

Determinación de límites de referencia de analitos hematológicos en cabras lecheras adultas en el Altiplano Mexicano

R. E. Martínez-Grimaldo¹, G.F. Quiroz-Rocha^{1*}, Y. Domínguez¹

Artículo recibido: 12 de mayo de 2016 · Aprobado: 28 de mayo de 2018

RESUMEN

Con el objetivo de establecer los límites de referencia de analitos hematológicos de cabras adultas de razas productoras de leche clínicamente sanas, sujetas al manejo y a las características de los sistemas de producción intensiva del Altiplano Mexicano, se recolectaron y analizaron muestras de sangre de cabras de 2 o más años de edad en diferentes etapas de producción. Con los resultados se obtuvieron los límites de referencia para hematocrito, cuenta de eritrocitos, volumen globular medio (VGM), plaquetas, sólidos totales, fibrinógeno, cuenta de leucocitos, neutrófilos segmentados, neutrófilos en banda, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Las medias obtenidas para cada analito fueron: hematocrito (0,22–0,36 L/L), cuenta de eritrocitos ($9,07\text{--}18,47 \times 10^{12}/\text{L}$), volumen globular medio (VGM) (14,44–27,91), plaquetas ($229\text{--}3163 \times 10^9/\text{L}$), sólidos totales (65,64–84,64 g/L), fibrinógeno (0–6 g/L), cuenta de leucocitos ($3,75\text{--}11,47 \times 10^9/\text{L}$), neutrófilos segmentados ($0,95\text{--}4,98 \times 10^9/\text{L}$), neutrófilos en banda ($0\text{--}0,16 \times 10^9/\text{L}$), linfocitos ($1,76\text{--}6,44 \times 10^9/\text{L}$), monocitos ($0\text{--}0,65 \times 10^9/\text{L}$), eosinófilos ($0\text{--}1,36 \times 10^9/\text{L}$) y basófilos ($0\text{--}0,37 \times 10^9/\text{L}$). Estos valores se compararon con los obtenidos en otros estudios similares, y se encontraron algunas diferencias mayoritariamente en los valores obtenidos para hematocrito, eritrocitos, VGM, plaquetas, leucocitos y linfocitos, lo cual se debe a las diferencias en condiciones medioambientales y de alimentación entre los estudios.

Palabras clave: cabras, límites de referencia, eritrocitos, leucocitos, plaquetas.

Hematological analyte reference limits in adult dairy goats in the Mexican Plateau

ABSTRACT

With the aim to establish the hematological analyte reference limits of clinically healthy adult goats of dairy producing breeds, subjected to the handling and characteristics of intensive production systems in the Mexican Plateau, the blood samples of 2-year old and older goats at different production stages were collected and analyzed. Reference limits (interval in brackets) for hematocrit (0.22–0.36 L/L), erythrocyte count ($9.07\text{--}18.47 \times 10^{12}/\text{L}$), mean cell volume (MCV) (14.44–27.91 fL), platelets ($229\text{--}3163 \times 10^9/\text{L}$), total

¹ Centro de Enseñanza, Investigación, Extensión y Producción Animal en el Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Tequisquiapan, Querétaro (México).

* Autor para correspondencia: gfguiroz@unam.mx

solids (65.64–84.64 g/L), fibrinogen (0–6 g/L), leukocyte count ($3.75\text{--}11.47 \times 10^9/\text{L}$), segmented neutrophils ($0.95\text{--}4.98 \times 10^9/\text{L}$), band neutrophils ($0\text{--}0.16 \times 10^9/\text{L}$), lymphocytes ($1.76\text{--}6.44 \times 10^9/\text{L}$), monocytes ($0\text{--}0.65 \times 10^9/\text{L}$), eosinophils ($0\text{--}1.36 \times 10^9/\text{L}$) and basophils ($0\text{--}0.37 \times 10^9/\text{L}$) were obtained. These values were compared with similar study results. Differences were found mainly in the values for hematocrit, erythrocytes, MCV, platelets, total leukocytes, and lymphocytes; this is due to environmental and feeding differences between the studies.

Keywords: goats, reference limits, erythrocytes, leukocytes, platelets.

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura en México ha ido en aumento desde 2001, gracias a la capacidad de adaptación, rusticidad, tamaño y características reproductivas de la especie. Asimismo, ha habido un incremento sostenible en la producción de leche y sus derivados con lo cual se han ido intensificando y tecnificando los sistemas productivos. (Ducoing 2006).

El abordaje médico apropiado de los padecimientos requiere eficacia y precisión para reducir las pérdidas económicas. Esto se puede optimizar con el apoyo de pruebas de laboratorio que brinden mayor información sobre la condición específica de un animal o de todo el rebaño incluyendo información sobre el diagnóstico más exacto, pronóstico y la gravedad del problema y con ello apoyar su resolución (Meyer y Harvey 2004).

El empleo del laboratorio clínico como herramienta diagnóstica en medicina veterinaria requiere contar con límites de referencia obtenidos bajo las condiciones específicas para las poblaciones de estudio y así hacer una adecuada interpretación de los resultados obtenidos. Los intervalos de referencia se establecen mediante el estudio de una población clínicamente sana que se encuentren bajo ciertos criterios de selección (Stockham y Scott 2008). Es de suma importancia conocer

las variaciones biológicas de los análisis y establecer los criterios para definir quienes serán los individuos de referencia (Kjelgaard-Hansen y Lundorff 2010). Estos intervalos de referencia sirven para poder tener una comparación y así definir si algún animal presenta alguna patología (Mahaffey 2003).

Algunas enfermedades producen alteraciones en los valores hematológicos, por esta razón es necesario contar con límites de referencia de los parámetros sanguíneos (Coles 1980; Davison y Henry 1969; Grilli *et al.* 2007; Terán 1986). Además, el análisis de los componentes sanguíneos brinda información de las alteraciones generales, de algún órgano o sistema (Pastor 2000).

Existen pocos estudios en México para establecer límites de referencia en esta especie y ya que en la actualidad ha ido en aumento el interés hacia esta actividad productiva y por consecuencia, el aumento de su población y su tecnificación, los caprinocultores y los médicos veterinarios zootecnistas requieren efectuar diagnósticos precisos y realizar el tratamiento correcto; por esta razón, los análisis de laboratorio son de mayor demanda. Esto último requiere establecer límites de referencia hematológicos de cabras en las diferentes regiones del país para que los laboratorios de diagnóstico clínico realicen interpretaciones apropiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad lechera caprina del municipio de Tequisquiapan, Querétaro, a una altitud de 1880 msnm con una temperatura promedio anual de 17.5° C y una precipitación promedio anual de 388,42 mm, el régimen de humedad de los suelos corresponde al tropústico arídico y tropústico údico (FMVZ-UNAM 2009; INEGI 2011).

En la unidad lechera del estudio la alimentación se basa en un sistema intensivo mixto con pradera de gramíneas y alfalfa; este sistema consiste en el pastoreo rotativo de las praderas y la alimentación suplementaria en corral de los diferentes lotes de cabras que a su vez están divididos de acuerdo con su estado productivo, edad y sexo. De otra parte, se lleva un programa de prevención mediante la administración de desparasitantes cada 6 meses con un sistema rotativo de los mismos en cada ocasión, así como rotación de potreros. Durante la realización del proyecto los animales se mantuvieron bajo observación y con ayuda de los registros se llevó el control clínico para verificar que ninguna de las cabras de referencia padeciera alguna enfermedad en las siguientes dos semanas.

Se tomaron 70 muestras sanguíneas entre las 9:00 y 10:00 horas del día, de cabras de las razas Alpina Francesa, Toggenburg y Saanen, de 2 a 8 años de edad, no gestantes, en lactación tardía o en tercer tercio de gestación y con un peso entre los 45 y 60 kg, en periodo seco, luego de lo cual, se les realizó un análisis coproparasitoscopico. Cargas parasitarias iguales o menores a 500 huevos por gramo de heces se consideraron no significativas clínicamente. 5 días antes y después de la toma de muestra de sangre, se determinaron las constantes fisiológicas de cada cabra (frecuencia cardiaca y respiratoria,

auscultación de campos pulmonares, movimientos ruminales y temperatura).

Durante la toma de muestras, solo se realizó contención manual restrictiva de movimiento sobre los animales, sin aplicar ningún tipo de fármaco. Para la obtención de la sangre se emplearon tubos de vacío con EDTA K₂ (Ácido etilendiaminotetraacético dipotásico) realizando una punción en la vena yugular con aguja de calibre 21G × 1.5". Los tubos se llenaron hasta que perdieran el vacío y dejara de salir la sangre; inmediatamente después las muestras sanguíneas se agitaron con suavidad para promover la homogeneización del anticoagulante con la sangre.

En un lapso no mayor a 40 minutos después de la toma de sangre, las muestras se llevaron al laboratorio hematológico, para la realización del hemograma. Se determinaron los analitos hematocrito, cuenta de eritrocitos, volumen globular medio (VGM), sólidos totales, fibrinógeno, estimación plaquetaria, cuenta de leucocitos, neutrófilos segmentados, neutrófilos banda, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

Para la determinación de hematocrito se empleó la técnica de microhematocrito; para la cuenta de eritrocitos y leucocitos se emplearon el hemocitómetro y pipetas de Thoma con los reactivos de Hayem y Türk, respectivamente; la determinación de sólidos totales se efectuó utilizando un refractómetro clínico y para determinar el fibrinógeno, se empleó desnaturalización con calor (56°C por 3 minutos) y refractometría. La estimación plaquetaria y la cuenta diferencial de leucocitos se realizaron evaluando un frotis sanguíneo teñido con colorante de Wright. El VGM fue calculado con base en el valor del hematocrito multiplicado por mil y el resultado dividido entre el valor de la

cuenta de eritrocitos. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado por control de calidad y los análisis siguieron la metodología descrita por la FMVZ-UNAM (2010).

Los resultados obtenidos de cada analito hematológico determinado se evaluaron utilizando el programa de cómputo Analise-it®, con el cual se hizo la estadística descriptiva. Se empleó un nivel de confianza del 95% y la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Igualmente, se determinó un intervalo de confianza al 95% para cada parámetro analizado. Los límites de referencia de los analitos con distribución normal se determinaron paramétricamente, mientras que aquellos con

distribución no normal se determinaron en forma no paramétrica.

RESULTADOS

Las cargas parasitarias medias determinadas en los grupos de cabras examinados se muestran en la Tabla 1, donde cargas ≤ 500 ooquistes o huevos por gramo de heces se consideraron clínicamente aceptables. De igual manera, se muestran los valores de las constantes fisiológicas medias determinadas 5 días antes y 5 días después del muestreo en la Tabla 2. En las Tablas 3 y 4 se describe la distribución por raza y etapa productiva, así como edad respectivamente de las cabras muestreadas.

TABLA 1. Resultados del análisis coproparasitoscópico previo al muestreo

Etapa Productiva	Prueba de McMaster
Producción	Coccidias: 450 ogh
	Estrongilidos: 200 hgh
Mantenimiento	Coccidias: 350 ogh
	Estrongilidos: 500 hgh

TABLA 2. Medias de las constantes fisiológicas 5 días antes y 5 días después del muestreo

Constante fisiológica	Antes muestreo	Después muestreo
Frecuencia cardiaca (latidos por minuto)	109,70	114
Frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto)	45,98	46,76
Movimientos ruminales cada 2 minutos	2,01	1,97
Temperatura (°C)	38,89	39,24

TABLA 3. Número de muestras por raza y por etapa productiva

Etapa productiva	Alpina	Toggenburg	Saanen	Total
Secas	18	4	2	24
3/3 Gestación	16	3	4	23
3/3 Lactación	5	8	2	15
Total	39	15	8	62

TABLA 4. Número de muestras por edad en años

Edad	Número de cabras
2 años	15
3 años	11
4 años	4
5 años	3
≥ 6 años	29

De las 70 muestras sanguíneas obtenidas para realizar el hemograma, 62 fueron incluidas para la determinación de los límites de referencia; las ocho restantes fueron descartadas por presentar resultados extremos de uno o varios analitos. Se encontraron alteraciones en el leucograma, posiblemente debido al estrés asociado a la toma de muestras o a que algunos de los animales padecía inicios de alguna afección patológica; otras de las alteraciones que se manifestaron fueron hiperproteinemia y hemoconcentración, lo cual puede deberse a que algunos animales estaban en un grado subclínico de deshidratación cuando se les tomó la muestra.

La distribución de hematocrito, eritrocitos, VGM, sólidos totales, leucocitos, neutrófilos segmentados y linfocitos fue normal y sus límites de referencia se establecieron considerando ± 2 desviaciones estandar. Los analitos cuya distribución fue anormal fueron plaquetas, fibrinógeno, neutrófilos en banda, monocitos, eosinófilos y basófilos; y sus límites de referencia se establecieron con los percentiles 2,5% y 97,5%. En la Tabla 5 se exhiben los intervalos determinados indicando cuales tuvieron distribución normal y cuales distribución anormal.

Por último, se determinó la media porcentual de los diferentes leucocitos a fin de compararlos con otros estudios publicados.

DISCUSIÓN

Se tomaron muestras de animales en diferentes estados productivos a fin de que su condición no causara un sesgo y el resultado fuera representativo de la población caprina lechera adulta, considerando además que los laboratorios comerciales no ofrecen límites de referencia diferenciados de acuerdo al estadio productivo de los individuos en estudio. De las 62 muestras que fueron analizadas con el programa de cómputo se obtuvieron los límites de referencia de 13 analitos hematológicos. Los resultados de este estudio se compararon con los obtenidos por Arraga de Alvarado (1991), Bezerra *et al.* (2008), Jain (1993), Mbassa y Poulsen (1993); McDougall *et al.* (1991), en los cuales se puede observar cómo son afectados los analitos por las características en las que se encuentran los individuos de referencia.

El trabajo de Arraga de Alvarado (1991) se realizó en Venezuela con 175 cabras, las cuales fueron agrupadas por edad, sexo y estado fisiológico. Se utilizaron hembras jóvenes (8 a 10 meses de edad), hembras gestantes y lactantes, machos jóvenes (de 8 a 18 meses de edad), machos castrados (1,5 a 2 años) y sementales; los animales pastoreaban por las mañanas y en las tardes se mantenían en estabulación sin agua y sin alimento. Los valores de las medias obtenidos en dicha investigación (hematocrito 0,34 L/L, eritrocitos $17,1 \times 10^{12}/L$, leucocitos $11,3 \times 10^9/L$, neutrófilos segmentados 46,8%, eosinófilos 5,3% y basófilos 0%) son mayores a los del presente estudio con excepción de los resultados de linfocitos (45,4%) y VGM (17,7 fL), los cuales fueron menores. Las diferencias pueden estar asociadas a la inclusión de una mayor diversidad de edades y etapas productivas.

TABLA 5. Límites de referencia de cabra adulta de tipo lechero ≥ 2 años de edad.

Analito	Límites de referencia	Media y percentiles 2,5 – 97,5
†Hematocrito (L/L)	0,22 – 0,36	0,29* 0,229 y 0,351◊
†Eritrocitos ($\times 10^{12}$ /L)	9,07 – 18,47	13,77*
†VGM (fL)	14,44 – 27,91	21,18*
❖Plaquetas ($\times 10^9$ /L)	229 – 3163	1459,5*
†Sólidos totales (g/L)	65,64 – 84,64	66 y 82,78◊
❖Fibrinógeno (g/L)	0 – 6	0 y 6◊
†Leucocitos ($\times 10^9$ /L)	3,75 – 11,47	7,61* 4,15 y 12,09◊
❖Neutrófilos segmentados ($\times 10^9$ /L)	0,95 – 4,98	2,97* 1,36 y 5,12◊
Neutrófilos segmentados (%)		38,98*
❖Neutrófilos en banda ($\times 10^9$ /L)	0 – 0,16	0,02* 0 y 0,16◊
Neutrófilos en banda (%)		0,19*
†Linfocitos ($\times 10^9$ /L)	1,76 – 6,44	4,10* 2,04 y 6,87◊
Linfocitos (%)		54,19*
❖Monocitos ($\times 10^9$ /L)	0 – 0,65	0,26* 0 y 0,65◊
Monocitos (%)		3,40*
❖Eosinófilos ($\times 10^9$ /L)	0 – 1,36	0,21* 0 y 1,36◊
Eosinófilos (%)		2,58*
❖Basófilos ($\times 10^9$ /L)	0 – 0,37	0,06* 0 y 0,37◊
Basófilos (%)		0,68*

†Distribución normal; ❖Distribución anormal; *Media de los resultados; ◊Percentil 2,5% y 97,5%.

Bezerra *et al.* (2008) realizaron su estudio en cabras sanas entre 1 y 12 años de edad, criadas en un clima semiárido y bajo un régimen de alimentación semiextensivo. La media del VGM de los resultados de dicho estudio (19 fL) es menor al valor aquí obtenido, mientras que las medias de los leucocitos y neutrófilos segmentados

(11.417×10^9 /L y 5.731×10^9 /L) son mayores. Por su parte, los valores de las medias de los demás analitos son similares en los dos estudios. Las diferencias observadas son matemáticas y pequeñas; sin embargo, no hay constancia de una diferencia estadística.

De otra parte, los valores obtenidos en el presente trabajo para los analitos hema-

tocrito, eritrocitos, VGM, fibrinógeno, leucocitos, bandas, monocitos, eosinófilos y basófilos, son similares a los reportados por Jain (1993). En tal estudio (no se describieron las características de la población utilizada para determinar los intervalos referidos) los valores informados para estimación plaquetaria ($300\text{--}600 \times 10^9/\text{L}$) y sólidos totales ($60\text{--}80 \text{ g/L}$) fueron menores a los obtenidos en esta investigación; por el contrario, los valores respectivos a la cuenta absoluta de neutrófilos segmentados ($1,2\text{--}7,2 \times 10^9/\text{L}$) y linfocitos ($2,0\text{--}9,0 \times 10^9/\text{L}$) fueron mayores.

A su vez, Mbassa y Poulsen (1993) realizaron sus estudios en cabras Landrace de diferentes edades en estabulación y obtuvieron medias de los valores mayores a los de este estudio para los analitos hematocrito ($0,31 \text{ L/L}$), VGM ($27,1 \text{ fL}$), leucocitos ($14,10 \times 10^9/\text{L}$), neutrófilos segmentados ($6,89 \times 10^9/\text{L}$) y neutrófilos en banda ($1,15\%$), pero la media de la cuenta de eritrocitos ($11,4 \times 10^{12}/\text{L}$) fue menor. El resto de los analitos muestran diferencias marginales.

Por su parte, McDougall *et al.* (1991) realizaron estudios en cabras adultas de raza Saanen en pastoreo. Para la cuenta de leucocitos utilizaron un contador Coulter. En contraste, los resultados de los percentiles 2,5% y 97,5% obtenidos en este estudio para hematocrito son mayores a los informados por McDougall y cols. ($0,19$ y $0,33 \text{ L/L}$), mientras que los valores para leucocitos y sólidos totales (6 y $15 \times 10^9/\text{L}$ y 68 y 88 g/L , respectivamente) son menores a los de estos. Los resultados de los demás analitos son similares en los dos estudios. Las diferencias pueden deberse a las técnicas empleadas en ambos estudios.

Los analitos hematológicos que presentaron con mayor frecuencia alguna diferencia con respecto a las otras referen-

cias son hematocrito, eritrocitos, VGM, estimación plaquetaria, leucocitos y linfocitos. Esto puede deberse a las diferentes condiciones en las que se realizaron los estudios: ubicación geográfica y el medio al que están expuestas.

Finalmente, es de destacar el límite máximo tan alto de plaquetas determinado. Este resultado se repitió por triplicado en las muestras y se comparó en dos microscopios de modelo diferente para verificar consistencia respecto al campo visual. Además, cabe señalar que en las estimaciones plaquetarias de rumiantes domésticos en el laboratorio de referencia, las muestras manifiestan trombocitosis con respecto a cualquier referencia consultada aun en casos donde los animales no manifiestan alteraciones clínicas asociadas a una afectación plaquetaria. Este resultado da pie a una investigación posterior para responder a la razón de esta presencia tan alta de plaquetas circulantes en la población de estudio.

CONCLUSIÓN

A pesar de que algunos valores son similares a los de la literatura científica, se encontraron algunas diferencias con ciertos analitos, mayoritariamente en hematocrito, eritrocitos, VGM, plaquetas, leucocitos y linfocitos. Esto puede deberse a las diferentes condiciones en las que se encontraban los animales de los estudios comparados, como pueden ser el medio ambiente, la alimentación, ubicación geográfica, manejo de los animales durante el estudio, edad y etapa productiva. Es de importancia clínica tener los límites de referencia indicados para la especie y zona en la que se esté trabajando, para realizar interpretaciones adecuadas de los resultados de laboratorio y con ello,

diagnósticos, tratamientos y pronósticos más precisos. A su vez, esto significará poder minimizar las posibles pérdidas económicas que se pueden presentar en caso de alguna patología.

REFERENCIAS

- Arraga de Alvarado CM. 1991. Valores hematológicos en caprinos del estado de Zulia, Venezuela. *Rev Cient Fac Cient V*. 1(1): 7 -17.
- Bezerra LR, Ferreira AF, Camboim EKA, Justiano SV, Machado PCR, Gomes BB. 2008. Perfil hematológico de cabras clínicamente sadias criadas no Cariri paraibano. *Ciênc Agro-tec*. 32(3): 955-960. Doi: 10.1590/S1413-70542008000300037.
- Coles EH. 1980. *Veterinary Clinical Pathology*. 3° ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Davison I, Henry HJ. 1969. *Tood-Sanford, Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*. 14° ed. Philadelphia: Saunders.
- Ducoing Watty AE. 2006. Capítulo 5: Zootecnia de caprinos. En: Trujillo ME, editor. *Introducción a la zootecnia*. México DF: FMVZ-UNAM. p. 195-219.
- [FMVZ-UNAM] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Autónoma de México. 2009. Localización Geográfica Cieepaa-FMVZ-UNAM [Internet]. México DF: FMVZ-UNAM; [citado 2012 dic. 12]. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ctieepaa/localizacion.html>.
- [FMVZ-UNAM] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Autónoma de México. 2010. *Manual de Prácticas de Patología Clínica Veterinaria*. México, DF: FMVZ-UNAM.
- Grilli D, Paez S, Candela ML, Egea V, Sbriglio L, Allegretti L. 2007. Valores hematológicos en diferentes estados fisiológicos de cabras biotipo criollo del NE de Mendoza, Argentina. En: V° Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 2007; Mendoza. Mendoza (Arg): Universidad Juan Agustín Maza.
- [INEGI] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2011. *Anuario Estadístico del estado de Querétaro de Arteaga*—Edición 1994 [Internet]. [citado 2013 feb. 12]. INEGI / Gobierno del Estado de Querétaro de Arteaga. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1290/702825153069/702825153069_1.pdf
- Jain NC. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Blackwell Publishers.
- Kjelgaard-Hansen M, Lundorff JA. 2010. Chapter 131. Reference Intervals. En: Weiss DJ, Wardrop KJ, editores. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6° ed. Singapore: Wiley-Blackwell. p. 1034-1038.
- Mahaffey EA. 2003. Chapter 13: Quality Control, test validity, and reference values. En: Latimer KS, Mahaffey EA, Prasse KW, editores. *Duncan & Prasse's Veterinary laboratory medicine: clinical pathology*. 4° ed. Iowa (USA): Iowa State Press. p. 331-336.
- Mbassa GK, Poulsen JSD. 1993. Reference ranges for hematological values in landrace goats. *Small Ruminant Res*. 9(4): 367-376. Doi: 10.1016/0921-4488(93)90014-9.
- Mcdougall S, Lephed Ee, Smith S. 1991. Haematological and biochemical reference values for grazing saanen goats. *Aust Vet J*. 68(11): 370. Doi: 10.1111/j.1751-0813.1991.tb00744.x.
- Meyer Dj, Harvey JW. 2004. *Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis*. 3ª ed. Louis (MI): Saunders.
- Pastor J. 2000. *Manual de Propedéutica y Biopatología Clínicas Veterinarias*. 3ª ed. España: Mira Editores.
- Stockham SI, Scott MA. 2008. *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology*. 2° ed. Iowa (USA): Wiley-Blackwell.
- Terán GF. 1986. *Valores Hematológicos Estándar en Cabras Hembras Adultas de la Raza Murciana-Granadina en Dolores Hidalgo, México* (Tesis de Licenciatura). [México (DF)]: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Article citation:

Martínez-Grimaldo RE, Quiroz-Rocha GF, Domínguez Y. 2018. Determinación de límites de referencia de analitos hematológicos en cabras lecheras adultas en el Altiplano Mexicano. [Hematological analyte reference limits in adult dairy goats in the Mexican Plateau]. Rev Med Vet Zoot. 65(2): 121-129. Doi: doi: 10.15446/rfmvz.v65n2.75628.