandas 0 –

0,3 x 10³/μl; neutrófilos 3 – 11,5 x 10³/μl; linfocitos 1 – 4,8 x 10³/μl; monocitos 0,15 – 1,35 x 10³/μl; eosinófilos 0,1 – 1,25 x 10³/μl; basófilos raros.

Según Latimer, Maheffey y Prasse, (2005) los valores de referencia, procedentes de animales adultos sanos de la *University of Georgia College of Veterinary Medicine* para glóbulos rojos es de 4,95 – 7,87 x 10⁶/μl; hemoglobina 11,9 – 18,9 g/dl; hematocrito 35 – 57%; MCV 66 – 77 fl; MCHC 32,0 – 36,3 g/dl; MCH 21,0 – 26,2 pg; plaquetas 211 – 621 x 10³/μl; glóbulos blancos 5,0 - 14,1x 10³/μl; bandas 0,0 – 0,45 x 10³/μl; neutrófilos 2,9 – 12,0 x 10³/μl; linfocitos 0,4 – 2,9 x 10³/μl; monocitos 0,1 – 1,4 x 10³/μl; eosinófilos 0,0 – 1,3 x 10³/μl; basófilos 0,0 – 0,14 x 10³/μl.

En la cuarta edición del 2004 Willard reporta los valores promedio de referencia empleados en el Centro Clínico Veterinario de la Universidad Estatal de Michigan para glóbulos rojos de 6,15–8,70 x 10⁶ / μl; hemoglobina 14,1 – 20 g/dL; hematocrito 43,3 – 59,3%; MCV 63 – 77,1 fl; MCHC 29,9 – 35,6 g/dl; MCH 21,1 – 24,8 pg; plaquetas 164 – 510 x 10³/ μl; glóbulos blancos 6,02 – 16,2 x 10³ / μl; neutrófilos 3,23 – 10,85 x 10³ / μl; linfocitos 0,53 – 3,44 x 10³ / μl; monocitos 0 – 0,43 x 10³ / μl; eosinófilos 0 – 1,82 x 10³ / μl; basófilos 0,01 – 0,54 x 10³ / μl.

Son considerados como valores fisiológicos para los parámetros hematológicos en caninos por Cunningham y Klein, (2009) los siguientes intervalos: glóbulos rojos 5,0 - 7,9 x 10⁶ / μl; hemoglobina 12 – 19 g/dl; hematocrito 35 – 57%; MCHC 32 – 36 g/dL; MCH 21 – 26 pg; plaquetas 210 – 620 x10³/ μl; glóbulos blancos 5,0 – 14,0 x 10³ / μl.

2.2 PROTEÍNAS PLASMÁTICAS

Las proteínas plasmáticas (pp) son un grupo heterogéneo de proteínas con diversas funciones, pesos moleculares y densidades de carga eléctrica. Pero se incluyen principalmente en dos grupos: albúmina y globulinas: α_1 , α_2 , β , γ (en esta última fracción están incluidos el fibrinógeno, el complemento y los anticuerpos). La concentración de proteínas en el plasma, en determinado momento, está en función del equilibrio hormonal, nutricional, balance hídrico y de otros factores que afectan el estado de salud, así como el estado de renovación de las distintas proteínas. Por lo anterior, la interpretación de las concentraciones de proteínas en la sangre debe considerar los datos generales del paciente, como especie, raza, edad, sexo; así como los datos de historia clínica (tipo y frecuencia de la alimentación, enfermedades previas al problema actual) y datos de anamnesis (información sobre el problema actual). La concentración de las proteínas plasmáticas se obtiene a partir de sangre con anticoagulante (Nuñez Ochoa y Bouda, 2008).

Las proteínas totales y la albúmina se sintetizan de forma predominante en el hígado, aunque también contribuyen en su producción las células plasmáticas.

Cuantitativamente la proteína más importante es la albúmina (35 – 50 % de la concentración total de proteínas séricas) (Kaneko, 1989). Al resto de proteínas se las conoce en conjunto como globulinas. Las funciones de las proteínas son muchas y variadas, pero las más importantes son las referentes al mantenimiento de la presión osmótica del plasma, el transporte de sustancias a través del cuerpo, la inmunidad humoral, la acción tampón y la regulación enzimática (Davidson, Else y Lumsden, 2000).

2.2.1 Valores de referencia de proteínas plasmáticas

Según Meyer et al., (2007), “los valores fisiológicos de proteínas plasmáticas son de 6,0 – 7,8 g/dl”; para Latimer et al., (2005) “los intervalos de referencia para proteínas totales séricas son de 5,4 – 7,5 g/dl”; y en un estudio reciente hecho por Castellano et al., (2010), el “valor de referencia es de $6,1 \pm 0,73$ g/dl”.

Los caninos al nacimiento comúnmente presentan concentraciones de proteínas plasmáticas por debajo de 5.0 g/dl, entre los 4 y 6 meses de edad se encuentran entre 6.0 7.0 gr/dl y en caninos de 1 año o adultos comúnmente presentan un nivel de proteína plasmática entre 7.0 y 8.0 g/dl (Jain, 1993).

Otros autores como Feldman et al., (2000), referencia valores normales de 6 – 7,5 g/dl; para Day et al., (2000) el valor de proteínas plasmáticas se encuentra entre 5-8 g/dl y para otros autores como Willard et al., (2004) está entre 5,3-7,6 g/dl.

Recientemente, en Colombia no se han realizado estudios sobre los valores de referencia para proteínas plasmáticas totales, con los cuales, se pueda comparar o establecer si existen o no variaciones y si estas son o no significativas.

2.3 PRESIÓN ARTERIAL (PA)

El estudio de la presión arterial (PA), data de 1711 cuando el Clérigo inglés Stephen Hales, realizó la primera determinación en forma invasiva de la PA en una yegua, pero no es hasta 1895 cuando el italiano Riva Rocci (determinación de la presión por palpación digital) y el ruso Korotkoff, que desarrollan el método auscultatorio; es que la toma no invasiva de presión comienza a difundirse en Medicina Humana (Mucha, 2007).

Se puede definir la presión arterial, como la fuerza ejercida por la sangre, sobre cualquier área de la pared vascular, y desde un punto hemodinámico como el producto del volumen sanguíneo contenido en el sistema arterial por la resistencia vascular (Belerian, Mucha, Camacho y Grau, 2007).

“La presión arterial se define como la fuerza ejercida por el fluido sanguíneo sobre las paredes de las arterias. Esta fuerza es pulsátil debido a las contracciones intermitentes del corazón creando un movimiento ondulante”, como lo menciona Love y Harvey, (2006). La presión sanguínea está regulada por los sistemas renal, endocrino, cardiovascular, neurogénico y factores externos. Trauvelter, (2002) afirma que “en el perro un cambio en el tono simpático causado por la presencia de personas extrañas y/o medio ambiente extraños, serían los principales responsables de un aumento rápido de la presión arterial bajo condiciones clínicas normales”.

“La presión arterial (PA) está determinada por la acción de bombeo del corazón, la resistencia periférica, la viscosidad de la sangre, la cantidad de sangre en el sistema arterial y la elasticidad de las paredes arteriales”, según Swenson y Reece, (1999). La máxima presión alcanzada en la sístole se denomina presión sistólica, y la presión más baja del pulso que aparece antes de que empiece el incremento sistólico, se llama presión diastólica. La presión arterial media es la fuerza promedio con la que la sangre se introduce a todos los órganos del cuerpo, como se refiere (Belerian, et al., 2007) “la presión arterial es el producto del VMC (volumen minuto cardíaco o gasto cardíaco) por la resistencia periférica, expresada en la siguiente ecuación:

$$Q = \Delta P / R_P \quad VMC = PA / R_P \quad \text{por lo tanto, } PA = VMC \times R_P.$$

Q expresa el flujo y éste es igual al VMC. ΔP indica la diferencia de presiones ($P_1 - P_2$) y RP la resistencia periférica. Como P_1 es la presión aórtica media (PAM) y P_2 indica la presión en aurícula derecha (PAD), que es cercana a 0, la presión arterial es igual a la PAM, y ésta se obtiene prácticamente de medir las presiones sistólica y diastólica y calcular: $PAM = (PS + PD + PD)/3$. Existen dos métodos de determinar la PA, el invasivo que es cruento, con obtención de valores más reales, pero con poca aplicación clínica y los métodos no invasivos o indirectos que determinan valores confiables y de aplicación diaria”.

2.3.1 Métodos directos de medición de PA

Se trata de un método invasivo y cruento, que está reservado por lo general a monitoreos quirúrgicos o determinaciones de PA en investigación, ya que se basa en la colocación en una arteria periférica de una aguja o catéter heparinizado, y este se conecta a un juego de tubos y un manómetro aneroide o mejor aún a un transductor que permite la visualización de la curva de presión en un monitor y/o registrarla en papel. Las arterias más comúnmente utilizadas son la metatarsiana dorsal, la sublingual y la femoral; esta técnica obviamente, es difícil de realizar en animales sin sedar, debido al dolor, y este va a producir una alteración en los registros, debido a la liberación de catecolaminas. Otros inconvenientes suelen ser la formación de hematomas, infecciones y alteraciones de registro debido a un efecto de pared, alterándose el flujo por contacto de pared vascular y catéter (Mucha, 2007).

2.3.2 Métodos no invasivos de medición de PA

Dentro de los métodos indirectos de medición de la presión arterial se incluye auscultación, ultrasonografía doppler, oscilometría y pletismografía. Todos los métodos indirectos se basan en el uso de un manguito inflable que se coloca alrededor de una de las extremidades, el cual se infla hasta detener el flujo sanguíneo hacia distal, al desinflarse el manguito, y recuperar el flujo sanguíneo se puede identificar, la presión sistólica diastólica y media, según sea el caso con el cual se realice el examen: a la auscultación del flujo (método no usado en medicina veterinaria), por un manómetro, un transductor de presión, o en el caso del método doppler por un transductor ultrasonográfico (Brown S., 2004).

Los lugares más comunes de obtener la toma de PA son:

- Base de la cola (arteria coccígea)
- Miembro anterior (proximal del carpo, arteria mediana)
- Miembro anterior (distal del carpo, arteria digital palmar)
- Miembro posterior (rama craneal de la safena)
- Miembro posterior (distal del corvejón, arteria plantar medial)

Y otro punto para recordar es que el ancho del manguito a utilizar debe ser de aproximadamente el 40%, de la circunferencia del miembro o cola donde se coloca, ya que un manguito muy ancho subestima la PA y uno muy angosto la sobrestima.

Es por eso que los manguitos utilizados en caninos son los de neonatología y pediatría humana con un rango de ancho entre 1 y 8 cm (Mucha, 2007).

Se recomienda obtener un mínimo de 5 lecturas, descartando la más baja y la más alta, y promediando las restantes (Nelson y Couto, 2005).

Todas las técnicas no invasivas resultan más útiles para determinar tendencias en la presión arterial que para obtener una lectura puntual. La determinación invasiva de la presión arterial es difícil desde el punto de vista técnico, requiere material caro y puede ser errónea ya que se realiza en un paciente que está bajo los efectos del miedo o el dolor (Kittleson y Kienle, 2000).

El ultrasonido Doppler y los métodos oscilométricos son los más empleados en medicina veterinaria. Ambas técnicas producen resultados que se correlacionan de cerca con la medición de la tensión arterial directa, pero no la predicen con exactitud. Si bien algunos estudios demostraron que los métodos indirectos subestiman la medición directa en grados variables, sobre todo a las presiones más elevadas, otros hallaron que las mediciones obtenidas con los métodos indirectos no siempre eran menores o mayores que las obtenidas con los directos. Los métodos son más confiables en los pacientes normotensos e hipertensos (Nelson y Couto, 2005).

2.3.3 Valores normales de PA

Según Brown et al., (2007), las nuevas tecnologías, como oscilometría de alta definición, han sido evaluadas en perros bajo anestesia. Los resultados preliminares son prometedores. Idealmente, la presión arterial debe medirse con los dispositivos que han sido validados en las especies de interés y bajo las circunstancias en las que el paciente se está poniendo a prueba.

Se ha llegado a determinar unos valores máximos de normalidad basándose en la experiencia clínica y el sentido común. Se considera que la presión diastólica

normal máxima en perros es de 100 mm Hg. Los aumentos leves y moderados de la presión diastólica son los que van de 100 a 120 mmHg, aunque otros autores como Endgelhardt y Breves (2005), describen que para los mamíferos domésticos los parámetros de presión sistólica se encuentran entre 120 – 140 mm Hg, la presión diastólica entre 80 – 95 mmHg y la presión arterial media (PAM) se encuentra entre 95 – 107 mmHg.

La presión arterial sistólica es aún más variable que la diastólica y está más influenciada por el estrés y el medio. Por lo tanto, debe interpretarse de forma diferente en un paciente agitado. Se ha determinado que una presión arterial de 180 mm Hg es elevada, pero incluso ese límite sólo es válido si la determinación es precisa y el paciente está razonablemente tranquilo (Kittleson et al., 2000).

Se notaron diferencias en las presiones relacionadas con la edad, raza, sexo, así como la enfermedad en perros, aunque algunos estudios no encontraron efectos similares. Existen informes conflictivos respecto a si las presiones arteriales aumentan con la edad o si las tensiones sistólicas son similares en perros gerontes y juveniles. Los machos caninos enteros pueden tener presiones más altas que los castrados, mientras que las perras enteras tienen presiones más reducidas que los animales esterilizados. Con respecto a las diferencias de origen racial en los valores ponderados para las presiones arteriales sistólicas, diastólicas y medias, las razas caninas grandes y gigantes en general tienen menores presiones que las pequeñas (Nelson y Couto, 2005).

Se consideran parámetros fisiológicos de presión arterial para Bodey AR, Mitchell AR, 1996 citado en Brown et al., (2007): presión sistólica: 131 ± 20 mmHg; presión diastólica: 74 ± 15 mmHg y presión arterial media: 97 ± 16 mmHg.

Para otros autores como Endgelhardt et al., (2005), el valor de presión sistólica se encuentra entre 120 – 140 mmHg, presión diastólica 80 – 95 mmHg y presión arterial media de 95 – 107 mmHg.

Actualmente, se han realizado diferentes trabajos e investigaciones que reflejan la determinación de presión arterial, entre los que se encuentran a autores como: Ruíz (2007), con “Valores Normales de Presión Arterial en Caninos Sanos”, con valores normales para caninos < 10 Kg de 126,91 mm Hg para presión sistólica, 84,133 mm Hg para presión diastólica y 98,06 mm Hg para presión arterial media; para caninos de 16 – 30 Kg de 129,066 mm Hg para presión sistólica, 86,41 mm Hg para presión diastólica y 100,7 mm Hg para presión arterial media; y para caninos > 30 Kg de 133,316 mm Hg para presión sistólica, 86,06 mm Hg para presión diastólica y 103,3 mm Hg para presión arterial media. Datos obtenidos realizando mediciones sobre la arteria mediana; que contribuyen al desarrollo del conocimiento como el estudio que actualmente se pretende realizar.

2.4 ELECTROCARDIOGRAMA (ECG)

El electrocardiograma (ECG) es un registro de la actividad eléctrica del corazón desde la superficie del cuerpo. Se utiliza como una herramienta clínica para identificar y caracterizar arritmias cardíacas y alteraciones de la conducción. El ECG recoge, desde la superficie del cuerpo, los cambios de potencial del campo eléctrico generado por la actividad eléctrica del corazón a lo largo del tiempo durante las diferentes fases del ciclo cardíaco. No se trata de un registro directo de la actividad eléctrica cardíaca y solo proporciona una aproximación del voltaje real que genera el

corazón. Cuando se coloca un electrodo en el corazón y llega a tocar el miocardio la actividad eléctrica se registra en voltios; el ECG, sin embargo, la recoge en milivoltios (Kittleson et al., 2000). “Con este estudio es posible averiguar más sobre el ritmo cardíaco, el tamaño y funcionamiento de las cavidades del corazón y el músculo cardíaco. Cuando se produce cambios en el trazado, el médico puede determinar si existe un problema” según Nelson y Couto, (2005).

Para que el corazón funcione como un “sistema de bomba” eficaz debe tener una contracción coordinada de las dos aurículas para impulsar la sangre hacia los dos ventrículos y luego, una contracción de los ventrículos que impulsa la sangre fuera del corazón hacia la aorta y la arteria pulmonar, es decir, debe haber una contracción auriculoventricular coordinada para que las células del músculo cardíaco se contraigan, primero deben recibir un estímulo eléctrico. Esta es la actividad eléctrica que detecta el ECG. El estímulo eléctrico primero debe despolarizar las dos aurículas y luego de un intervalo apropiado, a los dos ventrículos. A continuación el corazón debe repolarizar (y “rellenar”) durante un período adecuado para recibir el estímulo y la contracción siguientes. Además, debe hacer esto repetidas veces e incrementar la frecuencia cuando aumenta la demanda y reducirla durante el reposo (Martin, 2001).

2.4.1 Despolarización cardíaca

Una vez se despolarizan las células P del nódulo sinusal, estas despolarizan las células adyacentes y se crea una onda de despolarización que viaja a través del miocardio auricular debido a que la despolarización de una célula obliga a la

despolarización de la siguiente que, a su vez, despolariza otras. La onda de despolarización que se inicia en el nódulo sinusal se propaga igual que una onda en un charco por toda la aurícula y provoca su contracción (Kittleson et al., 2000).

Como menciona Martin (2001), el nódulo sinoauricular (SA) es la porción del circuito eléctrico que lo hace con mayor rapidez y por lo tanto es el “controlador de frecuencia”, conocido como marcapaso. Entonces, esta onda viaja de derecha a izquierda y de craneal a caudal y alcanza, al final, el nódulo auriculoventricular (AV).

No obstante, el nódulo AV comienza a despolarizarse mucho antes de que la onda de activación de la musculatura auricular lo alcance debido a las vías internodales que conectan ambos nódulos.

Cuando el impulso eléctrico cardíaco penetra en la unión AV, su velocidad disminuye de forma exagerada, lo que permite que haya un desfase entre la contracción auricular y la ventricular. Cuando el impulso emerge del nódulo AV y penetra en el fascículo de His, se propaga rápidamente hasta las ramas fasciculares y la red de Purkinje. La duración del potencial de acción se incrementa de forma gradual en función de la distancia con el nódulo AV y llega a un valor máximo cerca de la unión entre las Fibras de Purkinje y el músculo ventricular. Entonces, la duración del potencial de acción y el período refractario se acortan, lo que evita la reentrada del impulso eléctrico en el sistema de conducción, que provocaría una arritmia. A continuación, el impulso cardíaco despolariza el miocardio ventricular, propagándose de célula en célula desde el endocardio al epicardio y de derecha a izquierda. La activación inicial (de 0 a 3 ms) empieza hacia el ápice del corazón, a lo largo del lado izquierdo del septo interventricular (la parte derecha del ventrículo izquierdo) y en el subendocardio del ventrículo derecho. En ese momento las ondas

viajan esencialmente de izquierda a derecha y de caudal a craneal. Durante los siguientes 5 a 8 segundos la onda se propaga de forma circunferencial y abarca el subendocardio de ambos ventrículos. Aunque la propagación de las ondas tiene lugar en todas direcciones puede haber un movimiento general desde el ápice hasta la base. Entre 10 y 12 segundos después del inicio de la activación ventricular el ventrículo derecho, excepto la zona basilar, está completamente despolarizado. Después, la onda de despolarización continúa por el ventrículo izquierdo de derecha a izquierda y de craneal a caudal (Kittleson et al., 2000).

2.4.2 Formación de las ondas electrocardiográficas

“Cada segmento del electrocardiograma es generado secuencialmente de una región específica del corazón; la onda P, el complejo QRS, y la onda T son las deflexiones más conocidas que indican despolarización atrial (P), despolarización ventricular (QRS) y repolarización ventricular” (Fox et al., 1999).

La onda P es la primera onda del ECG. Esta es positiva y representa la despolarización auricular, iniciando la despolarización del nodo sinoauricular, propagación por fibras auriculares y despolarización de las fibras musculares auriculares (Pochon, Repetto y Picot, 2004). Cuando las aurículas se despolarizan por completo, se suprime la diferencia de potencial eléctrico y el estilete retorna a su posición inerte, inactiva, conocida como línea basal. La deflexión ascendente breve del estilete en el papel del ECG crea la onda P, que representa la actividad eléctrica auricular. La masa muscular de las aurículas es bastante pequeña, por lo cual los

cambios eléctricos asociados con la despolarización también son pequeños (Martin, 2001).

El intervalo P-R corresponde al periodo de conducción auriculoventricular e incluye también el período de despolarización auricular, es decir, la duración de la onda P. Se mide desde el comienzo de la onda P hasta el comienzo de la onda R. Este intervalo es isoelectrico, sin ninguna onda positiva o negativa visible; su duración está en función de la frecuencia cardiaca, la edad y numerosas situaciones patológicas. Su medida y las variaciones de su duración constituyen un elemento importante en el estudio de los trastornos de la conducción auriculoventricular (Hertault, 1995). Según Pochón et al., (2004), el intervalo P-R explica el tiempo de retraso del estímulo eléctrico antes de pasar al circuito eléctrico ventricular, funcionalmente ambas fases, representan la sístole auricular y fase de polarización diastólica ventricular.

El complejo QRS representa la despolarización sincrónica de los dos ventrículos según (Hertault, 1995), puesto que corresponde a un conjunto de ondas provenientes de la despolarización de distintos sectores de los ventrículos, y que cronológicamente se corresponden con la conducción eléctrica del nodo auriculoventricular, haz de His, fibras de Purkinje y miocardio ventricular (Pochón et al., 2004). La onda Q es una deflexión negativa. La onda R es una deflexión positiva por la despolarización del miocardio, gran masa de tejido muscular, y la onda S es una pequeña deflexión negativa, debido a las porciones basales de la despolarización ventricular (Martin, 2001).

El Punto J presenta el final de la onda S y comienzo de la línea de base isoelectrica. El segmento ST corresponde a la primera fase de repolarización

ventricular o Fase 2 de repolarización lenta del potencial de acción (Pochón et al., 2004) y luego de la despolarización completa (y la contracción), los ventrículos se repolarizan a tiempo para recibir el siguiente estímulo. Esta fase de repolarización crea una diferencia de potencial a través del miocardio ventricular, hasta que este se repolariza por completo. Esto determina una deflexión desde la línea basal conocida como onda T. esta puede ser positiva, negativa o bifásica (parte de ambas) (Martin, 2001).

El intervalo Q-T corresponde a la sístole eléctrica total. Se ve muy afectado por la frecuencia cardíaca de modo que se acorta a medida que esta se incrementa y se alarga cuando disminuye. En el perro no se ha establecido una fórmula que permita determinar la duración normal del intervalo Q-T a una frecuencia cardíaca determinada, lo que dificulta su interpretación (Kittleson et al., 2000).

2.4.3 Ritmo sinusal y arritmia sinusal

Una secuencia de latidos originados en el nódulo SA crea un ritmo sinusal. La generación de un estímulo desde el nódulo SA (marcapasos dominante) es regular y tiene una frecuencia constante, lo cual despolariza las aurículas y los ventrículos produciendo una contracción auriculoventricular coordinada en condiciones normales. En el ECG se observa una onda P normal seguida por ondas QRS-T normales. El ritmo es regular (constante) y la frecuencia se encuentra dentro de los límites normales para la edad y la raza.

En la arritmia sinusal el estímulo se origina en el nódulo SA, pero su frecuencia exhibe una variación (aumenta y disminuye) regular. Esto se asocia con la

variación del tono autónomo que suele ser sincrónico con la respiración. En el ECG se observa una onda P normal seguida por ondas QRS-T normales. El ritmo exhibe variación de la frecuencia (intervalos R-R de diferente duración), en general asociada con la respiración. La frecuencia se encuentra dentro de los límites normales para la edad y la raza (Martin, 2001).

2.4.4 Valores de referencia para electrocardiografía

Los parámetros normales en derivada II que describe Tilley y Goodwin, (2001), refiere una frecuencia cardíaca en cachorros de 70 – 220 lpm (latidos por minuto), razas toy de 70 – 180 lpm, razas medianas de 70 – 160 lpm, razas gigantes de 60 – 140 lpm, ritmo con arritmia sinusal, onda P con altura de 0,4 mV, duración de 0,04 seg, (razas gigantes de 0,05 seg), intervalo PR 0,06 – 0,13 s, complejo QRS con altura en razas grandes 3,0 mV máximo, razas pequeñas 2,5 mV máxima y razas grandes 0,06 – 0,13 s, complejo QRS con altura en razas grandes de 3,0 mV máximo, razas pequeñas 2,5 mV máximo, razas grandes 0,06 s máximo, duración en razas grandes y pequeñas de 0,05 s máximo, segmento ST, con una depresión no mayor que 0,2 mV, no mayor que 0,15 mV, intervalo QT de 0,15 – 0,25 s con frecuencia cardíaca normal, la onda T puede ser positiva, negativa o bifásica, con una amplitud +/- 0,05 – 1,0 mV no mayor que $\frac{1}{4}$ de la amplitud de la onda R y eje cardíaco de +40° a +100°. De igual forma estos parámetros fisiológicos para el electrocardiograma son reportados por Tilley, Smith, Oyama y Sleeper, (2009) y Fox, Sisson y Moise, (1999).

2.4.3 Beneficios y limitaciones del ECG

El electrocardiograma brinda una representación gráfica de los procesos de despolarización y repolarización eléctricos del músculo cardiaco, como se aprecian en la superficie corporal.

La amplitud de estas diferencias en el potencial eléctrico se mide en milivoltios (mV) y su duración se expresa en milisegundos. El electrocardiograma puede brindar información sobre la frecuencia cardiaca, ritmo y conducción intracardiaca; también puede sugerir la presencia de agrandamiento de las cámaras específicas, enfermedades miocárdicas y pericárdicas, isquemia, ciertos desequilibrios eléctricos y algunas toxicidades medicamentosas.

En la actualidad, existen algunas investigaciones de valores electrocardiográficos, tal es el caso de Ortega et al., (2006) con su trabajo acerca de "Construcción de una base de datos electrocardiográfica para caninos residentes en Bogotá, con apoyo ecocardiográfico", donde referencian: amplitud onda P $0,373 \pm 0,112$ mV; duración onda P $0,035 \pm 0,011$ seg; intervalo PR $0,060 \pm 0,021$ seg; duración QRS $0,051 \pm 0,018$ seg; amplitud onda Q $0,231 \pm 0,199$ mV; amplitud onda R $1,447 \pm 1,132$ mV; amplitud onda S $0,505 \pm 0,235$ mV; intervalo ST $0,064 \pm 0,024$ seg; duración T $0,052 \pm 0,021$ seg para caninos machos < 10 kg; amplitud onda P $0,462 \pm 0,090$ mV; duración onda P $0,044 \pm 0,019$ seg; intervalo PR $0,061 \pm 0,043$ seg; duración QRS $0,053 \pm 0,006$ seg; amplitud onda Q $0,183 \pm 0,137$ mV; amplitud onda R $1,953 \pm 1,139$ mV; amplitud onda S $0,427 \pm 0,454$ mV; intervalo ST $0,066 \pm 0,021$ seg; duración T $0,064 \pm 0,016$ seg para caninos machos 10 - 19,9 kg; amplitud onda P $0,404 \pm 0,239$ mV; duración onda P $0,043 \pm 0,012$ seg; intervalo PR $0,071 \pm 0,024$ seg; duración QRS $0,061 \pm 0,019$ seg; amplitud onda Q $0,264 \pm 0,230$ mV;

amplitud onda R $2,207 \pm 1,221$ mV; amplitud onda S $0,589 \pm 0,452$ mV; intervalo ST $0,071 \pm 0,018$ seg; duración T $0,059 \pm 0,010$ seg para caninos machos 20 - 29,9 kg; amplitud onda P $0,426 \pm 0,180$ mV; duración onda P $0,047 \pm 0,010$ seg; intervalo PR $0,064 \pm 0,026$ seg; duración QRS $0,059 \pm 0,017$ seg; amplitud onda Q $0,346 \pm 0,250$ mV; amplitud onda R $1,725 \pm 0,764$ mV; amplitud onda S $0,367 \pm 0,317$ mV; intervalo ST $0,065 \pm 0,022$ seg; duración T $0,056 \pm 0,016$ seg para caninos machos 30 - 39,9 kg; amplitud onda P $0,373 \pm 0,164$ mV; duración onda P $0,055 \pm 0,007$ seg; intervalo PR $0,043 \pm 0,004$ seg; duración QRS $0,068 \pm 0,004$ seg; amplitud onda Q $0,316 \pm 0,442$ mV; amplitud onda R $1,433 \pm 0,161$ mV; amplitud onda S $0,639 \pm 0,450$ mV; intervalo ST $0,080 \pm 0,021$ seg; duración T $0,055 \pm 0,007$ seg para caninos machos 40 - 49,9 kg; amplitud onda P $0,529$ mV; duración onda P $0,00$ seg; intervalo PR $0,02$ seg; duración QRS $0,1$ seg; amplitud onda Q $0,288$ mV; amplitud onda R $0,461$ mV; amplitud onda S $0,368$ mV; intervalo ST $0,025$ seg; duración T $0,025$ seg para caninos machos de 50 kg y amplitud onda P $0,431 \pm 0,164$ mV; duración onda P $0,039 \pm 0,012$ seg; intervalo PR $0,043 \pm 0,026$ seg; duración QRS $0,059 \pm 0,017$ seg; amplitud onda Q $0,236 \pm 0,112$ mV; amplitud onda R $1,686 \pm 0,828$ mV; amplitud onda S $0,559 \pm 0,301$ mV; intervalo ST $0,058 \pm 0,023$ seg; duración T $0,051 \pm 0,009$ seg para caninos hembras < 10 kg; amplitud onda P $0,407 \pm 0,115$ mV; duración onda P $0,040 \pm 0,012$ seg; intervalo PR $0,065 \pm 0,035$ seg; duración QRS $0,051 \pm 0,016$ seg; amplitud onda Q $0,159 \pm 0,059$ mV; amplitud onda R $1,457 \pm 1,104$ mV; amplitud onda S $0,301 \pm 0,308$ mV; intervalo ST $0,061 \pm 0,027$ seg; duración T $0,061 \pm 0,025$ seg para caninos hembras 10 – 19,9 kg; amplitud onda P $0,370 \pm 0,115$ mV; duración onda P $0,036 \pm 0,010$ seg; intervalo PR $0,068 \pm 0,035$ seg; duración QRS $0,053 \pm 0,014$ seg; amplitud onda Q $0,500 \pm 0,656$ mV; amplitud onda R $1,822 \pm$

1,223 mV; amplitud onda S $0,366 \pm 0,320$ seg; intervalo ST $0,068 \pm 0,019$ seg; duración T $0,046 \pm 0,016$ seg para caninos hembras 20 – 29,9 kg; amplitud onda P $0,284 \pm 0,194$ mV; duración onda P $0,047 \pm 0,014$ seg; intervalo PR $0,058 \pm 0,025$ seg; duración QRS $0,068 \pm 0,010$ seg; amplitud onda Q $0,498 \pm 0,400$ mV; amplitud onda R $2,215 \pm 0,710$ mV; amplitud onda S $0,572 \pm 0,332$ mV; intervalo ST $0,078 \pm 0,018$ seg; duración T $0,052 \pm 0,010$ seg para caninos hembras 30 – 39,9 kg y amplitud onda P $0,446 \pm 0,049$ mV; duración onda P $0,055 \pm 0,014$ seg; intervalo PR $0,055 \pm 0,014$ seg; duración QRS $0,058 \pm 0,004$ seg; amplitud onda R $1,629 \pm 0,167$ mV; amplitud onda S $0,813 \pm 0,302$ mV; intervalo ST $0,055 \pm 0,021$ seg; duración T $0,060 \pm 0,007$ seg para caninos hembras de 50 kg en derivada II. Datos que aportan una base de referencia valiosa para la especie.

2.5 EJE CARDIACO

El eje eléctrico medio (EEM) describe la orientación promedio de la onda de despolarización ventricular en el plano frontal. Representa la suma de los diversos vectores instantáneos que ocurren desde el comienzo hasta el final de la activación muscular ventricular. La estimación del EEM colabora en el reconocimiento de los disturbios de la conducción intraventricular mayor y/o los patrones de agrandamiento ventricular, que desvían la dirección promedio del proceso de activación ventricular.

El EEM puede calcularse mediante cualquiera de las siguientes metodologías:

1. Detección de la derivación (I, II, III, aVr, aVl o aVf) con la onda R más voluminosa (Nota: la onda R es un desvío positivo). El electrodo positivo de esta derivación apunta al EEM aproximado, en el sistema hexaxial.

2. Detección de la derivación (I, II, III, aVr, aVI o aVf) con el complejo QRS más isoeléctrico (desvíos positivos y negativos casi iguales). Luego identificar la derivación perpendicular con ésta sobre el diagrama de derivaciones hexaaxiales. Si el QRS en esta derivación perpendicular es en su mayor parte positivo, el EEM está hacia el polo positivo de esta derivación. Si el QRS en la derivación perpendicular es principalmente negativo, el EEM está en la dirección del polo negativo. Si todas las derivaciones parecen isoeléctricas, el eje frontal es indeterminado (Nelson y Couto, 2005).

3. Suma algebraica del complejo QRS de las derivaciones I Y III; luego se grafican estos valores en el sistema de coordenadas sobre estas dos derivaciones y a estos puntos se les traza una perpendicular. Donde se unen las dos perpendiculares, se traza el eje cardiaco sobre el centro y se le miden los grados partiendo de la DI (Sánchez K, 2002). El eje eléctrico se calcula para la onda P, el complejo QRS y la onda T. En la práctica el único que representa interés es el eje del complejo QRS, porque condiciona las morfologías de las derivaciones del plano frontal y porque su situación se deduce de esas mismas morfologías (Hertault, 1995). Por ser este el más práctico, se utilizó en este estudio.

2.5.1 Valores normales de eje cardiaco

Varios autores coinciden en determinar que “en el perro, el eje cardiaco está entre +40 +100 grados”, como lo menciona Tilley y Goodwin, (2001), Martin (2001), Fox et al., (1999) y Tilley, Smith, Oyama y Sleeper, (2009).

Se han realizado estudios en Argentina por Pochón et al., (2004), donde determina los valores de eje cardíaco por categorías de peso: caninos < 10kg 60 – 90°; de 10 – 20 kg 50 – 90°; de 20 – 40 kg 40 – 80° y caninos > 40 kg 30-100°.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio, fueron utilizados 300 caninos adultos y el total de muestras para el estudio fueron 154 machos y 142 hembras (no gestantes) de diferentes razas, entre 2 y 6 años de edad, con previo examen clínico que comprobara su óptimo estado de salud. Para efecto de comparación de los valores hematológicos, de proteínas plasmáticas, presión arterial, electrocardiografía y eje cardiaco, los animales fueron organizados de acuerdo con su peso y género dividiendo Bogotá en las diferentes localidades (Usaquén, Chapinero, San Cristóbal, Kennedy, Fontibón, Suba, Barrios Unidos, Teusaquillo, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe) y municipios aledaños (Chía, Cajicá, Funza y Tenjo) ubicando sus clínicas veterinarias y criaderos, teniendo en cuenta que la población canina general, sumadas las poblaciones con dueño y callejera registra incrementos promedio anuales del 5% pasando de 599.621 perros en 1.999 a 775.631 en el 2.005. Esto significa que la relación hombre-perro es de un (1) perro por cada diez (10) personas aproximadamente (Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007).

Bogotá D.C., se encuentra en la cordillera oriental, perteneciente al altiplano Cundiboyacense, con una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente. La temperatura varía de acuerdo con los meses del año, con promedio de 14°C y posee una altura promedio de 2.600 metros sobre el nivel del mar (Alcaldía de Bogotá, 2003-2008).

La toma y procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio clínico veterinario e instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad De La Salle ubicada en la Cra. 7 N° 172-85.

3.1 MATERIAL

3.1.1 Material biológico

Se elaboraron pruebas en 296 animales para el estudio hematológico, de proteínas plasmáticas, medición de presión arterial y electrocardiografía (con estimación del eje cardiaco). 154 machos y 142 hembras (no gestantes), de 2 a 6 años, clínicamente sanos, de diferente raza, talla y altura de las localidades anteriormente mencionadas en Bogotá y la Sabana manteniendo las condiciones climáticas y topográficas del estudio, los cuales, se organizaron de acuerdo con su peso, con un promedio de 60 ejemplares así:

Grupo 1. Entre 1-10 kilogramos.

Grupo 2. Entre 11-20 kilogramos.

Grupo 3. Entre 21-30 kilogramos.

Grupo 4. Entre 31-40 kilogramos.

Grupo 5. Más de 40 kilogramos.

3.1.2 Material de toma de muestra

Para la toma de muestra de hematología se utilizaron tubos tapa lila, con anticoagulante K3 EDTA 5 mg de 3 ml., set BD vacutainer® (sistema toma de muestra tubos al vacío, aguja calibre 21G x 1 ½” y camisa, BectonDickinson).

Para la toma de muestra de química clínica se utilizaron tubos tapa roja sin anticoagulante de 3 ml, set BD vacutainer® (sistema toma de muestra tubos al vacío, aguja calibre 21G x 1 ½” y camisa, Becton Dickinson).

3.1.3 Equipos para toma y medición de PA y ECG

Para la medición de PA se utilizó un Oscilómetro surgivet 2006. V60041 NIBP W / SpO₂, el cual debe ser calibrado cada seis meses. Este se caracteriza por leer correctamente la presión arterial media, su lectura se hace fácil a través de una pantalla LED, y presenta cuatro tipos de brazaletes (3 – 9 cm; 5 – 15 cm; 9 – 25 cm y 17 – 41 cm) para pacientes veterinarios; los cuales se manejaron en este estudio de acuerdo al tamaño de los pacientes caninos.

Y para la realización del electrocardiograma (ECG) se contó con el electrocardiógrafo portátil Cardiette AR600, con formato monocanal.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Inmovilización y toma de muestra sanguínea

En un ambiente tranquilo, aislado alejado de otros animales, se ubicó al canino en el borde de una mesa sosteniendo los brazos debajo del borde de la mesa, inclinando el cuello hacia atrás con la nariz hacia arriba; formando un plano vertical entre éstos dos puntos, previa tricotomía y antisepsia de la zona yugular.

3.2.2 Recolección de la muestra

La muestra sanguínea de 5ml fue tomada y recolectada en tubo con EDTA (invirtiendo suavemente el tubo varias veces, para homogenizar la muestra) para hemograma, ya que preserva en mejor estado las células sanguíneas y no interfiere con las tinciones hematológicas (Núñez et al., 2008). Para química clínica se utilizaron tubos tapa roja con rotulación, posteriormente, las muestras fueron colocadas en refrigeración a 4°C para ser enviadas al laboratorio y realizar su análisis.

3.2.3 Procesamiento de la muestra

3.2.3.1 Cuadro hemático

Las muestras se procesaron en el laboratorio clínico de la Universidad De La Salle para obtener los valores hemáticos y de proteínas plasmáticas de cada animal en el equipo ARCUS DIATRON®. De BioSystems S. A. (Costa Brava, Barcelona

España) en el cual su técnica de lectura de células hemáticas se realiza por impedancia; su fundamento es determinar el número y tamaño celular al paso por una pequeña apertura entre dos electrodos, cada célula corresponde a un pulso y la intensidad del pulso es proporcional al tamaño de la célula. La lectura de hemoglobina se realizó en el equipo de hematología por la técnica de cianometahemoglobina. Los parámetros hematológicos reportados por este equipo son: recuento total de leucocitos WBC $10^3/\mu\text{L}$, recuento absoluto de linfocitos LYM $10^3/\mu\text{L}$, recuento de células intermedias monocitos y algunos granulocitos eosinófilos MID $10^3/\mu\text{L}$, recuento de granulocitos neutrófilos, eosinófilos y basófilos GRA $10^3/\mu\text{L}$, recuento total de glóbulos rojos RBC $10^6/\mu\text{L}$, concentración de hemoglobina HGB g/dL, hematocrito HCT %, índices corpusculares: volumen corpuscular medio MCV fL, hemoglobina corpuscular media MCH pg, concentración de hemoglobina corpuscular media MCHC g/dL, ancho de distribución celular de glóbulos rojos RDW_c%, recuento total de plaquetas PLT $10^3/\mu\text{L}$, plaquetocrito PCT %, volumen plaquetar medio MPV fL y ancho de distribución para plaquetas PDW_c%; Para el recuento diferencial de leucocitos se realizó el extendido en lámina portaobjetos a partir de la sangre anticoagulada con EDTA y se utilizó la coloración de Wright, ya que es una buena tinción para la valoración microscópica de la extensiones de sangre (Cowell, Tyler, Meinkoth y Nicolta, 2009), la lectura se realizó en un microscopio de luz marca OLYMPUS®(microscopio óptico de luz, Referencia CH-2, fabricado en Japón) en aumento de 100 x con aceite de inmersión en el cuerpo del extendido hasta completar 100 células leucocitarias realizando el diferencial de cada línea celular (neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, bandas), y se calcularon a partir de los valores relativos los absolutos para cada línea celular,

igualmente se evaluó la morfología de eritrocitos, leucocitos y plaquetas (Cowell et al., 2009).

3.2.3.2 Bioquímica clínica

Las muestras de química clínica se centrifugaron durante 5 minutos, a 10.000 revoluciones por minutos (rpm) y se alicuotaron en viales para ser procesadas en el equipo de química seca VITROS DT60[®] de Johnson & Johnson (company, división Ortho-Clinical Diagnostics, Colombia), la técnica utilizada por éste equipo para las muestras fueron:

Colorimetría se fundamenta en cantidad de color producida en una reacción, calculado por la cantidad de luz reflejada a una determinada longitud de onda. Las muestras que se procesaron por esta metodología fueron proteínas totales (Johnson y Johnson, 2003).

Los resultados obtenidos para hematología y bioquímica clínica se tabularon en una tabla de Excel (Microsoft office Excel 2007), para proceder a realizar el análisis estadístico correspondiente.

3.2.4. Medición de PA y ECG

3.2.4.1. Inmovilización y toma de medición

El medio ambiente fue aislado, tranquilo, lejos de otros animales, el paciente permaneció tranquilo y en silencio en la sala de medición de 5 a 10 minutos antes de

intentar la medición en decúbito lateral, el brazalete se colocó en la extremidad anterior derecha donde se ubicó la arteria medial.

Para la presión arterial, se registraron cinco mediciones por paciente, con aproximadamente 3 a 5 minutos de diferencia entre ellas esperando que la arteria recuperara su tono normal. Posteriormente se eliminó la mayor y la menor y se promediaron las tres mediciones restantes para obtener el valor final de PA.

Se mantuvieron registros escritos en un formulario para la interpretación de resultados.

Para la toma del ECG el paciente se ubicó en cuadripedestación con las extremidades anteriores paralelas entre si y perpendiculares al dorso, se colocaron los electrodos en los pliegues del antebrazo y miembros posteriores, los cuales se humedecieron con alcohol, los electrodos fueron ungidos con gel transductor, el cual favoreció la propagación de la actividad eléctrica hacia el electrocardiógrafo; se realizaron los registros y posterior análisis.

Se calibró el equipo ($1\text{cm}=1\text{mV}$) y la velocidad del papel (50 y 25 mm/seg), realizando la interpretación general y las mediciones específicas de cada onda, sobre las derivaciones unipolares (aVr, aVI y aVf) y bipolares (I, II y III), principalmente la derivación II; recopilando la información, la cual, posteriormente fue procesada. Todas las alteraciones que se presentaron en los registros fuera del patrón fisiológico (ritmo sinusal respiratorio), hizo que se descartaran de este estudio, ya que únicamente se tuvieron en cuenta aquellos caninos que se encontraran sanos.

3.2.5. Medición de Eje Cardíaco

Para la realización de esta medición, se tomó en cuenta la derivación I y III, por la suma algebraica de sus complejos QRS respectivamente, se graficaron los valores en el sistema de coordenadas sobre estas dos derivaciones obteniendo el grado a partir del vector resultante.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis fueron tanto paramétricos como no paramétricos para el procesamiento de los datos.

En esta investigación se tuvieron en cuenta diferentes modelos estadísticos. En la primera fase del estudio, identificada la población, se seleccionó una muestra (300 caninos de Bogotá y la sabana a 2600 m.s.n.m.), para obtener datos tanto cualitativos (nombre, raza, sexo) como cuantitativos: edad, peso; y determinación de variables indirectas como los valores hematológicos, de proteínas plasmáticas, presión arterial, electrocardiografía y eje cardíaco.

Para el análisis de dichas variables se utilizó estadística descriptiva, tanto medidas de tendencia central (media, mínimo y máximo); como medidas de dispersión (desviación estándar DE), con el fin de estimar los intervalos de referencia.

A través de un análisis de varianza se compararon los resultados obtenidos por grupos de peso y género para identificar posibles similitudes o diferencias.

Todos los datos fueron procesados en el programa estadístico STATGRAPHICS Plus (Versión 5.1, StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA,

USA. (Versión libre)) y, al encontrar diferencias significativas en los análisis de varianza con un 95% de confianza, se ejecutó una prueba de comparación múltiple de promedios según Tukey (h.s.d): prueba no planeada denominada Diferencia Mínima Significativa Honesta, la cual necesita de un solo valor para juzgar la significancia de todas las diferencias (Gómez L., 1997).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio, su desviación estándar (\pm DE) y los resultados del análisis estadístico obtenidos durante la “Determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm”; en el que se tomaron muestras para los parámetros mencionados a caninos, de 2 a 6 años teniendo en cuenta su género y peso se describen en las Tabla 1 a 28 presentadas a continuación.

Los valores promedio de los parámetros hematológicos descritos en la Tabla1 se encuentran dentro de los promedios que reporta la literatura (Cunningham et al., 2009), (Feldman et al., 2000), (Day et al., 2000), (Willard et al., 2004), (Latimer et al., 2005), (Meyer et al., 2007); teniendo en cuenta, que son investigaciones realizadas en diferentes condiciones medioambientales, con poblaciones homogéneas, que permitieron correlacionar y analizar los datos obtenidos de forma más clara y coherente con las características propias de este medio y que actualmente no hay registros o datos referenciales bajo condiciones climáticas como las de Bogotá con las que se pueda establecer patrones comparativos, se considera que los datos obtenidos en el estudio son confiables.

Tabla 1. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros hematológicos en caninos sanos durante la determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm, 2011.

PARÁMETRO	PROMEDIO	DE \pm	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
GR $10^6/\mu\text{L}$	7,69	0,91	5,16	11,20
HB g/dL	18,08	2,06	11,80	25,30
HCT %	52,79	5,63	37,00	67,91
VCM fL	68,79	5,81	49,50	87,10
HCM pg	23,60	1,74	16,90	27,20
CHCM g/dL	34,22	2,05	28,80	42,60
PLT $10^3/\mu\text{L}$	275,62	70,60	142,80	512,40
GB $10^3/\mu\text{L}$	11,84	3,32	5,56	29,08
BAN $10^3/\mu\text{L}$	0,01	0,04	0	0,22
NEU $10^3/\mu\text{L}$	7,79	2,47	3,38	19,77
LIN $10^3/\mu\text{L}$	2,97	1,16	0,89	8,43
MON $10^3/\mu\text{L}$	0,36	0,26	0	1,41
EOS $10^3/\mu\text{L}$	0,69	0,57	0	5,26
BAS $10^3/\mu\text{L}$	0,01	0,05	0	0,34

Nota. GR=Número de eritrocitos;HB= concentración de hemoglobina; HCT= hematocrito; VCM=Volumen corpuscular medio; HCM=hemoglobina corpuscular media; CHCM= concentración media de hemoglobina corpuscular; PLT=número de plaquetas; GB=número de leucocitos; BAN= Bandas; NEU= Neutrófilos; LIN= Linfocitos; MON= Monocitos; EOS= Eosinófilos; BAS= Basófilos.

Los valores promedio para glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina se encuentran aumentados con respecto a los promedios reportados por la literatura.

El valor promedio para glóbulos rojos del estudio es de $7,69 \cdot 10^6/\mu\text{L}$, con relación a la literatura donde el valor más bajo es de $6,41 \cdot 10^6/\mu\text{L}$ según Latimer et al. (2005) y el valor más alto es de $7,43 \cdot 10^6/\mu\text{L}$ para Willard et al. (2004). El valor de hematocrito del estudio fue de 52,79%, donde el valor más bajo según Day et al. (2000) es de 45% y el valor más alto por Willard et al. (2004) es de 51%. El valor de

hemoglobina del estudio por su parte, se encuentra en 18,08 g/dl y para Day et al. (2000) y Feldman et al. (2000) es de 15 g/dl, siendo este, el valor más bajo y para Willard et al., (2004) es de 17,05 g/dl, siendo este el valor más alto.

Son diversos los factores que pueden influir en la referencia de los valores normales de muchas especies. Las divergencias entre los valores normales obtenidos por varios investigadores, se refieren principalmente a diferencias en número, edad, sexo, raza, salud y nutrición de los animales utilizados en el estudio, así como el método de recolección de muestras y las técnicas hematológicas empleadas.

Las variables fisiológicas, como la excitación de los animales, actividad muscular, tiempo de muestreo, la temperatura ambiente y la altitud, también pueden generar diferencias significativas en los valores. Por lo tanto, pueden producirse variaciones en algunos valores hematológicos de tipo regional, como en los parámetros eritrocitarios. Debido a esto, los animales a gran altura tienen mayor número de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y hematocrito que aquellos situados a nivel del mar (Jain, 1993). Además la producción de nuevos glóbulos rojos, regulada por los niveles eritropoyéticos circulantes, se encuentra inversamente relacionada al período de vida de los mismos (Rebar, 2003).

La reducción de la presión de oxígeno provoca un aumento en la producción de eritropoyetina. Esta variación en los parámetros es muy marcada aunque los valores reportados no muestren cambios significativos, ya que si se toman muestras de un mismo animal en elevadas y bajas altitudes puede haber una diferencia de hasta el 5.5% de los valores de glóbulos rojos circulantes, mientras que si se toman

muestras de diferentes animales la variación puede darse por cualquier otro cambio fisiológico propio del animal (Jain, 1993).

La hipoxia es el principal estímulo que aumenta la producción de eritrocitos, normalmente cuando un individuo permanece expuesto a una concentración baja de oxígeno durante varias semanas seguidas, el hematocrito aumenta lentamente desde un valor normal de 40 a 45% a un promedio de aproximadamente 60%, con un aumento de la concentración de hemoglobina en sangre completa desde el valor normal de 15 g/dl a aproximadamente 20 g/dl. Además el volumen sanguíneo también aumenta, con frecuencia en un 20% a 30%, y este aumento multiplicado por la concentración de hemoglobina sanguínea ocasiona un aumento de la hemoglobina corporal total del 50% o más (Guyton y Hall, 2006).

La hipoxia producida por la altura, hace que el organismo responda mediante una serie de modificaciones a nivel cardiovascular, respiratorio, hematológico, metabólico y neurológico. Estos mecanismos se ponen en marcha hasta los 3.000 metros, e intentan compensar el descenso del oxígeno ambiental (Hernández, Fernández y Ruíz, 2004). La compensación de la hipoxia a largo plazo origina: a) incremento en la producción de eritrocitos (hematocrito elevado) inducido por la eritropoyetina, b) descenso en la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno al aumentar la concentración de 2,3-difosfoglicerato (2,3-dpg) y 3) un aumento en el área de intercambio pulmonar disponible para la difusión (Cunningham et al., 2009).

El aumento de la secreción de eritropoyetina, al cabo de pocas horas del ascenso, y el del hematocrito y hemoglobina al cabo de 5-7 días son las modificaciones hematológicas más significativas con relación a la hipoxia de la altura.

Asimismo se produce un aumento de la viscosidad sanguínea, y un desplazamiento de la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la derecha.

La coagulación está también alterada, con aumento del fibrinógeno, disminución de la actividad fibrinolítica, y secuestro de plaquetas en el tejido pulmonar, que hace que su número descienda en los primeros 4 días hasta un 10% de la cifra inicial (Hernández, Fernández y Ruíz, 2004).

Otro factor importante que puede modificar en parte los valores hematológicos es el estrés; ya que se produce liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina), generándose ajustes circulatorios y metabólicos como la contracción esplénica por parte de la adrenalina, en varias especies animales. El bazo es un lugar de almacenamiento de eritrocitos que puede albergar hasta el 30% de los glóbulos rojos totales en la mayoría de las especies por lo que su contracción podría liberar una importante cantidad de glóbulos rojos a la circulación lo que elevará artificialmente el recuento de glóbulos rojos, el hematocrito y la concentración de hemoglobina en las muestras de sangre obtenidas de animales estresados y conscientes (Duncan y Prasse, 2005).

Los valores promedio de los parámetros para volumen corpuscular medio (68,79 fL), hemoglobina corpuscular media (23,60 pg) y concentración de hemoglobina corpuscular media (34,22 g/dL), se encuentran dentro de los promedios reportados por la literatura (Felman et al., 2000; Day et al., 2000; Willard et al., 2004), (Latimer et al., 2005; Meyer et al., 2007; Cunningham et al., 2009). Meyer et al., 2007 reportan un valor promedio de volumen corpuscular medio de 68 fL, siendo este el más bajo y Latimer et al. (2005) mencionan un valor de 71,5 fL como el valor más alto. Willard et al. (2004) presentan un valor mínimo de hemoglobina corpuscular

media de 23 pg y Meyer et al. (2007) presentan un valor máximo de 24,5 pg; mientras que para la concentración de hemoglobina corpuscular media el valor más bajo según Willard et al. (2004) es de 32,8 g/dL y el valor más alto según Day et al. (2000) es de 35,5 g/dL.

En cuanto a los parámetros promedio para plaquetas ($275,62 * 10^3/\mu\text{L}$) y glóbulos blancos ($11,84 * 10^3/\mu\text{L}$), se puede determinar que están dentro de los promedios reportados en la literatura (Felman et al., 2000; Day et al., 2000; Willard, et al., 2002; Latimer et al., 2005; Meyer et al., 2007; Cunningham et al., 2009; Meyer et al., 2007), ya que el valor mínimo de plaquetas para Day et al. (2000) es de $275 * 10^3/\mu\text{L}$ y el valor máximo para Latimer et al. (2005) es de $416 * 10^3/\mu\text{L}$. Como también para glóbulos blancos, según Cunningham et al. (2009) el valor promedio es de $9,5 * 10^3/\mu\text{L}$ siendo el más bajo y según Day et al., (2000) el valor es de $12 * 10^3/\mu\text{L}$ siendo este el más alto.

Los valores promedio para neutrófilos ($7,79 * 10^3/\mu\text{L}$) y linfocitos ($2,97 * 10^3/\mu\text{L}$), se encuentran levemente fuera del valor promedio bibliográfico. El valor más bajo de neutrófilos según Willard et al. (2004) es de $7,04 * 10^3/\mu\text{L}$ y el valor más alto de acuerdo con Day et al. (2000) es de $7,5 * 10^3/\mu\text{L}$. Por otra parte, Latimer et al. (2005) menciona un valor promedio de linfocitos de $1,65 * 10^3/\mu\text{L}$, siendo este el más bajo, mientras que autores como Feldman et al. (2000) y Meyer et al. (2007) tiene un valor promedio de $2,90 * 10^3/\mu\text{L}$ como el más alto.

El estrés es una causa común de neutrofilia. El patrón agudo del leucograma consiste en leucocitosis moderada con neutrofilia madura, linfopenia y eosinopenia. Los perros también pueden presentar monocitosis leve a moderada. La neutrofilia se

desarrolla en el plazo de 4 a 12 horas y retorna a valores basales en menos de 24 horas (Willard et al., 2004).

También, la linfocitosis fisiológica con neutrofilia concomitante se presenta como respuesta a la excitación (Davidson, Else y Lumsden, 2000) aunque esta última según Duncan et al. (2005), es poco frecuente en perros.

Los valores promedio de bandas ($0,01 \cdot 10^3/\mu\text{L}$) y basófilos ($0,01 \cdot 10^3/\mu\text{L}$) se encuentran por debajo de los valores reportados en la literatura. Day et al. (2000) y Meyer et al. (2007) presentan un valor promedio de bandas $0,15 \cdot 10^3/\mu\text{L}$, el cual es el más bajo y Latimer et al. (2005) un valor de $0,23 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ siendo el más alto. A nivel de basófilos Latimer et al. (2005) reporta un valor promedio de $0,07 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ siendo este el más bajo y Willard et al., (2004) un valor de $0,28 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ siendo el más alto.

El resultado de estos valores se presenta debido a que en su mayoría (89,7%), el valor de basófilos y bandas se encontró sobre $0 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ y un lote mínimo (10,3%) de caninos presentó valores mayores a $0 \cdot 10^3/\mu\text{L}$, estando dentro de los intervalos referenciados por la literatura.

Los valores promedio obtenidos de monocitos ($0,36 \cdot 10^3/\mu\text{L}$) y eosinófilos ($0,69 \cdot 10^3/\mu\text{L}$) se encontraron dentro de los valores promedio referenciados por la literatura. Según Willard et al. (2004) el valor mínimo es de $0,22 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ y para Day et al. (2000) el valor máximo es de $0,95 \cdot 10^3/\mu\text{L}$; mientras que para eosinófilos el valor más bajo según Latimer et al. (2005) es de $0,65 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ y el valor más alto según Day et al. (2000) es de $1 \cdot 10^3/\mu\text{L}$.

Al realizar comparaciones de los resultados obtenidos por grupos de peso para hematología, se observaron diferencias significativas para hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) descritos en la Tabla 2.

Desde el punto de vista general, los caninos de talla grande presentaron datos menores de HCM comparados con los de talla pequeña. Los caninos de 31-40 kg (23,139 pg) y los > 40 kg (22,9981 pg) obtuvieron valores de HCM homogéneos entre ellos, pero menores con respecto a los caninos <10 kg (23,9733 pg), 11-20 kg (23,86 pg) y 21-30 kg (23,96 pg), quienes presentaron valores homogéneos entre sí.

Los caninos de 21-30 kg (34,8467 gr/dl) tuvieron valores más altos de CHCM con respecto a los demás grupos de peso. Los caninos < 10 kg presentaron valores homogéneos o similares con los caninos de 31-40 kg y los caninos de 11-20 kg presentaron homogeneidad con los caninos >40 kg. Los caninos de 11-20 kg y >40 kg obtuvieron menores valores de CHCM con relación a los caninos entre 21-30 kg. En las tablas 3 y 4 se aprecian las diferencias significativas existentes entre grupos de peso, al igual que en las figuras 1 y 2.

El valor P de la prueba F para los parámetros de HCM y CHCM es menor que 0,05; por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de HCM y CHCM entre un nivel de grupo de peso y otro respectivamente, con un nivel del 95,0% de confianza; sabiendo que G1 se refiere a los caninos <10 kg, G2: caninos de 11-20 kg, G3: 21-30 kg, G4: 31-40 kg y G5: >40 kg.

Tabla 2. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros hematológicos en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 60, 11 - 20 Kg n: 60, 21 - 30 Kg n: 60, 31 - 40 Kg n: 59, > 40 Kg n: 52).

Parámetro	< 10 Kg		11 - 20 Kg		21 - 30 Kg		31 - 40 Kg		> 40 Kg		P < ∞
	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
GR $10^6/\mu\text{L}$	7,73	0,91	7,68	0,90	7,53	0,84	7,76	0,96	7,80	0,95	0,57
HB g/dL	18,47	2,16	18,35	2,18	17,89	2,14	17,80	1,77	17,87	1,97	0,26
HCT %	53,90	6,28	53,55	5,36	51,42	5,57	51,90	4,57	53,27	6,03	0,06
VCM fL	69,55	4,25	70,04	4,83	68,48	4,21	67,15	7,26	68,67	7,60	0,06
HCM pg	23,97	1,36	23,86	1,18	23,96	1,56	23,14	2,16	23,00	2,10	0,0017**
CHCM g/dL	34,26	1,62	33,92	1,92	34,85	1,85	34,33	2,28	33,67	2,42	0,0280*
PLT $10^3/\mu\text{L}$	283,47	74,03	283,60	70,30	263,87	71,26	266,91	69,40	280,79	67,13	0,36
GB $10^3/\mu\text{L}$	12,36	3,39	11,31	3,40	11,07	3,29	12,12	3,70	12,41	2,49	0,09
BAN $10^3/\mu\text{L}$	0,02	0,05	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,05	0,00	0,01	0,06
NEU $10^3/\mu\text{L}$	8,20	2,67	7,31	2,27	7,28	2,29	7,98	2,88	8,26	1,99	0,07
LIN $10^3/\mu\text{L}$	2,98	1,18	2,96	1,25	2,92	1,26	3,05	1,19	2,96	0,88	0,98
MON $10^3/\mu\text{L}$	0,36	0,25	0,34	0,26	0,35	0,31	0,36	0,24	0,37	0,23	0,99
EOS $10^3/\mu\text{L}$	0,78	0,58	0,68	0,73	0,51	0,38	0,70	0,52	0,80	0,57	0,05
BAS $10^3/\mu\text{L}$	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02	0,05	0,03	0,07	0,05

Promedio \pm Desviación Estándar

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

GR=Número de eritrocitos; HB= concentración de hemoglobina; HCT= hematocrito; VCM=Volumen corpuscular medio; HCM=hemoglobina corpuscular media; CHCM= concentración media de hemoglobina corpuscular; PLT=número de plaquetas; GB=número de leucocitos; BAN= Bandas; NEU= Neutrófilos; LIN= Linfocitos; MON= Monocitos; EOS= Eosinófilos; BAS= Basófilos; n=número de muestra.

Tabla 3. Análisis estadístico para el parámetro de hemoglobina corpuscular media por intervalos de peso, 2011.

Hemoglobina corpuscular media (HCM)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2		0,113333	0,611561
G1 - G3		0,0133333	0,611561
G1 - G4	*	0,83435	0,614147
G1 - G5	*	0,975256	0,634647
G2 - G3		-0,1	0,611561
G2 - G4	*	0,721017	0,614147
G2 - G5	*	0,861923	0,634647
G3 - G4	*	0,821017	0,614147
G3 - G5	*	0,961923	0,634647
G4 - G5		0,140906	0,637139

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

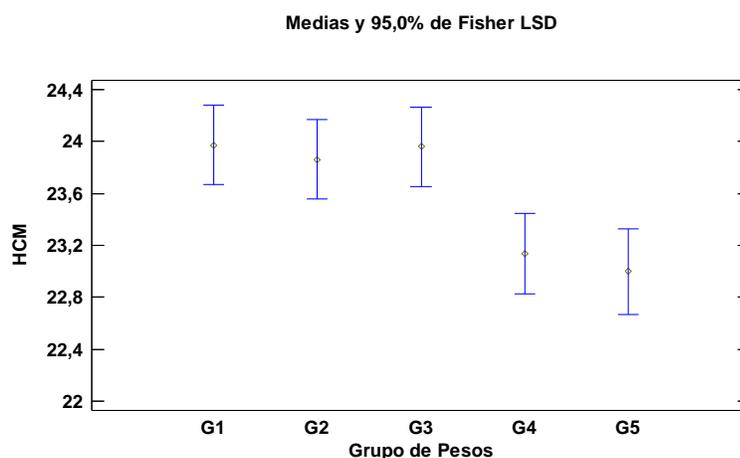


Figura 1. Promedios por intervalos de peso del parámetro de hemoglobina corpuscular media

Tabla 4. Análisis estadístico para el parámetro de concentración de hemoglobina corpuscular media por intervalos de peso, 2011.

Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2		0,338333	0,728087
G1 - G3		-0,588333	0,728087
G1 - G4		-0,0670904	0,731166
G1 - G5		0,58641	0,755572
G2 - G3	*	-0,926667	0,728087
G2 - G4		-0,405424	0,731166
G2 - G5		0,248077	0,755572
G3 - G4		0,521243	0,731166
G3 - G5	*	1,17474	0,755572
G4 - G5		0,653501	0,758539

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

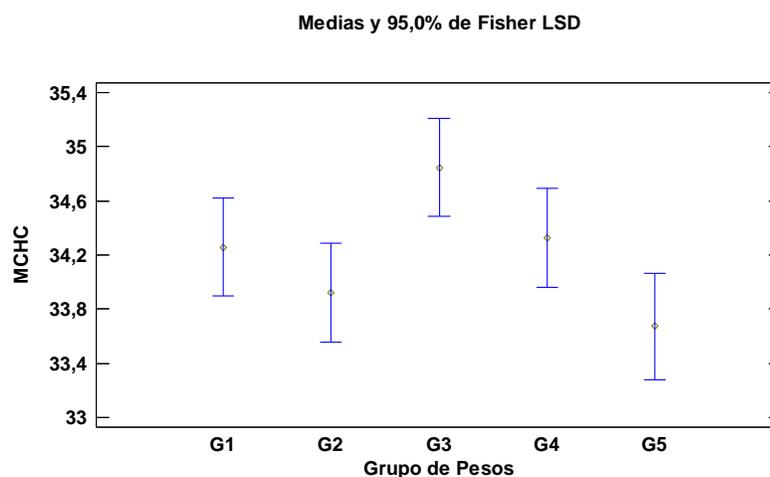


Figura 2. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de concentración de hemoglobina corpuscular media.

En la literatura existe muy poca información referente a las diferencias significativas anteriormente mencionadas; ya que no se han realizado estudios específicos por intervalos de peso; han tenido en cuenta otras variables como la edad. Sin embargo, existen artefactos que pueden incidir en los resultados de la hemoglobina corpuscular media (HCM); estos pueden ser resultado de hemólisis *in vitro* o *in vivo*, lipemia o la presencia de cuerpos de Heinz. Puede aparecer también un HCM elevado si aparece aglutinación cuando las pruebas se realizan en un contador celular electrónico, como ocurre en este estudio. Los agregados eritrocitarios de mayor tamaño, no son considerados como hematíes; consecuentemente, los contadores celulares están programados para excluirlos de los recuentos de eritrocitos. Esto resulta en valores erróneamente elevados de concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) (Meyer et al., 2007).

En la Tabla 5 se evidencia que no existen diferencias significativas con relación a los datos por género de hematología, excepto el valor promedio de hemoglobina (HB); donde las hembras presentan un valor más bajo con respecto a los machos.

Para las hembras el valor promedio fue de 17,78 gr/dL y para los machos de 18,30 gr/dL, siendo las hembras las que poseen un valor mínimo con respecto a los machos. Se ha reportado un ligero aumento de la concentración de hemoglobina en machos en comparación con las hembras (Jain, 1993). Se sabe que la secreción de la eritropoyetina es estimulada por la hipoxia, las sales de cobalto y los andrógenos. Su secreción es facilitada por la alcalosis que se presenta en las grandes altitudes (Ganong, 2006). Los efectos eritropoyéticos de los andrógenos son bien conocidos.

La concentración de hemoglobina es habitualmente de 1 a 2g/dl superior en el hombre adulto que en la mujer o en los niños. Además es frecuente observar una anemia moderada en hombres hipogonadotrópicos. Los andrógenos estimulan la eritropoyesis a través de un incremento en la producción renal de eritropoyetina.

Tabla 5. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros hematológicos en 300 caninos sanos descritos por género.

PARÁMETRO	HEMBRAS n: 122		MACHOS n: 169		P < ∞
	PROMEDIO	DE \pm	PROMEDIO	DE \pm	
GR $10^6/\mu\text{L}$	7,64	1,02	7,73	0,82	0,43
HB g/dL	17,78	2,17	18,30	1,96	0,0353*
HCT %	52,07	6,08	53,32	5,24	0,06
VCM fL	68,53	6,61	68,97	5,17	0,53
HCM pg	23,39	1,90	23,76	1,61	0,07
CHCM g/dL	34,07	2,05	34,33	2,05	0,29
PLT $10^3/\mu\text{L}$	283,29	76,99	270,08	65,27	0,12
GB $10^3/\mu\text{L}$	11,57	3,42	12,03	3,25	0,24
BAN $10^3/\mu\text{L}$	0,01	0,04	0,02	0,05	0,32
NEU $10^3/\mu\text{L}$	7,67	2,56	7,88	2,40	0,48
LIN $10^3/\mu\text{L}$	2,86	1,06	3,06	1,22	0,15
MON $10^3/\mu\text{L}$	0,34	0,24	0,37	0,27	0,38
EOS $10^3/\mu\text{L}$	0,67	0,62	0,70	0,54	0,64
BAS $10^3/\mu\text{L}$	0,02	0,05	0,01	0,04	0,15

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente separados por sexo; * $P < 0,05$ GR=Número de eritrocitos; HB= concentración de hemoglobina; HCT= hematocrito; VCM=Volumen corpuscular medio; HCM=hemoglobina corpuscular media; CHCM= concentración media de hemoglobina corpuscular; PLT=número de plaquetas; GB=número de leucocitos; BAN= Bandas; NEU= Neutrófilos; LIN= Linfocitos; MON= Monocitos; EOS= Eosinófilos; BAS= Basófilos; n=número de muestra.

En la Tabla 6 se describen las diferencias significativas que existen entre sexos; de igual forma representadas en la figura 3.

Tabla 6. Análisis estadístico para el parámetro de Hemoglobina separado por sexo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Hemoglobina (HB)		Razón-F	Valor-P
		Gl	Cuadrado Medio		
Entre grupos	18,7537	1	18,7537	4,47	0,0353*
Intra grupos	1211,6	289	4,19239		
Total (Corr.)	1230,35	290			

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

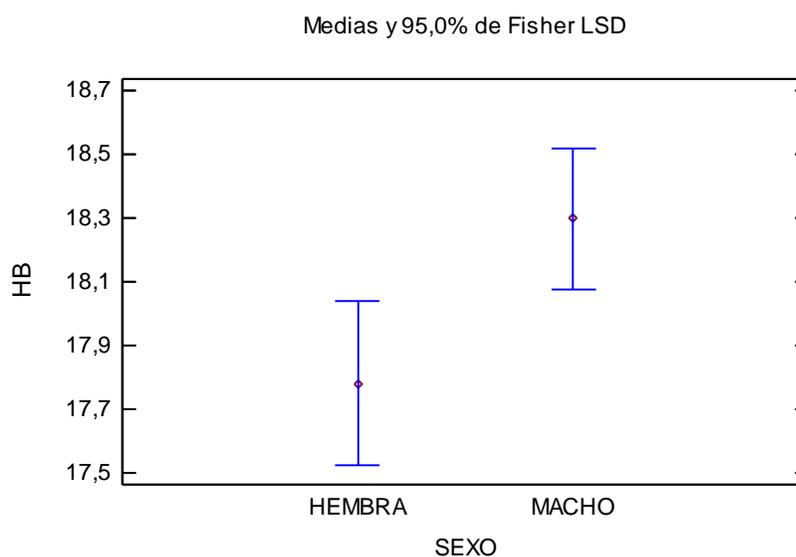


Figura 3. Promedios por intervalos de peso del parámetro de hemoglobina.

Se observó un efecto eritropoyético en pacientes con anemia asociada a insuficiencia renal crónica (IRC) tratados con andrógenos. Los efectos de la testosterona en la anemia de la IRC son sin embargo controvertidos. Actualmente se han observado efectos directos estimulantes de la eritropoyesis en cultivos celulares de médula ósea por la testosterona. Así se ha demostrado un aumento del desarrollo del número de colonias eritroides BFU-E (unidades formadoras de brotes eritroides) y CFU-E (unidades formadoras de colonias eritroides) en placas de cultivo que contenían testosterona (Enciclopedia Universal en Español).

Recientemente, un estudio realizado en Asunción (Paraguay) por Pedrozo, Quintana, Bazán y Florentin (2010), reveló que los valores de la serie roja fueron mayores en hembras que en machos aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas; este hecho se dio en el total de la población, en perros de raza indeterminada, razas grandes y pequeñas. Este hallazgo no coincide con lo reportado por Meyer, citado en Pedrozo et al. (2010) que documenta valores mayores en número de eritrocitos, concentración de hemoglobina y hematocrito por la mayor presencia de andrógenos como la testosterona que influencia de manera positiva la eritropoyesis.

El valor promedio de proteínas plasmáticas totales fue 6,5 gr/dL; no hubo diferencia significativa como lo reportado también por otras investigaciones (Day et al. 2000; Feldman et al., 2000; Meyer et al., 2007; Latimer et al., 2005; Willard et al., 2004), Tampoco se encontraron diferencias entre grupos de peso, ni entre sexos como se aprecia en las tablas 7, 8 y 9.

Tabla 7. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de proteínas plasmáticas en caninos sanos.

PARÁMETRO	PROMEDIO	DE \pm	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
PROTEÍNAS PLASMÁTICAS g/dL	6,5	0,32	6	7,4

Tabla 8. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de proteínas plasmáticas en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 77, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 63).

Parámetro	< 10 Kg		11 - 20 Kg		21 - 30 Kg		31 - 40 Kg		> 40 Kg		P < ∞
	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
Proteínas plasmáticas g/dL	6,48	0,34	6,49	0,35	6,53	0,32	6,43	0,30	6,57	0,32	0,15

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente por intervalos de peso; n=número de muestra.

Tabla 9. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de proteínas plasmáticas en caninos sanos descritos por género.

Parámetro	Hembras n: 144		Machos n: 156		P < ∞
	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
Proteínas plasmáticas g/dL	6,53	0,33	6,48	0,31	0,19

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente separados por sexo; n=número de muestra.

Los valores promedio para presión arterial se presentan en la tabla 10 (Presión arterial sistólica: 135,02 mmHg, presión arterial diastólica: 83,97 mmHg y presión arterial media: 102,38 mmHg) se encuentran dentro de los valores promedio de la literatura (Henik, 1997; Endgelhart y Breves, 2005; Bodey AR, Michell AR., citado en Brown et al., 2007; Ruíz Rodríguez, 2007).

Tabla 10. Promedio, desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de presión arterial en caninos sanos.

PARÁMETRO	PROMEDIO	DE \pm	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
PAS mm Hg	123,33	18,85	74,60	184,60
PAD mm Hg	77,21	12,98	52,20	132,00
PAM mm Hg	92,58	14,65	63,47	145,00

Nota. PAS=presión arterial sistólica; PAD=presión arterial diastólica; PAM=presión arterial media.

Los valores de presión arterial no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en lo referente a grupos de peso y género, lo cual se representa de la Tabla 8 a la 12 respectivamente.

Tabla 11. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de presión arterial en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 kg n: 52, 11 - 20 kg n: 44, 21 - 30 kg n: 78, 31 - 40 kg n: 63, > 40 kg n: 60).

Parámetro	< 10 kg		11 - 20 kg		21 - 30 kg		31 - 40 kg		> 40 kg		P < ∞
	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
PAS mm Hg	120,06	19,69	120,78	21,94	124,43	18,77	125,99	15,90	123,33	18,64	0,42
PAD mm Hg	75,36	15,53	75,42	13,18	77,73	12,87	78,55	11,52	78,02	12,13	0,57
PAM mm Hg	90,26	16,64	90,54	15,86	93,30	14,54	94,36	12,79	93,29	13,92	0,49

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente por intervalos de peso; PAS=presión arterial sistólica; PAD=presión arterial diastólica; PAM=presión arterial media; n=número de muestra.

Tabla 12. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de presión arterial en caninos sanos descritos por género.

PARÁMETRO	HEMBRAS n: 143		MACHOS n: 154		P < ∞
	PROMEDIO	DE \pm	PROMEDIO	DE \pm	
PAS mm Hg	122,98	19,73	123,66	18,06	0,76
PAD mm Hg	76,9	13,74	77,49	12,28	0,69
PAM mm Hg	92,26	15,48	92,88	13,88	0,72

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente separados por sexo; PAS=presión arterial sistólica; PAD=presión arterial diastólica; PAM=presión arterial media; n=número de muestra.

De hecho, se observó que en un estudio realizado en Estados Unidos no se hallaron correlaciones significativas entre la edad y el peso corporal en las mediciones de presión arterial sistólica y diastólica; sin embargo, una mayor muestra de caninos pudo ser necesaria para demostrar un efecto (Henik, 1997).

En el estudio, a nivel de electrocardiografía se presentan las derivaciones I, III, aVr, aVI y aVf en forma demostrativa Tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

Tabla 13. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada I de caninos sanos.

PARÁMETRO DERIVADA I	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
AP mv	0,15	0,07	-0,2	0,4
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,09	0,03	0,0	0,6
DQRS seg	0,05	0,01	0,0	0,1
AQ mv	0,14	0,13	0,0	0,4
AR mv	0,62	0,37	0,0	2,1
AS mv	0,06	0,17	0,0	0,6
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,1
IQT seg	0,18	0,02	0,1	0,3
DT seg	0,06	0,02	0,0	0,1
MORFOLOGÍA ONDA T	Positiva=48%; negativa=45%; bifásica=7%			

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

Tabla 14. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada II de caninos sanos.

PARÁMETRO DERIVADA II	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
AP mv	0,20	0,07	-0,2	0,5
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,09	0,02	0,0	0,1
DQRS seg	0,06	0,01	0,0	0,1
AQ mv	0,25	0,36	0,0	2,2
AR mv	0,94	0,49	0,0	2,9
AS mv	0,06	0,13	0,0	1,0
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,1
IQT seg	0,19	0,02	0,1	0,3
DT seg	0,06	0,02	0,0	0,1
MORFOLOGÍA ONDA T Positiva=38%; negativa=55%; bifásica=7%				

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

Tabla 15. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada III de caninos sanos, 2011.

PARÁMETRO DERIVADA III	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
AP mv	0,09	0,10	-0,3	0,3
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,09	0,05	0,0	0,8
DQRS seg	0,06	0,03	0,0	0,6
AQ mv	0,18	0,18	0,0	1,3
AR mv	0,49	0,37	0,0	1,7
AS mv	0,10	0,16	0,0	1,0
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,1
IQT seg	0,18	0,02	0,1	0,3
DT seg	0,06	0,05	0,0	0,8
MORFOLOGÍA ONDA T	Positiva=33%; negativa=62%; bifásica=5%			

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

Tabla 16. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVr de caninos sanos, 2011.

PARÁMETRO DERIVADA aVr	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
AP mv	-0,14	0,10	-0,3	0,3
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,09	0,02	0,0	0,1
DQRS seg	0,05	0,01	0,0	0,1
AQ mv	0,06	0,15	0,0	0,9
AR mv	0,26	0,29	0,0	1,9
AS mv	0,63	0,49	0,0	2,5
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,1
IQT seg	0,19	0,02	0,1	0,3
DT seg	0,06	0,02	0,0	0,1
MORFOLOGÍA ONDA T	Positiva=33%; negativa=62%; bifásica=5%			

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

Tabla 17. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVI de caninos sanos, 2011.

PARÁMETRO	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
DERIVADA aVI				
AP mv	0,08	0,10	-0,3	1,0
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,08	0,02	0,0	0,2
DQRS seg	0,05	0,01	0,0	0,1
AQ mv	0,07	0,13	0,0	0,6
AR mv	0,32	0,25	0,0	1,4
AS mv	0,14	0,22	0,0	1,7
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,2
IQT seg	0,18	0,02	0,1	0,3
DT seg	0,06	0,02	0,0	0,2
MORFOLOGÍA ONDA T	Positiva=62%; negativa=30%; bifásica=8%			

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

Tabla 18. Promedio y su desviación estándar (\pm DE), valores mínimo y máximo de los parámetros de electrocardiografía en Derivada aVf de caninos sanos, 2011.

PARÁMETRO DERIVADA aVf	PROMEDIO	(\pm DE)	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
AP mv	0,15	0,06	-0,1	0,4
DP seg	0,04	0,01	0,0	0,1
IPR seg	0,09	0,02	0,0	0,1
DQRS seg	0,05	0,01	0,0	0,1
AQ mv	0,20	0,18	0,0	1,1
AR mv	0,68	0,41	0,1	2,1
AS mv	0,05	0,07	0,0	0,4
IST seg	0,07	0,02	0,0	0,1
IQT seg	0,19	0,02	0,1	0,2
DT seg	0,06	0,02	0,0	0,1
MORFOLOGÍA ONDA T	Positiva=37%; negativa=56; bifásica=7%			

Nota. AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=intervalo PR; DQRS=duración complejo QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T.

La derivación II presentada en la Tabla 14 se tomó como fuente de comparación e investigación detallada, ya que es la derivada más clara para su análisis en el canino (Fox, Sisson, y Moise, 1999; Tilley, et al., 2009).

En electrocardiografía los valores promedio para los parámetros de amplitud (0,20 mV) y duración de onda P (0,04 seg), intervalo PR (0,09 seg), duración QRS (0,06 seg), amplitud de onda Q (0,25 mV), R (0,94 mV) y S (0,06 seg), intervalo ST (0,07 seg), intervalo QT (0,19 seg) y duración T (0,06 seg) se encuentran dentro de los valores promedio reportados por la literatura, (Tilley et al., 2001; Nelson et al., 2005; Fox et al., 1999; Tilley et al., 2009).

Teniendo en cuenta que la onda S es muy pequeña o está ausente en los perros sanos según Kittleson et al., (2000), en los valores promedio de amplitud de onda S obtenidos en el estudio, la mayoría de caninos (57%) no registraron dicha onda, otros (42%) presentaron resultados menores a 0,4 mV y un mínimo de animales (1%) mostraron datos mayores de 1 mV. Estos últimos, fueron descartados del trabajo, ya que pudieron haber presentado un agrandamiento de tipo ventricular.

A nivel de electrocardiografía, sólo se presentaron diferencias significativas por grupos de peso en la derivada II a nivel de amplitud y duración de onda P e intervalos PR, QT y ST expresados en la Tabla 19; separando prácticamente en dos grupos la investigación: razas pequeñas y razas grandes. A nivel de género no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Ver tabla 20.

Tabla 19. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros electrocardiográficos en Derivada II de caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 76, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 60).

Parámetro	< 10 Kg		11 - 20 Kg		21 - 30 Kg		31 - 40 Kg		> 40 Kg n: 60		P < ∞
Derivada II	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
AP mv	0,23	0,07	0,19	0,06	0,18	0,06	0,19	0,07	0,20	0,07	0,0102*
DP seg	0,04	0,00	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,0161*
IPR seg	0,07	0,01	0,08	0,02	0,09	0,01	0,09	0,02	0,10	0,02	0,0000**
DQRS seg	0,05	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06
AQ mv	0,22	0,20	0,27	0,17	0,30	0,64	0,24	0,21	0,20	0,16	0,52
AR mv	0,85	0,48	0,97	0,45	0,95	0,48	0,94	0,47	0,99	0,55	0,66
AS mv	0,06	0,08	0,07	0,15	0,07	0,20	0,04	0,06	0,03	0,06	0,43
IST seg	0,06	0,01	0,06	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	0,001**
IQT seg	0,18	0,02	0,19	0,02	0,19	0,02	0,19	0,02	0,19	0,02	0,0000**
DT seg	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,81

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=inervalo PR; DQRS=duración QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T; n=número de muestra.

Al realizar las comparaciones de los parámetros electrocardiográficos por grupos de peso se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la amplitud y duración de onda P, intervalo PR, QT y ST debido a que los caninos de talla pequeña presentaron valores mayores de dichos parámetros, comparados con los perros de talla grande. Ver tablas 21 y 22 y figuras 4 y 5.

Tabla 200. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de ECG en Derivada II de caninos sanos descritos por género.

PARÁMETRO DERIVADA II	HEMBRAS n: 142		MACHOS n: 154		P < ∞
	PROMEDIO	DE \pm	PROMEDIO	DE \pm	
AP mv	0,19	0,06	0,20	0,08	0,82
DP seg	0,04	0,07	0,04	0,01	0,44
IPR seg	0,09	0,02	0,08	0,02	0,20
DQRS seg	0,06	0,01	0,06	0,01	0,07
AQ mv	0,24	0,21	0,26	0,46	0,66
AR mv	0,95	0,46	0,93	0,52	0,81
AS mv	0,06	0,13	0,05	0,12	0,59
IST seg	0,07	0,02	0,07	0,02	0,72
IQT seg	0,19	0,02	0,19	0,02	0,34
DT seg	0,06	0,02	0,06	0,02	0,32

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar

El promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente, separados por sexo; AP=amplitud onda P; DP=duración onda P; IPR=inervalo PR; DQRS=duración QRS; AQ=amplitud onda Q; AR=amplitud onda R; AS=amplitud onda S; IST=intervalo ST; IQT=intervalo QT; DT=duración onda T; n=número de muestra.

Para el valor de los parámetros de amplitud (AP) y duración de onda P (DP) el valor-P de la prueba F es menor que 0,05, por lo cual, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de AP y DP entre un nivel de grupo de peso y otro respectivamente, con un nivel del 95,0% de confianza; sabiendo que G1 se refiere a los caninos <10 kg, G2: caninos de 11-20 kg, G3: 21-30 kg, G4: 31-40 kg y G5: >40 kg.

Tabla 211. Análisis estadístico para el parámetro de amplitud de onda P por intervalos de peso.

Amplitud de onda P (AP)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2	*	0,0394252	0,0281517
G1 - G3	*	0,0432349	0,0245466
G1 - G4	*	0,0332842	0,0254745
G1 - G5	*	0,029305	0,0258563
G2 - G3		0,00380967	0,0261742
G2 - G4		-0,00614099	0,0270463
G2 - G5		-0,0101202	0,0274062
G3 - G4		-0,00995066	0,0232706
G3 - G5		-0,0139298	0,023688
G4 - G5		-0,00397917	0,0246482

Nota. * Indica una diferencia significativa.

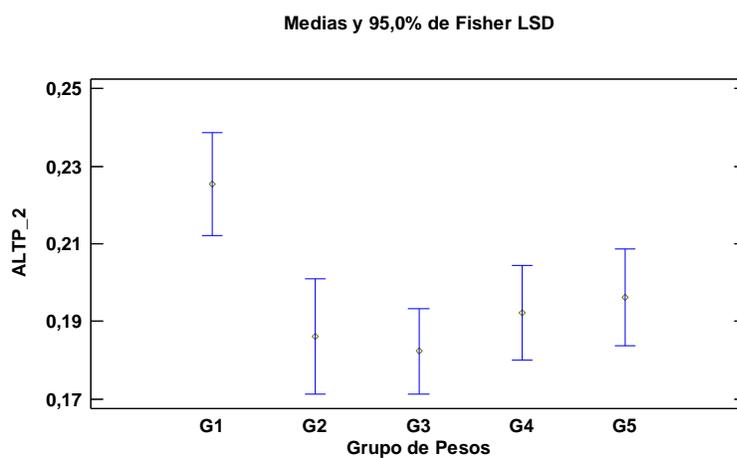


Figura 4. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de amplitud de onda P.

Tabla 222. Análisis estadístico para el parámetro de duración de onda P por intervalos de peso.

Duración de onda P (DP)			
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
G1 - G2	*	-0,00340061	0,00305001
G1 - G3	*	-0,00274578	0,00265943
G1 - G4	*	-0,00381486	0,00275996
G1 - G5	*	-0,00471069	0,00280133
G2 - G3		0,000654835	0,00283577
G2 - G4		-0,000414244	0,00293026
G2 - G5		-0,00131008	0,00296925
G3 - G4		-0,00106908	0,00252119
G3 - G5		-0,00196491	0,00256641
G4 - G5		-0,000895833	0,00267044

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

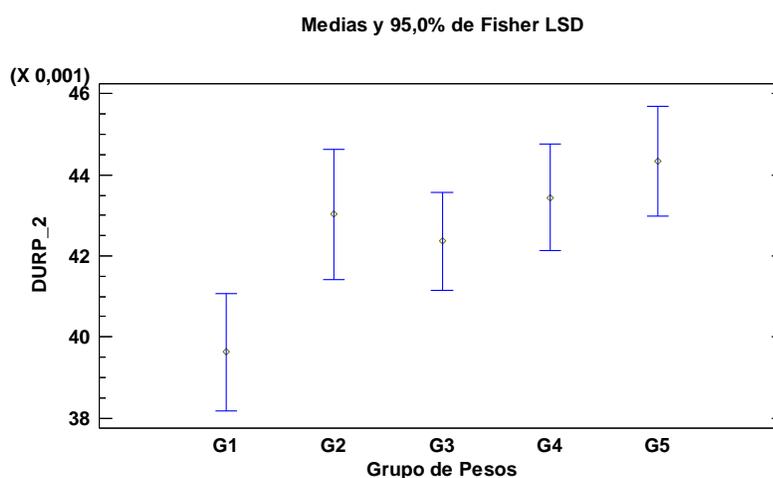


Figura 5. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de duración de onda P.

Los caninos <10 kg presentan valores menores de duración de onda P (0,0396226 seg) con relación a los caninos de 11-20 kg (0,0430233 seg), de 21-30 (0,0423684 seg), de 31-40 kg (0,0434375 seg) y >40 kg (0,0443333 seg), quienes presentaron valores homogéneos.

La amplitud de onda P para los caninos <10 kg es más alta (0,225472 mV) con respecto a los caninos de 11-20 kg (0,186047 mV), de 21-30 kg (0,182237 mV), de 31-40 (0,192187 mV) y >40 kg (0,196167 mV); los cuales tienen valores similares entre sí.

En general, la onda P es la más difícil de analizar del electrocardiograma (ECG), no porque sea compleja, sino porque tiene un voltaje (altura) reducido y en muchos casos no es fácil de distinguir. Puede estar oculta por artefactos, como el temblor muscular, o por la coincidencia con la onda T. Cuando hay taquicardia, puede ser muy difícil distinguir las ondas P (Moro, Hernández y García, 2001).

El intervalo PR en los caninos <10 kg tiene valores más bajos (0,074717 seg) con relación a los caninos de 11-20 kg (0,0852632 seg), de 21-30 kg (0,0852632 seg), de 31-40 kg (0,0865625 seg) y >40 kg (0,0951667 seg). Los caninos >40 kg poseen valores máximos (0,0951667 seg) con respecto a los demás grupos de peso (0,0826822 seg); esto, debido a que los caninos de talla grande presentan valores de frecuencia cardíaca más bajos (60-140 latidos/min.) que los perros de talla pequeña (80-160 latidos/min.), esto genera que la duración del intervalo PR se extienda, ya que la conducción a través del fascículo de His y ambas ramas fasciculares es más lenta (Kittleson et al., 2000). Ver tabla 23 y figura 6.

Para el valor de los parámetros de intervalos PR (IPR), ST (IST) y QT (IQT) el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, por lo cual, existe una diferencia

estadísticamente significativa entre la media de dichos intervalos entre un nivel de grupo de peso y otro respectivamente, con un nivel del 95,0% de confianza; sabiendo que G1 se refiere a los caninos <10 kg, G2: caninos de 11-20 kg, G3: 21-30 kg, G4: 31-40 kg y G5: >40 kg.

Tabla 23. Análisis estadístico para el parámetro de intervalo PR por grupos de peso.

Intervalo PR (PR)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2	*	-0,00946907	0,00651101
G1 - G3	*	-0,0105462	0,00567721
G1 - G4	*	-0,0118455	0,00589183
G1 - G5	*	-0,0204497	0,00598013
G2 - G3		-0,00107711	0,00605365
G2 - G4		-0,00237645	0,00625537
G2 - G5	*	-0,0109806	0,00633861
G3 - G4		-0,00129934	0,00538211
G3 - G5	*	-0,00990351	0,00547863
G4 - G5	*	-0,00860417	0,00570073

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

Los caninos <10 kg (0,0573585 seg) y de 11-20 kg (0,0623256 seg) tienen valores de intervalo ST homogéneos entre sí y mínimos comparados con los caninos de 21-30 kg (0,0684211 seg), de 31-40 kg (0,071875 seg) y >40 kg (0,0743333 seg).

Ver tabla 24 y figura 7.

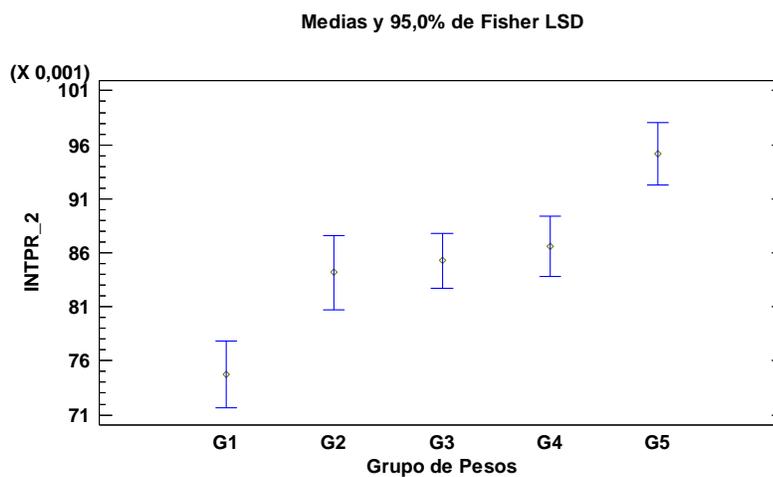


Figura 6. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo PR.

Tabla 234. Análisis estadístico para el parámetro de intervalo ST por grupos de peso.

Intervalo ST (IST)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2		-0,00496709	0,00823891
G1 - G3	*	-0,0110626	0,00718384
G1 - G4	*	-0,0145165	0,00745541
G1 - G5	*	-0,0169748	0,00756715
G2 - G3		-0,00609547	0,00766018
G2 - G4	*	-0,00954942	0,00791542
G2 - G5	*	-0,0120078	0,00802075
G3 - G4		-0,00345395	0,00681042
G3 - G5		-0,00591228	0,00693256
G4 - G5		-0,00245833	0,00721359

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

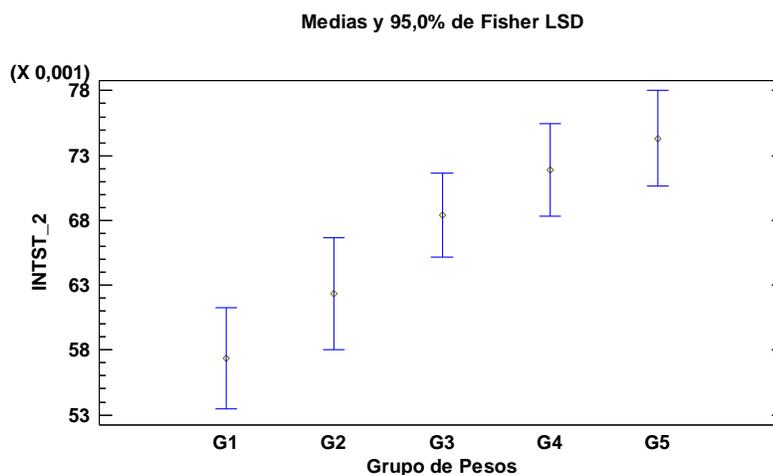


Figura 7. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo ST.

El intervalo QT en los <10 kg es menor (0,175094 seg) que en los caninos de 21-30 kg (0,185116 seg), de 21-30 kg (0,186053 seg), de 31-40 kg (0,192812 seg) y >40 kg (0,192333 seg). Los caninos de 11-20 kg (0,185116 seg) y de 21-30 kg (0,186053 seg) presentan valores homogéneos con relación a los de 31-40 kg (0,192812 seg) y >40 kg (0,192333 seg), quienes también son similares entre sí. Ver tabla 25 y figura 8.

Tabla 245. Análisis estadístico para el parámetro de intervalo QT por grupos de peso, 2011.

Intervalo QT (IQT)			
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G1 - G2	*	-0,0100219	0,00799454
G1 - G3	*	-0,0109583	0,00697076
G1 - G4	*	-0,0177182	0,00723428
G1 - G5	*	-0,017239	0,0073427
G2 - G3		-0,000936353	0,00743298
G2 - G4	*	-0,00769622	0,00768065
G2 - G5		-0,00721705	0,00778286
G3 - G4	*	-0,00675987	0,00660842
G3 - G5		-0,0062807	0,00672694
G4 - G5		0,000479167	0,00699964

Nota. Indica una diferencia significativa. * $P < 0,05$

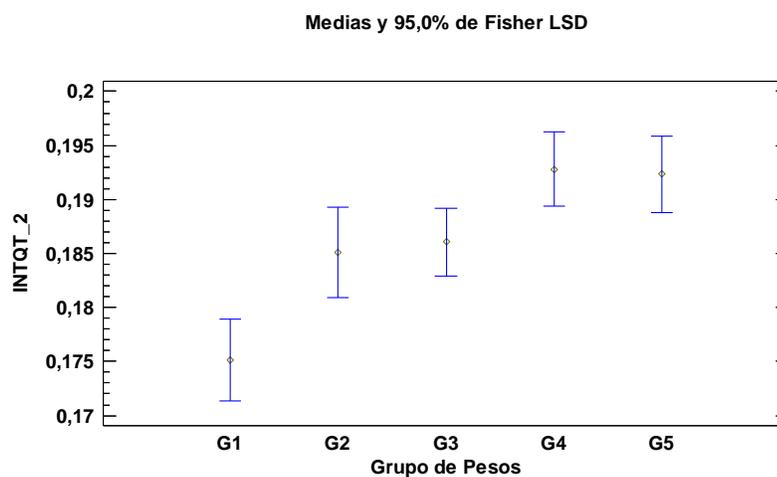


Figura 8. Promedios por intervalos de peso para el parámetro de intervalo QT.

Los caninos de 11-20 kg presentan valores más bajos (0,0623256 seg) con respecto a los caninos de 31-40 (0,071875 seg) kg y > 40 kg (0,0743333 seg), los cuales son similares entre sí. Eso quiere decir que los caninos de talla pequeña por sus características anatomorfofisiológicas reflejan valores menores; partiendo prácticamente en dos, los grupos de peso.

La forma de onda T mencionada en las Tablas 10 a 18 de acuerdo a la derivada, se ponderó, obteniendo el porcentaje de sus tres morfologías: positiva, negativa y bifásica con el fin de conocer cuál es la más prevalente de las tres.

En el estudio, hubo evidencia de arritmia sinusal en 31,42% de los caninos; no se presentaron arritmias patológicas que hicieran que se descartaran animales de la investigación.

El valor promedio de eje cardiaco ($+65^\circ$), se encontró dentro de valores promedio reportados en la literatura (Tilley et al., 2001),(Martin, 2001), (Fox et al., 1999) y (Tilley et al., 2009); donde el valor más bajo reportado por ellos es de $+40^\circ$ y el más alto es de $+100^\circ$. Tampoco se presentaron diferencias significativas por grupos de peso, ni por género. Ver tablas 26, 27 y 28.

Hubo 6 perros con datos $> +110^\circ$ sin que hubiese variaciones en la moda y la mediana (60) de la muestra.

En un corazón con conducción normal, los tamaños relativos de los ventrículos determinan cuál de ellos predomina. Por lo tanto, el eje eléctrico medio (EEM) se utiliza para determinar qué compartimento (el ventrículo derecho o el izquierdo) es mayor. El ventrículo izquierdo es mucho mayor que el derecho y, en consecuencia, el electrocardiograma (ECG) "ve", un frente de despolarización que se propaga hacia la

izquierda y en dirección caudal. Esto genera ondas R de gran tamaño en las derivaciones I, II, III y aVf. En casos de dilatación grave del ventrículo derecho, la masa de éste puede superar la del izquierdo y tiene lugar el fenómeno contrario: el ventrículo derecho predomina y el ECG “ve” la resultante de los frentes de despolarización desplazándose hacia la derecha y en dirección craneal, lo que genera ondas S marcadas en las derivaciones I, II, III y aVf y hace que el EEM se desplace también hacia la derecha y en dirección craneal (Kittleson et al., 2000).

En un estudio realizado por Baldovino, Gil y Rotunno, (2006) donde compara la amplitud de ondas electrocardiográficas en decúbito lateral derecho y estación, concluyen que no hay evidencia para determinar que alguno de los parámetros utilizados para informar electrocardiogramas varíe significativamente, de una posición a otra. Y desde el punto de vista clínico, en ninguno de los casos la evaluación e interpretación fue diferente, por lo que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrocardiográficas en una y otra posición en animales sanos, inducen a pensar que en determinadas situaciones de stress del animal o dificultad respiratoria, podría realizarse el electrocardiograma en estación, sin que ello conlleve alteraciones en el registro que puedan confundir un posible diagnóstico y que, en cambio, permitan obtener registros de alta calidad diagnóstica.

Tabla 256. Promedio y desviación estándar (\pm DE), valores mínimos y máximo de los parámetros de eje cardiaco en caninos sanos.

PARÁMETRO	PROMEDIO	DE \pm	VALORES	
			MÍNIMO	MÁXIMO
EJE CARDIACO (grados)	65,23	34,39	30	150

Tabla 26. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de eje cardiaco en caninos sanos por intervalos de peso (< 10 Kg n: 53, 11 - 20 Kg n: 43, 21 - 30 Kg n: 76, 31 - 40 Kg n: 64, > 40 Kg n: 63).

Parámetro	< 10 Kg		11 - 20 Kg		21 - 30 Kg		31 - 40 Kg		> 40 Kg		P < ∞
	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	Promedio	DE \pm	
Eje cardiaco (grados)	68,89	36,44	70,14	40,71	64,32	36,33	64,88	28,52	60,00	30,98	0,57

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente, por intervalo de peso; n=número de muestra.

Tabla 27. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de los parámetros de eje cardíaco en caninos sanos descritos por género, 2011.

PARÁMETRO	HEMBRAS N: 142		MACHOS N: 154		P < ∞
	PROMEDIO	DE \pm	PROMEDIO	DE \pm	
EJE CARDÍACO (grados)	61,81	33,63	68,38	34,9	0,10

Nota. Promedio \pm Desviación Estándar: el promedio es el resultado de 60 caninos aproximadamente, separados por sexo; N=número de muestra.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la realización del estudio se encontraron variaciones importantes en los resultados para los parámetros de hematología y electrocardiografía, estos efectos, son producto de la exposición a factores externos descritos más adelante, que dan lugar a dichas modificaciones en los datos obtenidos. Esta investigación permite que en la clínica de pequeños animales se puedan tener bases de referencia generales, por grupos de peso y por sexo, lo que permitiría mayor especificidad y claridad al momento de entablar un diagnóstico en el paciente.

Los hallazgos identificados en los parámetros hematológicos de los caninos utilizados en esta investigación manifiestan un incremento en los valores de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito con respecto a la literatura; estos resultados son consecuencia de una serie de adaptaciones fisiológicas compensatorias que sufre el organismo cuando se expone principalmente a diferentes condiciones medioambientales y geográficas como la altitud y a fisiológicas como el estrés, como se puede observar claramente en este estudio, ya que el organismo modifica sus patrones de acuerdo a donde crezca y se desarrolle y además, a las situaciones de excitabilidad a las que pueda estar expuesto. De ahí que se genere toda una cadena de eventos donde la reducción de la presión de oxígeno provoca un aumento en la producción de eritropoyetina y esta a su vez, incrementa la producción de eritrocitos,

con el consecuente aumento en la concentración de hemoglobina y el hematocrito. Por lo tanto, es importante que a partir de este estudio, se proyecten nuevos horizontes investigativos teniendo en cuenta las condiciones anteriormente mencionadas y se establezca una base de referencia comparativa de acuerdo a la región.

El estrés por su parte, produce liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina), lo que da lugar a ajustes circulatorios y metabólicos como la contracción esplénica por parte de la adrenalina, lo cual podría liberar una importante cantidad de glóbulos rojos a la circulación, provocando aumento en los parámetros mencionados de las muestras obtenidas en animales excitados y conscientes, lo cual influye en forma directa y significativa en los resultados ya que se presentaron cuadros de linfocitosis con neutrofilia concomitante.

Esta condición de excitación se podría reducir, optimizando al máximo la infraestructura y manipulación a la que se someten los animales para investigación y experimentación y de esta forma, poder disminuir las posibles alteraciones que se generen en los resultados; por lo cual se debe seguir un protocolo que estandarice y controle las diferentes variables que se presenten durante la evaluación y toma de muestra en los caninos.

Los valores promedio de basófilos y bandas se encontraron reducidos con relación a las referencias bibliográficas, pero no existe relevancia clínica, ya que la mayoría de caninos presentaron un valor de $0 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ y un grupo menor presentó valores mayores a $0 \cdot 10^3/\mu\text{L}$, estando dentro de los intervalos referenciados por la literatura.

Las comparaciones por grupos de peso y sexo revelaron diferencias significativas en los parámetros de hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina respectivamente; debido a que los caninos <10 kg tuvieron valores mayores con respecto a los caninos de 11-20 kg, 21-30 kg y >40 kg. Esto resulta, de artefactos que pueden incidir en los resultados de la hemoglobina corpuscular media (HCM) como hemólisis *in vitro* o *in vivo*, lipemia, presencia de cuerpos de Heinz o si aparece aglutinación cuando las pruebas se realizan en un contador celular electrónico, como ocurre en este estudio; lo cual genera también, valores erróneamente elevados de concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).

Los caninos de talla pequeña presentaron valores promedio de amplitud y duración de onda P, intervalo PR, QT y ST menores con respecto a los de talla grande. Fue necesario tener en cuenta, que los animales al momento de la toma y medición del electrocardiograma se encontraban en un cuarto aislado, con las mejores condiciones para su manipulación y toma de la medición pero, a pesar de ello, presentaron excitabilidad y por consiguiente taquicardia (lo que hizo que se descartaran animales del estudio), lo cual pudo afectar de alguna forma, los resultados.

Es importante para estudios futuros, discriminar los animales de acuerdo al peso (separando los ejemplares en dos grupos), ya que se encontraron diferencias significativas en los parámetros hemodinámicos; y así definir tablas de valores de acuerdo a esta variable.

A partir de la diferencia del valor de hemoglobina encontrado en machos y hembras se pueden establecer tablas con valores de referencia para cada género en

poblaciones normales para este medio, que permitan evaluar el estado fisiológico o patológico de otros caninos.

Los demás parámetros de hematología, proteínas plasmáticas, presión arterial, electrocardiografía y eje cardíaco se encuentran dentro de los valores promedio reportados en la literatura. Hecho que proporciona una herramienta útil y válida en el diagnóstico de posibles patologías en la clínica de pequeños animales.

6. LISTA DE REFERENCIAS

- Alcaldía de Bogotá. (2003-2008). <http://www.bogota.gov.co>. Recuperado el 7 de Enero de 2009, de <http://www.bogota.gov.co>: <http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/01.010101.html>
- Allison, R. W. (2007). Hematology Without the Numbers: In-Clinic Blood Film Evaluation. *Veterinary Clinics, Small Animal Practice*, 37 (2): 245-266.
- Baldovino, A., Gil, A., & Rotunno, A. (2006). *Estudio Comparativo de Amplitud de ondas electrocardiográficas: Anales de Veterinaria*. Recuperado el 14 de Octubre de 2011, de Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia: <http://revistas.um.es/analesvet/article/view/760/790>.
- Barger, A. M. (2003). The complete blood cell count: a powerful diagnostic tool. *The Veterinary Clinics, Small Animal Practice*, 33 (6): 1207-1222.
- Belerenian, G., Mucha, C. J., Camacho, A. A., y Grau, J. M. (2007). *Afecciones cardiovasculares en pequeños animales*. Buenos Aires: Inter-médica.
- Bogotá, A. d. (2003-2008). <http://www.bogota.gov.co>. Recuperado el 20 de Enero de 2011, de <http://www.bogota.gov.co>: <http://www.bogotagov.co/portel/libreria/php/01.010101.html>
- Brown Scott, A. (2004). Measuring Blood Pressure. *NAVC. Clinician's brief*, 32-33.
- Brown, S., Atkins, C., Bagley, R., Carr, A., Cowgill, L., Davidson, M., y otros. (2007). Guidelines for the Identification, Evaluation, and Management of Systemic Hypertension in Dogs and Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21: 542-558.
- Bush, B. M. (1999). *Interpretación de los animales de laboratorio para clínicos de pequeños animales*. Madrid: Harcourt.
- Castellanos, R., y Castellano, A. (5 de Mayo de 2010). *Revista Electrónica de Veterinaria: REDVET Rev. electrón. vet.* Recuperado el 15 de Junio de 2010, de Revista Electrónica Veterinaria de REDVET Rev. electrón. vet.: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050510/051012.pdf>

- Cowell, R., Tyler, R., Meinkoth, J., y Nicolta, D. (2009). *Diagnóstico citológico y hematológico del perro y el gato*. Barcelona, España: Elsevier.
- Cunningham, J. G., y Klein, B. G. (2009). *Fisiología Veterinaria*. Barcelona: Elsevier.
- Davidson, M., Else, R., y Lumsden, J. (2000). *Manual de patología clínica en pequeños animales*. Madrid: Harcourt, S.A.
- Day, M. J., Mackin, A., y Littlewood, J. D. (2000). *BSAVA Manual of canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine*. England: British Small Animal Veterinary Association.
- Duncan, y Prasse's. (2005). *Patología clínica veterinaria*. Madrid: Multimédica.
- Endgelhardt, W., y Breves, G. (2005). *Fisiología Veterinaria*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Español, E. L. (s.f.). *Enciclopedia Universal en Español*. Recuperado el 16 de Agosto de 2011, de Enciclopedia Universal en Español: <http://enciclopedia.us.e/index.php/Testosterona>
- Feldman, B., Zinkl, J., y Jain, N. (2000). *Schalm's Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fox, P. R., Sisson, D., y Moise, S. (1999). *Textbook of Canine and Feline Cardiology: principles and clinical practice*. Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company.
- Ganong, W. F. (2006). *Fisiología Médica*. México: El Manual Moderno.
- Gómez L., H. (1997). *Estadística experimental aplicada a las ciencias agrícolas*. Medellín: Imprenta Universidad Nacional.
- Grindem, B. M. (1999). Interpretación del hemograma. *Selecciones veterinarias*, 502.
- Guyton, A. C., y Hall, J. E. (2006). *Tratado de Fisiología Médica*. Madrid: Elsevier.
- Helmut, K. (1998). *Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria de mamíferos domésticos*. Madrid: Acribia.
- Henik, R. A. (1997). Systemic Hypertension and its management. *The Veterinary Clinics of North America: small animal practice geriatrics*, 27 (6): 1355 - 1372.

- Hernández Cortés, R. J. (9 de Mayo de 2004). *Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos: Uninet*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2010, de <http://tratado.uninet.edu/c090504.html>.
- Hertault, J. (1995). *Como interpretar el electrocardiograma*. Bogotá: Tribuna Médica Lerner Ltda.
- Jain, N., C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Johnson y Johnson. (2003). *Operator's Manual*. New York: Ortho-Clinical Diagnostics.
- Kaneko, J. (1989). *Clinical biochemistry of domestic animals*. San Diego: Academic.
- Kittleson, M. D., y Kienle, R. D. (2000). *Medicina cardiovascular del pequeños animales*. Barcelona: Multimédica.
- Lajara Larrea, J. M. (10 de febrero de 2010). *Recursos on line para el médico veterinario: Vetpraxis*. Recuperado el 29 de Junio de 2010, de Vetpraxis: <http://www.vetpraxis.net/2010/02/10/hematologia-tradicional-y-moderna/>
- Latimer, K., Mahaffey, E., y Prasse, K. (2003). *Veterinary Laboratory Medicine*. USA: Iowa State.
- Latimer, K., Mahaffey, E., y Prasse, K. (2005). *Patología Clínica Veterinaria*. Barcelona: Multimédica ediciones veterinarias.
- Love, y Harvey. (2006). Arterial blood pressure measurement physiology, tools and techniques. *Compendium*, 450-461.
- Love, L., y Harvey, R. (Junio de 2006). *Compendium*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2010, de CompendiumVet.com: http://www.socnewsletter.com/Media/PublicationsArticle/PV_28_06_450.pdf
- Martin, M. (2001). *ECG en pequeños animales. una guía introductoria*. Buenos Aires: Inter-médica.
- Meyer, D. H. (2004). *Medicina laboratorial veterinaria: interpretación y diagnosis* (tercera edición ed.). Barcelona, España: Multimédica ediciones veterinarias.

- Meyer, D., y Harvey, J. (2007). *Medicina Laboratorial Veterinaria: interpretación y diagnosis*. Barcelona: Multimédica ediciones veterinarias.
- Moro, C., Hernández Madrid, A., y García Cosío, F. (2001). *Electrocardiografía Clínica*. Madrid: McGraw - Hill Interamericana.
- Mucha, C. J. (7 de Julio de 2007). *REDVET Revista electrónica de Veterinaria: Redalyc*. Recuperado el 13 de Julio de 2010, de Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63612662023>
- Nelson, R. W., y Couto, C. G. (2005). *Medicina interna de animales pequeños*. Buenos Aires: Inter-médica.
- Núñez Ochoa, L., y Bouda, J. (2008). *Patología Clínica Veterinaria*. México.
- Ortega Tamayo, M., Cerquera, E. A., y Gutierrez Salamanca, R. (2006). Bases de datos de medidas electrocardiográficas para caninos residentes en la ciudad de Bogotá. *Revista de medicina veterinaria Universidad de la Salle*, (12): 73 - 80.
- Pedrozo, R., Quintana, G., Bazán, A., y Florentin, M. (2010). Valores hematológicos de referencia en caninos adultos aparentemente . *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud, Vol. 8(2)* , 5-13.
- Pochón, D. O., Repetto, C. J., y Picot, J. A. (2004). *Comunicaciones científicas y tecnológicas 2004: Universidad Nacional del Nordeste*. Recuperado el 20 de Enero de 2011, de Comunicaciones científicas y tecnológicas 2004: Universidad Nacional del Nordeste: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/4-Veterinaria/V-039.pdf>
- Rebar, A. H. (2003). *Interpretación del hemograma Canino y Felino*. Buenos Aires: Nestle Purina Pet Care Company.
- Ruiz Rodríguez, C. (2007). *Cardiología Veterinaria*. Recuperado el 29 de Junio de 2010, de Cardiología Veterinaria: <http://www.cardiologiaveterinaria.com/media/pdfs/Presion%20Arterial%20-%20Colombia.pdf>

- Sanan, T., y Arslan, M. (2007). Determination of reference arterial blood pressure values by indirect methods for Kangal dogs. *Journal of Small Animal Practice*. Vol 48 N° 11, 638-642.
- Sánchez K, M. (2002). Bases electrocardiográficas en caninos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 118.
- Schaer, M. (2006). *Medicina clínica del perro y el gato*. Barcelona: Masson, S.A.
- Schalms, F. B. (2000). *Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lippincott William y Wilkins.
- Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. (2007). <http://www.alcaldiabogota.gov.co>. Recuperado el 12 de diciembre de 2008, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co>: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=23995>
- Sodikoff. (2002). *Pruebas Diagnósticas y de Laboratorio en Pequeños Animales*. Madrid, España: Elsevier España S.A.
- Steel, R. G. (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Swenson, M., y Reece, W. (1999). *Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes*. México: Limusa.
- Tilley, L. P., y Goodwin, J.-K. (2001). *Manual of Canine and Feline Cardiology*. Philadelphia, Estados Unidos: W.B. Saunders Company.
- Tilley, L., Smith, J. F., Oyama, M. A., y Sleeper, M. M. (2009). *Manual de Cardiología Canina y Felina*. Barcelona: Multimédica ediciones veterinarias.
- Trauvetter, E. (2002). Hypertension Hypotension blood pressure measurements in dogs and cats. *Congreso mundial: World Small Animal Veterinary Association*, 67-68.
- Voigt, G. (2003). *Conceptos t técnicas hamatológicas para técnicos veterinarios*. España: Acribia.
- Willard, M. D., Tvedten, H., y Tundwald, G. H. (2004). *Diagnóstico Clínico Patológico Práctico en los Pequeños Animales*. Buenos Aires: Inter-médica.