

**L. Rodríguez, A.R. Mantecón, P. Lavín, C. Asensio, A.B. Martín-Diana,
S. Olmedo, D. Delgado, A.R. Pérez, D.J. Bartolomé y R. Bodas**

**RANGO DE NORMALIDAD DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS EN OVEJAS
DE RAZA ASSAF CON UN SISTEMA DE ANÁLISIS INMEDIATO**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **108** N.º 4 (563-574), 2012

Rango de normalidad de parámetros sanguíneos en ovejas de raza Assaf con un sistema de análisis inmediato

L. Rodríguez^{*,1}, A.R. Mantecón^{**}, P. Lavín^{**}, C. Asensio^{*}, A.B. Martín-Diana^{*}, S. Olmedo^{*}, D. Delgado^{*}, A.R. Pérez^{*}, D.J. Bartolomé^{*} y R. Bodas^{*}

* Instituto Tecnológico Agrario - Subdirección de Investigación y Tecnología, Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León. Ctra. Burgos, km 119. 47071 Valladolid

** Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Finca Marzanas. 24346 Grulleros, León

Resumen

Se realiza un estudio de diversos parámetros sanguíneos de interés en ganado ovino y se utiliza un método de análisis rápido y sencillo utilizando sangre entera (sin anticoagulante) y un analizador clínico portátil de contrastada validez. El análisis puede realizarse en la explotación y el tiempo de análisis es de dos minutos por muestra. La comparación con los resultados de la bibliografía pone de manifiesto las diferencias entre razas, y los datos propios destacan las diferencias entre individuos en función de su edad y estado fisiológico. Se proponen valores de referencia para la raza Assaf.

Palabras clave: Hematología, bioquímica, ácido-base, i-stat.

Abstract

Reference values of blood parameters using an immediate analysis method in Assaf ewes

Several hematologic parameters of interest in sheep production are studied. A rapid and simple method of blood analysis using whole (no heparinised) blood and a portable clinical analyzer have been used. This kind of analysis can be carried out in the farm, time of analysis being 2 minutes per sample. When results are compared to those in the bibliography, differences among breeds are revealed. Our data also suggest differences between animals within the same breed attributed to their age and physiological status. Values observed in the present study are proposed as reference values for Assaf breed animals.

Key words: Haematology, biochemistry, acid-base, i-stat.

Introducción

Los análisis de parámetros bioquímicos y hematológicos sanguíneos son una herramienta útil y necesaria para los veterinarios de campo en el manejo de las explotaciones. Estos análisis permiten la detección precoz de alteraciones del estado fisiológico o sani-

tario de los animales que sólo serían visibles de otra forma cuando se manifestasen clínicamente o sobre la producción con el consiguiente perjuicio económico. De este modo, la correcta gestión de una explotación pasa por la utilización de nuevas herramientas de manejo y control sanitario.

1. Autor para correspondencia: rodruilu@itacyl.es

En el caso concreto del ganado ovino, la escasez de datos ha obligado en ocasiones a hacer uso de comparaciones con el ganado vacuno, si bien en los libros clásicos de medicina veterinaria (Aiello *et al.*, 2000; Radoszits *et al.*, 2007) aparecen valores de referencia de un gran número de parámetros para la mayoría de las especies, incluido el ganado ovino. Por otra parte, cada vez existe un mayor interés en parámetros que no han sido definidos en las tablas de referencia hasta el momento y cuya alteración está ligada a cambios sutiles en el metabolismo, frecuentemente relacionados con las características de la dieta y que, en la mayoría de las ocasiones, no presentan manifestaciones clínicas, aunque frecuentemente sí productivas. Es el caso, por ejemplo, de la diferencia entre cationes y aniones de la dieta (DCAD), que puede dar lugar a cambios en la producción y composición de la leche (Schlagerter, 2007). Asimismo, los valores de pH, presión parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), dióxido de carbono total ($t\text{CO}_2$), bicarbonato (HCO_3) y exceso de bases (BE) están directamente relacionados con el equilibrio ácido-base y, por tanto, con problemas como la acidosis ruminal o la acidosis metabólica (Bodas, 2004). Otros parámetros, como los iones (Na, K, Cl) o el nitrógeno ureico en sangre (BUN) resultan interesantes en el caso de alteraciones hepáticas y, sobre todo, renales. Los valores de glucosa (Glc) se alteran en el caso de la toxemia de gestación (Pastor *et al.*, 2001) y los de hematocrito y hemoglobina con la presencia de parásitos hematófagos.

Además de las diferencias entre especies, la especialización e intensificación de los sistemas productivos ha dado lugar a un cambio en las características morfológicas y fisiológicas de las razas asociadas a los mismos. En el caso del ganado ovino, es destacable el auge que ha experimentado en los últimos años la raza Assaf en España, adquiriendo una gran importancia cuantitativa (por nú-

mero de efectivos) y cualitativa (por cantidad de leche y carne –lechazos– producida) (Mantecón y Lavín, 2002; Romero *et al.*, 2009). No existen en la bibliografía, sin embargo, valores de referencia de parámetros sanguíneos específicos para esta raza, lo que pone de manifiesto la necesidad de comparar resultados obtenidos en campo a partir de animales sanos con aquellos utilizados como referencia hasta ahora, para tratar de establecer un rango de referencia que se ajuste más a la realidad de esta raza.

La toma de muestras para los parámetros objeto del presente estudio implican habitualmente la utilización de tubos de vacío con anticoagulantes (EDTA, heparina-Li,...). Una vez recogida la muestra, ésta es almacenada, enviada a un laboratorio que disponga del material calibrado necesario para su análisis (cámaras de recuentos, Medonic, Stat Profile pHox Plus...), donde vuelve a ser almacenada hasta su posterior análisis, con el consiguiente retraso en la obtención del resultado. En todo este tiempo la muestra puede sufrir cambios en la temperatura de almacenamiento. Tanto el tipo de anticoagulante utilizado, como el tiempo de espera y la temperatura de almacenamiento de la muestra desde su obtención hasta su análisis condicionan sobremanera los resultados y su fiabilidad (Gokce *et al.*, 2004).

El objetivo del presente trabajo es describir un rango de normalidad para determinados parámetros sanguíneos en ovejas de raza Assaf, obtenidos mediante un sistema de análisis rápido, utilizable en condiciones prácticas de explotación.

Material y métodos

Para lograr estos objetivos se utilizó sangre de 36 ovejas en lactación y de 30 corderas de reposición de raza Assaf. Todos los animales

habían sido desparasitados (Nilzan Plus, Intervet-Schering Plough Animal Health, Madrid, España) antes del comienzo del estudio y su estado clínico se consideró como normal, sobre la base del resultado de exploraciones previas (funcionalidad del aparato digestivo, respiratorio y circulatorio, toma de la temperatura corporal, comportamiento alimentario y social). El manejo de los animales se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en el Real Decreto 1201/2005 y la Directiva 2010/63/UE sobre protección de los animales utilizados para fines científicos.

Las ovejas, con una edad comprendida entre los 2 y los 4 años y un peso medio de $83,6 \pm 3,62$ kg, se encontraban entre los días 25 y 40 de lactación y recibieron un pienso compuesto completo a voluntad. Estos animales fueron ordeñados 2 veces al día (7,30 y 19,00 h), siendo la producción media diaria de leche de $2,81 \pm 0,17$ l. Las corderas de reposición (no gestantes ni lactantes) tenían una edad de 10-12 meses (peso medio de $51,8 \pm 1,48$ kg) y fueron gradualmente adaptadas al pienso y al nivel de alimentación de las ovejas a lo largo de 14 días. Una vez adaptadas, las corderas recibieron durante otros 14 días el pienso compuesto completo a voluntad, compuesto por alfalfa deshidratada larga (27%), alfalfa granulada (7%), semilla de algodón (6%), pulpa de remolacha (3%), maíz (12%), avena (5%), melaza (8%) y núcleo concentrado (32%). Su composición química (86% de materia seca, MS) fue la siguiente (valores expresados sobre MS): 8,9% de cenizas, 18,7% de proteína bruta, 30,5% de fibra neutro detergente y 4,38 kcal/g.

Después de tener a todos los animales 14 días recibiendo la dieta a voluntad (ingestión media de 2,70 y 2,08 kg/día para ovejas y corderas, respectivamente) se procedió a la toma de muestras de sangre. La extracción de la sangre se realizó a primera hora de la mañana, antes de la administración del alimento (9,30 h). Las muestras de sangre se obtuvie-

ron mediante punción en la vena yugular y usando tubos Vacutainer® de 5 ml de capacidad sin anticoagulante. Inmediatamente tras su obtención, cada muestra fue analizada, utilizando para ello un analizador clínico portátil (i-STAT portable clinical analyzer, Abbott Point of Care Inc, Abbott Park, Illinois, USA) provisto de cartuchos de un solo uso y de calibración automática (EC8+ cartridges, Abbott Point of Care Inc.). Se determinaron los siguientes parámetros: pH, presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2), dióxido de carbono total (tCO_2), bicarbonato (HCO_3), exceso de bases (BE), glucosa (Glc), nitrógeno ureico en sangre (BUN), hematocrito (Hct), hemoglobina (Hgb), anión gap (AGap) y los iones sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl). El volumen de sangre y el tiempo utilizados por el sistema para cada muestra fueron de 160 μ l y 2 minutos (calibración del cartucho previa al análisis incluida).

Se calculó la media y la mediana, el error estándar y los valores mínimo y máximo para el conjunto de los datos (ovejas y corderas). La comparación entre ovejas y corderas alimentadas a voluntad se realizó mediante un análisis de varianza de una vía, con el tipo de animal como fuente de variación. Para la estadística descriptiva, el análisis de varianza y el análisis de componentes principales se utilizaron los procedimientos MEANS, GLM y FACTOR del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA).

Resultados y discusión

Es frecuente la utilización del analizador clínico portátil (i-STAT) en el ámbito de la medicina humana, mientras que su utilización en el campo de la medicina veterinaria es aún incipiente (Vap y Weiser, 2007). No obstante, existen referencias de su utilización en perros (López et al., 2006), broilers (Martin et al., 2010) ganado equino (Peiró et al., 2010), ganado va-

cuno (Ahola et al., 2006; Castillo et al., 2006; Castillo et al., 2009) y ovino (Schlageter, 2007; Acharya et al., 2008, 2011; Peiró et al., 2010).

La validez de este sistema de análisis ya ha sido demostrada en un estudio reciente que comparó los resultados procedentes del i-STAT con aquellos de métodos de referencia, comprobando y validando su utilidad en ganado equino, vacuno y ovino (Peiró et al., 2010). En este mismo estudio se recomienda, asimismo, la utilización de sangre sin anticoagulante como el método de elección para la realización inmediata de los análisis.

Los valores medios para todos los individuos estudiados (ovejas y corderas) aparecen recogidos en la Tabla 1. Todos los valores obtenidos

se encuentran dentro del rango considerado normal para esta especie (Aiello et al., 2000; Radostits et al., 2007). Sin embargo, es evidente que, si bien los rangos son amplios, los valores medios varían en función de la raza estudiada. Así, pueden observarse ciertas diferencias cuando se comparan con datos obtenidos por otros autores en diferentes razas y con diversos métodos de análisis, tal y como aparece reflejado en la Tabla 2. Por otra parte, también han sido citadas diferencias entre 10 razas ovinas y algunos de sus ecotipos (Manchega, Talaverana, Castellana, Rasa Aragonesa, Churra, Latxa, Ojalada, Merina, Fleischschaf y Karakul), cuando se estudiaron los rangos de concentración de Na y K tanto en plasma como en eritrocitos (Vallejo et al. 1975 y 1976).

Tabla 1. Valores descriptivos de los parámetros sanguíneos considerando todos los animales de raza Assaf (ovejas y corderas) estudiados (N = 66)
Table 1. Descriptive values for each blood parameter considering all the animals (adult and young ewes) studied (N = 66)

	Media	Error estándar	Mínimo	Mediana	Máximo
pH	7,48	0,005	7,30	7,48	7,66
Presión de CO ₂ (mm Hg)	36,4	0,39	22,9	36,5	52,8
Bicarbonato (mmol/l)	27,2	0,23	21,8	27,1	34,7
Exceso de bases (mmol/l)	3,72	0,260	-2,00	4,00	12,00
Glucosa (mg/dl)	69,4	0,579	56,0	69,0	83,0
Nitrógeno ureico en sangre (mg/dl)	21,9	0,479	14,0	21,0	37,0
Sodio (mmol/l)	145	0,2	141	145	159
Potasio (mmol/l)	4,68	0,041	3,80	4,60	6,30
Cloro (mmol/l)	107	0,3	101	107	113
CO ₂ total (mmol/l)	28,3	0,23	23,0	28,0	36,0
Anión gap (mmol/l)	15,5	0,37	9,0	16,0	31,0
Hematocrito (%)	24,4	0,41	12,0	25,0	40,0
Hemoglobina (g/dl)	8,30	0,140	4,10	8,50	13,60

Tabla 2. Rangos de referencia de valores de parámetros sanguíneos en ganado ovino, según raza y método de análisis
 Table 2. Reference values for sheep blood parameters in the bibliography by breed and analytical method

Referencia	(1)	(2)	(3)	(3)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(7)
Método	—	—	i-Stat	Manchega	i-Stat	—	—	i-Stat	AVL Omni*	i-Stat
Raza	Churra	—	Manchega	Lacaune	—	—	—	Finesa	—	—
pH			7,388-7,430	7,294-7,435	7,32-7,44	7,36	7,4	7,3-7,5		
Presión de CO ₂ (mm Hg)			38,01-42,16	38,42-42,49	38-45	38-48	40,23	34,3-51,0		
Bicarbonato (mmol/l)			24,48-26,64	18,69-26,9	21-28	22-27	24,63	23-29		
Exceso de bases (mmol/l)			(-0,29)-1,77	-7,82-2,65		(-2,1)-4,0	-0,08	(-3) - 5		
Glucosa (mg/dl)			55,14-60,90	57,30-59,10	50-80	57,6-81,0				
Nitrógeno ureico en sangre (mg/dl)		3,7-9,3	35,85-43,73	37,79-47,77						
Sodio (mmol/l)	145,4	142-160	142,6-146,2	143,6-146,3	145-152	140-148	145	145-149		
Potasio (mmol/l)	5,19	3,8-5,7	3,78-4,18	4,05-4,36	3,9-5,4	4,6-6,5	4,84	4,0-5,6		
Cloro (mmol/l)		101-113	105,6-109,8	107,6-115,6	95-103	103-110				
CO ₂ total (mmol/l)			25,85-27,93	19,80-28,07	20-28		22,18	24-31		
Anión gap (mmol/l)			13,95-14,92	12,66-16,66						
Hematocrito (%)			25,31-27,87	21,21-25,68	27-45	32-50	28,39	13-32		
Hemoglobina (g/dl)			8,59-9,46	8,67-7,36	9-15	10-16	9,465	4-11		

(1) Díez et al. (1986); (2) Aiello et al., 2000; (3) Schlageter (2007); (4) Radostits et al. (2007); (5) Nuñez-Ochoa and Bouda (2007); (6) Achayra et al. (2011); (7) Peiró et al. (2010). *AVL Omni, 1-9, Roche Diagnostics Corp, Indianapolis, Ind.

En general, los valores observados en el presente trabajo se encuentran dentro de los rangos que señala la bibliografía, pero no siempre se sitúan dentro del rango mayoritario. Así, en el caso del pH, nuestros valores tienden a mostrar una mayor amplitud y son ligeramente superiores a los más utilizados como referencia (7,48 vs. 7,3-7,4). Al contrario sucede con los valores de pCO_2 , que en nuestro caso tienden a ser ligeramente inferiores a los recogidos en la literatura (36 vs. 38-45 mm Hg). Por lo que respecta a parámetros relacionados con el estado ácido-base, tales como HCO_3^- , BE y tCO_2 , el rango de distribución observado en nuestro estudio es también mayor que el de la bibliografía, al igual que los valores medios observados (27 vs. 22-26 mmol/l, 3,7 vs. -2,5 a -1,0 mmol/l y 28 vs. 24-27 mmol/l, para HCO_3^- , BE y tCO_2 , respectivamente). Esto podría deberse a la variabilidad de los animales y a la alimentación de los mismos, puesto que en la muestra se incluyen animales adultos en fase productiva y animales jóvenes en crecimiento. Además, parece necesario señalar que los estudios de validación llevados a cabo en la especie ovina y en otras especies (Peiró et al., 2010) se han realizado utilizando un número menor de animales que en el presente experimento.

Los valores de concentración de Glc observados en este experimento están, de media, por encima de aquellos encontrados en el estudio de Schlageter (2007) (69 vs. 58 mg/dl). Este hecho puede deberse al tipo de alimentación que reciben los animales, ya que el suministro de concentrados (como en el presente estudio) puede dar lugar a un incremento en la cantidad de almidón que llega sin fermentar a tramos posteriores del aparato digestivo y, por ende, a la absorción de glucosa, con el consiguiente aumento de su concentración en sangre (Rius et al., 2010).

Por lo que respecta a la concentración de nitrógeno ureico en sangre, los valores observados en los animales del presente experimento son menores a los citados por Schlageter (2007)

pero claramente superiores a los de Aiello et al. (2000), siendo en nuestro caso el rango más estrecho que el del primero y los valores obtenidos muy similares para ovejas y corderas (21,9 mg/dl). Este parámetro parece variar con el tipo de raza, habiéndose señalado, por ejemplo, valores ligeramente superiores para la raza Lacaune que para la Manchega (42,8 vs. 39,8 mg/dl).

En cuanto a las concentraciones de Na, si bien en el presente estudio sus valores oscilan en un rango más amplio que el encontrado en la bibliografía, los valores medios observados (145 mmol/l) son muy similares a la mayoría de los recogidos como referencia (145-147 mmol/l). Para las concentraciones de K y Cl, no obstante, la comparación de datos con la bibliografía indica una dependencia de los valores medios en función de la raza. En este sentido, la raza Lacaune parece mostrar mayores valores medios que la raza Manchega tanto de K (3,9 vs. 4,2 mmol/l) como de Cl (108 vs. 112 mmol/l), situándose los valores para la raza Assaf ligeramente por debajo de la raza Manchega en el caso del Cl (107 mmol/l) y más elevados que en la raza Lacaune en el caso del K (4,7 mmol/l). Por otra parte, para el anion gap hemos observado un rango de variación más amplio que el referido en la bibliografía, si bien nuestro valor medio (15,5 mmol/l) es similar al observado en otras razas.

Los valores medios de Hct y Hgb encontrados en la bibliografía oscilan en función de la raza, entre 22 y 40% para el primer parámetro y entre 7,5 y 13,0 g/dl para el segundo, situándose los valores observados en el presente estudio dentro de esa horquilla (24% y 8,3 g/dl, respectivamente). No obstante, los valores máximos y mínimos son más extremos en nuestro estudio, lo cual estaría relacionado, fundamentalmente con una mayor variación individual asociada al tipo de animales y al estado fisiológico (crecimiento, producción) en que se encuentran.

Tabla 3. Comparación de los parámetros sanguíneos entre ovejas y corderas de raza Assaf alimentadas a voluntad con la misma ración
 Table 3. Comparison between Assaf adult and young ewes fed ad libitum on the same ration

	Corderas	Ovejas	d.e.r.	Valor-P
pH	7,49	7,48	0,052	0,710
Presión de CO ₂ (mm Hg)	34,5	38,2	3,92	0,001
Bicarbonato (mmol/l)	25,9	28,5	2,42	<0,001
Exceso de bases (mmol/l)	2,48	4,94	2,974	0,002
Glucosa (mg/dl)	75,2	65,6	4,69	<0,001
Nitrógeno ureico en sangre (mg/dl)	23,9	23,8	4,13	0,926
Sodio (mmol/l)	145	146	2,1	0,030
Potasio (mmol/l)	4,73	4,61	0,452	0,278
Cloro (mmol/l)	107	109	2,1	0,001
CO ₂ total (mmol/l)	26,9	29,7	2,50	<0,001
Anión gap (mmol/l)	17,0	13,6	3,31	0,000
Hematocrito (%)	25,6	20,8	3,56	<0,001
Hemoglobina (g/dl)	8,69	7,07	1,208	<0,001

d.e.r. = desviación estándar residual.

Resulta conocido que tanto el estado productivo o reproductivo de los animales como su edad influyen en su perfil bioquímico sanguíneo. Así, conviene señalar que, en un estudio llevado a cabo con ovejas merinas, Alonso *et al.* (1997) evidenciaron diferencias debidas a la edad de los animales y a su estado reproductivo, pudiendo discriminar en algunos casos cuáles de las diferencias eran debidas a una u otra causa. En este sentido, el análisis de varianza de los datos observados para los animales de nuestro estudio en función del tipo de animal (oveja vs. cordera), ha puesto de manifiesto diferencias entre ellos en algunos parámetros (Tabla 3). Así, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) en los valores de pH, BUN y K entre ovejas y corderas. Los parámetros relacionados con el equilibrio ácido

base (PCO₂, HCO₃, BE, tCO₂) mostraron valores menores en los individuos jóvenes ($P<0,05$). De igual forma, aunque corderas y ovejas presentaron valores muy similares de Na y Cl, éstos fueron significativamente más bajos en el caso de las corderas ($P<0,05$). Finalmente, los valores de concentración de Glc, anión gap, Hct y Hgb fueron significativamente mayores ($P<0,05$) en las corderas que en las ovejas adultas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) en los valores de pH, BUN y K entre ovejas y corderas. En nuestro estudio, si bien no es posible esclarecer el origen concreto de tales diferencias (edad, estado productivo –crecimiento vs. lactación– o reproductivo –estro, anestro– de los animales), las muestras de uno y otro tipo de animal pudieron ser prácticamente separadas por un análisis de componentes principa-

les (Figura 1). Pese a que los dos factores principales apenas explican un 7% de la variación observada, es destacable que aquellas variables relacionadas con el estado ácido base y la concentración de gases en sangre (BE , HCO_3^- , tCO_2 , pCO_2) junto con el hematocrito ('Hto' en la Figura 2) y la hemoglobina ('Hb' en la Fi-

gura 2) sean las que muestran un mayor peso en la clasificación de las muestras (Figura 2). Sin embargo, consideramos que extender la discusión en este sentido, más allá de la constatación de las evidentes diferencias, sería especular acerca de los orígenes de éstas, además de exceder los objetivos de este trabajo.

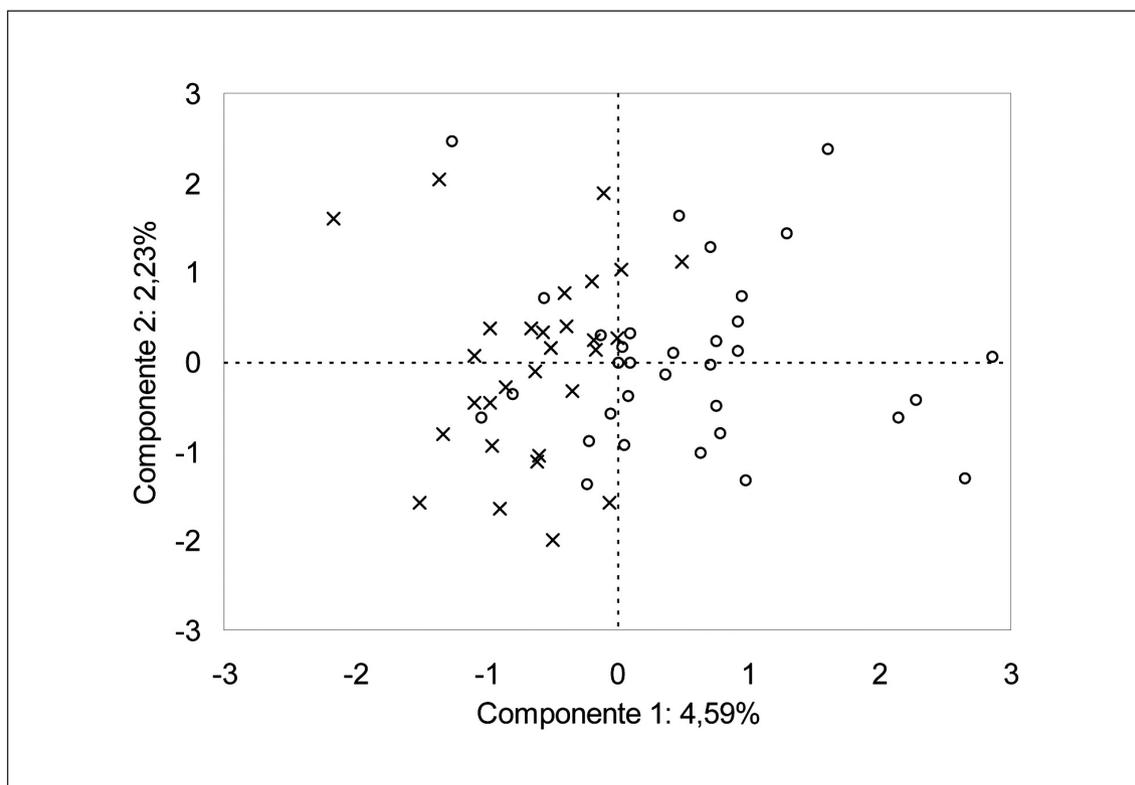


Figura 1. Discriminación de los animales (○, oveja; ×, cordera) en función del análisis de componentes principales de los datos de parámetros sanguíneos.

Figure 1. Discrimination of the individuals (○, adult ewes; ×, young ewes) on the basis of principal component analysis performed on data on blood parameters.

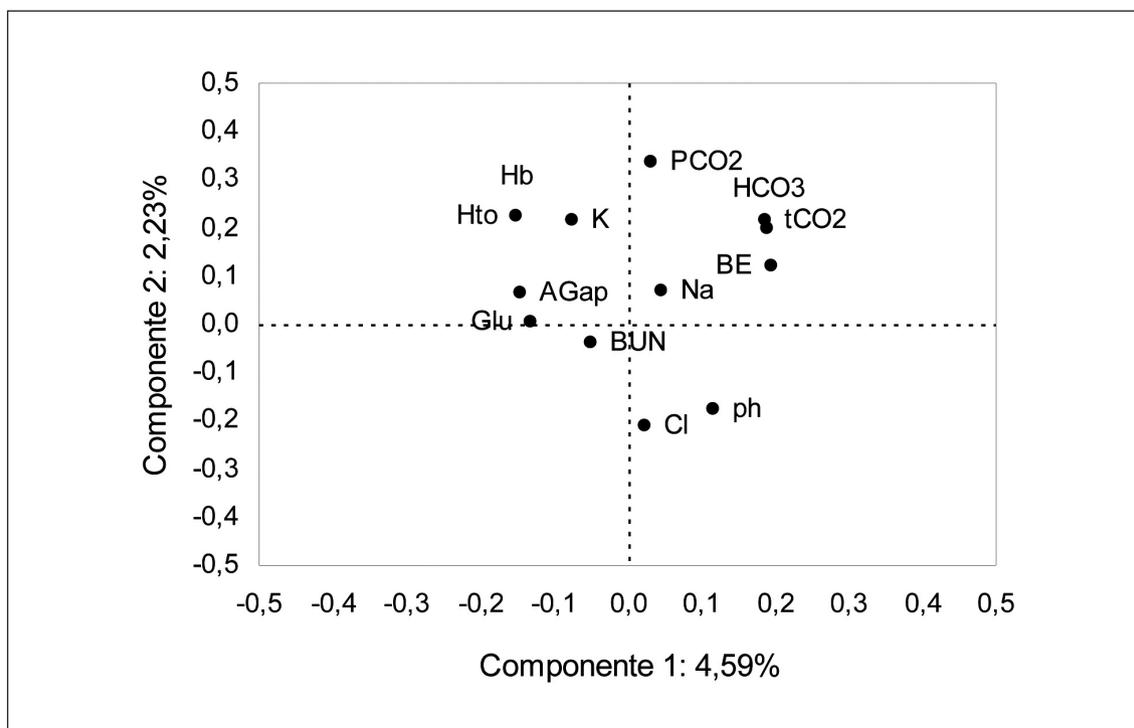


Figura 2. Discriminación de las variables estudiadas en función del análisis de componentes principales de los datos de parámetros sanguíneos.

Figure 2. Discrimination of the variables studied on the basis of principal component analysis performed on blood parameters.

Conclusiones

Los valores de los rangos de normalidad de los parámetros sanguíneos en la especie ovina varían en función de la raza y el estado productivo de los animales. El presente estudio describe los principales rangos de normalidad de ciertos parámetros sanguíneos en ovejas de raza Assaf, obtenidos mediante un método de análisis sencillo, rápido y fiable a partir de muestras de sangre entera en condiciones de campo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y el Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE) dentro del Proyecto 2010-1287: "Producción ovina láctea adaptada a altos estándares de calidad" financiado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León).

Bibliografía

- Acharya G, Huhta JC, Haapsamo M, How O-J, Erkinaro T, Räsänen J, 2011. Effect of Angiotensin II on the Left Ventricular Function in a Near-Term Fetal Sheep with Metabolic Acidemia. *Journal of Pregnancy* 2011: 1-7.
- Acharya G, Räsänen J, Mäkikallio K, Erkinaro T, Kavasmaa T, Haapsamo M, Mertens L, 2008. Metabolic acidosis decreases fetal myocardial isovolumic velocities in a chronic sheep model of increased placental vascular resistance. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 294(1): H498-H504.
- Ahola JK, Enns RM, Holt T, 2006. Examination of potential methods to predict pulmonary arterial pressure score in yearling beef cattle. *Journal of Animal Science*, 84(5): 1259-1264.
- Aiello SE, Mays A, Amstutz HE, Gispert C, 2000. *Manual Merck de veterinaria*. 2558 pp. Barcelona: Océano.
- Alonso AJ, Teresa R, García M, González JR, Vallejo M, 1997. The effects of age and reproductive status on serum and blood parameters in merino breed sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 44: 223-231.
- Bodas R, 2004. El bicarbonato sódico en la alimentación de corderos en la etapa de crecimiento-cebo y de ovejas en lactación. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Castillo C, Benedito JL, Pereira V, Vázquez P, Gutiérrez C, Hernández J, 2009. Acid-base status and serum L-lactate in growing/finishing bull calves fed different high-grain diets. *Livestock Science*, 120: 66-74.
- Castillo C, Hernández J, Méndez J, Llena J, Pereira V, López-Alonso M, Benedito JL, 2006. Influence of grain processing on acid-base balance in fedlot steers. *Veterinary Research Communications*, 30: 823-837.
- Gokce G, Cital M, Gunes V, Atalan G, 2004. Effect of time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. *Research in Veterinary Science*, 76 (2): 121-127.
- López JHF, Martínez PAL, Roncancio BOC, 2006. Parámetros fisiológicos en caninos pre y post competencia de Agility en Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*: 57-71.
- López CM, Cienfuegos S, Dacal V, Vázquez L, Panadero R, Fernández G, Díaz P, 2010. Efficacy of anthelmintic control programs against natural *Muellerius capillaris* infection in sheep in the north-west of Spain. Effect on blood gases and pH in venous blood samples. *Parasite*, 17 (2): 167-171.
- Mantecón AR, Lavín P, 2002. Ovino, presente y futuro: la raza Assaf. *Tierras*, 85: 48-52.
- Martin MP, Wineland M, Barnes HJ, 2010. Selected Blood Chemistry and Gas Reference Ranges for Broiler Breeders Using the i-STAT® Handheld Clinical Analyzer. *Avian Diseases Digest*, 5: e32-e33.
- Núñez-Ochoa L, Bouda J, 2007. *Patología clínica veterinaria*. UNAM, México DF, 349 pp.
- Pastor J, Loste A, Sáez T, 2001. La toxemia de gestación en la oveja. *Pequeños Rumiantes*, 2 (3): 18-24.
- Peiró JR, Borges AS, Gonçalves RC, Mendes LCN, 2010. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses, and sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 71: 515-521.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD, 2007. Appendix 2: Reference laboratory values. *Veterinary Medicine*, 10th Edn. Saunders Ltd., Londres, pp. 2047-2050.
- Rius AG, Appuhamy JADRN, Cyriac J, Kirovski D, Becvar O, Escobar J, McGilliard ML, Bequette BJ, Akers RM, Hanigan MD, 2010. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and amino acids. *Journal of Dairy Science*, 93: 3114-3127.
- Romero J, Bodas R, Martínez Y, Díez P, Lavín P, Mantecón AR, 2009. Efecto de la época de parto sobre la producción de ovejas de raza Assaf Española en estabulación y pastoreo. XXXIX Jornadas de Estudio, XIII Jornadas sobre Producción Animal, Zaragoza, España, pp. 424-426.

- Schlageter A, 2007. Effects of dietary cation-anion difference in lactational performances of dairy ewes (MSc. Thesis). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 84 pp.
- Vallejo M, Altarriba J, Rodero A, Zarazaga I, Monge E, Garzón R, Llanes D, 1976. Estudio de la concentración de Na en sangre y eritrocitos: su distribución en las razas ovinas españolas. Archivos de Zootecnia, 25 (98): 171-200.
- Vallejo M, Zarazaga I, Garzón R, Rodero A, Altarriba J, Lasierra JM, Monge E, 1975. Consideraciones acerca de algunos parámetros sanguíneos ovinos (Na, K plasmáticos y valor hematocrito). Anales de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, 10: 281-293.
- Vap LM, Weiser MG, 2007. Field chemistry analysis. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 23(3): 427-442.
- (Aceptado para publicación el 6 de julio de 2012)

