

# DISTRIBUCION DEL SODIO EN SANGRE, PLASMA Y ERITROCITOS EN DOCE AGRUPACIONES CAPRINAS AUTOCTONAS ESPAÑOLAS

Por Tuñón, M. J.  
González, P.  
Díaz, M.  
Vallejo, M.

## INTRODUCCION

Los trabajos iniciales de ABDER-HALDEN<sup>1</sup> y KERR<sup>7</sup>, demostrativos de que las concentraciones de  $K^+$  y  $Na^+$  en los eritrocitos variaban según las diferentes especies animales, fueron básicos para el actual conocimiento de la distribución de los cationes mencionados en los eritrocitos de algunas especies ganaderas. Pero así como en las especies ovina y bovina los estudios relacionados con estos electrolitos se han desarrollado lo suficiente como para conocerse en gran medida, sus relaciones y determinismos genéticos, en la especie caprina, se encuentran más retrasados, en función del reducido número de investigadores que han profundizado en este tema.

Aparte de la confirmación de una distribución bimodal de los valores de  $K^+$  eritrocitario por diversos autores<sup>2, 3, 8, 9, 10, 11</sup>, poca más información se ha encontrado. En 1957, EVANS y PHILLIPSON<sup>5</sup>, en un total de 96 cabras procedentes de tres razas, comprobaron que los caprinos con una baja concentración eritrocitaria de  $K^+$ , mostraban igualmente unas concentraciones de  $Na^+$  eritrocitario diferentes a la de los animales con altas concentraciones de  $K^+$  eritrocitario, aún cuando no establecían ningún tipo de correlación. Más recientemente (1983), KHAN y TANEJA<sup>8</sup>, en 322 cabras de raza Marwari, comprueban esas relaciones no sólo en el  $K^+$  y  $Na^+$  eritrocitarios, sino en sangre y plasma, si bien tampoco establecen ningún tipo de correlación.

La laguna informativa existente a este respecto y la comprobación, en un trabajo anterior<sup>13</sup>, de una bimodalidad en relación con el contenido eritrocitario de  $K^+$ , en las razas caprinas españolas, ha sugerido el presente trabajo orientado en primer lugar a profundizar en las relaciones existentes entre las distintas variables sanguíneas que inciden en la concentración de  $Na^+$  en los eritrocitos, por su posible importancia desde el punto de vista genético y, en segundo lugar, a aportar unos estadísticos sanguíneos, que se estima pueden ser interesantes para conocer algunas constantes fisiológicas de las razas caprinas españolas.

*An. Fac. Vet. León*, 1981, 30, 127-135.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se ha realizado en 1.006 animales, procedentes de doce rebaños pertenecientes a las siguientes agrupaciones o razas caprinas: Pirenaica (102), Verata (75), Guadarrama (78), Zamorana (101), Granadina (95), Blanca Andaluza (75), Blanca Celtibérica (92), Murciaa (90), Negra Ibérica (94), Malagueña (85), Canaria (86) y Palmera (33). Debe dejarse constancia de que las denominaciones de las agrupaciones o razas Zamorana, Negra Ibérica y Palmera, no incluidas en el Catálogo de razas caprinas autóctonas españolas, ha sido facilitada por el Jefe de la Sección de Ganado ovino y caprino, de la Subdirección General de Producción Animal (M.A.P.A.).

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante venoclisís yugular, recogién dose en tubos heparinizados; las extracciones de sangre se realizaron por la mañana, antes de iniciarse el pastoreo de los rebaños. El valor hematocrito (V.H.) se determinó por el método del microhematocrito; las concentraciones de  $\text{Na}^+$  en sangre (NaS) y plasma (NaP) se estimaron mediante fotometría de llama y la concentración de  $\text{Na}^+$  en eritrocitos (NaE) se calculó indirectamente, mediante la fórmula:  $\text{NaE} = [\text{NaS} \times 100 - \text{NaP} (100 - \text{VH})] / \text{VH}$  (EVANS, 1957)<sup>3</sup>.

## RESULTADOS

De la tabla I, que resume algunos estadísticos estimados (mEq/l) en cada una de las variables sanguíneas citadas, para cada una de las razas y en el total general de los caprinos investigados, puede deducirse la gran dispersión de valores observados en la distribución de NaE, en relación con la de los observados para el resto de las variables (NaS, NaP y VH), cuantificada por los diferentes valores de sus coeficientes de variación (CV = 0,65, 0,11, 0,08 y 0,18 respectivamente). Esta diferente dispersión de valores puede justificarse, no obstante, desde el punto de vista estadístico: así como las concentraciones de NaS, NaP y VH, se estiman directamente, mediante sus correspondientes técnicas analíticas, las de NaE, se calculan matemáticamente a partir de aquéllas. Al ser el NaE una función del NaS, NaP y VH, así como su media estimada se ve afectada por un coeficiente que actúa de una forma lineal, su varianza se modifica de una forma cuadrática (varianza cuadrática de la varianza), originando, en definitiva, unas varianzas más elevadas y consecuentemente una mayor dispersión de valores.

Igualmente se deduce la característica extracelular de este catión ( $\text{Na}^+$ ), al comprobarse que un 86,56% del  $\text{Na}^+$  sanguíneo es plasmático, mientras que sólo un 13,44% es intraeritrocitario. Debe destacarse que de las tres especies ganaderas citadas, es la caprina la que presenta un menor porcentaje de este catión en los eritrocitos, ya que es ligeramente inferior al observado en los ovinos españoles (17%)<sup>14</sup> y sensiblemente inferior al de los bovinos (21,40%)<sup>6</sup>, posiblemente en función del reducido volumen de los eritrocitos de la especie caprina, en comparación con el de ovinos y bovinos. Asimismo pueden observarse diferencias

**TABLA I**  
**Estadísticos de Na<sup>+</sup> en sangre, plasma, eritrocitos (mEq/l) y valor hematocrito en razas caprinas españolas**

Estadis.	Razas										TOTAL RAZAS		
	Pirenaica	Verata	Guadarrama	Zamorana	Granadina	Blanca Andaluzá	Blanca Celtibér.	Murciana	Negra Ibérica	Malagueña		Canaria	Palmera
n	102	75	78	101	95	75	92	90	94	85	86	33	1.006
Na <sup>+</sup> sangre	$\bar{X}$	118,66	109,13	105,07	97,25	118,04	113,36	120,52	123,90	121,25	122,68	125,68	115,48
	S $\bar{x}$	0,99	0,72	0,79	0,80	1,17	0,73	0,84	1,09	0,86	0,99	1,03	0,37
	S	10,59	7,28	7,96	8,47	11,72	7,31	8,31	10,46	8,59	9,41	10,18	9,36
	CV	0,09	0,06	0,07	0,08	0,09	0,06	0,08	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07
Na <sup>+</sup> plasma	$\bar{X}$	149,85	134,97	139,14	126,36	155,68	144,74	143,06	150,52	146,12	156,03	147,45	144,00
	S $\bar{x}$	1,25	0,54	0,51	0,66	0,74	0,50	1,02	0,58	1,21	1,43	1,80	0,37
	S	13,24	5,48	5,08	6,94	7,44	5,07	9,93	5,58	11,50	14,09	10,38	12,59
	CV	0,09	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,07	0,04	0,06	0,08	0,09	0,07
Na <sup>+</sup> eritrocitos	$\bar{X}$	50,92	41,52	23,83	27,91	41,32	33,34	67,86	65,53	67,32	61,46	87,80	52,76
	S $\bar{x}$	2,98	3,38	2,51	2,30	3,25	3,09	3,06	3,34	3,22	3,06	4,95	1,08
	S	30,44	29,29	22,17	23,13	32,06	26,77	29,40	31,20	32,78	29,73	28,45	34,47
	CV	0,59	0,70	0,93	0,82	0,77	0,80	0,43	0,38	0,50	0,44	0,46	0,65
VH	$\bar{X}$	32,09	24,14	27,31	28,56	32,57	25,80	28,44	31,03	30,41	32,65	35,52	29,76
	S $\bar{x}$	0,89	0,30	0,31	0,36	0,43	0,30	0,41	0,36	0,32	0,38	0,66	0,16
	S	9,55	3,09	3,16	3,87	4,32	3,09	4,17	3,60	3,17	3,22	3,79	5,39
	CV	0,29	0,12	0,11	0,13	0,13	0,12	0,14	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10

Letras distintas corresponden a grupos distintos (P ≤ 0,05).

significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre la mayoría de las razas investigadas, para las cuatro variables sanguíneas investigadas.

---

## DISCUSION

Como se observa en la tabla II y en relación con las concentraciones medias de NaS, NaP y VH, los resultados obtenidos pueden considerarse similares a los anotados por los autores que han estudiado estos parámetros en relación con el potasio eritrocitario (KE)<sup>5, 7, 8</sup>, en base al presumible determinismo genético del catión  $K^+$  en los eritrocitos de la especie caprina<sup>2, 5, 8, 9, 10, 11</sup>, similar al de las especies ovina<sup>4</sup> y bovina<sup>12</sup>. Sin embargo, cuando se comparan con los correspondientes al NaE, si bien no existen demasiados supuestos comparativos, la concordancia de resultados no es tan definida, estimándose que esta circunstancia no es aleatoria.

En las especies ovina y bovina ha podido comprobarse que la concentración de  $K^+$  en los eritrocitos (KE), se distribuye bimodalmente debido a que se encuentra determinada genéticamente por un par de alelos,  $K^l$  y  $K^h$ , entre los que existe una relación de dominancia incompleta<sup>4, 12</sup> y aunque el determinismo del Na<sup>+</sup> eritrocitario (NaE), no ha podido comprobarse, ha podido constatarse que a los animales pertenecientes al tipo LK (concentraciones medias bajas de KE) le corresponden animales con unas concentraciones medias de NaE altas, mientras que a los animales HK (concentraciones medias altas de KE) le corresponden animales con unas concentraciones medias inferiores de NaE. Esta bimodalidad también ha sido confirmada en la especie caprina para el KE y aunque no se ha contrastado su determinismo genético, se asimila al de los ovinos<sup>4</sup> y bovinos<sup>12</sup>.

Por ello, de conformidad con estos autores<sup>4, 12</sup>, una vez comprobada la distribución bimodal del KE en razas caprinas españolas en un trabajo anterior<sup>13</sup>, en la tabla III se transcribe la distribución de los animales, en relación con las concentraciones medias de KE y NaE y en función de los tipos fenotípicos LK y HK, comprobándose lo constatado en las dos especies mencionadas (ovina y bovina). Expresadas así las concentraciones de NaE, es evidente que establecer comparaciones en base a las medias poblacionales o raciales, como se puede realizar, no es del todo correcto, teniendo en cuenta que: a) En relación con las concentraciones de KE, los animales se distribuyen en los dos tipos fenotípicos, LK (bajos potasios) y HK (altos potasios), presumiblemente determinados genéticamente, por un par de alelos ( $K^l$  y  $K^h$ ) y b) Entre las concentraciones de KE y NaE, existe una negativa y significativa correlación ( $P \leq 0,001$ ), particularmente alta en algunas de las razas analizadas (Guadarrama, Zamorana, Granadina, Blanca Andaluza, Murciana y Negra Ibérica), como puede comprobarse en la tabla IV.

La gran dispersión observada en la distribución de NaE, en el material animal investigado (tabla I) derivada de los elevados C.V. estimados, y que se ha justificado desde un punto de vista estadístico, podría evidenciar que tiene asimismo un componente genético, aunque no pueda determinarse. Así, independientemente de

**TABLA II**  
**Concentraciones de Na<sup>+</sup> en sangre, plasma, eritrocitos (mEq/l) y valor hematocrito en razas caprinas**

Razas	N.º animales	Na <sup>+</sup> eritrocitos (mEq/l)	Na <sup>+</sup> sangre (mEq/l)	Na <sup>+</sup> plasma (mEq/l)	V.H.	Autores
Capra hircus syriaca	6	101 ( $\bar{X}$ )	—	—	—	KERR (1937)
British Saanen	84	22.79 (rango)	118 ( $\bar{X}$ )	—	—	EVANS y PHILLIPSON (1957)
Anglo Nubian	12	21.57 (rango)	108 ( $\bar{X}$ )	—	—	
Marwari	322	54.24 ( $\bar{X}$ )	123 ( $\bar{X}$ )	149.04 ( $\bar{X}$ )	27.78 ( $\bar{X}$ )	KHAN y TANEJA (1983)
Españolas varias	1.006 ~	52.76 ( $\bar{X}$ )	115.48 ( $\bar{X}$ )	144 ( $\bar{X}$ )	29.76 ( $\bar{X}$ )	Original (1984)

**TABLA III**  
**Concentraciones medias de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> eritrocitos (mEq/l) según tipo de animales LK y HK en doce agrupaciones caprinas españolas**

Razas	LK			HK		
	n	K <sup>+</sup> ( $\bar{X} \pm E.T.$ )	Na <sup>+</sup> ( $\bar{X} \pm E.T.$ )	n	K <sup>+</sup> ( $\bar{X} \pm E.T.$ )	Na <sup>+</sup> ( $\bar{X} \pm E.T.$ )
Pirenaica	35	27,75 ± 1,45	80,01 ± 3,51	67	76,25 ± 0,65	35,50 ± 2,77
Verata	37	26,75 ± 1,27	58,55 ± 4,42	38	71,14 ± 1,03	24,95 ± 3,27
Guadarrama	37	25,73 ± 1,01	42,79 ± 2,81	41	65,30 ± 0,91	6,73 ± 1,04
Zamorana	36	22,94 ± 0,91	48,18 ± 3,05	65	62,60 ± 0,85	16,69 ± 0,02
Granadina	44	24,33 ± 1,02	67,40 ± 3,55	51	63,32 ± 0,53	17,98 ± 2,51
Blanca Andaluza	37	25,06 ± 0,82	52,55 ± 3,88	38	79,63 ± 0,90	14,63 ± 2,01
Blanca Celtibérica	67	22,81 ± 0,95	75,14 ± 3,30	25	72,74 ± 2,03	48,34 ± 5,02
Murciana	36	21,92 ± 1,20	105,17 ± 3,33	54	76,67 ± 0,89	65,16 ± 3,63
Negra Ibérica	45	25,56 ± 1,02	85,81 ± 4,22	49	78,10 ± 1,45	48,10 ± 3,43
Malagueña	37	25,88 ± 1,19	79,90 ± 5,12	48	75,57 ± 1,20	57,62 ± 3,49
Canaria	35	32,73 ± 1,82	73,53 ± 4,72	51	74,85 ± 1,15	52,98 ± 3,71
Palmera	3	30,14 ± 1,39	124,27 ± 5,74	30	80,77 ± 1,03	84,15 ± 4,91
<b>TOTAL RAZAS</b>	<b>449</b>	<b>25,38 ± 0,37</b>	<b>70,78 ± 1,40</b>	<b>557</b>	<b>72,67 ± 0,40</b>	<b>38,06 ± 1,29</b>

**TABLA IV**  
**Correlaciones fenotípicas entre las concentraciones medias de Na<sup>+</sup> en eritrocitos, sangre, plasma y valor hematocrito**

	Na S	Na P	V.H.
Na E	0,74 ± 0,02	-0,04 ± 0,03	0,24 ± 0,03
Na S	—	0,44 ± 0,17	0,17 ± 0,03
Na P	—	—	0,13 ± 0,03

su razón estadística, las correlaciones estimadas entre las concentraciones de NaE y las variables que intervienen en su cálculo, por un lado, y las estimadas entre estas últimas entre sí, por otro, y que se resumen en la tabla IV, tampoco justifican dicha dispersión. En este mismo sentido, como las concentraciones de NaS están influenciadas en gran medida por las de NaP, por la característica extracelular del catión Na<sup>+</sup>, parece evidente que la causa de la gran dispersión de los valores de NaE, debe sustentarse sobre bases distintas a las derivadas de las relaciones o correlaciones comentadas, desde un punto de vista fisiológico.

Si las poblaciones estudiadas se representan gráficamente en un par de ejes coordenados (fig. 1), situando en el eje de abscisas las concentraciones medias de NaE (mEq/l) y en el de ordenadas las de KE (mEq/l), puede observarse que todas las poblaciones (razas) se sitúan en el primer cuadrante a la derecha e izquierda de su bisetriz correspondiente, y que todas ellas se sitúan en dos rectas teóricas más o menos paralelas correspondientes a los tipos LK y HK, hecho demostrativo de su bimodalidad. Como la correlación media estimada entre las concentraciones de KE/NaE, ha sido del orden de  $r = -0,38 \pm 0,3$ , su cuadrado,  $r^2$  representaría un valor de 0,14, indicativa en definitiva de que un 14% de la variación presentada por los valores de NaE, se debe a los valores de KE; aunque éstos están presumiblemente determinados genéticamente, una adecuada explicación genética a la distribución del NaE sería especulativo. No obstante es evidente que los factores no genéticos deben incidir en una gran medida en dicha distribución y estar relacionados fundamentalmente con los procesos activos y pasivos de transporte de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>, siendo en definitiva éstas, las razones por las que no ha podido evidenciarse una bimodalidad en la concentración de NaE, similar a la de KE.

## RESUMEN

Sobre un total de 1.006 animales, procedentes de 12 rebaños de las razas y agrupaciones caprinas españolas, Pirenaica (102), Verata (75), del Guadarrama (78), Zamorana (101), Granadina (95), Blanca Andaluza (75), Blanca Celtibérica (92), Murciana (90), Negra Ibérica (94), Malagueña (85), Canaria (86) y Palmera (33), se estima, por raza, las concentraciones de Na<sup>+</sup> en sangre, plasma, eritrocitos y V.H., comprobándose además de una significativa variación entre razas ( $P \leq 0,01$ ) una

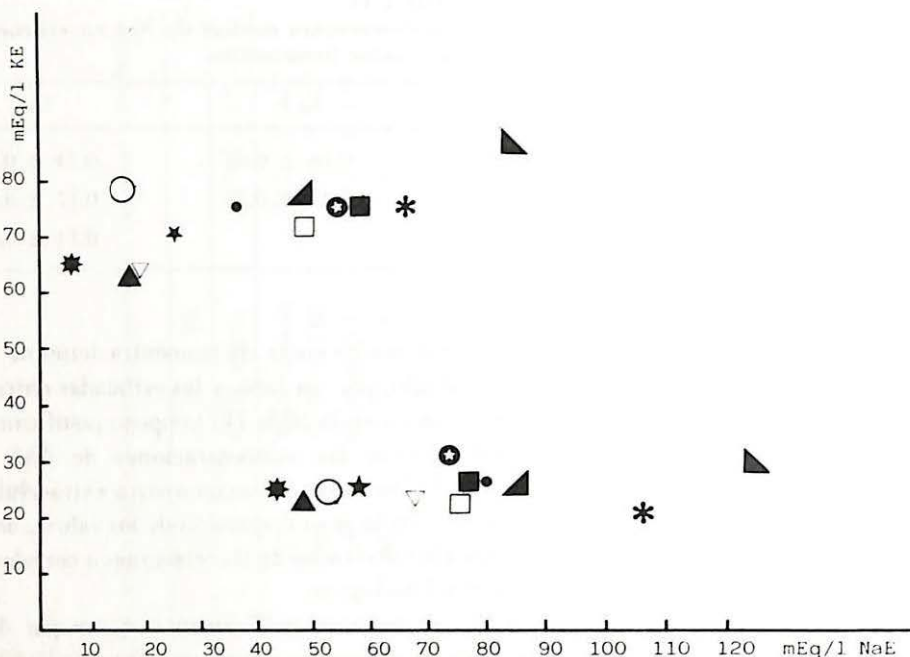


Fig. 1.- Distribución de razas caprinas españolas, según su concentración conjunta media de  $K^+$  y  $Na^+$  eritrocitarios. Razas: ● Pirenaica, ★ Verata, ★ Guadarrama, ▲ Zamorana, ▽ Granadina, ○ Blanca andaluza, □ Blanca celtibérica, \* Murciana, ▲ Negra ibérica, ■ Malagueña, ⊕ Canaria, ▲ Palmera.

gran dispersión de valores, en las distribuciones de las concentraciones de  $Na^+$  eritrocitario. Después de estimar las distintas correlaciones entre esas variables sanguíneas, se sugiere que aunque las concentraciones de  $Na^+$  eritrocitario, están influidas por las de  $K^+$  eritrocitario, los factores no genéticos son determinativos de dicha elevada dispersión.

## DISTRIBUTION OF WHOLE BLOOD, PLASMA AND ERYTHROCYTE SODIUM CONCENTRATIONS, IN TWELVE SPANISH GOATS BREEDS

### SUMMARY

In 1.006 goats belonging to twelve spanish breeds, Pirenaica (102), Verata (75), Guadarrama (78), Zamorana (101), Granadina (95), Blanca Andaluza (75), Blanca



Celtibérica (92), Murciana (90), Negra Ibérica (94), Malagueña (85), Canaria (86) y Palmera (33), the Na<sup>+</sup> concentrations and haematocrit values in whole blood, plasma and red blood cells are estimated within each breed. The mean values showed a significant difference among breeds (P ≤ 0,01). A great dispersión of Na<sup>+</sup> concentration values in red blood cells was also found. The correlations between these blood variables were estimated, suggesting that in the erythrocyte Na<sup>+</sup> concentration the genetic component is small in relation to non genetic factors.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) ABDERHALDEN, E. (1898).—Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes. *Hoppe-Seyl., Z.* **25**, 65-115.
- 2) ELLORY, J. C., y TUCKER, E. M. (1970).—Active potassium transport and the L and M antigens of sheep and goats red cells. *Biochim. Biophys. Acta*, **219**, 160-168.
- 3) EVANS, J. V. (1957).—The stability of the potassium concentration in the erythrocytes of individual sheep compared with the variability between different sheep. *J. Physiol.*, **136**, 41-59.
- 4) EVANS, J. V., y KING, J. W. B. (1955).—Genetic control of sodium and potassium concentrations in the red blood cells of sheep. *Nature, London*, **176**, 171.
- 5) EVANS, J. V., y PHILLIPSON, A. T. (1957).—Electrolyte concentrations in the erythrocytes of the goat and ox. *J. Physiol.*, **139**, 87-96.
- 6) GONZÁLEZ, P., TUNÓN, M. J., DÍAZ, M., y VALLEJO, M. (1984).—Distribución del Na en sangre, plasma y eritrocitos en seis razas bovinas españolas. *Anal. Fac. Vet. León* (en prensa).
- 7) KERR, S. E. (1937).—Studies on the inorganic composition of blood. IV. The relationship of potassium to the acid-soluble phosphorus fraction. *J. biol. Chem.*, **117**, 227-235.
- 8) KHAN, M. S., y TANEJA, G. C. (1983).—Blood potassium heterogeneity in Rajasthan desert goats. *Indian J. Anim. Sci.*, **53**, 782-783.
- 9) KRANTI, D., AGRAWAL, K. P., PRASAD, S. P., y BATTACHARYYA, N. K. (1979).—A note on blood potassium polymorphism and milk yield and composition in Barbari goats. *Indian J. Anim. Sci.*, **49**, 68-69.
- 10) MOSTAGHNI, K. (1979).—A note on haemoglobin and some blood minerals of goats (*Capra hircus*) in Iran. *Indian J. Anim. Sci.*, **49**, 857-858.
- 11) RASMUSEN, B. A., y HALL, J. G. (1966).—An investigation into the association between potassium levels and blood types in sheep and goats. *Polymorphismes biochimiques des animaux, I.N.R.A., Paris*, 453-457.
- 12) SENGUPTA, B. P. (1974).—Distribution of red cell potassium and evidence of its genetic control in buffaloes. *J. agric. Sci., Camb.*, **82**, 559-561.
- 13) TUNÓN, M. J.; GONZÁLEZ-SEVILLA, P., y VALLEJO, M. (1984).—Estructura genética de las razas caprinas Pirenaica y Verata, mediante catorce marcadores genéticos. *XX Jornadas de Genética Luso-españolas, Salamanca*, 40.
- 14) VALLEJO, M.; ALTARRIBA, J.; RODERO, A.; ZARAZAGA, I.; MONGE, E.; GARZON, R. y LIANES, D. (1976).—Estudio de la concentración del Na en sangre y eritrocitos: su distribución en las razas ovinas españolas. *Archivos de Zootecnia*, **98**, 171-200.