

## 1. INTRODUCCIÓN

El referente que los médicos veterinarios tienen para la evaluación clínica de sus pacientes en la ciudad de San Francisco de Quito, son los valores hematimétricos internacionales que han adoptado como rangos referenciales normales propios, los laboratorios de análisis clínicos (veterinarios o para humanos) que funcionan en ésta ciudad. Si se analiza que son valores obtenidos en países con características geográficas y climáticas diferentes, y donde inclusive los perros difieren genética y nutricionalmente, se puede fácilmente colegir que es urgente obtener rangos referenciales propios y aplicables a cada región de nuestro país.

Como todo ser vivo, el perro es susceptible a padecer enfermedades que requieren la atención inmediata y eficaz del médico veterinario. Las enfermedades pueden tener muy diversa etiología y por ello es fundamental apoyarse en algo más que la experiencia y buen juicio del clínico en la aplicación de un adecuado examen físico, con el desarrollo de exámenes complementarios que le permitan sustentar diagnósticos precisos. Uno de los exámenes más valiosos y sencillos de realizar es el estudio hematimétrico (hemograma).

El hemograma es un examen rutinario en hematología que proporciona información sobre la concentración y algunas características morfológicas de los diferentes tipos celulares sanguíneos. En la actualidad, se dispone de una amplia variedad de equipos totalmente automatizados que en poco tiempo nos ofrecen gran cantidad de parámetros hematológicos. Muchos de estos equipos han sido desarrollados para realizar hemogramas en la propia clínica o consultorio veterinarios.

Los hemogramas deben realizarse siempre a partir de muestras de sangre venosa recogidas en tubos que contengan EDTA, que es un anticoagulante que actúa secuestrando el calcio, inhibiendo su acción como factor de coagulación. Es el anticoagulante que mejor conserva la morfología de los diferentes elementos sanguíneos, tal y como son “in vivo”.

Los médicos veterinarios, tradicionalmente han venido manejando los cuadros hemáticos ofrecidos por la literatura extranjera sin confirmar si en realidad se ajustan o no, a la

realidad y, la experiencia enseña que por diferentes circunstancias, no siempre corresponden a ella.

La presente investigación es parte de un proyecto en donde se pretende establecer los valores hematimétricos estándar de perros clínicamente sanos de la ciudad de Quito (como modelo aplicable a la región interandina o Sierra) ejecutada por el Dr. Luis Fernando Donoso y conjuntarla con el trabajo de investigación realizado en el 2012 por el Dr. Jhonny Pérez Rodríguez en la ciudad de Machala, como modelo aplicable a la región Costa.

La hipótesis planteada es:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad de Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por los laboratorios, que utilizan los rangos internacionales.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad de Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por los laboratorios, que utilizan los rangos internacionales.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un estudio que permita a los médicos veterinarios de la ciudad de Quito, contar con parámetros de los índices hematimétricos propios para ésta ciudad y aplicables a la región interandina o Sierra.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar los valores promedio normales del índice hematimétrico de perros clínicamente sanos de la ciudad de Quito.

2. Comparar los valores hematimétricos obtenidos con los valores de referencia actualmente utilizados por los laboratorios.
3. Analizar si las referencias internacionales de valores hematimétricos son aplicables a nuestra zona geográfica.



## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. HEMATOLOGÍA DEL PERRO NORMAL**

Ariyibi (2002) señala que los resultados de las pruebas hematológicas proveen información importante acerca del estado de salud del paciente, su historial de enfermedad y la respuesta al tratamiento. Para ilustrar de mejor manera el cómo los errores en la adecuada interpretación pueden resultar de la falta de conocimiento de los valores normales o del no contar con los mismos para ser aplicados en una situación específica, citamos el siguiente ejemplo. Un perro Beagle de siete semanas de edad que pesa 2,2 kg se encuentra bajo su cuidado y su hemograma revela los siguientes resultados: Hematocrito, 24 % Proteínas plasmáticas, 5 g/dl Leucocitos, 13 483 células por ul; Neutrófilos, 8 495 células por ul; Linfocitos, 4 045 células por ul; Monocitos, 674 células por ul,; Eosinófilos, 269 células por ul; y Reticulocitos, 5 %. Si los valores normales para un perro Beagle adulto, son aplicados como parámetro de comparación referencial para el presente caso, nos conduciría a concluir que este cachorro se encuentra anémico. El porcentaje aumentado de reticulocitos, nos indicaría que se trata de una anemia regenerativa y el bajo nivel de proteínas, sugeriría una pérdida de sangre como causa probable. Si este animal fuese tratado con antihelmínticos y suplementos vitamínicos que contengan hierro, los valores podrían en el transcurso del tiempo acercarse a los valores normales para el adulto, pero exactamente lo mismo ocurriría sin necesidad de aplicar ningún tratamiento, permitiendo únicamente que el paciente vaya cursando a través de las diferentes etapas de desarrollo propias de su edad temprana. Este ejemplo fue obtenido de los resultados observados por el autor (Harold W. y Tvedten. 2009) en una investigación realizada con perros de la raza Beagle, donde el promedio de Hematocrito fue de 38 % a las 20 semanas de edad.

### **2.1.1. REFERENCIA DE LOS VALORES HEMATOLÓGICOS Y DE BIOQUÍMICA.**

Lumsden (1979) nos ilustra que en su investigación sobre: referencia de los valores hematológicos y de bioquímica de 53 variables utilizó 51 perros clínicamente sanos, 26 machos y 25 hembras, aproximadamente de seis a 24 meses de edad y de raza mixta. Estos perros fueron muestreados por su buen estado de salud y la oportunidad de recoger el volumen de sangre requerido para completar el análisis de las variables de interés. Recolección de muestras de sangre y análisis de laboratorio se hizo en una forma estándar descrita, esta última incluye un programa de control de calidad constante. Para cada variable los datos fueron examinados para la homogeneidad y cuando está presente, los valores extremos ( $n = 9$ ) fueron excluidos. Análisis paramétrico se utilizó para calcular el intervalo de referencia para las variables que tenían una distribución de Gauss o que podrían ir cambiado a una distribución de Gauss por cualquiera de las cuatro transformaciones. Para aquellas variables en las que la distribución de Gauss no estaba presente, se usó el análisis no paramétrico. Debido al pequeño tamaño de la muestra de la población, la incertidumbre de la raza y la edad exacta de cada perro, los efectos de raza, edad y sexo no fueron examinados. Los valores de referencia deben ser utilizados para ayudar a la interpretación de las observaciones obtenidas a partir de un animal o animales de origen comparables, es decir, sub poblaciones similares, y sólo si las mismas técnicas de laboratorio se siguen. Hasta que cada laboratorio sea capaz de generar valores de referencia con el tamaño adecuado de la muestra y la metodología actual de las sub poblaciones de numerosos puntos de interés, los intervalos de referencia de este tipo son útiles para los clínicos e investigadores.

### **2.1.2. FUENTE DE LOS VALORES NORMALES**

Harold y Tvedten (2009) manifiestan que los valores promedio y los rangos referenciales son obtenidos en base de análisis estadísticos de los datos arrojados por el estudio de un grupo seleccionado de animales. Los valores más significativos para los clínicos, son por supuesto, aquellos que derivan de un gran número de animales que han sido estrechamente evaluados bajo condiciones óptimas. Es recomendable por tanto, que los veterinarios propendamos a utilizar como valores normales, aquellos obtenidos de estudios realizados en un importante sector de la población, que además deberá guardar estrecha relación con

las realidades particulares de cada entorno físico y medio ambiental en que nos desenvolvamos.

### **2.1.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS**

Los valores hematológicos normales son usualmente expresados como promedios y el rango referencial al promedio incluye dos desviaciones estándar y estas a su vez incluyen el 95 % de los valores obtenidos de una población normal. De ésta manera, para un parámetro particular en una población normal, 1 de cada 20 valores podría quedar fuera de este rango. Distribuciones igualitarias, no siempre están presentes en lo que a expresión de promedios se refiere. Algunos valores podrían desviarse hacia la derecha o la izquierda; los valores normales de eosinófilos podrían tender a acercarse al cero, provocando una desviación de la curva hacia la izquierda. Otras distribuciones son posibles, pero los datos son reportados como si la distribución clásica estuviese presente (Harold W, Tvedten, 2009).

#### **2.1.3.1. Una analítica sanguínea típica puede incluir los siguientes parámetros:**

Los valores normales de una analítica de sangre para perros se muestran en la tabla siguiente. Tenga en cuenta que cada laboratorio de diagnóstico veterinario tiene su propio conjunto de valores normales calculados para sus propios instrumentos. Los valores que aquí se muestran pueden ser diferentes de los rangos normales de su veterinario <sup>1</sup> (Ver el cuadro #1).

### **2.1.4. FACTORES QUE AFECTAN LA EXPRESIÓN DE VALORES NORMALES**

Muchos factores fisiológicos, técnicos y terapéuticos tienen importantes efectos sobre los datos hematológicos. El tener un conocimiento profundo de estos factores es muy importante al momento de desarrollar una tabla de valores normales o de reconocer los cambios no expresados por la enfermedad de un paciente.

Cuadro 1 Rangos normales para una analítica  
Bioquímica en perros.

Glucosa	67 - 125 mg/dL
ALT	15 - 84 U/L
Bilirrubina total	0,0 - 0,4 mg/dL
Proteína total	5,2 - 7,8 gm/dL
Nitrógeno ureico	9 - 27 mg/dL
Fósforo	2,6 - 6,8 mg/dL
Sodio	140 -153 mmol/L
Cloro	106 – 118 mmol/L
LDH	10 – 273 U/L
Magnesio	1,5 – 2,7 mg/dL
Lipasa	200 – 700 U/L
T <sub>4</sub>	1,0 – 4,7 ug/dL

Los elementos normales de la sangre en perros se muestran en la tabla. Estos valores son aproximados y pueden no ser los normales establecidos para cualquier otro laboratorio o analizador de sangre <sup>1</sup> (Ver el cuadro #2)

Entre los factores que afectan los valores en las distintas investigaciones se encuentran: el número, la proveniencia, edad, sexo, raza, estado sanitario y la nutrición de los animales; al igual que el método utilizado en la recolección y la técnica hematológica empleada. Diferencias fisiológicas como el estado de excitación, la actividad muscular, el momento de la toma de muestra, la temperatura ambiental, el balance hidro electrolítico y la altura pueden causar diferencias importantes en los resultados (Jain, 1993).

#### **2.1.4.1. Edad**

Los animales jóvenes con frecuencia presentan datos de laboratorio bastante diferentes a los reflejados por los adultos y, esto a todas luces es lógico que se presente pues las condiciones fisiológicas que enfrentan unos y otros son bastante disímiles.

Cuadro 2 Valores normales de hematología en perros<sup>1</sup>.

(RBC) Eritrocitos - serie roja	5,5 – 8,5 X 100,000/L
(WBC) Leucocitos - serie blanca	6,0 - 17 x 1000/L
(HCM) Hemoglobina Corpuscular Media	19,5 – 25,5 pg
(RDW) Distribución de la serie roja	14 - 19 %
Hematocrito	37 - 55 %
Hb (Hemoglobina) g/L	120-180
Reticulocitos	0-1.5%
Segmentados x 1000/ul	3,6-11,5
Banda x 1000/ul	0,0-0,3
Linfocitos x 1000/ul	1,0-4,8
Monocitos x1000/ul	0,15-1,35
Eosinófilos x1000/ul	0,01-1,25
Plaquetas x 100000/ul	2-9

El período neonatal expone al animal a condiciones medio ambientales totalmente extrañas para él de una manera abrupta, obligándolo a tener un crecimiento muy acelerado y exponiéndolo al contacto con agentes infecciosos por primera vez. Algunos valores normales basados en la edad están disponibles a través de la bibliografía técnica, pero es muy difícil el obtener datos de todas las razas y todas las edades. Al momento del nacimiento, el número de eritrocitos caninos es elevado (pues tiene relación con el de la madre) pero luego va decreciendo de forma importante; condición que es mantenida en promedio hasta los tres meses de edad, momento en el cual da inicio una recuperación de los niveles de hematocrito que le permitirán alcanzar valores cercanos a los considerados como normales para el adulto, alrededor de las 30 semanas de vida. Adicionalmente, en los animales jóvenes afecta la manipulación y su costumbre al manipuleo (Jain, 1993).

<sup>1</sup> [www.vetspain.com/fichas.../perros/.../63-analitica-de-sangre](http://www.vetspain.com/fichas.../perros/.../63-analitica-de-sangre) consulta realizada el 16 de Julio del 2012.

El número de leucocitos en cachorros es bastante variable y con frecuencia es más alto que en los adultos. El valor absoluto de linfocitos en cachorros, normalmente es alto lo cual dificulta la identificación de linfopenias. La concentración de proteínas plasmáticas incrementa con la edad, especialmente durante los primeros 6 a 12 meses de vida. Parte de esto es debido al estímulo antigénico lo cual provoca la producción de gama globulinas. Se ha observado que otras proteínas también incrementan su cantidad pero los niveles de fibrinógeno no cambian significativamente<sup>3</sup>.

#### **2.1.4.2. Raza**

Harold W. y Tvedten (2009) manifiestan que ciertas razas de perros tienen particularidades hematológicas únicas. Así por ejemplo, Hematocritos mayores al 50 % han sido observados en Poodles, Pastores Alemanes, Bóxers, Beagles, Dachshunds y Chihuahuas, atribuyéndose ésta condición a nerviosismo y contracción esplénica. Hematocritos superiores al 66 % han sido reportados en Greyhounds clínicamente normales, en tanto que los Akita (Gran Perro Japonés) usualmente presentan valores de volumen corpuscular medio, bajos o muy cercanos al nivel normal bajo, en relación con otras razas. Algunos Poodles clínicamente sanos tienen niveles muy altos de volumen corpuscular medio y presentan anomalías morfológicas en su tejido eritropoyético, incluyendo fragmentación nuclear y múltiples cuerpos de Howell-Jolly. En los Greyhound también se ha observado una disminución en el recuento de células blancas y plaquetas.

Más de una vez, se ha diagnosticado a estos animales de forma errónea con cáncer u otras patologías. Una hipótesis plantea que esta disminución se da para compensar en el espacio vascular el número alto de eritrocitos.

#### **2.1.4.3. Ejercicio, excitación y entrenamiento**

Jain (1993) señala que el incremento en la presión sanguínea y la liberación de epinefrina durante el ejercicio y la excitación pueden ser causa de significativos incrementos en el número de eritrocitos y leucocitos. La contracción del bazo añade un bolo concentrado de eritrocitos hacia el sistema vascular incrementando la cuenta eritrocítica de la sangre periférica. Los estadios de miedo o excitación alteran el recuento total de leucocitos, logrando que tanto neutrófilos como linfocitos estén elevados considerablemente. La

cuenta de leucocitos se incrementa a causa de que las células blancas son transferidas desde el lecho marginal hacia la circulación general.

La leucocitosis fisiológica se caracteriza por un incremento en todas sus formas celulares, ciertos cambios en la presentación de patrones hematológicos normales han sido descritos en caballos y humanos atletas, lo que hace pensar que posiblemente algo similar puede ocurrir en los perros destinados a labores de trabajo.

#### **2.1.4.4. Sexo y gestación**

Se ha observado que los perros machos tienen tendencia a presentar niveles de hematocrito, hemoglobina y número de hematíes, más altos que las hembras. Esto puede resultar significativo al momento de comparar un grupo de animales, pero clínicamente en cambio, puede ser insignificante en la evaluación de un animal. En relación a la gestación, se ha podido observar que las hembras caninas pueden presentar una anemia entre leve y moderada que es más manifiesta en el último tercio de la misma. Los valores comienzan a retornar hacia la normalidad inmediatamente después del parto, pero suelen permanecer en niveles más bajos que los que tenían antes de la gestación, durante todo el período de lactancia (Jain, 1993).

#### **2.1.4.5. Alimentación**

Una variedad de nutrientes entre los que se incluyen el hierro, las proteínas y las vitaminas del complejo B, son indispensables para una adecuada síntesis de la hemoglobina. Por lo tanto, el estatus nutricional de cada individuo afectará por sí mismo a los valores de eritrocitos encontrados al evaluar un grupo de animales. Si a esto, se le añade la posibilidad cierta de que muchos animales pueden cursar con la presencia de enfermedades subclínicas tales como el estrés o las parasitosis, se deduce que esto representará una dificultad añadida que puede predisponer al apareamiento de infecciones en ese animal (Jain, 1993).

#### **2.1.4.6. Altura**

Sawka *et al* (1996) explica que las personas que viven a mayor altura tienen mayor concentración de hemoglobina, lo que le permite llevar la cantidad necesaria de oxígeno a

los tejidos. Dependiendo de la altura y de la duración del tiempo de aclimatización, el incremento de hemoglobina variará y se reflejará en el volumen sanguíneo, comparado con el obtenido a nivel del mar. Además, menciona a estudios previos que proponen que el incremento en la hemoglobina está mediado por hemoconcentración, expansión del eritrocito o por los dos. El primero se debe a deshidratación, diuresis, pérdida de proteína plasmática y un incremento en la presión hidrostática de los capilares. La expansión del volumen del eritrocito está mediada por la eritropoyetina, que causa el apareamiento de reticulocitos a los pocos días. Un cambio en la altura promueve un pico rápido de eritropoyetina en las primeras 48 h, seguido de una baja hacia la normalidad entre los 5-10 días de aclimatización. Éste es seguido por una nueva baja, mediada por la concentración de oxígeno en sangre, un incremento en la presión arterial y por alcalosis. Sin embargo, la investigación en humanos demostró que tras 13 días de aclimatización no cambia el volumen de los eritrocitos y tampoco existe un efecto de expansión exógena; un cambio moderado en el nivel de oxígeno sanguíneo no modifica la respuesta de la eritropoyetina y por último, que la expansión exógena del volumen del eritrocito coincide con una pérdida de plasma, de proteína plasmática y una elevación de la presión arterial media. Estudios han demostrado que animales a una mayor altura tienen un mayor conteo de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y volumen de paquete celular más altos, que aquellos que viven al nivel del mar.

#### **2.1.4.7. Drogas**

Jein (1993) manifiesta que el maleato de acepromazina, droga que se usa comúnmente en veterinaria para tranquilizar perros y caballos, produce un decremento importante en el hematocrito de ambas especies. Esto ocurre en los primeros 30 minutos y puede durar hasta 12 horas. En el caballo el hematocrito puede disminuir hasta un 50 %.

## **2.2. VALORES DE REFERENCIA**

Los valores de referencia son necesarios para juzgar si un resultado es normal o anormal, pero las fuentes de los valores normales a menudo son poco satisfactorias. En Medicina Veterinaria cuando se considera el número de especies involucradas, variedad de características raciales, efecto de la edad, sexo y otros factores, y la cantidad (+ de 120) animales sanos que óptimamente deberían ser empleados en cada una de estas categorías

para establecer los valores de referencia, resultan obvios los costos en términos de tiempo y dinero (Willard, 1993). En medicina humana, las compañías de seguros pagan por los estudios de laboratorio de grandes cantidades de personas normales como una parte de los exámenes físicos de rutina lo cual les genera un enorme conjunto de datos normales, pero en veterinaria definitivamente no son de fácil disponibilidad. Idealmente cada laboratorio veterinario debería desarrollar sus propios valores de referencia para la sub población a la que está dirigido. Estos valores de referencia pueden ser modificados por cambios en la metodología: tiempo o temperatura de reacción, sustrato usado, equipo, etc. razón por la cual deberían ser establecidos cada vez que un laboratorio cambia su equipamiento o el tipo de reactivos, pero los gastos pueden tener un costo prohibitivo. Por ejemplo, en un estudio costó \$ 11 USD por muestra y gran parte del tiempo de trabajo útil de tres personas durante cuatro meses para establecer nuevos valores de referencia hematológicos con un nuevo instrumento de hematología para cuatro especies animales de laboratorio. Esto incluyó la obtención de al menos 100 animales por especie o el acceso temporal a ellos, el muestreo, el análisis de las muestras con el instrumento y luego la evaluación estadística de los datos y su comunicación en un patrón aprovechable. Los datos abarcaron sólo los valores de adultos y en general sólo para una raza por especie, de modo que no fueron evaluadas muchas variables tales como edad, sexo, ambiente y raza. Se puede extrapolar la cantidad de tiempo y esfuerzo necesarios para mantener actualizados los valores de referencia, incluso para una especie como el perro, si se considera cada raza y el efecto de la edad (Lumsden *et al.* 1979).

En lugar de que cada laboratorio cree sus propios valores, es frecuente el uso de los datos bibliográficos para muchos estudios. Los resultados hematológicos básicos son más constantes entre los diferentes laboratorios y técnicas que los valores químicos, de modo que los valores hematológicos de referencia establecidos por un laboratorio en general son aceptados por otros. Los laboratorios deberían desarrollar valores de referencia para las especies y los estudios que practican con mayor asiduidad (Willard, 1993).

Una alternativa para la obtención de muchos animales probablemente normales para establecer los valores de referencia es manipular en forma matemática los datos de los pacientes hospitalarios. Estos valores no son de animales con normalidad probada, pero representan una fuente económica y de fácil acceso de un conjunto de datos de volumen suficientemente demostrativo de la variedad poblacional de los pacientes del laboratorio.

Las técnicas estadísticas producen rangos de referencia de costo eficiente representativos de la población hospitalaria y de la instrumentación actual del laboratorio. Los clientes de los laboratorios deberían solicitar la fuente de los valores de referencia utilizados. Si es necesario, uno puede ofrecer el envío de una tanda de muestras de animales probadamente normales para mejorar la calidad de los valores de referencia. Muchos directores de laboratorios se muestran gustosos de mejorar sus valores de referencia cuando se colabora con la obtención de muestras (Willard, 1993).

### **2.3. INVESTIGACIONES**

Pedrozo (2010) realizó una investigación sobre: Valores hematológicos de referencia en caninos adultos aparentemente sanos, que concurren a una clínica privada de Asunción, y señala que el hemograma es el examen de laboratorio de mayor uso diagnóstico en el canino, por lo que se hace necesario disponer de valores referenciales adecuados para poder interpretar correctamente los resultados y así obtener una conclusión válida.

El estudio tuvo como objetivo determinar los valores hematológicos en caninos adultos aparentemente sanos en la ciudad de Asunción. Este estudio descriptivo de corte transversal se desarrolló en un grupo de caninos aparentemente sanos, pacientes habituales de la Clínica "Tacuary 2". Se determinaron los valores hematológicos de 100 caninos adultos de 23 razas diferentes por técnicas manuales.

Los valores de referencia se hallaron utilizando el método clásico o paramétrico que se calcula en base al valor de la media, más menos el doble de la desviación típica ( $x \pm 2s$ ). Los valores fueron número de eritrocitos ( $4,3 - 7,1 \times 10^6 /\mu\text{L}$ ), hemoglobina ( $9,2 - 15,6 \text{ g/dL}$ ), hematocrito ( $28,2 - 48,2 \%$ ), VCM ( $63 - 71 \text{ fL}$ ), CHCM ( $30 - 35 \text{ g/dL}$ ), HCM ( $20 - 23 \text{ pg}$ ), número de leucocitos ( $7,8 - 12,5 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), neutrófilos segmentados ( $62 - 86\%$ ), ( $5,7 - 9,3 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), neutrófilos en banda ( $0 - 2 \%$ ), ( $0 - 231 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), eosinófilos ( $0 - 5 \%$ ), ( $0 - 0,56 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), linfocitos ( $11 - 29\%$ ), ( $1 - 3 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), monocitos ( $0 - 7,6 \%$ ), ( $0 - 0,4 \times 10^3 /\mu\text{L}$ ), proteína total ( $4,5 - 7,05 \text{ g/L}$ ). Llama la atención los valores más bajos de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito y proteína total de los individuos estudiados al compararlos a los reportados por la literatura.

De acuerdo con Jain (1993) los límites fisiológicos para el hemograma en perros están representados por los siguientes valores: el recuento global de eritrocitos está entre 5.4 y 8.5  $\times 10^6/\mu\text{L}$ , la hemoglobina entre 12 a 18 g/dL, hematocrito 37 a 55%, volumen corpuscular medio (VCM) alrededor de 60 a 77 fL, y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) entre 32 y 38%. En relación a los valores normales de la serie blanca, el número total de leucocitos circulantes se encuentra entre 6 y 17  $\times 10^3/\mu\text{L}$ , siendo las variaciones leucocitarias distribuidas de la siguiente manera: neutrófilos segmentados 60 a 75% y 3 a 11.5  $\times 10^3/\mu\text{L}$ , basófilos 0 a 3% y 300/ $\mu\text{L}$ , eosinófilos 2 a 10% y 100 a 1250/ $\mu\text{L}$ , linfocitos 12 a 30% y 1500 a 5000/ $\mu\text{L}$ , monocitos 3 a 9% y hasta 2000/ $\mu\text{L}$ . Las plaquetas en perros varían entre 200.000 a 500.000/ $\mu\text{L}$  de sangre.

## **2.4 COLECCIÓN, MANEJO Y ENVÍO DE MUESTRAS PARA HEMATOLOGÍA**

La exactitud de las evaluaciones del laboratorio depende en gran parte de la calidad en la colección, preparación y transporte de las muestras. “Para que una muestra de sangre tenga un valor diagnóstico, se deben reflejar de forma verídica, los procesos patológicos sobre las células sanguíneas y las plaquetas” (Day *et al.* 2004).

Hay factores relacionados al paciente como el sexo, la edad y la preñez que no se pueden modificar, pero que el médico debe conocer. “Sin embargo, existen otros modificables como la correcta toma de muestras y preparación de los pacientes, que constituyen los primeros pasos para obtener resultados válidos.” Entre los factores modificables se encuentran: estrés mental y físico, ejercicios, dietas, cambios de postura y procedimientos quirúrgicos. Se ha visto, por ejemplo, que el estrés produce un incremento en las células sanguíneas y factores de coagulación; el ejercicio incrementa la eritrosedimentación; y los cambios posturales y el éstasis venoso producen entre 10-20 % de hemoconcentración de proteínas, enzimas y sustancias ligadas a las proteínas (Céspedes y Seringe 1999).

El daño físico sobre los componentes de la sangre durante su recogida es la causa más frecuente de obtener una mala muestra. La fragilidad de los eritrocitos y la agregabilidad plaquetaria son bastante impredecibles y varían según los individuos y los procesos patológicos (Day *et al.* 2004).

En perros y gatos resulta adecuado el uso de las venas cefálicas, safenas y yugulares. Dependiendo de la talla de los animales, se prefieren las yugulares en gatos y perros pequeños, la extracción a partir de este vaso provee los resultados más fiables, pues pone a prueba en menos razón la resistencia del eritrocito y disminuye la predisposición a agregación plaquetaria. Después de utilizar alcohol para limpiar el sitio de punción, este debe secarse con una torunda de algodón, de lo contrario se corre el riesgo de que el líquido pase a la aguja por capilaridad y se produzca una hemólisis de la muestra. Los tubos al vacío y las jeringas son igualmente eficientes, pero no se deberían usar juntos, porque las muestras se estropean cuando la sangre pasa por la aguja y a través del tapón (Day *et al.* 2004).

En cuanto al material, es apropiado utilizar tubos Vacutainer de 2 o 3 ml con tapón color violeta que contiene EDTA K3 sal tripotásica del ácido etildiaminotetracético, debiendo llenar dos terceras partes del tubo, pues existe una relación precisa de anticoagulante con la cantidad de sangre para mantenerla incoagulable. Si no se tienen Vacutainers disponibles, se pueden utilizar jeringas de 3 ml con agujas de número 22 x 1 a 1 <sup>1/2</sup> pulgadas, a las que se recomienda poner EDTA antes de la venopunción para evitar la agregación plaquetaria o coagulación de la muestra. El uso de EDTA está indicado, porque logra conservar la morfología celular.

El uso de un torniquete, también está recomendado y se lo aplica durante un máximo de 20 segundos antes de la venopunción, pues dejarlo mayor tiempo produce aumento de la masa eritroide, esto es porque los eritrocitos quedan retenidos en mayor proporción que el plasma mientras mayor sea el tiempo que el torniquete este en uso. Lo anterior produce un aumento en el hematocrito, pudiendo enmascarar una anemia.

En cuanto al animal, este debe encontrarse lo menos estresado o excitado posible para minimizar las variaciones fisiológicas que estos estados traen consigo. El manejo adecuado de la muestra demanda el cumplimiento de una serie de normativas técnicas orientadas fundamentalmente a permitir la perfecta identificación de la muestra.

- Nombre del paciente, especie, raza, edad, hora y fecha de muestreo.
- Señalar con tinta roja si el animal es sospechoso de sufrir alguna enfermedad infectocontagiosa de carácter zoonótico.

- Describir la historia clínica con los hechos más relevantes.
- Indicar si el animal está recibiendo tratamiento y el tiempo que lo ha recibido, si ese fuera el caso.

En lo posible el envío o procesamiento de la muestra deberá hacerse lo más pronto posible. Se recomienda dejar la muestra a temperatura ambiente durante unos 15 minutos y no exponerla al sol antes de refrigerarla (4 °C), para evitar un choque térmico y hemólisis de la muestra. Si la evaluación de la muestra no se efectúa en 4 horas, principalmente el conteo de plaquetas, es conveniente hacer dos frotis (sin refrigerarlos) para hacer su estimación. Los resultados se obtienen rápidamente, no hay que guardar tanto tiempo la sangre y por lo tanto las células se observan mejor, ya que se descomponen al estar en contacto por mucho tiempo con el anticoagulante; Mejores diagnósticos y tratamientos. Al igual que en las enfermedades que afectan a los seres humanos, muchas enfermedades se diagnostican a través de exámenes de laboratorio. Los médicos veterinarios deben basar sus decisiones en el diagnóstico y no en la especulación. El examen de sangre es como una pieza de un rompecabezas que el veterinario puede utilizar para reducir la lista de posibles enfermedades (diagnósticos diferenciales). Los resultados normales son “buenas noticias” y no necesariamente una pérdida de dinero. Los exámenes de laboratorio se utilizan tanto para descartar enfermedades como para confirmarlas o identificarlas. Se debería estimular el preguntar sobre los exámenes de laboratorio que sean indicados para las mascotas al momento de hacer sus citas y recordar que son recomendados en toda mascota de más de 7 años (Day *et al.* 2004).

Villiers (2009) señala que en los últimos años, el aumento en el uso y el mayor conocimiento de la biopatología clínica nos ha llevado a una detección más precisa de la enfermedad y al uso de enfoques terapéuticos racionales. Ahora es posible realizar un amplio rango de análisis en los laboratorios y los clínicos han de elegir entre laboratorios internos o externos. Muchos clínicos, gerentes y socios veterinarios tienen dificultad en el momento de la elección entre un laboratorio en la clínica para la realización de las distintas pruebas o la remisión de muestras a laboratorios externos (comerciales, universitarios, gubernamentales).

Remarcamos a continuación las ventajas y los inconvenientes que deberían considerarse. Para la supervivencia de los laboratorios comerciales de diagnóstico, el producir resultados precisos con una interpretación significativa y válida de los hallazgos laboratoriales es

esencial. Por tanto, deben asumirse algunos compromisos de tiempo y financieros para asegurar que se mantiene la calidad.

#### **2.4.1. INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS GRAFICOS EN HEMATOLOGIA**

El diagnóstico clínico se basa en una recopilación de datos que nos informan acerca del estado de salud de un animal. Uno de esos datos son los que nos proporcionan los análisis clínicos, y dentro de ellos están los informes hematológicos.

Hoy en día los laboratorios de análisis clínicos disponemos de autoanalizadores hematológicos que nos generan multitud de datos numéricos y gráficos de la serie roja, blanca, plaquetas, células anormales y precursoras. Aunque estamos acostumbrados a fijarnos a primera vista en unos pocos valores hematológicos, como son el número de hematíes, leucocitos y plaquetas, cantidad de hemoglobina, hematocrito y porcentaje de poblaciones leucocitarias, el resto de parámetros que nos proporcionan estos instrumentos nos ayudan a obtener una mayor información, y por tanto mayor potencia diagnóstica.

Al interpretar las gráficas de los informes hematológicos y su variación en diversas patologías, se consigue con ello poder llegar a un diagnóstico bastante acertado de la enfermedad. Puesto que un gráfico no es más que la representación de dos variables y todo gráfico se compone por tanto de datos numéricos, también explicaremos que significan esos datos, y sus intervalos numéricos de referencia. Existen muchos tipos de autoanalizadores hematológicos, pero todos ellos determinan los mismos parámetros y todos desarrollan gráficas. Los instrumentos que analizan 5 poblaciones de leucocitos lógicamente nos darán mayor información que los de 3 poblaciones, por lo que su utilidad para el diagnóstico también será mayor. Nuestro laboratorio trabaja con un citómetro de flujo, provisto de un láser, el Technicon H1 (Bayer), por lo que las gráficas que mostraremos corresponden a este instrumento, aunque en algunos casos la forma de las gráficas no coincida con las de otros autoanalizadores de otras marcas comerciales, el fundamento numérico es el mismo.

La automatización en los laboratorios es actualmente algo habitual, no sólo por el alto número de muestras que se procesan a diario, sino por la precisión en los análisis. Los humanos tendemos a creer en lo que vemos, y es difícil concebir que un instrumento sea

capaz de distinguir entre distintos tipos de células. Sin embargo, afortunadamente hoy en día existen autoanalizadores que realizan con éxito este tipo de análisis. Con instrumentos como el descrito en este artículo, no sólo podemos determinar el número de células blancas, rojas y plaquetas, sino que además podemos detectar células precursoras y patológicas, y diagnosticar con antelación a la realización de pruebas más específicas y sofisticadas, distintas patologías de la sangre.

El gran avance de los analizadores hematológicos son las gráficas que procesan. En el caso de los hematíes, por medio de curvas que representan su tamaño y cantidad de hemoglobina, podemos ser capaces de clasificar, a simple vista, el tipo de anemia e incluso detectar células rojas precursoras. También podemos saber si existen fragmentos de hematíes. Con las plaquetas podemos saber si su número es real, por estar o no agregadas. Pero el mayor avance en hematología veterinaria, con este tipo de instrumentos, es la determinación de los distintos tipos de células blancas. Se pueden determinar las cinco poblaciones de leucocitos en perros y gatos, pudiendo saber por su número si existe un proceso inflamatorio, desviación a la izquierda, tendencia a un proceso alérgico o una infección parasitaria. Pero lo más importante es que podemos detectar células tumorales, en forma de células precursoras, y por medio de las gráficas y los índices numéricos, saber si el animal es normal o presenta alguna alteración como las leucemias, parvovirus o eosinofilia, entre otras<sup>2</sup>.

#### **2.4.2. FÓRMULA LEUCOCITARIA: INTERPRETACIÓN**

Sánchez (2002) manifiesta que los leucocitos son las células que, por sus características, nos proporcionan más información sobre el estado general de salud de un paciente.

Responsables de la defensa del organismo, ya que eliminan cualquier agente infeccioso (bacterias, virus o parásitos), actúan en procesos inflamatorios, son los mediadores del funcionamiento de las vacunas y, como cualquier otro tipo de células, pueden sufrir alteraciones, dando lugar a diversas neoplasias.

---

<sup>2</sup> [http://www.lav-asoria.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4:interpretacion-de..](http://www.lav-asoria.com/index.php?option=com_content&view=article&id=4:interpretacion-de..)

Los leucocitos se dividen, según la presencia o ausencia de gránulos en su citoplasma, en granulocitos (- Neutrófilos, Eosinófilos, Basófilos) y agranulocitos (Monocitos, Linfocitos).

El recuento en la sangre del número de cada una de estas células, expresado en porcentaje, es lo que se denomina fórmula leucocitaria o leucograma.

### **2.4.3. REALIZACIÓN DE LA FÓRMULA LEUCOCITARIA**

La forma más sencilla y exacta de realizar una fórmula leucocitaria es con un frotis sanguíneo. Para ello se debe obtener una fina capa de sangre entera recién extraída, o conservada en anticoagulantes (EDTA disódico-tripotásico, heparina sódica-litio o citrato sódico), extendiendo la sangre en un porta objetos y ayudándonos con el borde de otro. Una vez seca la extensión, ésta se tiñe con un colorante de tipo Romanowsky; tras un lavado y secado, se añade una gota de aceite de inmersión y se observa al microscopio en el objetivo 100X. La mejor zona de observación es desde la mitad del frotis hacia el extremo más fino, empezando de arriba abajo, y de izquierda a derecha, para evitar contar simultáneamente la misma célula. Contando de 100 a 200 células, podremos calcular el porcentaje final de los distintos tipos celulares sin demasiado error.

Actualmente existen autoanalizadores hematológicos que de modo automático realizan la fórmula leucocitaria. Estos instrumentos hoy en día están muy introducidos en muchas clínicas veterinarias, y todos ellos nos informan correctamente del número de leucocitos totales. Sin embargo, respecto a la fórmula, los únicos analizadores hematológicos que pueden competir con el ojo humano son los citómetros de flujo. Debido a su tecnología y al número elevado de leucocitos que son capaces de contar (cerca de 10.000), estos analizadores nos proporcionan una fórmula leucocitaria de 5 POBLACIONES con una precisión cercana a la nuestra y realizan distintos tipos de gráficas que son extremadamente útiles, ya que existen ciertos patrones compatibles con algunas patologías, y además nos ayudan a detectar cualquier error en la fórmula. Con cualquier otro tipo de instrumentos, únicamente tendremos una aproximación de la fórmula leucocitaria, por lo que ésta debería ser realizada manualmente, y fundamentalmente cuando nos hallemos ante una fórmula alterada.

Nuestros intervalos de referencia para los distintos tipos de leucocitos son:

#### PERROS/GATOS

Neutrófilos: 45 – 76 %./ 35 – 75 %.

Linfocitos: 16 – 45 %./ 20 – 55 %.

Monocitos: 1 - 8 %./ 1 - 4 %.

Eosinófilos: 1 – 10 %./ 1 – 10 %.

Basófilos: 0 – 2 %./ 0 – 2 %.

## 2.5. MORFOLOGÍA Y ALTERACIONES EN LA FORMULA LEUCOCITARIA

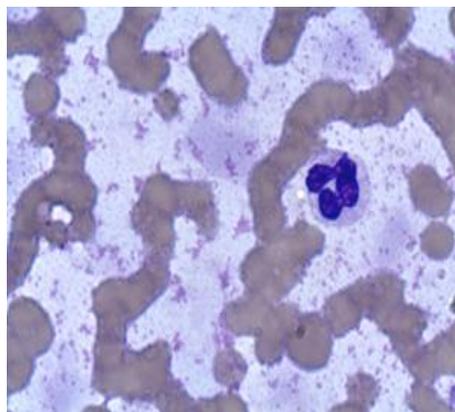
Cada tipo de leucocito tiene una función específica en el organismo. A continuación explicaremos cuáles son, y en qué procesos están involucrados. Su morfología se describe refiriéndonos a células teñidas.

### 2.5.1. NEUTRÓFILOS.

El núcleo del neutrófilo canino es irregularmente lobulado. Ocasionalmente pueden observarse filamentos que unen los lóbulos, aunque lo común es la existencia de simples estrangulamientos. La cromatina se ubica en forma de grupo o placa. La membrana nuclear es irregular. El citoplasma es de color gris rosado pálido, aunque muy poco notorio, con pequeñas granulaciones difusas.

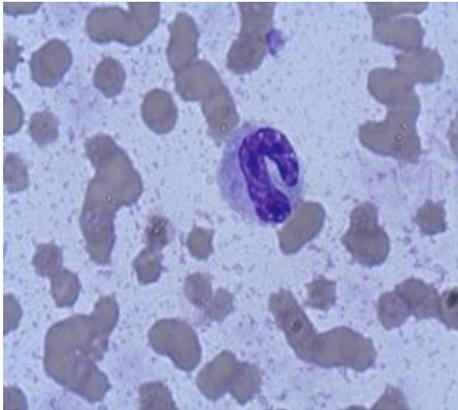
Los neutrófilos de las hembras suelen presentar una estructura denominada cromatina sexual o Corpúsculo de Barr, en forma de palillo de tambor y es un cuerpo perfectamente definido, sólido, de cabeza redondeada de aproximadamente 1,5  $\mu$ m unido a los lóbulos nucleares por una fina hebra de cromatina.

Los neutrófilos son la primera barrera de defensa del organismo y normalmente su número es superior al resto de los leucocitos. Son células de forma redonda,



con el núcleo lobulado de color azul oscuro y gránulos en el interior del citoplasma. Si en el núcleo observamos más de 5 lóbulos, significa que nos hallamos ante un neutrófilo envejecido. Suelen aparecer en inflamaciones crónicas o por efecto de los glucocorticoides.

El aumento de precursores de los neutrófilos, como los cayados es lo que se denomina

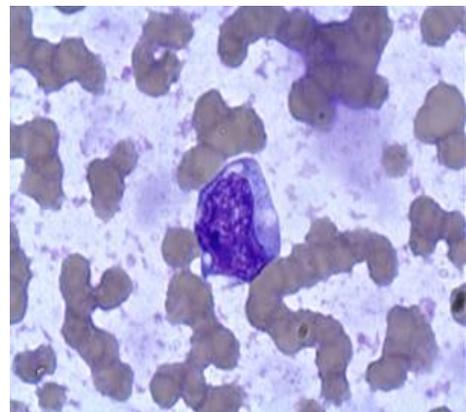


**desviación a la izquierda.** Los precursores se incrementan cuando existe gran demanda de neutrófilos hacia un tejido, debido a un proceso inflamatorio. Si el número total de leucocitos es elevado y hay desviación a la izquierda, podemos tener la sospecha de la existencia de una infección.

Cuando los neutrófilos presentan en su citoplasma un aspecto reticular azulado o inclusiones granulares de color azul (llamadas corpúsculos de Döhle) se define como **granulación tóxica**. Esta granulación se observa en infecciones bacterianas graves e intoxicaciones. Sin embargo, en gatos se suelen observar normalmente corpúsculos de Döhle.

### 2.5.2. MONOCITOS.

Es generalmente el leucocito maduro de mayor tamaño. El núcleo es variable, puede adoptar cualquier forma. Puede tener la forma de un núcleo en banda aunque generalmente tiende a ser grande y abultado o ameboideo con prolongaciones que asemejan pseudópodos.



La cromatina es difusa y cuando se condensa no lo hace en forma uniforme. Su característica más típica es el citoplasma basófilo con aspecto de vidrio esmerilado color azul grisáceo. Puede presentar vacuolas de tamaño variable. También puede presentar una vacuola intranuclear. A veces se encuentran presentes numerosos gránulos azurófilos pequeños que toman coloración rosada.

Los monocitos tienen forma irregular, con el citoplasma basófilo (azulado), a menudo con vacuolas, y núcleo grande. Es la célula más grande de todos los leucocitos, y si no se posee

demasiada experiencia se puede llegar a confundir con los cayados. Los monocitos cuando se encuentran dentro de los tejidos, se denominan *macrófagos*.

Su aumento suele ir paralelo al de los neutrófilos. Es por tanto un indicador de inflamación, sobre todo crónica. En peritonitis infecciosa felina (PIF), suele hallarse en gran número, tanto en sangre como en líquido ascítico. También su número se eleva en anemias hemolíticas autoinmunes, debido a que reconocen los antígenos de membrana propios como si fueran extraños.

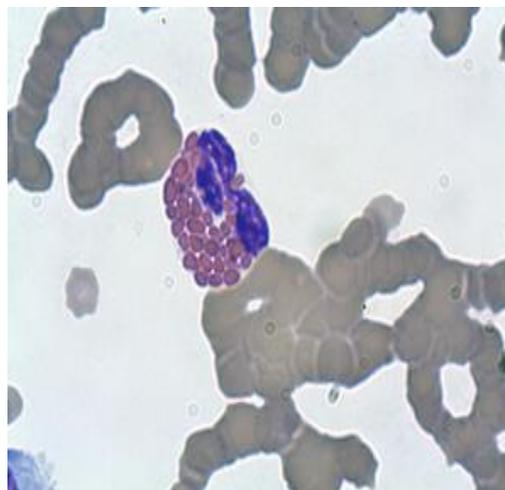
### **2.5.3. EOSINÓFILOS.**

La granulación de los eosinófilos es variable. Pueden ser gránulos pequeños y regulares o ser pocos y grandes. A veces aparecen 2 o 3 de gran tamaño (3 - 4  $\mu\text{m}$ .). Son de poca afinidad por la eosina por lo que se tiñen de rosado pálido (semejante al color del glóbulo rojo). El núcleo puede estar parcialmente oculto pero en general se observa en su totalidad. Pueden verse vacuolas dando la impresión de ser gránulos eliminados o lisados.

El citoplasma es de color celeste.

El citoplasma es de color celeste. Son células con núcleo bilobulado, redondas y con gránulos de color rojo-anaranjado, cuyo contenido son sustancias antihistamínicas que inhiben la liberación de histamina y serotonina por parte de los mastocitos.

Su función principal es como mediadora en los procesos alérgicos, aunque también aparece en procesos parasitarios. Así mismo actúan como moderadores de la inflamación aguda.



### **2.5.4. BASÓFILOS.**

Los gránulos del basófilo canino varían en intensidad de color, número y tamaño y pueden encontrarse tanto sobre el núcleo como en el citoplasma. Los gránulos son oscuros. El citoplasma es azul grisáceo. Es raro encontrar en la sangre basófilos. Son células redondas, algo mayores que los neutrófilos, con el núcleo irregular (suele ser trilobulado) y

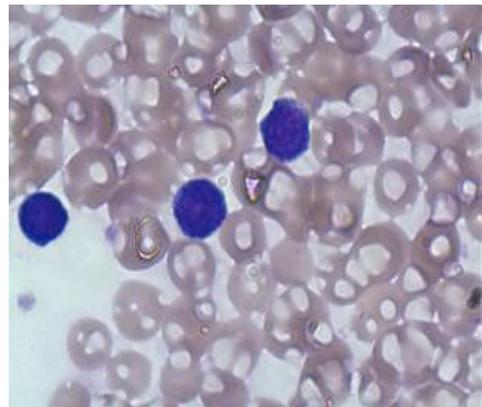
el citoplasma con gránulos de intenso color azul. Los gránulos del basófilo canino varían en intensidad de color, número y tamaño y pueden encontrarse tanto sobre el núcleo como en el citoplasma. Los gránulos son oscuros. El citoplasma es azul grisáceo. Es una célula rara de encontrar en la sangre canina.

Las Ig E, involucradas en cierto tipo de reacciones de hipersensibilidad, los estimulan, produciendo la liberación de la histamina y heparina que contienen sus gránulos, desencadenando todas las reacciones inflamatorias. La basofilia suele acompañar a la eosinofilia, debido a su papel en los procesos alérgicos. A veces pueden observarse en número elevado en mastocitomas.

### **2.5.5. LINFOCITOS.**

El que se encuentra más frecuentemente en sangre periférica es el linfocito pequeño. El núcleo es redondo, excéntrico y la cromatina está apretada por lo que se tiñe fuertemente. El citoplasma es celeste y más claro en las cercanías del núcleo. Puede presentar en el citoplasma gránulos azurófilos color azul oscuro o rojizo.

Este tipo de células, pequeñas, de forma redonda y con un núcleo de color azul oscuro intenso que ocupa todo el citoplasma, tiene muchos subtipos y distintas funciones: linfocitos B circulantes (células de memoria), células plasmáticas (producen anticuerpos), linfocitos T citotóxicos (antivirales), supresores (inhiben la respuesta inmune) y coadyuvantes o “helper” (inducen la multiplicación y diferenciación de los linfocitos B y otros linfocitos T).



La linfocitosis es típica de leucemias linfoblásticas, en las cuales suelen observarse células precursoras. Otras causas distintas, como la vacunación, o en el caso del gato por estrés, también la pueden producir. La linfopenia suele ser debida a glucocorticoides y a alteraciones como el quilotorax y los linfomas<sup>3</sup>.

## 2.6. PRUEBAS DE TIPIFICACIÓN DE GRUPOS SANGUINEOS

Núñez (2007) señala que en México a la fecha no existen antisueros específicos para la determinación de los grupos sanguíneos en medicina veterinaria, los valores referenciales son:

Especie: Perro, Edad adulto de 2 a 7 años, talla mediana agrande, sexo macho, peso 20 Kg, estado de salud sano, Hemoglobina 120 – 180 g/l, Hematocrito 0,37-0,55 L/L, Leucocitos 6,0-17,0 x 10g/l. Los valores referidos para hemoglobina y hematocrito son para animales que se encuentran en la ciudad de México. Al nivel del mar estos valores son inferiores a los anotados, por lo que es recomendable que en cada lugar se establezcan los valores de referencia.

Estos valores son un promedio subjetivo de una amplia variedad de valores reportados. Estos pueden variar de acuerdo a la edad, sexo, raza o cepa, técnica de muestreo y metodología de conteo. Por esto los límites de los rangos deben usarse solo como guías<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>[www.lav-asoria.com/index.php?option..view..Ultima](http://www.lav-asoria.com/index.php?option..view..Ultima) actualización 10 abril 2013.

Cuadro 3 Valores normales en sangre<sup>4</sup>.

	Perro	Gato	Mandril	Cerdo	Caballo	Hamster
PCV (%)	29-55	25-41	33-43	32-50	37-48	40-61
Hgb (g/dl)	14,2-19,2	14,2-19,2	10,9-14,3	10-16	11-15	10-18
MCV (fl)	65-80	65-80	71,2-82,8	50-68	78-95	67-77
MCH (pg)	12,2-25,4	12,2-25,4	23,5-27,1	17-23		
MCHC (g/dl)	32-36	32-36	31,6-34,2	30-36	27-37	30-34
WBC (x1000)	5,9-16,6	3,8-19	3,8-15,5	7-20	4,5-11	5-8,9
Diff. (%)						
segs	51-84	34-84	32-90	28-50	28-44	17-30
bands	0-4	0-1	0-1	0-10		
Lymphs	8-38	7-60	9-63	40-60	39-72	50-81
monos	1-9	0-5	0-5	2-10	2-6	0-3
eos	0-9	0-12	0-3	0-10	0-5	0-4
basos	0-1	0-2	0-1	0-2	0-3	0-1
plat(x1000)	160-525	160-660	151-481	120-720	250-850	200-500
Fibrinogen (mg/dl)	200-400		100-500	100-500	200-300	

Cuadro 4 Valores normales de laboratorio.

Estudio	Unidades	Caninos	Felinos
Hematocrito	%	35 - 55	30 - 45
Eritrocitos	x 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	5 - 8	5 - 10
Leucocitos	x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	5 - 15	5 - 14
Hemoglobina	g/dl	12 - 18	8 - 15
Plaquetas	x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	120 - 500	150 - 600
V.C.M	Fl	64 - 75	42 - 53
Hb.C.M	%	19,5 - 24,5	12,5 - 17,5
C.Hb.C.M	g/dl	33 - 36	30 - 34

<sup>4</sup> [www.fev.unl.edu.ar/archivos/grado/.../03%20Recuentoscelulares.doc](http://www.fev.unl.edu.ar/archivos/grado/.../03%20Recuentoscelulares.doc)

<sup>5</sup> [www.servetlab.com/valoresref.htm](http://www.servetlab.com/valoresref.htm)

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. MATERIALES**

#### **3.1.1. SITIO O UBICACIÓN**

Para el desarrollo de la presente investigación se ha seleccionado el Hospital Docente de Especialidades Veterinarias USFQ, el cual cumple a cabalidad con las condicionantes planteadas para este estudio, lo cual es de fundamental importancia si se toma en cuenta el objetivo central que es el obtener datos que agrupen a la mayor parte (casi totalidad) de la oferta profesional en relación a la prestación de servicios médico veterinarios para pequeñas especies, en el Cantón Quito.

#### **3.1.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.1.2.1. Población**

El Hospital Docente de Especialidades Veterinarias USFQ, es un hospital de referencia y por lo tanto atiende a un importante flujo de pacientes tanto propios como remitidos por diversos médicos veterinarios de la ciudad de Quito y sus valles. Esto le permite contar con una casuística variada, de la cual se ha seleccionado un total de 120 animales que demuestren estar clínicamente sanos y que se ajusten a las características establecidas por cada grupo del estudio planteado.

##### **3.1.2.2. Muestra**

Los 120 animales que conforman la muestra, fueron seleccionados en base al desarrollo de un examen físico completo que permitió determinar su condición general de salud, la cual fue categorizada como “buena” para poder ser incluido en el estudio.

Los animales objeto de estudio fueron categorizados de acuerdo a los grupos o variables planteadas para el mismo: raza, edad y sexo y se les asignó un código que permitió su identificación.

El volumen total de la muestra a estudiar fue de 120 animales distribuidos en función del análisis de las variables planteadas, de la siguiente manera: 30 animales de cada grupo racial (Razas: pequeña, mediana, grande y gigante) = 120 Pequeña (hasta 5 kg de peso), Mediana (de 5 a 20 kg), Grande (de 21 a 40 kg) y Gigante (más de 40 kg).

De estos, un total de 40 animales (10 de cada grupo racial) correspondieron a cada uno de los tres grupos de edad, planteados para evaluación (cachorro, adulto, geronte) = 120

La variable sexual (macho – hembra) fue cubierta contemplando un número igualitario de 60 animales = 120

### **3.1.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

a) Para la toma de muestra:

- Torniquete
- Torundas de algodón
- Alcohol antiséptico
- 120 jeringas de 3 cc.
- 120 agujas hipodérmicas del # 20
- 120 tubos vacutainer con anticoagulante: EDTA

b) Para el procesamiento de las muestras:

Se utilizó un Laboratorio de Análisis Clínicos de reconocido prestigio quienes son los encargados de remitir los informes completos para el procesamiento de datos: Computador, Impresora laser, Formularios de Informe de laboratorio.

### **3.1.4. VARIABLES**

- Edad
- Raza
- Sexo

### **3.1.5. MEDICION DE LAS VARIABLES**

La edad se evaluó de la siguiente manera: Cachorro (hasta el año de edad), adulto (de 1 a 8 años) y geronte (más de 8 años)

La variable raza se evaluó de acuerdo a los siguientes valores: Pequeña (hasta 5 kg de peso), Mediana (de 5 a 20 kg), Grande (de 21 a 40 kg) y Gigante (más de 40 kg).

La variable cuantitativa sexo, se evaluó: macho y hembra.

Cuadro 5. Operacionalización de las variables

VARIABLE	INDICADOR	VALOR FINAL	ESCALA DE MEDICIÓN
RAZA	PESO	1. Pequeña (hasta 5 kg) 2. Mediana (5 a 20 kg) 3. Grande (20 a 40 kg) 4. Gigante (mayor 40 kg)	Cualitativa ordinal
SEXO	CARACTERES SEXUALES	1. Macho 2. Hembra	Cualitativa nominal
EDAD	FECHA NACIMIENTO	1. Cachorros (hasta 1 año) 2. Adultos (1 a 8 años) 3. Geronte ( más de 8 años)	Cualitativa ordinal
HEMATIES	Contaje	$\times 10^{12}$	Cuantitativa - razón
HEMATOCRITO	Contaje	l/L	Cuantitativa – de intervalo
HEMOGLOBINA	Contaje	g/L	Cuantitativa - razón
PLAQUETAS	Contaje	$\times 10^9$	Cuantitativa - razón
LEUCOCITOS	Contaje	$\times 10^9$	Cuantitativa - razón
LINFOCITOS	Contaje	$\times 10^9$	Cuantitativa - razón
MONOCITOS	Contaje	$\times 10^9$	Cuantitativa - razón
EOSINOFILOS	Contaje	$\times 10^9$	Cuantitativa - razón

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

#### 3.2.1.1. Obtención de la muestra de sangre

Cuando se recogió la muestra de sangre del animal fue muy importante evitar que éste se excite, de otro modo, puede producirse (con gran rapidez) cambios importantes en la composición de la misma, es por ello, que a veces la presencia de personas extrañas,

ruidos desconocidos o la simple maniobra de sujeción para su control, pueden causar una marcada alteración en el conteo de eritrocitos, llevando a un incremento del mismo hasta un 20 % en 2 minutos y a una variación en el leucograma conforme a una pseudoneutrofilia.

Se tomaron todas las precauciones para que las muestras lleguen al laboratorio en perfectas condiciones, es decir, además de preservar la temperatura, la muestra se aisló de los choques o movimientos bruscos para evitar la lisis globular o ruptura del recipiente, ya que se debe tener presente que el responsable de tales daños y/o los que pudieran traer como consecuencia de un mal acondicionamiento de la muestra es siempre el remitente.

El extendido de sangre se lo envió identificado entre dos cartones ad hoc, resistente a las quebraduras o torceduras. No fue refrigerado debido a que la condensación de gotas húmedas sobre el mismo, provocaría la lisis de los glóbulos rojos y su consiguiente deterioro.

### **3.2.1.2. Requisitos:**

1. Material seco.
2. Jeringas de 3 cc., con agujas 20 al 21 dependiendo del tamaño del animal.
3. Catéter número 18 al 22, depende del tamaño del animal.
4. Sujeción del animal.
5. La técnica de extracción utilizada fue la Venopunción.
6. Manejo suave de la muestra.
7. Anticoagulante EDTA 1 gota por cada 3 mililitros de sangre.
  - \* Inhibe el ion calcio.
  - \* Es el más usado por sus ventajas:
    - No modifica el tamaño de los glóbulos rojos
    - No altera la tinción de los leucocitos
    - Se usa a baja concentración.
8. Buena mezcla del anticoagulante con la muestra.

### **3.2.1.3. Técnica Venopunción (Cefálica).**

Antes de describir la técnica es importante recordar que la vena cefálica, pertenece al sistema venoso cutáneo por lo que se encuentra situada superficialmente debajo de la piel, sin acompañamiento arterial. Ascende por la cara anterior del antebrazo, pasa por fuera de la cara flexora del codo hasta la entrada del tórax, abocando en la vena yugular (Dukes, H. Swenson, M. 1977).

Para obtener la muestra se colocó al animal en la mesa en posición de decúbito ventral. Una persona sujetó con una mano la cabeza agarrando el hocico y alejándolo del miembro que se va a utilizar. Con la otra mano tomó y estabilizó el codo desde el lado, comprimiendo la vena dorsalmente para visualizarla mejor. La compresión en la extremidad puede realizarse también con un torniquete. El éstasis venoso local no debe mantenerse por un período superior a un minuto antes de tomar la muestra para no producir alteraciones en las proporciones celulares de la sangre.

Con el fin de obtener una muestra de calidad se siguieron los siguientes pasos:

1. Antes de punzar una vena superficial, fue de gran ayuda confirmar su localización y su funcionalidad mediante la aplicación de una presión digital por unos momentos hasta que se detectó la distensión. Esto señaló la posición de la vena.
2. Se preparó la piel previa tricotomía y/o rasurado del pelo y se limpió el área con un antiséptico utilizado en cirugía. Este debe dejarse evaporar, antes de introducir la aguja dentro de la vena.
3. Se inmovilizó la vena estirando la piel sobre la misma.
4. Se introdujo la aguja con un ángulo de 30°; ésta tenía un buen filo para minimizar traumatismos y para facilitar la operación (o la introducción) y además evitar la contaminación con fluidos tisulares que por su gran contenido en tromboplastina pueden resultar en una agregación plaquetaria o en una coagulación parcial o total de la muestra, lo que invalida su posterior utilización.
5. Con una ligera tracción del émbolo de la jeringa se determinó si está en vena.
6. La sangre fluye libremente hacia la jeringa, se debe evitar la succión violenta que puede provocar el colapso de la vena por el vacío que produce.

7. Luego se extrajo la aguja, interrumpiendo la presión que se ejercía en la vena.
8. Se comprimió por algunos minutos la piel sobre el punto de punción con un algodón embebido en antiséptico.
9. Para transferir el contenido de la jeringa a un recipiente con anticoagulante apropiado se separó la aguja y descargó la sangre haciéndola deslizar suavemente por las paredes del tubo que se tapó inmediatamente.
10. Luego se procedió a hacerlo rotar suavemente entre índice y pulgar, inclinando levemente el tubo en forma alternativa, hacia arriba y abajo permitiendo así la correcta homogeneización de la sangre con el anticoagulante.
11. Se tomó un volumen de sangre de 3 ml. para un adecuado estudio hematológico de rutina.
12. Las agujas y jeringas utilizadas estaban perfectamente secas, de lo contrario puede producir hemólisis.

#### **3.1.2.4. Envío de muestras al laboratorio.**

Una vez obtenida la muestra fue conveniente procesada y enviada para su evaluación el mismo día de su colección y cumpliendo las normas internacionales de manejo y transporte para cuidar su óptima preservación al Laboratorio Clínico del Hospital Docente de Especialidades Veterinarias USFQ, el cual cumple a cabalidad con las condicionantes planteadas para este estudio.

#### **3.1.2.5. Tabulación y análisis estadísticos de los resultados de laboratorio.**

Los resultados emitidos por el Laboratorio seleccionado para el procesamiento de las muestras, fueron debidamente tabulados y sometidos al análisis estadístico con el objeto de obtener los valores numéricos que permitirán cumplir con los objetivos planteados en el presente estudio.

### **3.1.3. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS**

Para el análisis de los datos se utilizó el programa para aplicaciones estadísticas

**Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).** Los datos obtenidos de la investigación, se tabularon y se clasificaron para alcanzar los valores totales y promedios de los animales tratados.

Para determinar si existen diferencias estadísticas entre las edades se utilizó el siguiente diseño experimental.

Sexo	Edad			Total
	0 – 12 meses	1 – 8 años	Más de 8 años	
Macho	20	20	20	60
Hembra	20	20	20	60
	40	40	40	120

Se utilizó el siguiente análisis de varianza, para las variables de edad y sexo.

Efectos debido a	SC	gl	CM	Fc
				0,05 0,01
Sexo		1		
Edad		2		
Error experimental		116		
Total		119		

El cuál genera el siguiente modelo matemático

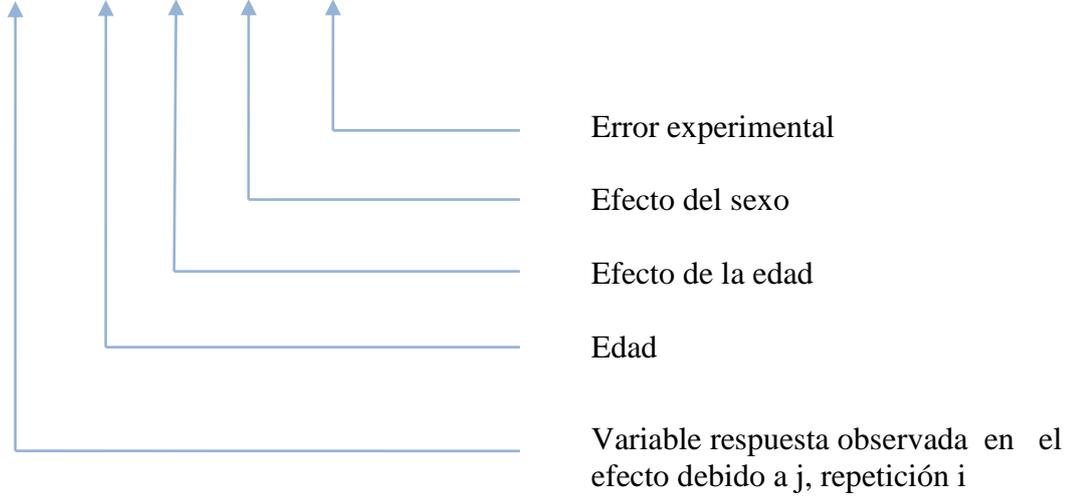
$$Y_{ijk} = \mu + \text{edad} + \text{raza} + \text{Error experimental}$$

Donde

$Y_{ij}$  es la respuesta observada en el grupo de edad y de sexo

### 3.1.1 MODELO ESTADÍSTICO.

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + \beta_i + \epsilon_{ij}$$



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES HEMATIMÉTRICAS

En el cuadro 6 se presentan los datos a nivel investigativo descriptivo, de los 120 perros estudiados se consideraron como una sola población con la finalidad de obtener las medias, la desviación típica, el mínimo y máximo, de los valores obtenidos en el laboratorio.

Cuadro 6 Descriptivas de las variables hematimétricas

	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Error típico	Desv. típ. Estadístico
Hematocrito (L/L)	,33	,63	,4590	,00534	,05846
Hemoglobina (g/L)	110,3	210,7	154,820	1,8184	19,9191
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	4,70	9,30	6,7832	,08018	,87834
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	4,6	20,0	10,221	,3288	3,6023
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	204	583	329,67	4,962	54,351
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	3	44	15,28	,662	7,249
Monocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	0	22	4,98	,310	3,391
Eosinofilos (x 10 <sup>9</sup> / L)	0	33	2,22	,397	4,351

### 4.2 NIVEL INVESTIGATIVO RELACIONAL

Objetivo estadístico comparar

PRUEBA DE HIPOTESIS:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad de Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por los laboratorios, que utilizan los rangos internacionales.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por los laboratorios, que utilizan los rangos internacionales.

La t de Student se utilizó para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, los valores internacionales y los valores obtenidos en el laboratorio de Quito, especificando que el nivel de la probabilidad es del 5% = 0,05

Cuadro 7 Estadístico de prueba t de STUDENT. Estimación p Valor

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 0.46	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Hematocrito (L/L)	-,187	119	,852	-,00100	-,0116	,0096

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 150	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Hemoglobina (g/L)	2,651	119	,009	4,8200	1,219	8,421

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 7	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	-2,704	119	,008	-,21683	-,3756	-,0581

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 337,5	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	-1,579	119	,117	-7,833	-17,66	1,99

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 11,45	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	-3,738	119	,000	-1,2292	-1,880	-,578

---

Prueba para una muestra Valor de prueba = 2,9	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	18,700	119	,000	12,375	11,06	13,69

Los resultados obtenidos en referencia a los valores hematimétricos en perros aparentemente sanos, arrojan que el hematocrito, plaquetas y leucocitos son iguales, en cambio en hemoglobina y eritrocitos hay diferencias significativas, por lo que se acepta la hipótesis  $H_1$ : ya que existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad de Quito con las medias de los valores hematimétricos internacionales.

### 4.3 ANALISIS DE LA VARIANZA

Luego se procedió a analizar los valores hematimétricos para comparar cada una de las categorías de las variables edad y raza, para relacionar y determinar si existen diferencias entre sí.

Se utilizó el ANOVA que contiene las sumas de cuadrados inter-grupos, intra-grupos y total, sus correspondientes grados de libertad, la media cuadrática y el valor del estadístico de prueba F junto con el nivel de significación crítico Sig..

Los datos arrojan diferencia estadística en la hemoglobina entre las diferentes razas de los perros evaluados (cuadro 8), como parte del procedimiento se aplicó la prueba post hoc de comparaciones múltiples a través de la HSD de Tukey<sup>a</sup>: a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30,000.

Cuadro 8 ANOVA de un factor (raza)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hematocrito (L/L)	Inter- grupos	,019	3	,006	1,925	,129
	Intra- grupos	,387	116	,003		
	Total	,407	119			
Hemoglobina (g/L)	Inter- grupos	3081,965	3	1027,322	2,700	,049
	Intra- grupos	44133,587	116	380,462		
	Total	47215,552	119			
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	Inter- grupos	5,278	3	1,759	2,358	,075
	Intra- grupos	86,529	116	,746		
	Total	91,806	119			
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter- grupos	70,637	3	23,546	1,854	,141
	Intra- grupos	1473,541	116	12,703		
	Total	1544,178	119			
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter- grupos	1482,867	3	494,289	,164	,921
	Intra- grupos	350045,80 0	116	3017,636		
	Total	351528,66 7	119			
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter- grupos	112,692	3	37,564	,710	,548
	Intra- grupos	6141,233	116	52,942		
	Total	6253,925	119			
Monocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter- grupos	17,633	3	5,878	,505	,680
	Intra- grupos	1350,333	116	11,641		
	Total	1367,967	119			
Eosinofilos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter- grupos	76,167	3	25,389	1,353	,261
	Intra- grupos	2176,200	116	18,760		
	Total	2252,367	119			

Cuadro 9 ANOVA de un factor (edad)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hematocrito (L/L)	Inter-grupos	,001	2	,000	,136	,873
	Intra-grupos	,406	117	,003		
	Total	,407	119			
Hemoglobina (g/L)	Inter-grupos	941,506	2	470,753	1,190	,308
	Intra-grupos	46274,047	117	395,505		
	Total	47215,552	119			
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	Inter-grupos	1,346	2	,673	,871	,421
	Intra-grupos	90,460	117	,773		
	Total	91,806	119			
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter-grupos	63,429	2	31,715	2,506	,086
	Intra-grupos	1480,749	117	12,656		
	Total	1544,178	119			
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter-grupos	23381,667	2	11690,833	4,168	,018
	Intra-grupos	328147,000	117	2804,675		
	Total	351528,667	119			
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter-grupos	57,950	2	28,975	,547	,580
	Intra-grupos	6195,975	117	52,957		
	Total	6253,925	119			
Monocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter-grupos	,617	2	,308	,026	,974
	Intra-grupos	1367,350	117	11,687		
	Total	1367,967	119			
Eosinofilos (x 10 <sup>9</sup> / L)	Inter-grupos	133,217	2	66,608	3,678	,028
	Intra-grupos	2119,150	117	18,112		
	Total	2252,367	119			

En relación a la edad (cuadro 9) existen diferencias significativas en las plaquetas y los eosinofilos, para saber que media difiere de la otra se utilizó un tipo particular de contrastes denominado comparaciones múltiples post hoc, estas comparaciones nos permiten controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes utilizando las mismas medias.

Para ello se seleccionó el procedimiento de HSD de tukey<sup>a</sup>.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,000

Cuadro 10 Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos de la variable raza.

Subconjunto para alfa = 0.05							
Raza	N	Hematocrito	Hemoglobina	Hematies	Plaquetas	Leucocitos	
		1	1	2	1	1	
Pequeña	30	.4440a	148.447 <sup>a</sup>		6.610a	325,70a	9.363a
Mediana	30	.4783a		162.313b	7.134a	327,33a	9.827a
Grande	30	.4527a	152.627a	152.627b	6.636a	334.87a	11,430a
Gigante	30	.4610a	155.893a	155.893b	6.751a	330.77a	10.263a
Sig.	120	.104	.454	.224	.093	.917	.117

Se aprecia en relación a las razas, que solo hay diferencia significativa en la hemoglobina de la raza pequeña con la mediana, las demás son iguales dentro de las diferentes razas.

Cuadro 11 Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos de la variable edad.

Edad	Hematocrito	Hemoglobina	Hematies	Plaquetas	Leucocitos	
	1	1	1	1	2	
Geronte	.4553 <sup>a</sup>	152.208a	6.675a	315.75a		11,150a
Adulto	.4597a	153.547a	6.748a	324.50a	324.50b	10.138a
Cachorro	.4620a	158.705 a	6.927a		348.75b	9,36a
Sig.	.865	.313	.480	.741	.105	,070

En el cuadro 11 se aprecia que a los datos hematimétricos entregados por el laboratorio se ha determinado las medias y la desviación típica de la variable sexo

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a la edad en las plaquetas de los cachorros.

Se observa que existe significancia estadística en las medias de edades en los perros evaluados de acuerdo prueba post hoc de comparaciones múltiples a través de la HSD de Tukey<sup>a</sup>. Con esto se concluye que se debe estimar los valores hematimétricos por sexo.

#### 4.4 MEDIAS Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LA VARIABLE SEXO

Debido a que las mayores diferencias se dan en la variable sexo en el cuadro 12 se presenta la media de los diferentes valores hematimétricos.

Cuadro 12. Media de la variable sexo.

	♂	♀	Media
Hematocrito (L/L)	,4627	,4553	,4590
Hemoglobina (g/L)	155,133	154,507	154,820
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	6,7267	6,8397	6,7832
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	9,567	10,875	10,221
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	345,58	313,75	329,67
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	14,05	16,50	15,28
Monocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	5,43	4,53	4,98
Eosinofilos (x 10 <sup>9</sup> / L)	1,40	3,03	2,22

#### 4.5 VALORES HEMATIMÉTRICOS CON SUS RESPECTIVOS INTERVALOS DE REFERENCIA ESTABLECIDOS PARA LOS PERROS MUESTREADOS EN LA CIUDAD DE QUITO

Para la estimación de los intervalos de referencia e incluir el 95 %, se escogió de forma arbitraria los valores que se encuentran en los perros clínicamente sanos, por lo tanto, por definición, el 5 % de la muestra tendrá un resultado por fuera del intervalo de referencia. En la práctica no hay límites exactos que separen la población de perros sanos de enfermos, sin embargo mientras más alejado está un resultado de los límites del intervalo, más probable es que corresponda a una enfermedad. En algunas ocasiones es útil definir unos valores discriminantes a partir de los cuales se debería llevar a cabo una intervención adecuada en respuesta a un resultado de valores hematimétricos. .

Los valores o intervalos de referencia se hallaron utilizando el método clásico o paramétrico que se calcula en base al valor de la media, más menos el doble de la

desviación típica ( $x \pm 2s$ ). Coincidiendo con lo manifestado por Harold W. Tvedten (2009).

Cuadro 13 Valores hematimétricos con sus respectivos intervalos de referencia establecidos para los perros del cantón Quito.

	Sexo	Desviación			Intervalos de	
		Media	típ.	2EE	referencia	
Hematocrito (L/L)	H	,4627	,057	,114	,349	,577
	M	,4553	,060	,120	,335	,575
Hemoglobina (g/L)	H	155,133	18,914	37,827	117,306	192,961
	M	154,507	21,032	42,064	112,443	196,570
Eritrocitos ( $x 10^{12} / L$ )	H	6,7267	,915	1,829	4,897	8,556
	M	6,8397	,844	1,689	5,151	8,528
Leucocitos ( $x 10^9 / L$ )	H	9,567	3,537	7,073	2,493	16,640
	M	10,875	3,577	7,154	3,721	18,029
Plaquetas ( $x 10^9 / L$ )	H	345,58	49,805	99,611	245,972	445,194
	M	313,75	54,427	108,853	204,897	422,603
Linfocitos ( $x 10^9 / L$ )	H	14,05	6,511	13,021	1,029	27,071
	M	16,50	7,782	15,564	,936	32,064
Monocitos ( $x 10^9 / L$ )	H	5,43	3,788	7,577	-2,143	13,010
	M	4,53	2,902	5,804	-1,271	10,338
Eosinofilos ( $x 10^9 / L$ )	H	1,40	2,085	4,169	-2,769	5,569
	M	3,03	5,699	11,397	-8,364	14,430

Comprobada la hipótesis alternativa  $H_1$ : Existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros del cantón Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por el laboratorio, interpretados con rangos internacionales, se demuestra que es necesario establecer los intervalos de referencia en cada zona para la aplicación de buenas prácticas médicas, corroborando lo manifestado por Willard, 1993; Pedroso, 2010 y Pérez, 2012.

Cuadro 14 Comparativo de los intervalos de referencia internacionales, de los perros de la ciudad de Machala y los encontrados en el presente estudio.

	Sexo	Intervalos de referencia Internacionales	Intervalos de referencia Machala		Intervalos de referencia Quito	
Hematocrito (L/L)	H	0,37 - 0,55	0,320	0,550	,349	,577
	M		0,299	0,520	,335	,575
Hemoglobina (g/L)	H	120 – 180	99,21	175,750	117,31	192,96
	M		99,230	159,88	112,44	196,57
Eritrocitos (x 10 <sup>12</sup> / L)	H	5 – 9	4,249	6,495	4,897	8,556
	M		4,069	6,165	5,151	8,528
Leucocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	H	6 – 169	4,003	16,303	2,493	16,640
	M		3,784	16,570	3,721	18,029
Plaquetas (x 10 <sup>9</sup> / L)	H	175 – 500	158,11	208,25	245,97	445,19
	M		160,45	208,25	204,90	422,60
Linfocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	H	1,0 - 4,8	1,129	5,671	1,029	27,071
	M		0,989	5,882	,936	32,064
Monocitos (x 10 <sup>9</sup> / L)	H	0,2 - 1,4	-0,069	0,609	-2,143	13,010
	M		-0,069	0,635	-1,271	10,338
Eosinofilos (x 10 <sup>9</sup> / L)	H	0,5 - 1,5	0,037	0,797	-2,769	5,569
	M		-0,041	-0,767	-8,364	14,430

Existe mucha información sobre valores de referencia a nivel internacional, en los países americanos aún no se han establecido márgenes de referencia de los valores sanguíneos de los perros, ya que existen marcadas condiciones climáticas, geográficas y nutricionales , de allí que la investigación realizada en la ciudad de Quito (sierra) al igual que el que se realizó en la ciudad de Machala (costa), tiene como objetivo determinar los valores hematológicos, con la finalidad de disponer de valores adecuados para interpretar correctamente los exámenes de laboratorio.

## 4.6. ANALISIS DE LOS DATOS

### 4.6.1 HEMATOCRITOS

El hematocrito (*PCV*, Packed Cell Volume) es el volumen que ocupan los eritrocitos respecto al volumen total de sangre los valores normales en perros es de 37 a 55 % de acuerdo a los valores internacionales, Núñez (2007) en su estudio arroja valores entre 34

a 58 % coincidiendo con los intervalos de referencia de los perros de la ciudad de Quito van de 34 a 58%, y Pérez (2012) reporta valores referenciales de 31 y 54 %.

#### **4.6.2 HEMOGLOBINA**

La hemoglobina es la proteína que transporta el oxígeno y su concentración se mide en g/dl, los intervalos de referencia establecidos en la investigación de los perros de la Ciudad de Quito, es de 115 a 195, difieren de los datos referenciales de 142 a 192 en la ciudad de México citados por Núñez (2007) y de los valores internacionales que van de 120 a 180 y varían de los valores reportados por Pérez (2012) que van de 99 a 168 g/dl.

#### **4.6.3 ERITROCITOS**

De acuerdo a Pedrozo (2010) quien realizó una investigación para establecer intervalos de referencia en perros en una Clínica privada de Asunción Paraguay donde goza de un clima tropical los límites fisiológicos para los eritrocitos están 4,3 y 7,1 x 10<sup>6</sup>/μL, los valores hematimétricos internacionales que van de 5 a 9 x 10<sup>6</sup>/μL, difieren de los valores de los perros de la Ciudad de Quito (sierra), que van de 5,02 y 8,5 x 10<sup>6</sup>/μL a diferencia de lo establecido por Pérez (2012) reportó, en perros de la ciudad de Machala (costa) los valores fueron 4,2 y 6,3 x 10<sup>6</sup>/μL, por lo tanto existen diferencias entre los valores de costa y sierra.

#### **4.6.4 PLAQUETAS**

Las plaquetas son fragmentos procedentes de una célula precursora de la médula ósea o megacariocito, que intervienen en el proceso de hemostasia o coagulación sanguínea, los reportados a nivel internacional van de 175 a 500 10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup> difieren de los valores que arrojan la presente investigación van de 225 y 434 10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, y los encontrados por Pérez (2012) mas bajos van de 159 a 208 10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, los intervalos de referencia pueden variar de acuerdo a la edad, sexo, raza, técnica de muestreo y metodología de conteo.

#### **4.6.5 LEUCOCITOS**

Los leucocitos son las células que, por sus características, nos proporcionan más información sobre el estado general de salud de un paciente. Responsables de la defensa

del organismo, ya que eliminan cualquier agente infeccioso (bacterias, virus o parásitos), actúan en procesos inflamatorios, son los mediadores del funcionamiento de las vacunas y, como cualquier otro tipo de células, pueden sufrir alteraciones, dando lugar a diversas neoplasias.

Pérez (2012) reportó valores que van de 4 a 16 x1000/L en los análisis realizados a los perros de la ciudad de Machala, en la presente investigación se reportó 3 a 17 x1000/L, y los valores internacionales van de 6 - 17 x1000/L, Núñez (2007) reporta valores entre 7,8 a 12,5 x1000/L de sangre, mientras Jain (1993) logró rangos que van de 6 a 17 x1000/L estuvieron dentro de los rangos reportados por Meyer (2007). Existen diferencias entre los perros de la costa y sierra.



## 5. CONCLUSIONES

1. Los intervalos de referencia internacionales establecidos por los laboratorios para las pruebas hematimétricas de perros clínicamente sanos, son diferentes a los intervalos de referencia establecidos estadísticamente de los valores hematimétricos determinados en esta investigación.
2. No hay diferencias significativas en los grupos de las variables edad y raza. Sin embargo en los valores promedios observados se establece la diferencia en el sexo.
3. En la variable sexo al aplicarle la prueba t .de Student permitió determinar que si existen diferencias estadísticas entre los valores de la investigación y los intervalos de referencias internacionales.
4. Si se analiza los datos obtenidos en los perros de la ciudad de Quito con los resultados de un estudio anterior realizado en la ciudad de Machala, cuyas condiciones geográficas, de clima, alimentación, etc. Se concluye que existen diferencias significativas en hemoglobina, eritrocitos, plaquetas y linfocitos.
5. Los resultados obtenidos tanto en la presente investigación como en la desarrollada en la ciudad de Machala, nos permite concluir que las condicionantes geográficas de cada región de nuestro país, sí tienen influencia relevante en la estandarización de los niveles homeostáticos de los individuos que las habitan y concretamente en el caso de la presente investigación, en la determinación de los índices hematimétricos considerados como normales.



## **6. RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que es necesario contar con rangos referenciales en las diferentes regiones que sirvan de soporte a los médicos veterinarios para orientar un mejor diagnóstico y a la aplicación de buenas prácticas médicas debido a que existe diferencia con los rangos internacionales.

Con los rangos obtenidos podemos diagnosticar enfermedades como la eritrocitocis, que con los rangos referenciales internacionales se consideran sanos.

Se recomienda tener precaución al momento de interpretar los resultados de hemogramas donde los parámetros a considerar para determinar la normalidad o no del paciente, estén determinados por los rangos internacionalmente establecidos, pues como lo demuestra la presente investigación, éstos no necesariamente pueden ser totalmente valederos para nuestra realidad geográfica.

Finalmente se recomienda extender el presente estudio y ampliar la muestra de animales observados para cada grupo, en función de estabilizarla a un punto tal en donde estadísticamente los resultados ya no varíen y los resultados se tornen totalmente conclusivos.



## 7. RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar los valores hematológicos referenciales en perros clínicamente sanos en el cantón Quito, provincia de Pichincha, la investigación se desarrolló en el Hospital Docente de Especializaciones Veterinarias USFQ de la ciudad de Quito. El objetivo general fue: Desarrollar un estudio que permita suplir la deficiencia de parámetros de los índices hematimétricos propios de la región. Los objetivos específicos fueron: 1. Determinar los valores normales del índice hematimétricos de perros clínicamente sanos de la ciudad de Quito. 2. Comparar los valores hematimétricos en la muestra con los valores de referencia actuales. 3. Ofrecer a los profesionales Médicos Veterinarios dedicados a la atención y el cuidado de los perros en la provincia, un marco referencial propio, adecuado a las características particulares que nuestra geografía ofrece, evitándonos de este modo el tener que recurrir a bibliografía generada en otros países. Se determinaron los valores Hematológicos de 120 perros, las variables estudiadas son: La edad se evaluó de la siguiente manera: Cachorro (hasta el año de edad), Adulto (de 1 a 8 años) y Geronte (más de 8 años); la variable raza fue evaluada de acuerdo a los siguientes valores: Pequeña (hasta 5 kg de peso), Mediana (de 5 a 20 kg), Grande (de 21 a 40 kg) y Gigante (más de 40 kg). La variable cuantitativa sexo, fue evaluada: macho y hembra. Las muestras fueron tomadas de la vena cefálica que es la técnica más común. Para el análisis de los datos se utilizó el programa para aplicaciones estadísticas Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), para ello se ingresaron los datos de 120 animales distribuidos en función del análisis de las variables sexo, edad y raza de la siguiente manera y los valores hematimétricos: Hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, plaquetas, leucocitos, linfocitos, monocitos, eosinofilos. Las hipótesis planteadas fueron:  $H_0$ : No existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad de Quito con las medias de los valores hematimétricos entregados por el laboratorio, interpretados con rangos internacionales.  $H_1$ : Existen diferencias entre las medias de los valores hematimétricos de los perros de la ciudad Machala con las medias de los valores hematimétricos entregados por el laboratorio, interpretados con rangos internacionales. El nivel de significancia 5 % = 0.05, se aplicó el estadístico de prueba t de student y la estimación p de valor. Los valores

de referencia se hallaron utilizando el método clásico o parámetro que se calcula en base al valor de la media, más menos el doble de la desviación típica ( $x \pm 2s$ ). Los índices hematimétricos fueron: hematocritos machos, la media de 0,455; la desviación estándar 0,060 y los intervalos de referencia van de 0,34 a 0,58, en el caso de las hembras la media de 0,47 una desviación estándar de 0,057 los intervalos de referencia 0,35 a 0,58%; los valores de la hemoglobina en el caso de los machos, la media es de 154,51 con una desviación típica de 21,032; los intervalos de referencia de 112,44 a 196,57 y las hembras, arrojan una media de 155,13; con una desviación estándar de 18,91 y los intervalos de referencia establecidos 117,3 a 193; el eritrocito en los machos, la media es de 6,84 la desviación típica es de 0,84 con estos datos se pudo establecer los rangos que van de 5,15 a 8,53, las hembras, arrojaron valores de media 6,73; con una desviación típica de 0,92 y los intervalos de referencia de 5.0 a 9; En lo referente a las plaquetas los machos, arrojan una media de 314; desviación estándar de 54,4 y los rangos van de 205 a 423; las hembras, con una media de 345,5 una desviación estándar de 49,8; los intervalos de referencia de 245,9 a 445. Los leucocitos, la media en los machos, es de 10,88, la desviación típica 3,6, los intervalos de referencia 3,7 a 18, y las hembras, la media es de 9,6, la desviación típica de 3,5, los intervalos de referencia 2,49 a 16,6. Analizando los linfocitos, el macho arroja una media de 16,5, desviación típica 7,8, los índices de referencia ,94 a 32, las hembras, con una media de 5,4, desviación típica 3,8, los intervalos de referencia 1 a 27; Los monocitos, la media en las hembras, de 5,43 la desviación típica 3,8, los intervalos de referencia -2,14 a 13, y los machos, la media es de 4,53 la desviación típica de 2,9, los intervalos de referencia -1,3 a 10,3; Finalmente los eosinofilos, la media en los machos, es de 3,03, la desviación típica 5,7, los intervalos de referencia -8,4 a 14,4, y las hembras, la media es de 1,40, la desviación típica de 2,09, los intervalos de referencia -2,8 a 5,6.

**Palabras claves:** caninos, hematología, Quito.

---

## 7. SUMMARY

The present study aims to determine complete blood counts (CBC) reference values in clinically healthy dogs located in Quito, Pichincha. The research was conducted at the Specialization Veterinary Teaching Hospital of Quito (USFQ). The general objective of the investigations was: to determine the overall CBC deficiency of the region in order to correct these parameters. The specific objectives were to: 1. Determine the normal CBC values of clinically healthy dogs of the city of Quito. 2. Compare the CBC values in the statistical sample with the current reference values. 3. Provide professional veterinarians a framework appropriate to the particular characteristics of the region, thus sparing the consultation of literature generated in other countries. The CBC values were determined from 120 dogs. The following variables were assessed: Age, race and sex. Age was documented as: Puppy (birth-1 year), Adult (1-8 years) and Elderly (over 8 years). Race was evaluated as: Small (0-5 kg), Medium (5-20 kg), Large (21-40 kg) and Giant (over 40 kg). The quantitative variable of Sex was documented as: Male and Female. The blood samples were obtained from the cephalic vein, the most common technique. For the statistical analysis of the data the program Statistical Package for Social Sciences (SPSS) was used. The data from 120 animals was entered in the program and its distribution was based on the functional analysis of the variables: sex, age and race. The next hematimetric values were also entered: hematocrit, hemoglobin, erythrocytes, platelets, leukocytes, lymphocytes, monocytes, eosinophils. The hypotheses were: H<sub>0</sub>: There is no difference between the mean CBC values from Quito's dogs and the mean CBC values given by the laboratory, which were interpreted by international rates. H<sub>1</sub>: there is a difference between the mean CBC values of the dogs from the city of Machala with the mean CBC values given by the laboratory, which were also interpreted by international rates. The 5% significance level = 0.05, was applied to the statistical t-test and p-value estimate.

The reference values were found by using the classical method that was calculated based on the mean value +/- twice the standard deviation ( $\pm 2s$ ).

The hematimetric indexes were: males hematocrit levels with a mean value of 0.455, standard deviation of 0.060 and reference intervals ranging from 0.34 to 0.58. In the case of females, the mean value was 0.47 with a standard deviation of 0.057 and reference ranges from 0.34 to 0.58%. The values of hemoglobin in the case of males, the mean value was of 154.51, with a standard deviation of 21.032; with the reference intervals ranging from 112.44 to 196.57. Females showed an average of 155.13, with a standard deviation of 18.91 and established references documented ranges from 117.3 to 193. The erythrocyte count in males was an average of 6.84, with a standard deviation of 0.84. with this data a range could be established ranging from 5.15 to 8.53.

Females mean values dropped to 6.73, with a standard deviation of 0.92 and the reference ranges were 5.0 to 9; With regard to platelets males showed an average of 314; with a 54.4 standard deviation and ranges from 205 to 423. Females had a mean of 345,5 and a standard deviation of 49,8; the reference ranges ranged from 245.9 to 445. On average, leukocytes in males were 10.88, with a standard deviation of 3.6, and reference ranges from 3.7 to 18. Females has an average of 9.6, with the standard deviation of 3.5, and reference ranges from 2.49 to 16.6.

Analyzing lymphocytes, the male had an average of 16.5, with a standard deviation of 7.8, and range references 94-32. Females showed a mean of 5.4, with a standard deviation of 3.8, and reference intervals 1-27; Monocytes average in females was 5,43, with a the standard deviation of 3.8, and reference ranges from -2.14 to 13. The males exhibited an average of 4.53, with a standard deviation of 2.9, and reference ranges from -1.3 to 10.3; Finally, eosinophils, with an average of 3.03 in males, a standard deviation 5.7, and reference ranges from -8.4 to 14. Females had a mean of 1.40, with a standard deviation of 2.09, and reference ranges from -2.8 to 5.6.

**Keywords:** canine, hematology, Quito .

---

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ARIYIBI, AA. OYEYEMI, MO. AJADI, RA. 2002 Estudio comparativo de algunos parámetros hematológicos y bioquímicos de perros y locales alsacianos clínicamente sanos. African Journal of Biomedical Research Vol 5
- CÉSPEDES Q, SERINGE E. 1999. Preparación del paciente y colección de muestras para análisis de Laboratorio Clínico. MEDISAN.
- COUTO CG Y NELSON RW. 2005. Medicina Interna de Animales Pequeños. 3ra edición. Editorial Inter-Médica. Buenos Aires, pp. 505-589, 2005. ..
- COWELL, R. *et al.* 1999. Citología y hematología diagnóstica en el perro y el gato. Segunda edición gráfica IN Multimédica SA Barcelona España 1999
- DAY, M. MACKIN A. LITTLEWOOD J. 2004. Manual de hematología y transfusión en pequeñas animales. Ediciones S.
- DUKES, H.; SWENSON, M. 1977. *Fisiología de los animales domésticos. 4ta edición. Ed. Aguilar. Madrid.* Guyton, A. Tratado de *Fisiología Médica. 8va edición*
- GREENE, C.E. 2003. Enfermedades infecciosas del perro y del gato. Tercera edición. Editorial Intermedica. Buenos Aires Argentina.
- HAROLD W. TVEDTEN 2009. Veterinaria Patología Clínica. Volume 28, Issue 3, September 1999, Pages: 80-82, Volumen 28, Número 3, septiembre de 1999, páginas 80-82, Harold W. Tvedten. Article first published online: 23 FEB 2009.

- JAIN, N. 1993. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia, Lea and Fibiger. pp 417.
- LUMSDEN JH, MULLEN Y K. MCSHERRY BJ. 1979. Hematología canina y valores bioquímicos de referencia. Can. J. Comp. Med. 43 (2):125-131.
- MEYER, D Y HARVEY, J. 2007. Medicina laboratorial, interpretación y diagnosis. Tercera edición. Multimedica. Ediciones Veterinarias Barcelona España.
- NUÑEZ OCHOA, L. 2007. Pathologic clinical veterinarian. Universidad Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Patología. 1era. Edición. México.
- NÚÑEZ, O. BOUDA, J. L. 2007. Patología clínica veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1era ed. 345 p.
- SANCHEZ V. ARCOS G.2002. Interpretación de la fórmula leucocitaria. 42-44.
- SAWKA, M.N. Y K.B. PANDOLF. 1990. Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. En: Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 6: Fluid Homeostasis, editado por C.V. Gisolfi y D.R. Lamb. Indiana: Benchmark Press.
- LUMSDEN J.H., MULLEN K. & MCSHERRY B.J. 1979. Canine hematology and biochemistry reference values. Can. J. Comp. Med. 43(2):125-131.
- PEDROSO. ET.AL. 2010. Valores hematológicos de referencia en caninos adultos aparentemente sanos, que concurren a una clínica privada de Asunción. Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud, Vol. 8(2) pp. 5-13
- PEREZ, Jhonny. 2012. Determinación de valores hematimétricos de perros clínicamente sanos de la ciudad de Machala. Tesis de postgrado. Maestría en Salud Canina. Centro de Postgrado “Dr. Esteban Quirola Figueroa”. Universidad Técnica de Machala. 61pp.
- VILLIERS, E. BLACKWOOD, L. 2009. Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales. Segunda edición. Editorial, Ediciones S. Barcelona España.

WILLARD, D. M. Y TVEDTEN, H. 2004. Trastornos gastrointestinales, pancreáticos y hepáticos. (4<sup>a</sup> Ed.) En Diagnóstico Clínico Patológico Práctico en los Pequeños Animales. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires, República Argentina. P. 222.

WILLARD, M. TVEDTEN. HAROLD, TUMWAL. 2009. Manual *de* hematología y transfusión en pequeños animales. Editorial: inter-medica.

WITTWER, F. 2008. Consideraciones sobre valores de referencia e interpretación de resultados en Bioquímica Clínica. V Congreso FIAVAC y VII Congreso VEPA, Colombia. Universidad Austral de Chile.