



Valores de referencia de parámetros hematológicos en caprinos de la provincia de Santa Fe, Argentina

Reference values of hematological parameters of goats of Santa Fe Province, Argentina

Ruiz, M.;¹ Bonaldi, A.;¹ Aguirre, F.;¹ Marengo, R.;² Torrents, J.;² Cabaña, E.;³ Formentini, E.^{4*}

¹ Laboratorio de Análisis Clínicos, Hospital de Salud Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Litoral (FCV-UNL), Argentina.

² Cátedra de Zoología, Diversidad y Ambiente, FCV-UNL, Argentina.

³ Laboratorio de Microbiología, Hospital de Salud Animal, FCV-UNL, Argentina.

⁴ Laboratorio de Farmacología y Toxicología, FCV-UNL, Argentina.

* Correspondencia: Enrique Formentini | eforment@fcv.unl.edu.ar

Recibido 29/11/2023 – Aceptado 05/10/2024

Resumen: Se estimaron los valores de referencia de los parámetros hematológicos en caprinos de raza Saanen y Boer de distintos sexos, edades y estados productivos pertenecientes a establecimientos pecuarios ubicados en el Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina. Los valores estimados presentaron discrepancias respecto de los reportados en la literatura. Los resultados obtenidos contribuyen al conocimiento de los valores de referencia de los valores hematológicos de las razas caprinas de la región centro de la provincia de Santa Fe, Argentina, aportando datos relevantes e inéditos para la región.

Palabras claves: cabras, hematología, parámetros, valores de referencia

Summary: The reference values of the hematological parameters were estimated in Saanen and Boer breed goats of different sexes, ages and productive statuses from livestock establishments from Las Colonias Department of the province of Santa Fe, Argentina. The estimated values showed discrepancies with respect those reported in the literature. The results obtained contribute to the knowledge of the reference values of hematological parameters of the goat breeds in the central region of the province of Santa Fe, Argentina, providing relevant and unpublished data for the region.

Keywords: goats, hematology, parameters, reference values

Introducción

En todos los casos en los que un médico veterinario debe establecer un diagnóstico clínico, resulta indispensable establecer límites entre lo normal y lo patológico, los que deben fundamentarse en un enfoque clínico y epidemiológico basado en las características de la población en la cual estos deben ser aplicados. En los animales de producción, la composición de la sangre es indicadora del estado sanitario y productivo (Olafedehan *et al.*, 2010) y refleja alteraciones ocasionadas por la exposición de estos a situaciones ambientales, nutricionales y sanitarias adversas (Isaac *et al.*, 2013), por lo tanto la información proporcionada por un hemograma es una herramienta importante para tomar decisiones sobre un paciente o un rodeo. Sin embargo, para que la información proporcionada por un hemograma sea útil, esta debe ser contrastada con los intervalos de referencia que consisten en valores mínimos y máximos entre los que se espera hallar el valor de un parámetro hematológico en una población de animales sanos (Stockham y Scott, 2002; CLSI, 2010; Shlessarenko y Andriolo, 2016).



De esta manera, los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos permiten establecer un límite entre lo normal y lo patológico, detectar enfermedades metabólicas, reproductivas o infecciosas (Terrés-Speziale, 2003) y facilitar la toma de decisiones por parte del clínico (Sikaris, 2014).

Labiometría hemática en los caprinos ha sido extensivamente estudiada (Babeker y Elmansoury, 2011; Elitok, 2012; Guzmán Medina y Callacná Custodio, 2013; Mohammed *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2016; Omidí *et al.*, 2017; Al-Bulushi *et al.*, 2017; Mazzuca Pizzetti *et al.*, 2021) y se ha demostrado que los parámetros hematológicos son afectados por factores tales como raza, sexo, edad, preñez, lactación, geografía, ambiente y nutrición (Shaikat *et al.*, 2013; Arfuso *et al.*, 2016; Al-Bulushi *et al.*, 2017; Mazzuca Pizzetti *et al.*, 2021). Esta diversidad en los datos reportados dificulta establecer un perfil hematológico universal para esta especie (Shaikat *et al.*, 2013).

La interpretación de los datos publicados y la utilización de los mismos por parte del clínico o el laboratorista también se ve dificultada por la forma heterogénea con que estos están reportados; como por ejemplo: algunos trabajos presentan solamente la fórmula leucocitaria relativa y otros reportan solamente los valores promedio y desvíos estándar sin estimar los valores mínimos y máximos de los intervalos de referencia.

Aunque disponer de un perfil hematológico de referencia confiable es indispensable a la hora de realizar una evaluación clínica o productiva de un animal o un rodeo, en nuestro país, los límites hematológicos de referencia de las especies productivas, raramente son definidos por las instituciones educativas para la población animal que atienden en una región geográfica determinada. Por el contrario, en nuestro medio, los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos de la especie caprina utilizados de manera rutinaria, son los reportados por libros e instituciones educativas extranjeras (Merck, 1993; EDVP, 2022; Cornell University, 2022; UC Davis, 2022). Estos intervalos de referencia han sido propuestos para el universo de la población caprina sin discriminar sub poblaciones determinadas por factores tales como raza, sexo, estadio fisiológico y nutricional, por lo que estos intervalos de referencia no son representativos del estado de homeostasis de las razas caprinas explotadas en las condiciones alimenticias y sanitarias de la región centro de la provincia de Santa Fe, Argentina.

A pesar de la importancia que representa este apoyo diagnóstico, el Laboratorio de Análisis Clínicos del Hospital Escuela de la FCV-UNL, Esperanza, Argentina, no cuenta hasta el momento con valores hematológicos de referencia para la población de caprinos del área de influencia de la misma.

Para poder establecer diferencias respecto de los valores de referencia disponibles en la literatura, en este estudio se estimaron los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos para una población constituida por caprinos de raza Saanen y Boer distintos sexos, edades y categorías productivas pertenecientes a establecimientos pecuarios en la región centro del Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina.

Materiales y métodos

Este estudio fue realizado entre los años 2021 a 2023 sobre una población de caprinos perteneciente a seis establecimientos pecuarios ubicados en el departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina: Unidad Académico Productiva (UAP) de la FCV-UNL situado en la ciudad de Esperanza, un establecimiento localizado la zona rural de Empalme San Carlos, dos establecimientos de la localidad de La Pelada y dos establecimientos de la localidad de Elisa.

En este estudio participaron 238 caprinos clínicamente sanos de razas Boer y Saanen machos y hembras de distintas edades y categorías productivas y que no habían recibido ningún tratamiento farmacológico durante los tres meses previos al inicio del mismo.

La cantidad de caprinos por categoría productiva en los que se realizó la evaluación del perfil hematológico fueron las siguientes: cabritos lechales machos y hembras hasta 2 meses ($n = 21$), chivos o cabritos machos y hembras desde 3 hasta 6 meses ($n = 79$), cabrillas ($n = 55$), cabras lactantes ($n = 41$), cabras preñadas ($n = 32$) y machos o chivos adultos ($n = 10$).

En cada animal la evaluación del perfil hematológico se realizó una sola vez, para lo cual se extrajeron de la vena yugular derecha muestras de sangre entera que fueron remitidas inmediatamente al laboratorio de Análisis Clínicos del Hospital Escuela, FCV-UNL. Se determinaron los valores de los siguientes parámetros hematológicos: hematocrito, recuento total de eritrocitos, volumen corpuscular medio, hemoglobina, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular media, amplitud de distribución eritrocitaria, recuento de plaquetas y valores absolutos y relativos de recuento de leucocitos.

Los recuentos totales de eritrocitos, leucocitos, plaquetas y los índices hematimétricos se determinaron mediante el empleo del Contador Hematológico BC Vet 2800. La fórmula leucocitaria relativa y los cambios cualitativos (forma, tamaño, color, inclusiones) de los distintos componentes celulares se determinaron mediante evaluación microscópica de extendidos sanguíneos coloreados con May Grünwald Giemsa.

La normalidad de los valores de cada parámetro hematológico fue testeada con el test de Shapiro–Wilk ($n < 50$) y Kolmogorov–Smirnov ($n \geq 50$). Como los datos experimentales no pasaron el test de normalidad ($p > 0,05$) los valores se analizaron con estadística descriptiva no paramétrica.

Los intervalos de referencia se estimaron según la CLSI que recomienda utilizar el método no paramétrico que no requiere ninguna hipótesis en cuanto a distribución de frecuencias (CLSI, 2010). Los límites mínimos y máximos de los intervalos de referencia de cada parámetro hematológico fueron los valores de los percentiles al 2,5% y al 97,5% respectivamente (Terrés–Speziale, 2003; Bossa-Miranda *et al.*, 2012; Molina Hoyos *et al.*, 2013).

Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa IBM® SPSS® Statistics Versión 25. Todas las actividades descriptas en este trabajo fueron aprobadas por el Comité Asesor de Ética y Seguridad (CAES) de la FCV–UNL bajo el número de protocolo 573/20.

Resultados

Los resultados de la estadística descriptiva no paramétrica de los parámetros hematológicos de los caprinos de raza Boer y Saanen de la región centro del Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina y se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la estadística descriptiva no paramétrica de los parámetros hematológicos de caprinos de raza Boer y Saanen de la región centro del Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina.

Parámetro	Unidades	Mínimo	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo	Rango
Hto	%	11,4	23,5	26,0	27,8	34,0	22,6
GR	$\times 10^6/\mu\text{L}$	6,15	10,7	13,3	15,6	19,5	13,3
VCM	fL	9,60	15,7	19,1	23,9	40,1	30,5
Hg	g/dL	5,90	8,00	8,50	9,30	11,5	5,60
HCM	pg	4,40	5,43	8,50	7,99	12,9	8,50
CHCM	g/dL	27,9	32,5	33,6	35,2	43,5	15,6
RDW	%	18,6	20,6	22,2	25,0	32,0	13,4
GB	$\times 10^3/\mu\text{L}$	5,40	9,50	11,8	14,5	22,6	17,2
Neutrófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	2,03	3,31	4,14	5,43	9,79	7,77
Eosinófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,00	0,00	0,093	0,202	0,810	0,810
Basófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,00	0,00	0,00	0,10	0,25	0,37
Linfocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	3,55	5,42	6,53	7,94	12,8	9,3
Monocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,05	0,17	0,30	0,43	0,97	0,92
Plaquetas	$\times 10^5/\mu\text{L}$	2,78	4,99	5,42	5,84	6,15	3,37
Neutrófilos	%	27,9	35	35,7	37,5	46,9	19,0
Eosinófilos	%	0,00	0,00	1,0	1,8	8,0	8,0
Basófilos	%	0,00	0,00	0,00	0,70	1,90	1,90

Linfocitos	%	17,7	52,8	54,5	55,7	64,1	46,4
Monocitos	%	0,80	1,8	2,6	2,8	4,2	3,4

Referencias: Hto: hematocrito, GR: recuento total de eritrocitos, VCM: volumen corpuscular medio, Hg: hemoglobina, HCM: hemoglobina corpuscular media, CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media, RDW: amplitud de distribución eritrocitaria (por su sigla en inglés).

En la Tabla 2 se presentan los valores mínimos y máximos de los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos estimados para caprinos de raza Boer y Saanen de la región centro del Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina expresados como los valores de los percentiles al 2,5% y al 97,5% y los valores de los intervalos de referencia reportados en la literatura.

Tabla 2. Valores mínimos y máximos de los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos estimados para caprinos de raza Boer y Saanen de la región centro del Departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe, Argentina expresados como los valores de los percentiles al 2,5% y al 97,5% y los valores de los intervalos de referencia reportados en la literatura. Las celdas sin datos corresponden a valores no reportados.

Parámetro	Unidades	FCV-UNL	Merck ^(a)	UCDavis ^(b)	Cornell ^(c)	EDPV ^(d)
Hto	%	18 - 31	22 - 38	23 - 36	28 - 44	22 - 38
GR	$\times 10^6/\mu\text{L}$	7,5-18,8	8 - 18	11,5 - 21,0	13,6 - 23,7	8 - 18
VCM	fL	11,6-34,3	16 - 25	15 - 23	16 - 22	16 - 34
Hg	g/dL	6,62-10,4	8 - 12	8,2 - 12,4	8,9 - 13,8	8 - 15
HCM	pg	4,59 - 10,8	5,2 - 8	5,5 - 8	5 - 7	6 - 8
CHCM	g/dL	29,3 - 41,2	30 - 36	32,5 - 38	32 - 34	30 - 32
RDW	%	19,1 - 29,9	-	21 - 28	17,8 - 24,4	-
GB	$\times 10^3/\mu\text{L}$	7,40 - 20,3	4 - 13	5 - 17	7,2 - 17,7	4 - 14
Neutrófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	2,21 - 9,0	1,2 - 7,2	1,7 - 7,6	1,9 - 9,5	1,2 - 7,2
Eosinófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0 - 0,760	0,05 - 0,65	0 - 2	0 - 0,8	0 - 0,6
Basófilos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0 - 0,25	0 - 0,12	0 - 0,25	0 - 0,3	0 - 0,1
Linfocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	4,7 - 12,0	2 - 9	2,5 - 12	2,6 - 11,7	2 - 9
Monocitos	$\times 10^3/\mu\text{L}$	0,08 - 0,81	0 - 0,55	0,07 - 0,57	0 - 0,9	0 - 0,5
Plaquetas	$\times 10^5/\mu\text{L}$	3,39 - 6,10	3 - 6	3,4 - 9	2,5 - 9,1	-
Neutrófilos	%	30,6 - 45,7	30 - 48	-	18 - 57	-
Eosinófilos	%	0 - 5,3	1 - 8	-	0 - 6	-
Basófilos	%	0 - 1	0 - 1	-	0 - 3	-
Linfocitos	%	49,4 - 56,5	50 - 70	-	35 - 80	-
Monocitos	%	1,1 - 3,3	0 - 4	-	0 - 6	-

Referencias: FCV–UNL: intervalo de referencia estimados en este estudio por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina; Merck: Manual Merck de Veterinaria 1993; UC Davis: University of California, Davis – Haematology Reference Intervals; Cornell: Cornell University – College of Veterinary Medicine; EDPV: Editions du Point Vétérinaire – Fiches – Hématologie. El resto de los símbolos ya fueron explicados al pie de la Tabla 1.

Discusión

La evaluación hematológica es la prueba más comúnmente solicitada y empleada por el clínico como base para la valoración del estado de salud de un individuo. El hemograma refleja la capacidad del organismo para reaccionar frente a una enfermedad y sirve como indicador de los progresos del animal frente a una determinada afección y la interpretación del hemograma requiere de intervalos de referencia que permitan al clínico la toma de decisiones ante situaciones concretas.

Aunque se ha demostrado que factores tales como las razas y dentro de estas los distintos estados fisiológicos como edad, sexo, gestación, factores nutricionales y geográficos afectan la biometría hematológica de todas las especies productivas en general y de los caprinos en particular (Shaikat *et al.*, 2013; Arfuso *et al.*, 2016; Al–Bulushi *et al.*, 2017; Mazzuca Pizetti *et al.*, 2021), sería muy difícil pretender establecer para cada especie animal los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos según cada uno de los factores que pueden afectarlos.

La complejidad en que los individuos de las distintas especies pueden sub agruparse, hace que en medicina veterinaria se deba adoptar una postura pragmática, por lo que en este estudio se ha optado por estimar los intervalos de referencia de los parámetros hematológicos para el total de la población caprina explotada en la región y así poder establecer diferencias con los valores reportados en la literatura.

En la Tabla 2, puede observarse que los intervalos de referencia estimados en este estudio se solapan o están incluidos en los intervalos de referencia corrientemente consultados (Merck, 1993; EDVP, 2022; Cornell University, 2022; UCDavis, 2022). Una lectura simplista a estos datos sería interpretar que los límites de referencia estimados en este estudio podrían no presentar diferencias estadísticas con los reportados en la literatura y que esta variabilidad carecería de significación clínica. Esta lectura colocaría al criterio de significación estadística a un nivel superior al de la interpretación y significado clínico de los valores estimados.

Al respecto, cabe destacar que el clínico no evalúa diferencias estadísticas entre estimadores poblacionales, sino que su actividad se centra en dictaminar para un individuo si los valores de los parámetros hematológicos estimados para este, están incluidos dentro de una población de valores provenientes de individuos sanos.

Se han reportado trabajos a nivel internacional y nacional evaluando en caprinos los parámetros hematológicos en función de razas y de regiones geográficas distintas a la de la región centro de la provincia de Santa Fe (Babeker y Elmansoury, 2011; Elitok, 2012; Guzmán Medina y Callacná Custodio, 2013; Mohammed *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2016; Omid *et al.*, 2017; Al–Bulushi *et al.*, 2017; Mazzuca Pizetti *et al.*, 2021). Sin embargo en la mayoría de los casos, de cada parámetro hematológico estos reportes solo informan valores promedio y desvío estándar o fórmulas leucocitarias relativas, dificultando la utilización de estos datos para la evaluación clínica de un paciente.

En este estudio además de los límites mínimos y máximos de los intervalos de confianza de los parámetros hematológicos, se presentan también los valores de la fórmula leucocitaria absoluta y relativa, de manera que la información proporcionada puede ser utilizada directamente por el clínico y el laboratorista para evaluar el status sanitario y nutricional de los caprinos de la región.

Concluyendo: existen discrepancias entre los valores mínimos y máximos y la amplitud de los intervalos de referencia hematológicos estimados en este estudio y los de algunas bases de datos que se reportan en la literatura.

Este estudio contribuye al conocimiento de los valores de referencia de los parámetros hematológicos de la especie caprina en la región centro de la provincia de Santa Fe, Argentina, aportando datos relevantes e inéditos para la región. Disponer de valores de referencia que puedan ser interpretados en conjunto con las variables regionales y/o locales, facilitará al médico veterinario, clínico o laboratorista, la interpretación de valores fisiológicos o patológicos que puedan afectar la eficiencia productiva individual y colectiva de los rodeos caprinos de la región.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional del Litoral y forma parte del plan de trabajo del proyecto 5052019010004OLI CAI+D 2020 “Estimación de una dosis de florfenicol por integración farmacocinética farmacodinámica para ser utilizada en cabras en el tratamiento de infecciones causadas por *Escherichia coli* y evitar la emergencia de cepas resistentes.”

Referencias bibliográficas

- Al-Bulushi S., Shawaf T., Al-Hasani A. 2017. Some hematological and biochemical parameters of different goat breeds in Sultanate of Oman “A preliminary study”. *Vet World*. 10: 461-466. DOI: 10.14202/vetworld.2017.461-466
- Arfuso F., Fazio F., Rizzo M., Marafioti S., Zanghi E., Piccione G. 2016. Factors affecting the hematological parameters in different goat breeds from Italy. *Ann Anim Sci*. 16: 743–757. DOI: 10.1515/aoas-2015-0094
- Babeker E.A. y Elmansoury Y.H.A. 2011. Observations concerning haematological profile and certain biochemical in sudanese desert goat. *Online J Anim Feed Res*. 3: 80-86. DOI:org/10.51227/ojafr.2013.C16
- Bossa-Miranda M.A., Valencia-Celis V. del C., Carabajal-Giraldo B.A., Ríos-Osorio L.A. 2012. Automated hemogram values for healthy dogs aged 1 to 6 years attended at the Veterinary Hospital - Universidad de Antioquia (Colombia), 2002–2009. *Rev Colom Cienc Pecu*. 25: 409-416.
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2010. Defining, establishing, and verifying reference intervals in the clinical laboratory; proposed guideline. Third Edition CLSI document C28–A3c. Wayne.
- Cornell University – College of Veterinary Medicine. 2022. Routine hemogram reference intervals. <https://www.vet.cornell.edu/animal-health-diagnostic-center/laboratories/clinical-pathology/reference-intervals/hematology>.
- EDPV–Editions du Point Vétérinaire 2022. https://www.lepointveterinaire.fr/upload/media/fiches_pense_bete/Chevre.pdf. Fecha de consulta 26-04-2022.
- Elitok B. 2012. Values for Hematological and Biochemical Parameters in Saanen Goats Breeding in Afyonkarahisar Province. *Kocatepe Vet J*. 5: 7–11.
- Guzmán Medina L.E., Callacná Custodio M.A. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Sci Agr*. 4: 285–292. DOI: org/10.17268/sci.agropecu.2013.04.02
- Isaac L.J., Abah G., Akpan B., Ekaette I.U. 2013. Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits. *Proceedings of the 18th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria*. pp. 24–27.
- Khan K.M.H., Ali M.K., Abdullah M.M., Hama Amin S.A. 2016. Reference values for hemato–biochemical parameters in the Maraz goats. *Res Opin Anim Vet Sci*. 6: 74–77. DOI:10.20490/roavs/16-012
- Mazzuca Pizetti A.J., Sarmiento R.O., Pintos LA, Trova G.B., Binda J.A., Negrette O.S. 2021. Haematological and protein profile of goat rodeo in extensive productions of different regions in the province of Salta, Argentina. *J Appl Anim Res*. 49: 239–246. DOI: org/10.1080/09712119.2021.1938580
- Merck. 1993. *El Manual Merck de Veterinaria*. Merck & Co., Inc, 11^{ma} Edición en español. España. Editorial Océano/Centrum, 2282 pp.
- Mohammed S.A., Razzaque M.A., Omar A.E., Albert S., Al-Gallaf W.M. 2016. Biochemical and hematological profile of different breeds of goat maintained under intensive production system. *Afr J Biotechnol*. 15:1253–1257. DOI:10.5897/AJB2016.15362
- Molina Hoyos K., Vargas Gómez E., Tavera Acevedo S., Pérez Escobar R., Mantilla Gutiérrez C.Y., Cardona Arias J.A. 2013. Intervalos biológicos de referencia del hemograma en personas sanas, Medellín, 2012. *Med Lab* 19: 267–281.

- Olafedehan C.O., Obun A.M., Yusuf M.K., Adewumi O.O., Oladefedehan A.O., Awofolaji A.O., Adeniji A.A. 2010. Effects of residual cyanide in processed cassava peal meals on haematological and biochemical indices of growing rabbits. Proceedings of 35th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production. pp. 212.
- Omidi A., Nik H.A., Nazifi S. 2017. Biochemical reference values for healthy captive persian wild goat (*Capra aegagrus*). Comp Clin Pathol. 27: 483–491. DOI: org/10.1007/s00580-017-2617-x
- Shaikat A.H., Hassan M.M., Khan S.A., Islam M.N., Hoque M.A., Bari M.S., Hossain M.E. 2013. Haematobiochemical profiles of indigenous goats (*Capra hircus*) at Chittagong, Bangladesh. Vet World. 6: 789-793. DOI: 10.14202/vetworld.2013.789-793
- Sikaris K.A. 2014. Physiology and its importance for reference intervals. Clin Biochem Rev. 35: 3–14.
- Slhessarenko N., Andriolo A. 2016. The importance of determining reference intervals for Laboratory Medicine. J. Bras Patol Med Lab. 52: 68–69. DOI: 10.5935/1676-2444.20160019
- Stockham S.L., Scott M.A. 2002. Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. Ed. Blackwell Publishing Company. First edition. Iowa, USA, 610 pp.
- Terrés-Speziale A.M. 2003. Importancia de la variabilidad biológica y de la relevancia médica en la Norma ISO–15189. Rev Mex Patol Clín. 50: 118–128.
- UCDavis – University of California – Davis Veterinary Medical Teaching Hospital. 2022. <https://www.vet-med.ucdavis.edu/hospital>. Rev. 5/17/2011.