

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**DETERMINACIÓN DE PARAMETROS HEMATICOS EN PERROS
DE LA COMARCA LAGUNERA: SERIE ROJA**

POR

ERNESTO AURELIO CANDELAS MARTINEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

NOVIEMBRE 2014

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**DETERMINACIÓN DE PARAMETROS HEMATICOS EN PERROS
DE LA COMARCA LAGUNERA: SERIE ROJA**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

POR

ERNESTO AURELIO CANDELAS MARTINEZ

ASESOR PRINCIPAL

MC. MARGARITA YOLANDA MENDOZA RAMOS

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

NOVIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

DETERMINACIÓN DE PARAMETROS HEMATICOS CANINOS EN LA REGION
LAGUNERA:

SERIE ROJA

Tesis aprobada por el

PRESIDENTE DEL JURADO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Luis Corona Medina'.

M.C JOSÉ LUIS CORONA MEDINA

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ramón Alfredo Delgado González'.

M.C. RAMON ALFREDO DELGADO GONZALEZ



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

NOVIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

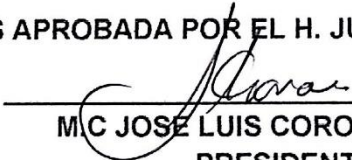


TESIS

DETERMINACIÓN DE PARAMETROS HEMATICOS EN PERROS DE LA
COMARCA LAGUNERA:

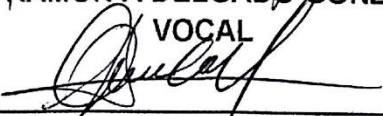
SERIE ROJA

TESIS APROBADA POR EL H. JURADO EXAMINADOR


M.C JOSÉ LUIS CORONA MEDINA
PRESIDENTE


M.C MARGARITA MENDOZA RAMOS
VOCAL


M.C RAMON A DELGADO GONZALEZ
VOCAL


M.V.Z. OLIVIA GARCIA MORALES
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

NOVIEMBRE 2014

I. Dedicatoria

A mis padres:

Sra. Bárbara Martínez Segura y Sr Alejandro Ernesto Candelas Rangel

Por siempre haberme dado todo el amor, cariño y apoyo en mi vida, en la escuela y en mi carrera, ya que sin ellos todo lo que he logrado hasta el momento no hubiera sido posible, por motivarme y aconsejarme en mis momentos difíciles, nunca me han dejado solo y eso para mí es el tesoro más grande que existe.

Gracias por todo su esfuerzo, por todo su trabajo para darme siempre en todo momento lo que necesito y lo que no también..

Por ser el ejemplo más grande que tengo en esta vida no alcanzaría nunca a decirles lo mucho que les agradezco todo y los quiero.

II. Agradecimientos

A Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí y llenarme día con día de las mayores bendiciones, si yo contigo, quien contra mí..

A mi familia por todo su apoyo, consejos y palabras de aliento para nunca rendirme y dejar mis sueños.

A mi abuelo Aurelio, que aunque ya no está aquí para ver este logro conmigo, cada mañana me daba su bendición cuando partía hacia la escuela, gracias abuelo en donde quiere que estés.

A mi asesora la M.C Margarita Yolanda Mendoza Ramos y al M.C José Luis Corona Medina por el apoyo en su asesoría y la confianza hacia mi persona en este proyecto.

A mi novia Estefanía Valerio, por ser mi compañera y alegrarme los días después de las horas de estudio, gracias amor por siempre estar a mi lado.

A mis amigos de la carrera Gustavo Ramos, Oscar Jalife y Jessica Dávila y Haydee Varela por el apoyo, los consejos y los momentos que vivimos juntos a lo largo de la carrera, les deseo el mayor éxito en su vida profesional y en todo lo que hagan.

A mi alma terra mater, a mis maestros, compañeros y amigos de esta bella institución de la que he aprendido tanto y me ha apoyado para cumplir este objetivo de ser médico veterinario.

III. Índice de Contenido

V. Resumen	V
1 Introducción	1
2 Objetivo	2
3 Marco Teórico.....	2
3.1 Datos que constituyen la Fórmula Roja	2
3.2 Valores de referencia	3
3.3 Importancia de los valores de referencia	3
3.4 Justificación del trabajo	4
3.5 Composición de la Sangre.....	4
3.6 Origen de la sangre.....	4
3.7 Función de los Eritrocitos	6
3.8 Factores fisiológicos que ocasionan variación en el número de eritrocitos	7
3.9 Patologías que influyen en el número de eritrocitos	8
4 Materiales y Métodos.....	13
5 Resultados.....	17
6 Discusión	20
7 Conclusión.....	20
8 Referencias Bibliográficas.....	21

IV. Índice de cuadros y figuras

Cuadro 1: Valores de número total de eritrocitos y hematocrito en perros machos.....	17
Cuadro 2: Valores de número total de eritrocitos en perros hembras.....	18
Cuadro 3: Promedios de número total de eritrocitos y desviación estándar	19
Cuadro 4: Promedios de hematocrito y desviación estándar.....	19
Cuadro 5: Rangos de referencia para número total de eritrocito	19
Cuadro 6: Rangos de referencia para valores de hematocrito	19
Figura 1: Clasificación morfológica de las anemias	3
Figura 2: Esquema de la eritropoyesis con todas sus fases.....	6
Figura 3: Cámara hemocitométrica	16

V. Resumen

El hemograma es una de las herramientas más importantes para el médico veterinario hoy en día, gracias a ella se nos permite analizar las diferentes variaciones cuantitativas y morfológicas de los elementos que constituyen la sangre y así facilitar la formulación de un diagnóstico en específico.

En el presente trabajo se emplearon 105 muestras de sangre de perros (59 de machos y 46 de hembras) de la región lagunera a las que se les realizó la biometría para obtener parámetros hematológicos locales sobre los hematíes de la serie roja, cuyo análisis permite el diagnóstico de los cuadros de anemias y policitemias.

Comparando los valores eritrocitarios y de hematocrito con los ya publicados en otras regiones del mundo podemos concluir que no es necesario establecer valores de referencia propios para la región lagunera, ya que estos se encuentran dentro del rango con los publicados anteriormente.

Palabras claves. Biometría hemática, eritrocitos, hematocrito, parámetros hematológicos, anemia, policitemia.

1 Introducción

Los análisis sanguíneos son una herramienta complementaria, de gran valor, en el diagnóstico clínico del paciente, especialmente en especies de compañía, como el perro. La confiabilidad de los resultados depende, entre otros factores, de la preservación de la integridad de la sangre. La estabilidad de los elementos de la sangre requiere de condiciones controladas en el manejo que incluyen desde la toma de la muestra hasta la realización de los análisis.(Guevara, Bouza-Mora et al. 2013)

El hemograma también conocido como cuadro hemático, biometría hemática o recuento de células sanguíneas, es una de las pruebas más solicitadas al laboratorio clínico y uno de los estudios que mayor información aporta al médico sobre la visión global de la homeostasis del sistema hematopoyético de un individuo. A través del tiempo, el hemograma ha sido objeto de múltiples modificaciones en cuanto a los parámetros que los componen, la forma de obtenerlos, los grados de precisión y de exactitud y la manera de interpretarlo(Maya 2007)

El hemograma completo proporciona una amplia información sobre el estado de salud general del paciente. El hemograma constituye un fotograma del sistema hematopoyético en un momento determinado. Es una excelente herramienta de evaluación general que proporciona gran información a un coste relativamente bajo.(Maya 2007)

Se recomienda realizar hemogramas completos en la evaluación laboratorial de cada paciente enfermo, y en la reevaluación de pacientes en los que previamente se detectaron anormalidades de los eritrocitos, de los leucocitos o de las plaquetas.(Rebar 2002).

Cada una de estas series tiene funciones determinadas que se ven perturbadas ante la presentación de alguna alteración en la cantidad o características de las células que las componen. Diversos factores que alteran esas funciones de manera normal son la altitud, latitud, temperatura y humedad relativa.(Queraltó 1993)

Ante todo, es importante definir el hemograma como un perfil o conjunto de exámenes que evalúan los diferentes elementos celulares de la sangre.(Maya 2007). Aporta datos cuantitativos (recuentos totales celulares, recuentos diferenciales totales, índices eritrocíticos, etc.) y cualitativos (morfología celular en la extensión sanguínea).(Rebar 2002). Para una mejor interpretación del

hemograma es necesario conocer algunos principios del desarrollo y de la fisiología del sistema hematopoyético.(Maya 2007)

2 Objetivo

Determinar los valores de referencia hematológicos de la serie roja de los perros sanos de la comarca lagunera para así poder compararlos con los valores de referencia mencionados en la literatura y llegar a una conclusión sobre si estos son diferentes o similares.

3 Marco Teórico

3.1 Datos que constituyen la Fórmula Roja

La serie roja la compone la determinación de índices eritrocitarios primarios y secundarios.

Los índices eritrocitarios primarios se determinan directamente en el laboratorio a partir de la muestra total de sangre del paciente y son: la determinación de hemoglobina, hematocrito y número de eritrocitos / ml. Se usa para determinar normalidad, anemia o policitemia en un paciente.(Henry 2005)

El hematocrito es la medición de la fracción del volumen de sangre la cual está ocupada por los eritrocitos y es expresada como porcentaje o fracción decimal ($35\%=0.35$). (Kerr 2002)

Los índices secundarios son: el índice globular medio VGM, la hemoglobina globular media HGM y la concentración media de hemoglobina globular, se calculan a partir de los índices primarios.(Henry 2005)

Los índices secundarios nos sirven para precisar el tipo morfológico de anemia que se presenta

Clasificación Morfológica de Anemias			
Anemia	VGM	CMHG	HGM
1. Microcítica-hipocrómica	<i>disminuido</i>	<i>disminuido</i>	<i>disminuido</i>
2. Normocítica-normocrómica	<i>normal</i>	<i>normal</i>	<i>normal</i>
3. Macroscítica-normocrómica	<i>aumentado</i>	<i>normal</i>	<i>aumentado</i>

*Fuente: González Hernández, J.S., *Manual de hematología I teoría*
 Facultad de Bioanálisis, Universidad Veracruzana, 2002.⁹

FIGURA 1: CLASIFICACIÓN MORFOLOGICA DE LAS ANEMIAS

3.2 Valores de referencia

El intervalo de referencia se deriva de un grupo de individuos de prueba determinado, para el que rige una condición concreta. Es decir, no pretende ser válida para todos los individuos de una raza o especie. El grupo de individuos de prueba debe presentar una distribución lo mas similar posible a la población universal

Los intervalos de referencia deben establecerse de animales aparentemente sanos derivados de una misma población en general. Se necesitan intervalos de referencia específicos para cada especie animal que se llegue a evaluar. (Pedrozo, Quintana et al. 2010)

3.3 Importancia de los valores de referencia

Los valores de referencia son usados para describir la dispersión de variables en individuos saludables, (Geffre, Friedrichs et al. 2009) y son necesarios para juzgar si un resultado es normal o anormal. Un resultado de laboratorio carece de significado si se desconoce cuáles son los valores que tendrían los animales normales en dicha situación. (Willard, Tvedten et al. 2004)

Los valores de referencia para una especie en general normalmente son establecidos a partir de muestras de animales adultos sanos de ambos sexos y varias razas que se han puesto en ayunas durante la noche. Algunos valores de análisis pueden variar con el sexo, estado de embarazo, dieta, localización geográfica, tiempo de muestreo, tiempo después de comer, estado emocional, y nivel de actividad del animal a muestrear. (Duncan 1981)

3.4 Justificación del trabajo

Actualmente el hemograma es una herramienta indispensable para el médico veterinario que le permite conocer el estado de salud de sus pacientes, por lo cual conocer los valores de referencia hematológicos es necesario para interpretar correctamente los resultados y poder llegar a una conclusión sobre el diagnóstico del paciente.

3.5 Composición de la Sangre

La sangre es un tejido conectivo especializado (Gartner Leslie and Hiatt James 2008), La sangre está formada por un componente celular, las células sanguíneas, y un componente fluido rico en proteínas, el plasma, (Dellman and Brown 1994) que es un líquido amarillento en el cual están suspendidas células y disueltos compuestos orgánicos y electrolitos. (Gartner Leslie and Hiatt James 2008)

La sangre es un líquido en un compartimiento cerrado, el aparato circulatorio, que lo mantiene en movimiento regular y unidireccional, esencialmente debido a las contracciones rítmicas del corazón. Es principalmente un medio de transporte, gracias a ella, los leucocitos, que son células que desempeñan varias funciones de defensa y constituyen una de las primeras barreras contra las infecciones recorren constantemente el cuerpo y se concentran rápidamente en los tejidos atacados por microorganismos, donde desempeñan sus funciones de defensa. (Dellman and Brown 1994)

Sus principales funciones incluyen llevar nutrientes del sistema gastrointestinal a todas las células del cuerpo y desplazar subsecuentemente a los productos de desecho de estas células a órganos específicos para su eliminación. (Gartner Leslie and Hiatt James 2008)

3.6 Origen de la sangre

La hematopoyesis es el proceso a través del cual se producen los elementos formes de la sangre. Este proceso está regulado por una serie de etapas que se inician con la célula madre hematopoyética la cual tiene la capacidad de producir eritrocitos, todas las clases de granulocitos, monocitos y plaquetas, y las células del sistema inmunitario. (Braunwald 2002)

Durante el desarrollo de la vida prenatal, la hematopoyesis comienza asociada a islas de sangre en el saco vitelino. La actividad hematopoyética se va esparciendo en el hígado, bazo, timo, nódulos linfáticos y medula ósea fetal progresivamente.(Banks 1986)

Durante la vida postnatal, en la mayoría de los mamíferos, la hematopoyesis se restringe a la medula ósea(Núñez-Ochoa and Bouda 2007), la estructura de la médula brinda un medio especial para la proliferación y maduración de las células eritropoyéticas(Hillman, Finch et al. 1977), mientras que el hígado y el bazo son usualmente inactivos, pero mantienen su potencial hematopoyético, mismo que se activa al incrementarse las necesidades de las células sanguíneas.(Núñez-Ochoa and Bouda 2007)

Después del compromiso o diferenciación con una línea celular, la célula progenitora hematopoyética y la célula precursora están cada vez mas bajo la influencia reguladora de factores de crecimiento y hormonas. En cuanto a la producción de eritrocitos la hormona reguladora es la eritropoyetina (EPO). El fenómeno regulado de la producción de eritrocitos es la eritropoyesis.

El regulador fisiológico de la producción de eritrocitos, la hormona glucoproteínica EPO, se sintetiza y libera por las células del revestimiento capilar peritubular en el riñón. Estas células constituyen un tipo de epitelio muy especializado. Una pequeña cantidad de EPO la producen los hepatocitos. El estímulo fundamental para la producción de EPO es la disponibilidad de O₂ para las necesidades metabólicas hísticas.

Las células precursoras de los eritrocitos, generan en forma continua el numero de eritrocitos maduros circulantes que se requiere.(Hillman, Finch et al. 1977). El primer precursor eritroide morfológicamente reconocible es el pronormoblasto. Esta célula puede presentar cuatro a cinco divisiones celulares que dan lugar a la producción de 16 a 32 eritrocitos maduros. Con el incremento de la producción de EPO, se amplifica el número de células progenitoras y, a su vez, aumenta el número de eritrocitos.(Braunwald 2002)

Los eritrocitos son producidos por división mitótica y maduración de los rubriblastos en una secuencia definida: rubriblasto, prorubicito, rubricito basófilo, rubricito policromático, rubricito normocrómico, metarubicito, reticulocito y eritrocito maduro.(Núñez-Ochoa and Bouda 2007).

El proceso de maduración es de 7 a 8 días y se relaciona con la formación progresiva de hemoglobina, reducción de tamaño celular, pérdida de mitocondria celular y RNA, perdiéndose al final el núcleo celular.(Hillman, Finch et al. 1977)

- **Rubriblasto**

Se considera la fase más inmadura de la serie, su núcleo es redondo con bordes, el citoplasma es intensamente basófilo y forma un ligero anillo alrededor del núcleo.

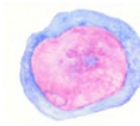


Figura 11. Rubriblasto.

- **Prorrubricito**

Presenta núcleo redondo, con irregularidades en los bordes nucleares, el citoplasma es ligeramente menos intenso y forma un anillo delgado alrededor del núcleo.

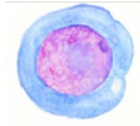


Figura 12. Prorrubricito.

- **Rubricito**

El núcleo es pequeño, el citoplasma es azul (basófilico) o azul rojo naranja (policromatófilo) o rojo naranja (ortocromático). La mitosis acontece en las etapas tempranas del rubricito, pero cesa en las etapas posteriores.

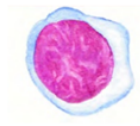


Figura 13. Rubricito.

- **Metarrubricito**

Su núcleo es extremadamente picnótico y muy oscuro, sin poderse distinguir el patrón de la cromatina. El citoplasma puede ser policromatófilo o bien, ortocromático.

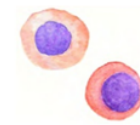


Figura 14. Metarrubricitos.

- **Reticulocito**

Son eritrocitos no nucleados que presentan uno o más gránulos cuando las preparaciones son teñidas con tinciones supravitales.



Figura 15. Reticulocitos.

- **Eritrocito maduro**

La última etapa del desarrollo eritrocitario, los eritrocitos de los mamíferos son anucleados, en las especies domesticas han sido encontrados eritrocitos bicóncavos. Se tiñen de color naranja (ortocromáticos= con tinciones tipo Romanowsky.

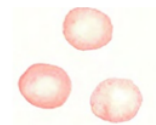


Figura 16. Eritrocitos maduros de perro.

FIGURA 2: ESQUEMA DE LA ERITROPOYESIS CON TODAS SUS FASES

3.7 Función de los Eritrocitos

Los eritrocitos o glóbulos rojos, son células muy diferenciadas, especializadas funcionalmente para el transporte del oxígeno, comprenden alrededor de la mitad del volumen total de la sangre.(Coffin David 1986). Cada célula tiene la forma de un disco cóncavo, y cuando se observa de frente tiene contorno circular.(Lesson and Lesson 1984).

Los glóbulos rojos contienen hemoglobina, una proteína grande compuesta de cuatro cadenas polipeptídicas, cada una de las cuales está unida a un grupo hem, que contiene hierro. La molécula de globina de la hemoglobina libera CO_2 y el hierro se une al O_2 en regiones de concentración alta de oxígeno, como el pulmón. Sin embargo, en regiones bajas en oxígeno, como los tejidos, la hemoglobina libera O_2 y une CO_2 . Esta propiedad de la hemoglobina la convierte en el transporte ideal de los gases respiratorios. La hemoglobina que lleva O_2 se conoce como oxihemoglobina y la que transporta CO_2 se denomina carboxihemoglobina. (Gartner Leslie and Hiatt James 2008)

La función de los eritrocitos consiste en el transporte de oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2). Cuando la sangre circula por los capilares periféricos, el O_2 es liberado y difunde a los tejidos, a su vez, el CO_2 difunde desde los tejidos a la sangre. En los pulmones, el CO_2 se disocia de la hemoglobina, pasa a los alveolos y es eliminado con la espiración. (Fawcett and Jensch 1999)

Con ayuda de varios enlaces, la molécula de hemoglobina dentro de la célula libera el oxígeno a una tensión adecuada para sustentar a los sistemas generadores de energía de los tejidos corporales. (Hillman, Finch et al. 1977)

En periodos de salud, la masa circulante de glóbulos rojos, y por lo tanto la capacidad transportadora de oxígeno, se mantiene notablemente constante día a día y año a año. Para cada especie, el periodo de vida de los glóbulos rojos es limitado y programado con anterioridad. En los perros, el periodo de vida es de aproximadamente 100 días; por lo tanto, diariamente, solo alrededor del 1% de los glóbulos rojos circulantes mueren y deben ser reemplazados. (Rebar 2003)

3.8 Factores fisiológicos que ocasionan variación en el número de eritrocitos

La Eritrocitosis se define como el aumento en el valor del hematocrito, la hemoglobina y los eritrocitos, por arriba de los límites estándar para la especie. Se clasifica en: eritrocitosis relativa y verdadera.

Eritrocitosis relativa

Hay una hemoconcentración por disminución en el volumen plasmático, sin un cambio considerable en la masa total de los eritrocitos, lo cual provoca un incremento en el hematocrito y en las proteínas plasmáticas por lo siguiente:

Por deshidratación, pérdida de agua por vómito, diarrea, diuresis excesiva, privación de agua, reducción de la ingesta de líquidos o fiebre.

Por estrés, la excitación provoca la liberación de epinefrina y contracción esplénica, el bazo actúa como reservorio de los eritrocitos en el perro, causando un incremento en la cantidad de eritrocitos circulantes hasta en un 15%. Las razas de perros que sufren esto con más frecuencia son el pastor alemán, bóxer, Beagle y el chihuahueño.

Eritrocitosis verdadera

Como respuesta fisiológica, por grandes alturas sobre el nivel del mar. La producción de eritropoyetina es desencadenada por una hipoxia tisular o disminución de la saturación del oxígeno arterial; esto puede ocurrir en forma funcional como respuesta a grandes altitudes.

Por hipoxia. Como resultado de la hipoxia provocada por enfermedades pulmonares y cardíacas crónicas, en las que no hay una oxigenación completa de la sangre en los pulmones o por desviación arteriovenosa de la sangre.(Núñez-Ochoa and Bouda 2007)

3.9 Patologías que influyen en el número de eritrocitos

Policitemia

Se diagnostica policitemia cuando se aumentan las medidas de la masa de los glóbulos rojos. La policitemia puede ser relativa o absoluta. La policitemia relativa es el resultado de la hemoconcentración (deshidratación) y es, ampliamente la forma más común de policitemia en perros. La enfermedad se caracteriza por un elevado nivel de proteínas totales así como también por el aumento en los recuentos totales de glóbulos rojos y en los hematocritos; y se revierte al restablecer el volumen sanguíneo normal.

La policitemia absoluta puede ser tanto secundaria como primaria. La policitemia absoluta secundaria se produce como resultado del aumento en la producción de eritropoyetina, ya sea apropiado, como respuesta compensatoria ante enfermedades en donde existe una oxigenación reducida de los tejidos (por ejemplo: enfermedades cardíacas o neumonía) como inapropiado, tales los casos pocos comunes de enfermedades renales o neoplasia renal.

La policitemia absoluta primaria constituye la policitemia vera, un trastorno mieloproliferativo poco común que se caracteriza por una incrementada producción de glóbulos rojos en la médula pero ninguna anomalía morfológica en la sangre periférica.(Rebar 2003).

Anemia

La anemia es uno de los síndromes más comunes en la medicina veterinaria y se encuentra asociada a una amplia gama de enfermedades específicas.(Rebar 2003).

Las anemias pueden clasificarse en dos categorías principales: no regenerativas y regenerativas. Una anemia no regenerativa se debe a la producción inadecuada de eritrocitos por la médula ósea; los eritrocitos presentes en la circulación por lo general aparecen normales. Por el contrario, una anemia regenerativa es aquella en la que la médula ósea ha respondido a una demanda de eritrocitos produciendo y enviando a la circulación cantidades de eritrocitos inmaduros conocidos como policromatofilos.(Reagan, Sanders et al. 1999), Se produce como resultado tanto de una pérdida de sangre (hemorragia) como de una hemólisis. (Rebar 2003).

Anemias Regenerativas

Además de encontrar policromatofilos, otros rasgos que pueden observarse en las anemias regenerativas son los eritrocitos nucleados, el punteado basofilo y los cuerpos de Howell-Jolly. Cuando la demanda de eritrocitos es grande, la producción se produce en puntos extramedulares tales como el hígado y el bazo, con la emisión potencial subsiguiente a la circulación de eritrocitos nucleados. El punteado basofilo aparece en la intoxicación por plomo puesto que el plomo inhibe una enzima que es importante en la degradación del RNA. Los cuerpos de Howell-Jolly son fragmentos restantes de material nuclear presente en los eritrocitos. Su presencia durante una respuesta regenerativa se debe probablemente a la incapacidad de los macrófagos para eliminar completamente los núcleos de los eritrocitos maduros durante la producción acelerada.(Reagan, Sanders et al. 1999).

En las anemias hemorrágicas, el periodo de vida de los glóbulos rojos circulantes es normal, pero los glóbulos rojos se pierden del cuerpo debido a un sangrado externo. El grado de regeneración en las anemias por pérdida de sangre es moderado (no más de dos o tres veces lo normal) y es una consecuencia de la disminución de hierro que acompaña a la pérdida de glóbulos rojos.(Rebar 2003)

Anemias hemolíticas

La característica esencial de las anemias hemolíticas es el periodo de vida más corto de los glóbulos rojos, la hemólisis puede producirse intravascularmente a medida que los glóbulos circulan o extravascularmente dentro de los macrófagos del hígado y el bazo. En ambos casos, el hierro se conserva en el cuerpo y se encuentra disponible fácilmente para la reincorporación a la hemoglobina.(Rebar 2003)

Anemias hemolíticas inmunomediadas

Se producen cuando los complejos antígeno-anticuerpo se forman en la superficie de los glóbulos rojos circulantes. El anticuerpo puede dirigirse contra un antígeno en la misma membrana del glóbulo rojo (anemia hemolítica autoinmune) o contra un anticuerpo extraño (por ejemplo: medicamento, agente infeccioso) llevado o ligado a la superficie del glóbulo rojo. Esto conduce tanto a la lisis intravascular como a la eliminación de glóbulos rojos por parte de los macrófagos en el bazo y el hígado.(Rebar 2003).

Las anomalías morfológicas de los eritrocitos asociados con procesos inmunomediados dan como resultado la posibilidad de encontrar esferocitos, aglutinación y células fantasmas. Los esferocitos se forman cuando los macrófagos eliminan, parcialmente, anticuerpos unidos a las membranas. A causa de la pérdida de la membrana, estas células no pueden retener por más tiempo su forma discoidal normal y por ello se produce una forma esférica con una falta de palidez central. La aglutinación es una agregación tridimensional desorganizada de eritrocitos, formada normalmente a causa de una interconexión de anticuerpos asociados a la superficie de los eritrocitos. Las células fantasmas son membranas residuales de eritrocitos que han experimentado una lisis intravascular.(Reagan, Sanders et al. 1999).

Anemia hemolítica por cuerpos de Heinz

La oxidación de eritrocitos puede producirse en algunos estados de enfermedad, así como con la exposición a algunos fármacos, Esta oxidación y desnaturalización de la hemoglobina en eritrocitos origina la formación de protuberancias en la membrana de los eritrocitos que son a menudo refractiles: se les conoce como cuerpos de Heinz.(Reagan, Sanders et al. 1999).

La presencia de cuerpos de Heinz interfiere con la flexibilidad de los glóbulos rojos, reduciendo su periodo de vida. Debido a que los cuerpos de Heinz con

frecuencia se adosan a la membrana interior de los glóbulos rojos, se les puede reconocer en los frotis sanguíneos periféricos como proyecciones similares a tetillas en la superficie de los glóbulos rojos. La causa más frecuente de hemólisis espontánea por cuerpos de Heinz en los perros es la ingesta de grandes cantidades de cebollas crudas, que contienen el oxidante, N propil bisulfuro. (Rebar 2003).

Anemias hemolíticas infecciosas

Las anemias hemolíticas infecciosas abarcan la haemobartonelosis y la babesiosis. No existen indicadores morfológicos específicos de la hemólisis inducida por bacterias.

La haemobartonelosis en los perros no es común, es una enfermedad ocasionada por *Haemobartonella spp*, y que hoy en día se clasifica como micoplasma (anteriormente clasificado como rickettsia) (Núñez-Ochoa and Bouda 2007), se presenta casi exclusivamente en pacientes esplenectomizados o inmunosuprimidos. Clínicamente se presenta como una anemia hemolítica típica con marcada policromasia (eritrocitos grandes de color grisáceo que indican la presencia de reticulocitos en circulación) y anisocitosis (eritrocitos de diferentes tamaños) en los frotis sanguíneos periféricos de rutina. (Rebar 2003)

La babesiosis es una anemia hemolítica producida por garrapatas del género *Boophilus*, es relativamente poco común en los perros. El organismo causante, *Babesia canis*, es un protozoo en forma de lagrima que se localiza dentro del eritrocito y puede ocasionar hemólisis intravascular. (Núñez-Ochoa and Bouda 2007). A menudo existe un componente hemolítico inmunomediado de la enfermedad; se pueden observar esferocitos en cantidades significativas. (Rebar 2003)

Anemias No Regenerativas

Es la anemia que no manifiesta ninguno de los cambios anteriores y cuando se presentan reticulocitos resultan insuficientes para el grado de la anemia, entre las causas más frecuentes está la ocasionada por inflamación crónica, administración de fármacos (estrógenos, sulfas, quimioterapéuticos), insuficiencia renal crónica, enfermedades virales, entre otras. (Núñez-Ochoa and Bouda 2007)

Desde el punto de vista morfológico, las anemias pueden clasificarse de la siguiente manera

Anemia normocítica normocrómica

Este tipo de anemia se caracteriza por presentar eritrocitos de tamaño y color normal; puede ocurrir por una disminución en la síntesis de eritropoyetina a nivel renal, lo que ocasiona una disminución en la diferenciación del eritrocito, por daño directo en la medula ósea que afecta a las células progenitoras eritrocíticas. Las causas más comunes son: insuficiencia renal crónica, quimioterapia y radioterapia, administración de fármacos como los estrógenos y el empleo de sulfas y en hemorragias agudas y hemólisis. Este tipo de anemias son no regenerativas, con excepción de la que se presenta por hemorragias agudas y hemolisis, que tiende a la regeneración.

Anemia macrocítica hipocrómica

En esta anemia los eritrocitos son más grandes de lo normal y tienen menor cantidad de hemoglobina; se caracteriza por reticulocitosis, policromasia e hipocromía, esta última se asocia a una síntesis de hemoglobina incompleta; se presenta cuando existe recuperación del volumen sanguíneo debido a una pérdida por procesos hemolíticos. Este tipo de anemia es la única que es regenerativa.

Anemia macrocítica normocrómica

Se caracteriza por un mayor tamaño de los eritrocitos y con la misma cantidad de hemoglobina que un eritrocito normal. Se presenta por una detención en la diferenciación del eritrocito en la etapa de rubricito, lo que ocasiona una falta de división celular. Este tipo de anemia se presenta por deficiencia de ácido fólico, vitamina B₁₂ y cobalto. Es raro encontrar este tipo de anemia en animales, en perros poodle es común observar macrocitosis.

Anemia microcítica hipocrómica

Es una anemia con eritrocitos más pequeños y con menos cantidad de hemoglobina que un eritrocito normal. Ocurre cuando se detiene la etapa de diferenciación en rubricito, ocasionando una doble división del mismo, cuya consecuencia son eritrocitos más pequeños, con menos cantidad de hemoglobina. La causa de este tipo de anemia es la deficiencia de hierro, piridoxina (actúa como coenzima en la formación del grupo hem de la hemoglobina) o cobre (es importante en la liberación del hierro del tejido al plasma). Es importante destacar que en casos de inflamación crónica es más común encontrar este tipo de anemia.

Cabe señalar que la Akita es una de las razas que presentan microcitos de manera normal.(Núñez-Ochoa and Bouda 2007)

4 Materiales y Métodos

Se trabajo con un total de 105 perros de la Comarca Lagunera (Torreón, Coahuila, Gómez Palacio y Lerdo, Durango), de los cuales 59 fueron machos y 46 hembras. Todos ellos fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

- Perros clínicamente sanos
- Vacunados
- Desparasitados
- Alimentados diariamente

Las muestras se tomaron de la siguiente manera:

. La extracción de sangre debe realizarse con el animal en reposo, Utilizándose una aguja hipodérmica y una jeringa se puede extraer fácilmente de cualquier vaso. El sitio de punción debe ser rasurado, trasquilado con el fin de localizar mejor la vena a puncionar.

La extracción se realizo de la vena cefálica, el sitio que se usa con mayor frecuencia para la extracción de pequeñas cantidades de sangre en el perro, al constreñir el área del aspecto dorsal de la extremidad anterior a nivel del codo se puede elevar la vena cefálica, empezando justo por encima de la articulación carpiana.

La sangre que abandona su contenido normal puede permanecer en estado líquido (fluido) si se le recibe en un recipiente que contenga anticoagulante. La acción del anticoagulante es neutralizando los iones de calcio libres en la mayoría formando sales o bien neutralizando la trombina como en el caso de la heparina, en nuestro caso utilizamos EDTA.

Las muestras fueron transportadas al laboratorio de la Unidad de Diagnóstico de la UAAAN para ser procesadas bajo las siguientes técnicas.

Hematocrito

La sangre obtenida por punción venosa y tratada con anticoagulante, se centrifuga inmediatamente y se separa en varias capas, el resultado que se obtiene con esta sedimentación realizada en tubos de vidrio de dimensiones estandarizadas recibe el nombre de hematocrito.

El hematocrito permite estimar el volumen de sangre ocupado por los hematíes o eritrocitos en relación con la sangre total. (Carneiro and Junqueira 1994).

Fundamento

Si se toma sangre con anticoagulante y se somete a una velocidad de centrifugación y a un tiempo constante, la parte sólida se separa formando el paquete globular.

Material:

- Tubos de 13 x 100 mm. con anticoagulante
- Agujas hipodérmicas de N° 20, 21 y 22
- Jeringas de 3 y 5 ml.
- Capilares para microhematocrito
- Centrifuga para microhematocrito

Procedimiento

Técnica capilar o de microhematocrito

1. Se llena el tubo capilar con sangre venosa anticoagulada o la obtenida por punción capilar hasta 2/3 partes y se sella por el extremo distante de la sangre.
2. Se centrifuga a 12,000 rpm durante 5 min.
3. Se toma la lectura directamente sobre la escala del aparato o secando el porcentaje por regla de tres simple.

Cuenta de eritrocitos

Fundamento

Los glóbulos rojos o eritrocitos presentes en una muestra de sangre y con anticoagulante, se depositan en el fondo del recipiente que los contenga. Si se quiere saber la cantidad de eritrocitos que están contenidos en un volumen

determinado, basta colocar una pequeña muestra de sangre en una superficie con espesor y graduación conocidos y por medio del microscopio hacer el recuento.

Material

- Cámara cuenta glóbulos rojos o hemocitómetro
- Pipeta de Thoma para glóbulos rojos
- Tubos de 13 x 100 con anticoagulante
- Microscopio óptico
- Contador de teclas
- Líquido de Marcano, Hayem, etc.
- Agitador para pipetas de Thoma
- Jeringas con aguja
- Algodón con alcohol

Procedimiento:

1. Extraer la sangre por punción venosa y colectarla en un tubo con anticoagulante, agitando suavemente para homogeneizar.
2. Llevar la sangre hasta la marca 0.5 ó 1, según la dilución que se desee emplear, en una pipeta de Thoma para glóbulos rojos preferentemente limpia y seca.
3. Aforar con líquido de dilución hasta llegar a la marca 101.
4. Pasar la pipeta al agitador.
5. Colocar la cámara cuenta celular sobre una superficie horizontal y poner el cubreobjetos sobre las mesetas.
6. Tirar las primeras 2 a 3 gotas de la pipeta.
7. Con la cuarta gota cargar la cámara depositándola entre la meseta y el cubreobjetos y dejarla difundir por capilaridad, evitando que se formen burbujas o se caiga el líquido de los surcos.
8. Dejar en reposo durante 2 minutos de preferencia en ambiente húmedo.
9. Bajar el condensador del microscopio y proceder a la localización de la cuadrícula a seco débil.
10. Contar los glóbulos rojos que se encuentren en las cuadrículas central, anotando los que estén presentes en los cuadros de las esquinas y uno del centro. Considerar los eritrocitos que se encuentren sobre la línea limitante de cada uno de los ángulos externos del cuadro y eliminar los que se encuentren en los ángulos opuestos.
11. De haber auto aglutinación de los eritrocitos es aconsejable usar una solución de NaCl al 0.85% al efectuar la dilución.

Cálculos:

El cuadro central mide 1 mm por lado y está dividido en 25 cuadros los que a su vez van a estar divididos (cada uno de ellos) en 16 cuadrillos, de tal manera que el número total de estos últimos será de 400; como el recuento se lleva a cabo en 5 de los 25 cuadros el número de cuadrillos pequeños será de 80.

Sangre hasta la marca 0.5 más líquido de dilución hasta la marca 101 nos da una dilución 1:200.

Sangre hasta la marca 1 más líquido de dilución hasta la marca 101 nos da una dilución de 1:100.

La altura de la superficie de la meseta al cubreobjetos es de 0.1 mm

Fórmula:

$$\underline{\text{N}^\circ \text{ de células contadas} \times \text{dilución} \times 10 \times 400 = \text{GR/mm}^3}$$

80

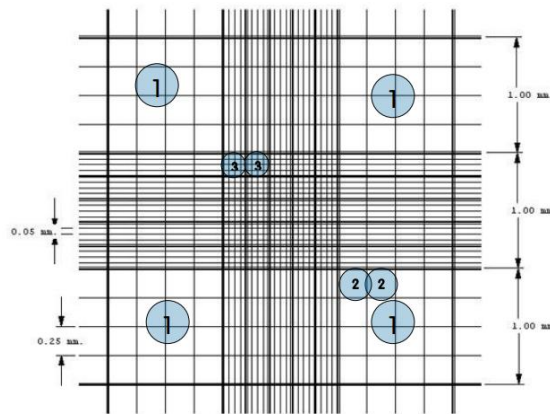


FIGURA 3: CÁMARA HEMOCITOMÉTRICA

5 Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 1 y 2

MACHOS	ERITROCITOS (x10 ⁶ /L)	HEMATOCRITO (L/L)
1	5.2	40
2	5.1	49
3	5.3	43
4	7.7	51
5	6.5	37
6	7.1	48
7	6.4	40
8	5	43
9	6	49
10	5	47
11	7.1	59
12	6.1	53
13	6.8	51
14	6.7	54
15	8	54
16	6.2	40
17	5.1	42
18	7.8	58
19	6.6	52
20	6.7	54
21	6.4	44
22	7.3	52
23	7.8	50
24	8.1	52
25	7.8	50
26	6	40
27	7	49
28	8	55
29	7	48
30	6.2	46

31	7	53
32	8.4	56
33	8.3	54
34	5.2	42
35	5.3	38
36	9.7	52
37	5.9	30
38	6	46
39	4.1	36
40	3.7	40
41	7.7	50
42	7.6	50
43	8.8	47
44	4.8	38
45	8	54
46	6.5	48
47	4.3	42
48	5.8	47
49	8.3	52
50	7.5	37
51	7.7	54
52	5.8	34
53	14.8	39
54	7.2	47
55	7.1	46
56	5.9	47
57	6.4	41
58	9	52
59	5.6	44
PROM	6.8	46.9

CUADRO 1: VALORES DE NÚMERO TOTAL DE ERITROCITOS Y HEMATOCRITO EN PERROS MACHOS

HEMBRAS	ERITROCITOS (x 10 ⁶ /L)	HEMATOCRITO (L/L)
1	5.7	58
2	7.5	50
3	8.4	54
4	6.1	41
5	7.3	50
6	8.7	49
7	7.8	49
8	6.4	48
9	6.2	46
10	5.8	48
11	7	48
12	7.2	52
13	7.8	51
14	8.5	50
15	6.4	50
16	7.4	50
17	8.2	60
18	6.4	46
19	5.3	45
20	7.5	52
21	5.1	38
22	7.7	60
23	6.8	50
24	7.1	52
25	6	40
26	7.8	51
27	5.8	49
28	6.3	48
29	5.18	44
30	4.8	38
31	4.4	42
32	7.8	48
33	7.3	50
34	7.8	49
35	8	54
36	8.6	47
37	5.2	34
38	8.6	47
39	7.5	46
40	7	45
41	8.5	53
42	8.8	53
43	9.5	50
44	6.5	46
45	5.3	49
46	7.2	40
PROM	7.0	48.3

CUADRO 2: VALORES DE NÚMERO TOTAL DE ERITROCITOS EN PERROS HEMBRAS

Con estos resultados, se calcularon las desviaciones estándar para cada grupo, como se muestra en el cuadro 3 y 4

Sexo	No de muestras	Promedio de eritrocitos	Desviación estándar
Machos	59	6.8	1.7
Hembras	46	7.0	1.2

CUADRO 3: PROMEDIOS DE NÚMERO TOTAL DE ERITROCITOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Sexo	No de muestras	Promedio de hematocrito	Desviación estándar
Machos	59	46.9	6.3
Hembras	46	48.3	5.3

CUADRO 4: PROMEDIOS DE HEMATOCRITO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Para calcular un rango de referencia válido, se restó una desviación estandar al promedio para el límite inferior y se sumo una desviación estándar para el límite superior

Sexo	Promedio de eritrocitos	Rango menor	Rango mayor
Machos	6.8	5.1	8.5
Hembras	7.0	5.8	8.2

CUADRO 5: RANGOS DE REFERENCIA PARA NÚMERO TOTAL DE ERITROCITOS

Sexo	Promedio de hematocrito	Rango menor	Rango mayor
Machos	46.9	40.6	53.2
Hembras	48.3	43	53.6

CUADRO 6: RANGOS DE REFERENCIA PARA VALORES DE HEMATOCRITO

6 Discusión

Según la literatura citada, los valores de referencia normales para los eritrocitos en perros sanos son los siguientes: $5.5 - 8.5 \times 10^6$ según Luis Nuñez Ochoa, $5.5 - 8.5 \times 10^6$ según Maxine M. Benjamín y $4.95 - 7.87 \times 10^6$ según Steven L Stockham y Michael A. Scott. (Benjamin 1984; Núñez-Ochoa and Bouda 2007; Stockham and Scott 2013)

Comparando estos valores con los obtenidos en los perros de la región lagunera: $5.1 - 8.5 \times 10^6$ en machos y $5.8 - 8.2 \times 10^6$ en hembras podemos decir que los valores se encuentran dentro de los rangos de referencia normales para perros sanos de otras regiones.

Para hematocrito, la literatura cita los siguientes valores de referencia: 35 – 57 L/L según Steven L Stockham y Michael A. Scott y 37 – 55 L/L según Luis Nuñez Ochoa. (Núñez-Ochoa and Bouda 2007; Stockham and Scott 2013)

Los valores de hematocrito obtenidos en los perros de la región lagunera, 40.6 – 53.2 L/L para machos y 43 – 53.6 L/L para hembras se encuentran dentro del rango de los valores de referencia normales citados anteriormente.

7 Conclusión

Los valores de número total de eritrocitos y hematocrito de los perros de la región lagunera analizados en este trabajo coinciden con los valores de referencia que se reportan en la literatura, por lo tanto, podemos decir que no es necesario establecer valores de referencia propios de la región.

Además podemos concluir que no existe diferencia entre los valores de número total de eritrocitos y hematocrito entre hembras y machos caninos de la región

8 Referencias Bibliográficas

Banks, W. J. (1986). Applied veterinary histology, Williams & Wilkins.

Benjamin, M. M. (1984). Manual de patología clínica en veterinaria, Limusa México^ eDF DF.

Braunwald, E. (2002). Harrison: Principios de medicina interna, McGraw-Hill Madrid.

Carneiro, J. and L. Junqueira (1994). "Histologia básica: texto, atlas." Editorial Masson, SA: 158-191.

Coffin David, L. (1986). "Laboratorio clinico en medicina veterinaria."

Dellman, H. D. and E. Brown (1994). "Histología Veterinaria. Editorial Acribia." Zaragoza. España. Cap 10.

Duncan, J. R. (1981). "Veterinary laboratory medicine, clinical pathology, J. Robert Duncan, Keith W. Prasse."

Fawcett, D. W. and R. P. Jensch (1999). Compendio de histología, McGraw-Hill Interamericana de España.

Gartner Leslie, P. and L. Hiatt James (2008). Texto atlas de histología, México DF McGraw Hill-Interamericana Editores.

Geffre, A., K. Friedrichs, et al. (2009). "Reference values: a review." Veterinary clinical pathology **38**(3): 288-298.

Guevara, A. M., L. Bouza-Mora, et al. (2013). "Efecto del tiempo sobre la estabilidad de variables hematológicas en muestras de sangre de caninos." Revista Ciencias Veterinarias **28**(1): 37-44.

Henry, J. (2005). En: El Laboratorio en el Diagnóstico Clínico. Edición en español de: Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, John Bernard Henry, Madrid, España: Marbán Libros.

Hillman, R. S., C. A. Finch, et al. (1977). Manual de hematología, Editorial El Manual Moderno.

Kerr, M. G. (2002). Veterinary laboratory medicine : clinical biochemistry and haematology. Malden, MA, Blackwell Science.

Lesson, C. R. and T. S. Lesson (1984). Histología, Interamericana.

Maya, G. C. (2007). "Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación." Med. lab **13**(11/12): 511-550.

Núñez-Ochoa, L. and J. Bouda (2007). "Patología clínica veterinaria." UNAM, México DF.

Pedrozo, R., G. Quintana, 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 **8**(2): 05-13.

Queraltó, J. (1993). "Teoría de los Valores de Referencia." Documentos de la Comisión de Valores de Referencia. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular. Barcelona (Esp): Imprenta Massanas Grafiques. Moles.

Reagan, W. J., T. G. Sanders, et al. (1999). Hematología veterinaria: atlas de las especies domésticas comunes.

Rebar, A. H. (2002). Manual de hematología de perros y gatos, Multimedica Ed. Vet.

Rebar, A. H. (2003). "Interpretación del hemograma canino y felino." Clinical Handbook Series. 2nd Edition. St Louis, Missouri: Nestlé Purina PetCare Company: 1-90.

Stockham, S. L. and M. A. Scott (2013). Fundamentals of veterinary clinical pathology, John Wiley & Sons.

Willard, M. D., H. Tvedten, et al. (2004). "Diagnóstico clinicopatológico práctico en los pequeños animales."