

## ESTUDIO DE LA CONCENTRACION DEL Na EN SANGRE Y ERITROCITOS: SU DISTRIBUCION EN LAS RAZAS OVINAS ESPAÑOLAS\*

(CONTENTS OF Na IN BLOOD AND ERYTHROCYTES OF SPANISH BREEDS OF SHEEP)

por

M. VALLEJO\*\*, J. ALTARRIBA\*\*, A. RODERO\*\*\*, I. ZARAZAGA\*\*, E. MONGE\*\*, R. GARZON\*\*\*  
y D. LLANES\*\*\*

En 1937 Kerr publicó datos sobre la concentración de potasio y sodio en los eritrocitos de un número de diferentes especies animales, incluyendo 16 ovejas pertenecientes a la raza «Lebanese» de cola grasa. Cuando analizó sus datos, encontró tres distintos grupos de ovejas, según el contenido de sodio en los eritrocitos; sin embargo cuando sus valores los representó en unos ejes de coordenadas, disponiendo la concentración de sodio de los eritrocitos en el eje de abscisas y la concentración de potasio, en el eje de ordenadas, aparecieron cuatro grupos. Estos grupos los denominó Ke  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  (figura 1), aun cuando dos de los grupos fueron muy variables.

Hallman y Karvonen (1949) trabajando con ovejas de raza «Finesa» obtuvieron datos que hicieron sugerir que todos los eritrocitos eran del tipo Ke  $\gamma$ . A este respecto hicieron la observación de que los valores obtenidos por ellos, para esta raza ovina, no concordaban con los datos aportados por Abderhalden en 1898, ya que las ovejas estudiadas por este autor había que incluirlas dentro del grupo Ke  $\alpha$ . Denton, Mc Donald y Simon (1951) encontraron que el «merino Australiano» dio una media para la concentración de potasio en los eritrocitos de 10 m-equiv/l.

\* Trabajo realizado gracias a la ayuda recibida de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de la Presidencia del Gobierno. (III Plan de Desarrollo).

\*\* Departamento de Genética y Mejora, Facultad de veterinaria, Zaragoza.

\*\*\* Laboratorio de Grupos sanguíneos, C. S. I. C. Instituto de zootecnia, Córdoba.

Recibido para publicación el 19-11-75

A una conclusión similar llegan Harris y col. en 1952. Karvonen y Leppanen (1952) a partir de sangre procedente de las razas ovinas «finesa» y «británicas», obtuvieron valores que hacían caer a la raza «finesa» dentro del grupo  $Ke\gamma$  y a las razas «británicas» dentro de los grupos  $Ke\beta$  y  $Ke\alpha$ . Bernstein (1954) encontró que había considerablemente más variación en la concentración de sodio y potasio en los eritrocitos de las ovejas que en los de otros animales que él examinó. Asimismo usando 18 ovejas de raza «South African Merino» obtuvo concentraciones de potasio y sodio que no parecían encajar en ninguno de los cuatro grupos de Kerr.

La determinación por Evans (1954) de la concentración de potasio y sodio en la sangre integral de un número de ovejas pertenecientes a las razas «Scottish Blackface» y «North Country Cheviot», no sugirió más que la existencia de dos de los grupos de Kerr, ( $Ke\alpha$  y  $Ke\gamma$ ) denominando a los dos grupos que se podían distinguir en estas razas, mediante análisis de la sangre completa, como HK (alto potasio) y LK (bajo potasio). Widdas (1954), trabajando con ovejas de la raza, «Wlesh Mountain» también pudo demostrar una similar bimodalidad en esta raza si bien la concentración media de potasio, para los más elevados de estos grupos, estaba más cerca del grupo  $Ke\beta$  que del  $Ke\gamma$ ; el segundo grupo concordaba con el  $Ke\alpha$  (cuadro I).

Posteriormente Evans (1956, 1961a, 1961b), Evans y col. (1955, 1957, 1958, 1961) y Meyer (1963) entre otros, confirman la distribución bimodal de los valores de potasio eritrocitario, llegándose a la conclusión de que dicha distribución de valores está gobernada por la presencia de un par de alelos en un «locus», siendo el gen para HK recesivo frente al LK, aun cuando esta relación de dominancia sea del tipo incompleto.

En este mismo sentido, nos ha llamado la atención que en la mayoría de los trabajos, cuando se estudia la distribución del K en los eritrocitos de distintas razas ovinas, y se analizan las diferencias génicas existentes entre aquéllas, respecto a este gen dialélico, se hace referencia intrínseca o sistemáticamente a los valores de Na eritrocitario, basándose en el hecho del balance Na/K existente en los eritrocitos de los mamíferos (Bernstein, 1954).

Así Kerr (1937) distribuye los eritrocitos de las ovejas en cuatro grupos, según su contenido en Na y K. Evans y King (1955) comentan que, en los eritrocitos de las ovejas, la concentración de sodio varía inversamente con la concentración de K y que el balance entre el sodio y po-

tasio eritrocitarios podía ser sustancialmente modificado por una simple diferencia génica. Evans (1957) posteriormente confirma la distribución de Na y K en unas 80 ovejas de la raza «Scottish Blackface», 30 de la raza «Romney Marsh», 21 de la raza «Cheviot» y 25 de la raza «merina» (figuras 2 y 3), si bien especifica solamente los valores de K eritrocitarios. Turner (1961) analiza igualmente el balance de sodio/potasio, aunque sólo presenta los valores referidos al catión K, cuando estudia tres ecotipos de la raza merina, y los dos cationes (K y Na) cuando estudia los cambios de concentración en los eritrocitos de corderos desde el nacimiento a los 98 días.

Meyer (1963) realizando estudios sobre Na y K en sangre total, encuentra en ovejas HK una concentración en Na menor que en los animales LK, con lo que confirma las observaciones de Evans (1957) acerca de la correlación negativa entre las concentraciones de K y Na en sangre, si bien cuando analiza los resultados de la concentración de Na en sangre total de ovejas LK, encuentra una correlación positiva entre el Na y K.

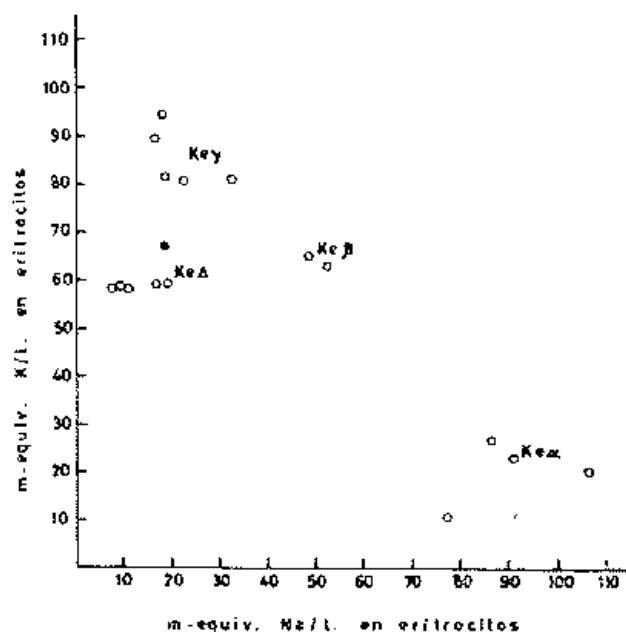


Figura 1. Concentraciones de potasio y sodio en glóbulos rojos de ovejas Lebanese de cola grasa (según Evans, 1957)

CUADRO I. Valores de las concentraciones de potasio y sodio en glóbulos rojos obtenidos por varios investigadores (m-equiv./l.), según Evans, 1957

Investigadores	N.º de animales examinados	RAZA	Tipos de Kerr (Fig. 1)	Concentración media en glóbulos rojos	
				K (m-equiv./l.)	Na (m-equiv./l.)
* Abderhalden (1895)	2	?	Ke $\alpha$	20,7	106,8
* Kerr (1937)	4	Lebanese cola grasa	Ke $\alpha$	20,0	90,5
	2	Lebanese cola grasa	Ke $\beta$	63,2	50,2
	5	Lebanese cola grasa	Ke $\gamma$	84,9	21,5
	5	Lebanese cola grasa	Ke $\delta$	57,5	12,9
Hallman & Karvonen (1949)	5	Finnish	Ke $\gamma$	91,0	29,2
Denton et al. (1951)	?	Merino	Ke $\alpha$	10,0	112,0
Harris et al. (1952)	3	Merino	Ke $\alpha$	9,3	106,0
Karvonen & Leppanen (1952)	3	Clun Forest			
		Dorset Horn	Ke $\alpha$	19	114
		Cheviot			
	1	Scottish cara negra	Ke $\beta$	70	60
	1	Finnish	Ke $\gamma$	87	34
* Bernstein (1954)	18	Merino	Ke $\gamma$	33	70
Widdas (1954)	14	Welsh Mountain	Ke $\alpha$	16,8	95
	8	Welsh Mountain	Ke $\beta$	68	55

\* Convertidos a m-equiv. K o Na/l. en glóbulos rojos, de los datos originales de cada autor.

Estas afirmaciones aparentemente contradictorias, la escasa información que hemos encontrado en cuanto a la distribución del Na eritrocitario en el ganado ovino, la posibilidad de poder distribuir los eritrocitos ovinos en los cuatro grupos de Kerr y finalmente el intentar estudiar su determinismo genético, han sido las motivaciones que nos han inducido a abordar el presente trabajo, en el que vamos a ocuparnos de las concentraciones de sodio y potasio en los eritrocitos de distintas razas ovinas españolas, a fin de analizar si la concentración de sodio se comporta como la del potasio eritrocitario, con base a las correlaciones encontradas y comentadas anteriormente.

#### *Material animal utilizado.*

El número y origen del material animal utilizado se resume en el cuadro II. Para obtener muestras representativas de cada raza y ecotipo, hemos preferido basarnos en las explotaciones ganaderas, en vez de acudir a matadero, porque de esa forma hemos tenido garantizado el origen. Cuando se ha podido, como ha ocurrido en la mayoría de los casos, hemos obtenido muestras de dos o más rebaños; en caso contrario sólo hemos analizado los animales integrados en un rebaño. Los animales analizados han sido ovejas que oscilaban entre 2-5 años, excepto los pertenecientes al rebaño II del ecotipo «Monegrina» de la raza «rasa aragonesa» que se trataba de hembras de 1 año aproximadamente, y los del rebaño I de la raza «lacha», que eran todos machos adultos.

#### *Criterios de elección de la metodología laboratorial.*

Ponder (1948) estableció que el método de obtención, manejo y almacenamiento de la sangre integral o total influye enormemente sobre el contenido en sodio o potasio de los eritrocitos, y que el paso de potasio y sodio dentro o fuera de los eritrocitos depende de la glicolisis celular (Maizels, 1975; Bernstein, 1953). En este sentido los eritrocitos suspendidos en plasma heparinizado son casi perfectos osmómetros, presentándose por ello un libre intercambio de K (Solomón 1952).

Por todo ello ha interesado tipificar la metodología utilizada, si tenemos en cuenta además que no hay uniformidad de criterios en este aspecto. Así Evans (1957) afirma que el almacenamiento de sangre total no diluida, durante 24 horas, no altera las concentraciones de Na y K,

si bien en ese mismo trabajo los análisis de los citados cationes los realiza dentro de las dos primeras horas de la extracción de sangre. Meyer (1963) aconseja que la sangre debe analizarse sin sobrepasar el límite de 4-6 horas desde su recogida. Small (1973) comenta que para evitar las modificaciones que se pueden originar en las concentraciones de estos electrolitos en plasma, los análisis deben realizarse dentro de la primera hora desde el momento de recogida de la muestra.

Si consideramos, por otro lado, que para recoger muestras de sangre de las ovejas pertenecientes a las razas y ecotipos especificados en el cuadro II y que están repartidas por toda la geografía nacional, nos hemos tenido que desplazar a distancias de hasta 800 Km, ha de comprenderse la imposibilidad de poder realizar los análisis laboratoriales dentro de los cómputos de tiempo establecidos por los autores citados anteriormente. Por ello y a fin de que el intervalo de tiempo transcurrido entre la extracción de sangre y el análisis laboratorial no pudiera representar un importante factor de variación, todos los análisis se realizaron entre las 8-12 horas después de la extracción de la sangre, aparte de que como dice Evans (1957), la variabilidad que pueda encontrarse no se podrá explicar por simples variaciones en la técnica (Zarazaga y col., 1974).

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de la vena yugular, con trócar; y su recogida, en tubos de cristal de 15 ml, utilizando como anticoagulante solución de heparina.

Las concentraciones de Na y K en los eritrocitos se calcularon por diferencia, utilizando las concentraciones de Na y K, expresadas en m-equiv./l., de la sangre total, plasma y el valor hematocrito de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C_e^+ = \frac{C_{si}^+ \times 100 - C_p^+ (100 - V. H. \%)}{V. H. \%} \text{ en donde}$$

$C_e^+$  = concentración de los cationes Na o K en eritrocitos.

$C_{si}^+$  = » » » » » en sangre total.

$C_p^+$  = » » » » » en plasma sanguíneo.

V. H. = valor hematocrito.

El proceso analítico seguido fue el siguiente:

— Determinación del valor hematocrito, por el método del «microhematocrito», sometiendo la sangre, en tubos capilares de microhematocrito adecuados, a 11.000 r. p. m. durante 5 minutos.

— Dilución de la sangre total con agua destilada a 1: 500, para el Na, para lo cual se diluía 0,1 ml de sangre en 50 ml de agua destilada; y a 1:200 para el K, para lo cual se diluía 0,1 ml de sangre en 20 ml de agua destilada.

— Separación del plasma, mediante centrifugación durante 15 minutos, a 3.000 r. p. m. a fin de evitar hemolisis eritrocitarias que pudieran colorear el plasma.

— Dilución del plasma con agua destilada a 1: 200 para el Na, para lo cual se diluía 0,1 ml de plasma en 20 ml de agua destilada; y al 1:75 para el K, para lo cual se diluía 1 ml de plasma en 75 ml de agua destilada.

— Lectura del sodio y potasio contenidos en la sangre total y plasma diluidos, mediante la técnica de la fotometría de llama, utilizando el fotómetro del Dr. B. Lange. La solución patrón de Na contenía 4 mg de Na en 100 ml de disolución; y la solución patrón de K contenía 1 mg de K en 100 ml de disolución.

### *Resultados*

#### *1. Distribución de los valores de Na en el material animal utilizado.*

En el cuadro III hemos resumido, para las razas y ecotipos estudiados, los valores encontrados de Na en sangre total y plasma y los cálculos de Na eritrocitario, en los parámetros especificados ( $\bar{x}$ ,  $S\bar{x}$ , S y C. V.), además de reflejar la amplitud de variación que, para dichos valores, se han observado.

En principio pueden llamar la atención los diferentes rangos de los valores de Na en sangre total, plasma y eritrocitos, (cuadro IV). Sin embargo no ha de extrañar si destacamos que la medida bioquímica que hemos utilizado ha sido la de m-equiv. de Na/l. de sangre, plasma, eritrocitos; que la distribución de Na que hemos encontrado en la sangre de los ovinos utilizados ha sido del orden de un 17 p. 100 en eritrocitos y 83 p. 100 en plasma, y que el Na en plasma está considerado como una constante sanguínea, motivos biológicos que justifican los rangos de pequeña magnitud del Na en sangre total y plasma y el rango tan elevado proporcionalmente del Na eritrocitario, lo que explica igualmente la desigualdad encontrada para los parámetros de dispersión calculados (S. y C. V.) en la sangre total, plasma y eritrocitos.

En los cuadros V, VI y VII se distribuyen los valores de Na encontrados, en clases con sus frecuencias correspondientes a fin de poder estudiar en un principio dichas distribuciones.

Con este mismo fin, en la figura 4 hemos representado los histogramas de frecuencias, a partir de las frecuencias totales, relativos a los valores de Na en eritrocitos (A) y sangre total (B). La observación de la distribución de los valores de Na eritrocitarios (figura 4 A) nos evidencia la distribución normal de valores, integrada en una «población», pero no nos confirma la presencia hipotética de dos poblaciones. A esta misma evidencia y confirmación nos lleva la observación de la distribución de los valores de Na en sangre total (figura 4 B), pues aunque su histograma de frecuencias nos evidencia dos «modas estadísticas», de ningún modo puede hablarse de dos poblaciones.

## 2. *Relaciones entre los distintos parámetros de sodio y potasio sanguíneos estudiados.*

Entre el K eritrocitario y K en sangre total, Meyer (1963) encontró una correlación de  $r=0,84$ ,  $r=0,94$  en dos distintas experiencias realizadas con 50 ovejas cada una. Esta correlación tan alta, similar a la correlación encontrada en nuestro estudio, ( $r=0,970$ ), que permite indistintamente analizar K en sangre total o eritrocitos, con el consiguiente ahorro de trabajo laboratorial, y el hecho de que, en relación con el sodio, se analicen casi sistemáticamente los valores de Na en sangre total en vez de los valores de Na en eritrocitos, nos ha llevado a calcular estos coeficientes de correlación. La correlación que hemos encontrado entre el Na en sangre total y Na en eritrocitos, realizada sobre un total de 1831 animales, ha sido la de  $r=0,630$  ( $P<0.001$ ). Esta positiva correlación, creemos debe minimizar, en cierta medida, los valores de Na en sangre total encontrados en la bibliografía, sobre todos aquellos que los intentan correlacionar con los de K en sangre integral.

Esta correlación, a nuestro modo de ver, aclara ampliamente la falta de paralelismo encontrado entre los histogramas de frecuencias del Na en eritrocitos y sangre total, y nos afirma en la idea de que los resultados de Na, desde el punto de vista de un determinismo genético, deben referirse más a los eritrocitarios que a los de sangre total, en función



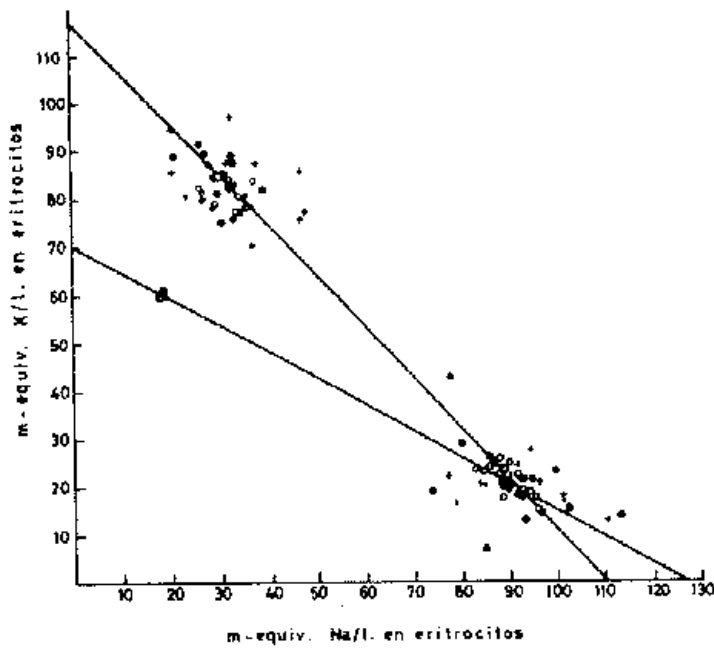


Figura 2.- Concentraciones de potasio y sodio en eritrocitos de ovejas Scottish Blackface: o, en dieta; + sacrificadas; testigo (según Evans, 1957)

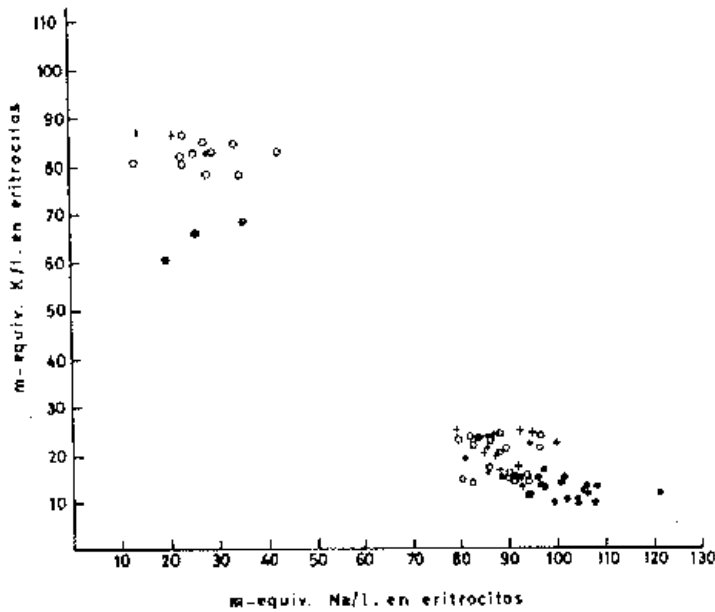


Figura 3.- Concentraciones de potasio y sodio en eritrocitos de ovejas Romney Marsh, o; Cheviot, +; y Merino (según Evans, 1957)

CUADRO II.- MATERIAL ANIMAL UTILIZADO

RAZA	ECOTIPO	REBAÑO	MUNICIPIO	PROVINCIA	Nº ANIMALES INVESTIGADOS
Manchega	Genuino	I	Corral de Almadén	Ciudad Real	84
	Idem	II	Idem	Idem	38
	Segureña	I	Hellín	Albacete	127
Talaverana	Genuino	I	Oropesa	Toledo	179
Castellana	Blanca	I	Valladolid	Valladolid	167
	Negra	I	Idem	Idem	89
Raza Aragonesa	Genuino	I	Codo	Zaragoza	37
	Idem	II	Belchite	Idem	96
	Idem <sup>1</sup>	III	Zaragoza	Idem	107
	Monegrina	I	Bujaraloz	Idem	88
	Idem	II	Zuera	Idem	83
	Ansotana	I	Melida	Navarra	54
	Roya Bilbilitana	I	Calatayud	Zaragoza	62
Churra	Tensina	I	Escarrilla	Huesca	68
	Idem	II	Idem	Idem	85
Lacha	Genuino	I	Valle Urbasa	Navarra	81
	Idem	II	Azaburu	Idem	105
Entrefina Ojalada	Turolense	I	Muniesa	Teruel	101
	Idem	II	Idem	Idem	81
	Soriano	I	Ontalvilla del Tormo	Soria	47
	Idem	II	Las Casas	Idem	29
Merina	Entrefino	I	Badajoz	Badajoz	43
TOTAL					1.831

VALLEJO *et al.*: SODIO EN SANGRE DE RAZAS OVINAS ESPAÑOLAS

CUADRO III.- Promedios y medidas de dispersión de los valores de Na eritrocitario, Na plasmático y Na en sangre total, en el material animal utilizado.

RAZA	ECLTIPO	PERCENTAJE	Na E R I T R O C I T A R I O S					Na P L A S M A T I C O					Na S A N G R E					
			AMPLITUD	$\bar{x}$	SE	S	CV	AMPLITUD	$\bar{x}$	SE	S	CV	AMPLITUD	$\bar{x}$	SE	S	CV	
VALLEJO	GENUINO	I	84	56,01-175,35	133,54	2,53	23,16	17,35	160,86-199,33	181,06	0,71	6,53	3,61	150,37-181,85	163,42	0,80	7,32	4,77
	GENUINO	II	38	72,22-169,73	137,32	3,93	24,24	17,65	159,12-180,10	170,33	0,87	5,35	3,14	145,13-173,11	160,17	1,24	7,63	4,77
	SORIANO	I	127	11,25-140,45	91,96	2,46	27,70	30,12	131,14-185,35	157,03	0,99	10,22	6,53	117,15-148,62	136,86	0,50	5,67	4,14
VALLEJO	GENUINO	I	179	5,74-145,97	72,92	2,14	23,69	39,34	132,09-174,05	157,72	0,45	5,99	3,80	115,40-181,14	134,73	0,63	8,38	6,22
	GENUINO	I	167	6,61-155,88	71,96	1,96	25,39	35,22	146,88-185,35	169,-	0,55	7,06	4,18	113,65-180,37	142,06	0,58	7,48	5,30
VALLEJO	MEDIO	I	9	47,39-141,88	107,95	2,21	20,84	19,31	125,89-180,10	143,34	1,07	10,18	7,10	99,66-159,72	130,54	0,97	8,84	6,77
	GENUINO	I	37	88,51-150,48	118,09	4,56	27,75	23,36	139,68-160,86	146,22	0,76	4,65	3,18	104,91-145,13	137,99	1,17	7,11	5,15
	GENUINO	II	96	69,64-181,73	120,28	2,51	24,60	20,45	169,61-202,86	185,35	0,68	6,67	3,60	145,13-188,84	155,36	0,79	7,78	4,70
VALLEJO	GENUINO	III	107	41,55-189,84	134,35	3,48	35,97	25,78	164,36-227,31	209,53	0,93	9,63	4,60	145,13-204,58	183,37	1,31	13,56	7,40
	GENUINO	I	88	25,35-176,02	108,32	3,74	35,04	32,35	159,12-182,34	179,15	0,61	5,73	3,20	125,69-180,10	157,43	1,13	10,64	6,76
	GENUINO	II	83	65,23-187,03	134,10	2,88	26,22	19,56	176,69-204,58	190,36	0,66	6,61	3,16	145,13-180,59	172,43	0,99	9,04	5,24
VALLEJO	GENUINO	I	54	22,31-221,37	143,07	6,35	46,63	32,50	188,84-243,95	223,87	1,68	12,45	5,61	162,61-229,06	197,95	2,34	17,32	8,75
	GENUINO	I	62	16,01-148,32	88,54	4,82	37,92	42,83	127,64-188,84	152,54	1,61	12,65	8,29	108,96-161,26	134,96	1,61	12,68	9,39
VALLEJO	GENUINO	I	68	14,41-186,60	99,60	4,93	39,45	39,61	162,63-206,33	198,98	1,12	8,07	4,75	138,13-190,59	161,36	1,45	11,60	7,19
	GENUINO	II	85	10,50-177,33	86,21	4,87	36,84	42,73	166,11-234,31	216,61	1,15	10,37	4,79	129,39-194,09	176,16	1,16	10,49	5,96
VALLEJO	GENUINO	I	81	10,91-186,30	111,44	5,-	45,04	40,42	159,12-237,80	203,85	1,65	14,83	7,28	148,62-192,34	179,06	0,92	8,27	4,62
	GENUINO	II	105	17,23-148,08	86,57	3,03	31,06	35,67	125,13-171,36	147,53	1,09	11,20	7,59	104,60-152,54	131,86	0,68	6,92	5,25
VALLEJO	TURULENSE	I	101	51,90-216,44	121,63	2,86	28,76	23,64	148,62-194,09	178,66	0,83	8,36	4,63	132,89-188,84	160,78	0,86	8,66	5,38
	TURULENSE	II	61	21,44-140,76	95,80	1,13	32,28	33,70	111,90-157,37	137,39	0,95	7,44	5,41	95,88-143,82	125,39	1,32	10,33	8,24
	SORIANO	I	47	66,55-175,60	114,02	3,99	27,38	24,91	157,37-192,34	174,82	0,97	6,62	3,79	139,63-180,10	157,49	1,11	7,63	4,85
VALLEJO	SORIANO	II	29	81,80-169,12	134,18	6,12	32,97	24,57	164,36-185,35	176,72	1,01	5,43	3,67	134,64-178,35	163,88	2,18	11,75	7,17
	GENUINO	I	43	25,23-102,18	67,70	2,85	18,70	27,62	151,87-176,67	166,15	0,93	6,07	3,65	108,41-146,88	130,65	1,06	6,95	5,32

CUADRO IV.—Rangos de la amplitud de variación de los valores de Na eritrocitario, plasmático y sangre total, en el material animal utilizado.

Raza	Ecotipo	Rebaño	Na eritrocitos	Na plasma	Na sangre total
Manchega	Genuino	I	119,34	38,47	31,48
	Idem	II	97,51	20,98	27,98
	Segureña	I	127,20	54,21	31,47
Talaverana	Genuino	I	140,23	42,76	65,74
Castellana	Blanca	I	149,27	38,47	66,72
	Negra	I	94,49	54,21	59,62
Rasa Aragonesa	Genuino	I	61,97	20,98	40,22
	Idem	II	112,09	33,25	43,71
	Idem	III	157,29	62,95	59,45
	Monegrina	I	150,67	33,22	54,21
	Idem	II	121,80	27,98	45,46
	Ansotana	I	199,06	54,21	66,45
	Roya bilbilitana	I	132,31	61,20	52,30
Churra	Tensina	I	172,19	48,72	52,46
	Idem	II	166,83	68,20	64,70
Lacha	Genuino	I	175,39	78,68	43,72
	Idem	II	130,85	46,23	47,94
Ojalada	Turolense	I	164,54	45,47	55,95
	Idem	II	119,82	45,47	47,94
	Soriano	I	109,05	34,97	20,22
	Idem	II	87,80	20,99	43,71
Merina	Genuino	I	76,96	22,80	38,47

además de la variabilidad que hemos observado en los valores de Na en en plasma (figura 5).

Efectivamente, los cationes Na y K están considerados como constantes bioquímicas, pero así como los valores de K en plasma varían muy poco (Vallejo, 1974), los de Na en plasma varían tan ampliamente, como puede observarse en la figura 5, que creemos pueden modificar en una medida similar los valores de Na en sangre total, máxime cuando la correlación entre el Na en plasma y Na en sangre total es  $r = 0,855$  ( $P < 0,001$ ).

En cambio si analizamos la fórmula de cálculo del Na eritrocitario, podremos observar que éste es función del Na en sangre total, Na en plasma y V. H. Como el coeficiente de correlación calculado por nosotros entre Na eritrocitario y valor hematocrito es  $r = 0,279$  ( $P < 0,001$ ) y entre Na eritrocitario y Na en plasma es  $r = 0,174$  ( $P < 0,001$ ), podemos concluir que dicho valor de Na eritrocitario es, en cierta medida, independiente de los valores de V. H. y Na plasmático, a los efectos que estamos comentando, lo cual es ciertamente interesante.

En este mismo orden de cosas, la correlación que hemos encontrado entre los valores de Na y K eritrocitarios es la de  $r = 0,167$  ( $P < 0,001$ ). Esta correlación, que difiere de la encontrada por Evans (1957), tampoco ha de extrañar pues si bien se habla de una correlación negativa entre el Na y K, esto es cierto a nivel de membrana, a nivel de «bomba de sodio», pero no tiene por qué ser cierto a nivel celular como puede deducirse de los coeficientes hallados, aparte de que esta correlación puede deberse igualmente a no encontrarnos con una paralela población de potasio HK, como comentamos más adelante.

Esto mismo lo parece confirmar el coeficiente de correlación que hemos encontrado entre el Na y el K en sangre total, que ha sido el de  $r = 0,488$ , y entre el Na y K plasmáticos que ha sido  $r = 0,261$ , y que sugieren conjuntamente una cierta independencia entre el Na y K a nivel intracelular, con excepción naturalmente de los cambios que se produzcan a nivel de membrana, para regular junto con el anión  $\text{Cl}^-$  los balances hídrico, acidobásico y la presión osmótica.

La figura 6 en la que disponemos las medias, por razas y ecotipos de Na expresados en m-equiv./l. en el eje de abscisas y las medias de K igualmente expresadas en m-equiv./l., en el eje de ordenadas, tanto en

sangre total (figura 6.A) como en eritrocitos (figura 6.B), nos evidencia, en el mismo sentido, estas consideraciones, que si bien parecen estar en desacuerdo con la afirmación de Evans (1957), al encontrar en nuestro estudio una correlación  $r = 0,167$ , creemos se debe a estar en presencia únicamente de animales LK, motivo por el que nuestras conclusiones, a este respecto, son similares a las mantenidas por Meyer (1963) y referidas a Na/K en sangre total ( $r = 0,488$ ), que también encontró una correlación positiva entre el Na y K en sangre total para animales de tipo LK, si bien esta afirmación, cuando se refiere a Na/K en eritrocitos pierde precisión, como hemos visto más arriba.

### *Discusión.*

Así como mediante el análisis de sangre en una población de ovinos, se pueden distinguir dos tipos de animales, basándose dicha separación en una distribución bimodal de potasio y sodio dentro de los eritrocitos de esta especie animal (Evans, 1954; Evans y Mounib, 1956), nosotros no hemos podido distinguir estos dos tipos, aun cuando lo hayamos intentado, a partir de una posible distribución, cuando menos bimodal, del Na eritrocitario, ya sea debido a nuestro método analítico seguido o al hecho de que en las poblaciones ovinas estudiadas no se encuentran dichos tipos ovinos.

Si quisiéramos, siguiendo las orientaciones de Kerr (1937), distribuir o clasificar las poblaciones ovinas en los tipos especificados por este autor, no cabe duda que podríamos distribuir las, como lo hemos anotado, con interrogaciones, en el cuadro V, aunque los valores de Na eritrocitario encontrados por nosotros sean más elevados. Sin embargo nos resistimos a hacerlo por varias consideraciones:

Creemos que intentar establecer «tipos genéticos ovinos» con arreglo a un carácter, ya sea K o el Na eritrocitarios, basándose para su estudio en 16 animales, hoy día es aventurado, aun cuando en el momento de su publicación (1937) fue un hallazgo positivo.

En ese mismo trabajo (Kerr 1937) parece evidenciarse una relación negativa entre los valores de Na y K eritrocitarios, y analizando nuestros datos de Na y K, en ningún caso para los valores de Na de los supuestos tipos Na  $\beta$  y  $\gamma$  hemos encontrado los paralelos valores que da de K eritrocitario, tan elevados.

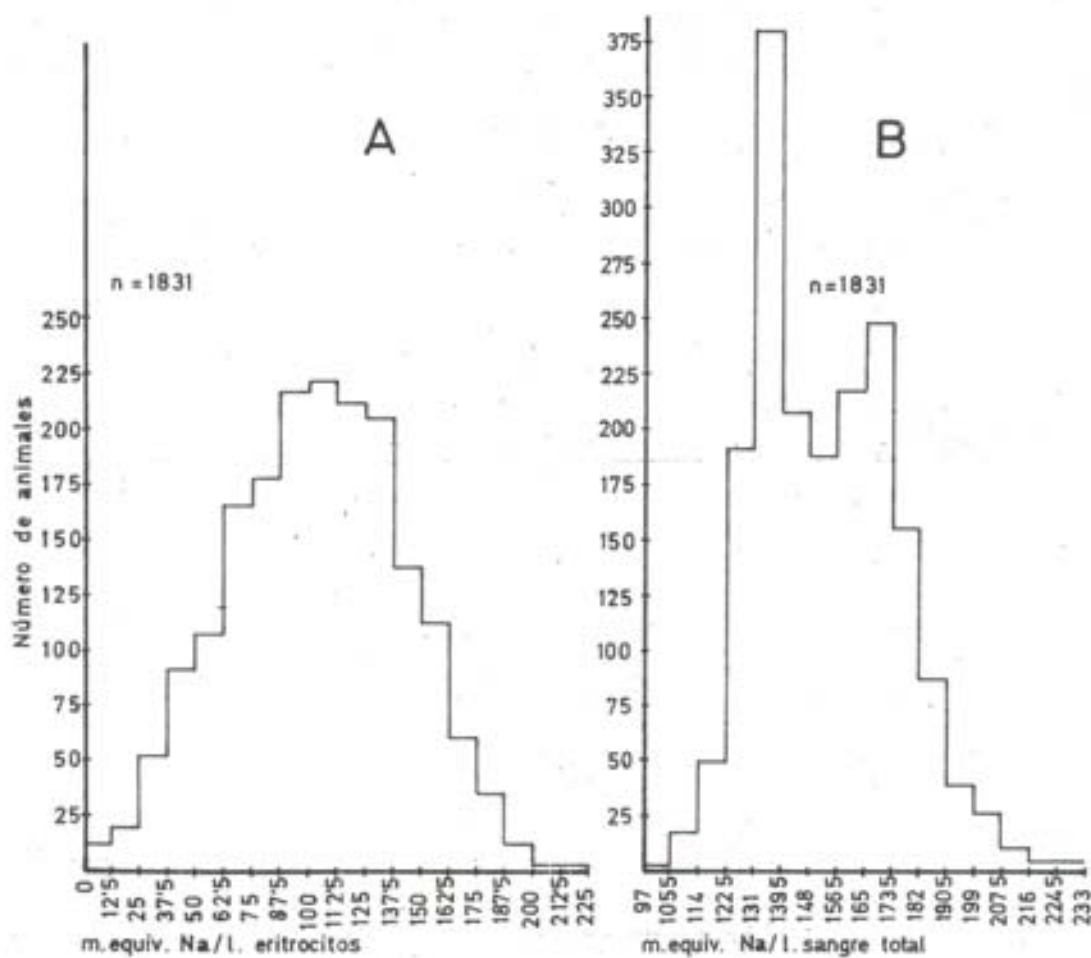


Figura 4. Distribución de los valores de Na en eritrocitos (A) y sangre total (B) de todos los animales investigados.

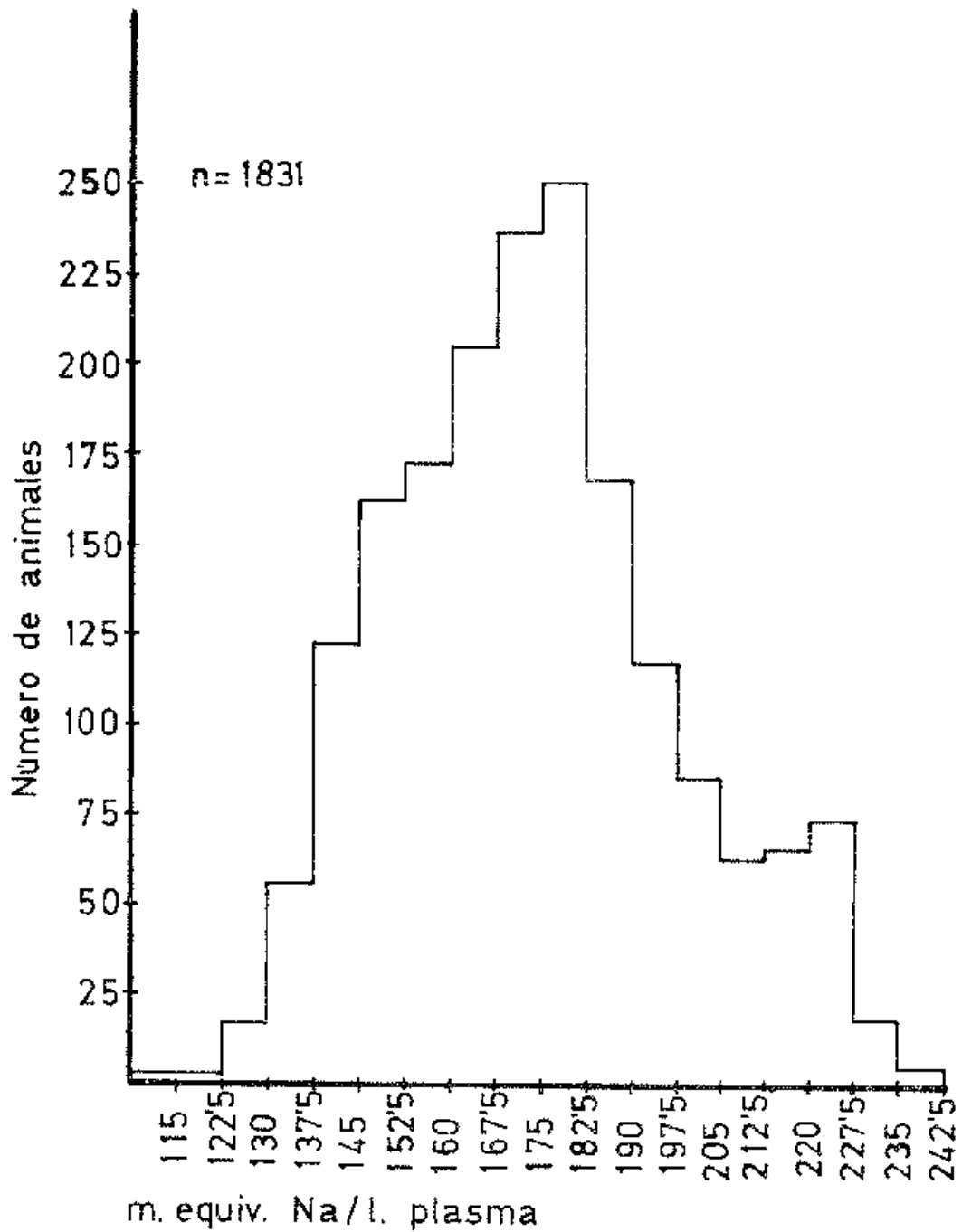


Figura 5. Distribución de los valores de Na en plasma sanguíneo, de todos los animales investigados.



CUADRO V.- Na eritrocitaria (m-equiv./l.): Distribución de frecuencias, según clases, según razas en el material animal utilizado.

Clases Raza	Num. Total	A				B				C				D					
		0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200	212,5
Manchega	122	-	-	-	-	1	2	2	2	17	15	22	19	35	6	1	-	-	-
Segureña	127	-	2	3	7	10	8	22	20	21	20	11	3	-	-	-	-	-	-
Talaverana	179	5	3	10	22	23	34	25	23	20	9	3	2	-	-	-	-	-	-
Castellana	167	1	1	14	16	23	39	33	23	9	3	2	1	2	-	-	-	-	-
Negra	82	-	-	-	1	3	2	6	14	19	24	15	3	-	-	-	-	-	-
Raza Aragonesa	240	1	-	1	1	1	5	15	23	26	40	45	30	22	15	7	3	-	-
Monegrina	171	-	-	2	5	2	8	8	13	29	24	24	19	18	14	5	-	-	-
Ancetana	54	-	1	-	-	3	1	1	6	2	4	5	6	4	4	8	4	3	2
Roya	62	-	3	3	9	3	5	5	8	7	5	8	6	-	-	-	-	-	-
Cjarra	153	3	5	4	8	13	13	16	23	22	10	8	12	5	2	3	-	-	-
Lacha	186	2	3	8	12	10	14	24	25	21	19	18	13	5	6	-	-	-	-
Ojalada	162	-	1	2	3	9	10	10	19	16	27	37	15	7	3	3	-	-	-
Sarriana	76	-	-	-	1	-	3	3	12	10	13	6	8	9	8	1	-	-	-
Merina	43	-	-	4	5	6	13	8	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	1831	12	14	51	90	107	166	176	216	221	213	265	187	107	58	34	17	3	2

CUADRO VI.-Na en sangre total (m.equiv./l.): Distribución de frecuencias, según clases en el material animal utilizado.-

Clases Raza	Ecoritipo	Num. Total	88,5		97		105,5		114		122,5		131		139,5		148		156,5		165		173,5		182		190,5		199		207,5		216		224,5	
			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		
Marcega	Genuino	122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Marcega	Segureña	127	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	13	-	75	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Talaverana	Genuino	139	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	42	-	86	-	32	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Castellana	Blanca	167	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	28	-	78	-	58	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Castellana	Negra	89	-	-	-	-	-	3	-	-	-	28	-	37	-	10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Raza Aragonesa	Genuino	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Raza Aragonesa	Nonnegrina	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Raza Aragonesa	Arsotana	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Raza Aragonesa	Roya	62	-	-	-	-	-	-	5	-	-	9	-	14	-	7	-	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Churra	Tensina	153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2	-	24	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Churra	Genuino	185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	35	-	6	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ojalada	Turrolense	162	2	-	-	-	-	7	-	-	-	14	-	19	-	17	-	8	-	27	-	29	-	35	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ojalada	Soriano	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	25	-	22	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Merina	Entrefino	43	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	9	-	25	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTALES		1831	2	4	17	49	189	381	207	186	217	249	155	91	39	26	10	5	4																	

El que no hayamos encontrado una distribución bimodal para el Na eritrocitario, parece estar relacionado con el hecho de que tampoco hemos encontrado, en los animales analizados, una distribución bimodal de K, por lo que nuestras razas ovinas españolas deben encuadrarse dentro del tipo LK, con una frecuencia nula o muy baja de animales HK en la mayoría de los ecotipos y razas estudiadas (Vallejo y col., 1974).

Como la representación, mediante histogramas de frecuencias, de los valores de Na en eritrocitos y sangre total a partir de los valores especificados en los cuadros V y VI respectivamente, nos puede dar una imagen gráfica más precisa de estas distribuciones, en la figura 7 hemos construido los histogramas de frecuencias de Na en eritrocitos y sangre total para cada una de las razas y ecotipos estudiados.

Analizando los histogramas relativos a los valores de Na eritrocitario (figura 7: A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, O,) puede llegarse a la conclusión de que en ninguna de las razas y ecotipos estudiados puede observarse una distribución bimodal, hecho que confirma lo afirmado anteriormente respecto a la presencia de una única distribución de valores.

En cambio cuando se analizan los histogramas relativos a los valores de Na en sangre total (figura 7: A', B', C', D', E', F', G', H', J', K', L', M', N', O',) y nos detenemos en los histogramas L' y M' pertenecientes a la raza «Lacha» y al ecotipo «turolense» de la agrupación «Ojalada», podría afirmarse que nos encontramos en presencia de dos distribuciones bimodales de Na en sangre total, detalle que podría invalidar la afirmación general. Sin embargo, en la realidad no existe tal distribución bimodal: en ambos casos las dos poblaciones son, asimismo, dos rebaños distintos, aun cuando pertenecientes al mismo ecotipo o raza.

Cuando se estudió la raza «Lacha», se extrajeron muestras procedentes de los rebaños I y II. En el rebaño I los valores de Na en sangre total oscilaron entre 97-156,55 m-equiv./l., mientras que en el rebaño II dichos valores oscilaron entre 156,5-199 m-equiv./l. Resulta pues que, en cada rebaño, sólo hay una distribución.

En este mismo sentido, los valores de Na en sangre total en el rebaño I de la agrupación «Ojalada-turolense» oscilaron entre 97-139,5 m-equiv./l. mientras que en el rebaño II, los valores se encontraban entre 148-190,5 m-equiv./l.

CUADRO VII.- Na en plasma sanguíneo (m-equiv./l.): Distribución de frecuencias, según clases en el material animal utilizado.-

Clases Raza	Escribo	Num. Total	107,5	115	122,5	130	137,5	145	152,5	160	167,5	175	182,5	190	197,5	205	212,5	220	227,5	235	242,5	
			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Manchega	Genuino	122	-	-	-	-	-	-	1	14	32	49	19	6	1	-	-	-	-	-	-	-
	Segureña	127	-	-	-	2	6	47	31	21	18	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talaverana	Genuino	129	-	-	-	1	2	38	71	61	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castellana	Blanca	167	-	-	-	-	-	3	9	44	87	20	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Negra	89	-	-	4	21	31	15	10	7	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raza Aragonesa	Genuino	240	-	-	-	-	15	19	3	2	6	32	37	22	33	31	29	12	-	-	-	-
	Hojequina	171	-	-	-	-	-	-	1	3	7	66	43	38	13	-	-	-	-	-	-	-
	Auscotana	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	5	7	20	7	7	2	2
	Keya	62	-	-	2	3	11	17	14	8	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Churra	Tensina	153	-	-	-	-	-	-	-	3	3	12	15	26	15	13	25	36	5	-	-	-
Laohá	Genuino	186	-	-	6	11	30	19	20	15	5	3	6	17	18	16	7	6	6	1	-	
Ojalada	Turloense	162	1	1	5	19	28	6	4	5	19	37	32	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	Soriano	76	-	-	-	-	-	-	1	4	41	20	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Morina	Entrafina	43	-	-	-	-	-	-	8	18	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALES	1831	1	1	17	56	123	163	173	205	237	251	168	118	83	65	68	74	18	8	2	-

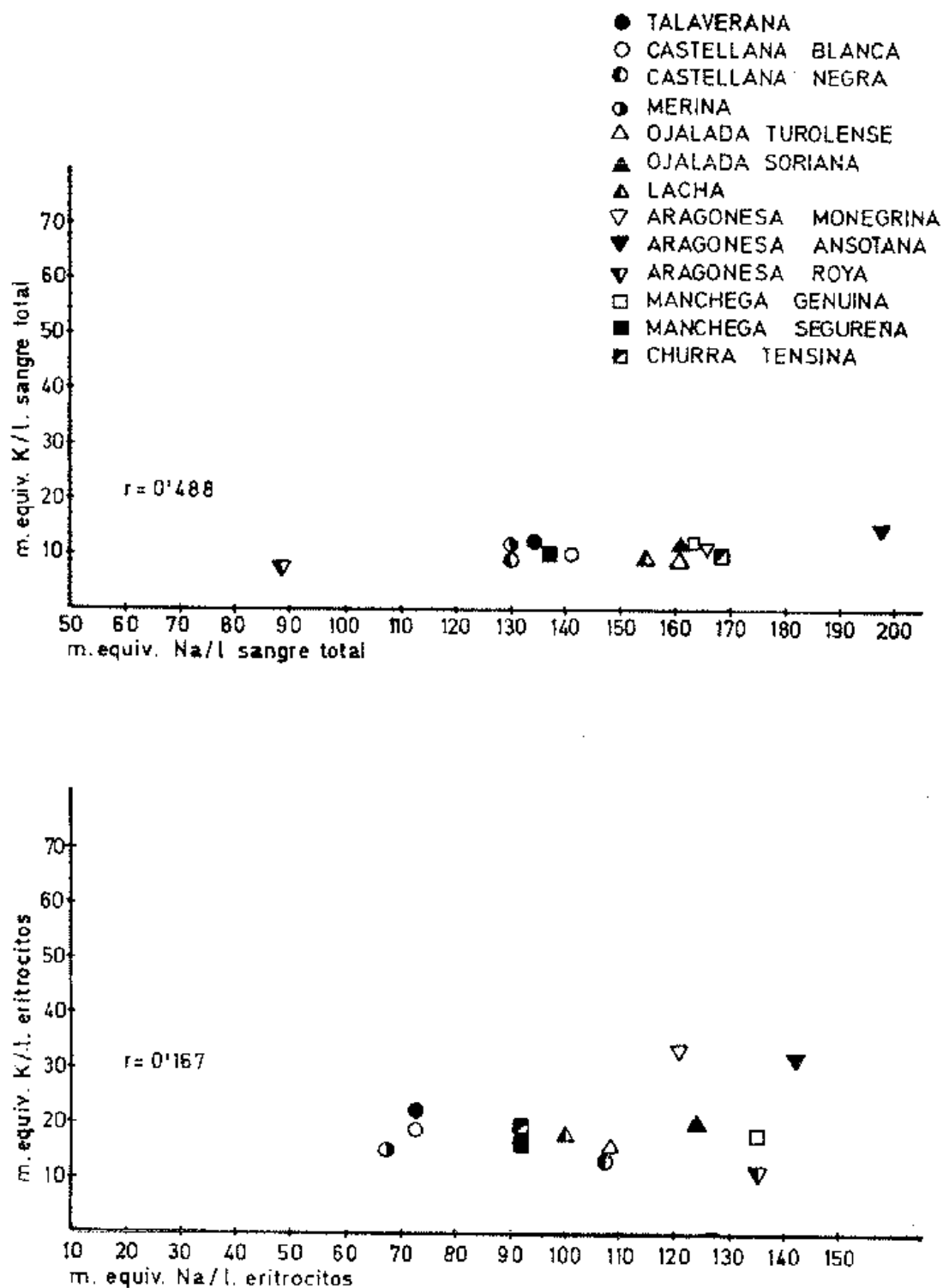


Figura 6. Concentraciones de Na y K en eritrocitos y sangre total de las razas y ecotipos ovinos estudiados.

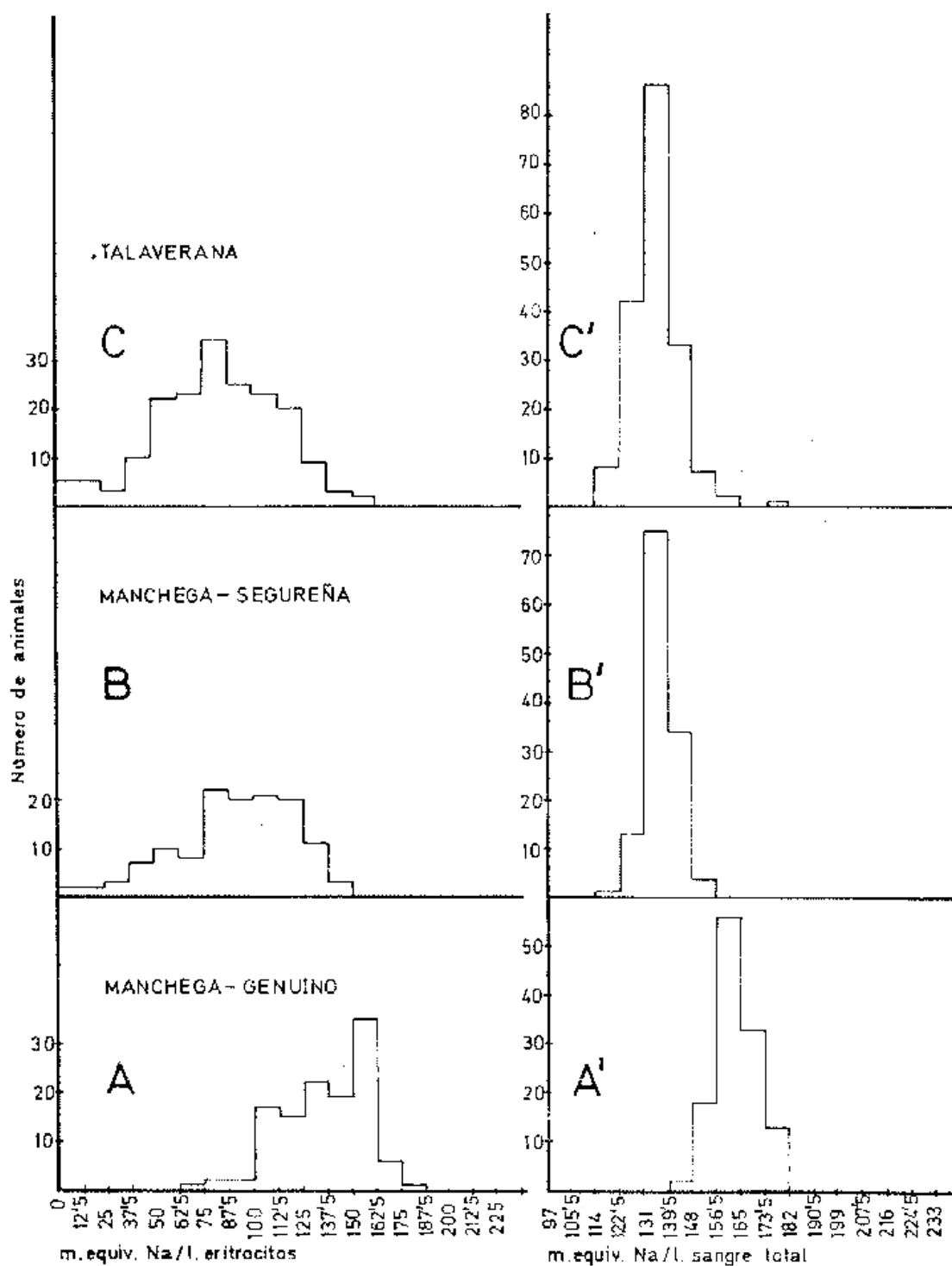


Figura 7. Distribución de los valores de Na en eritrocitos (A — 0) y sangre total (A' — 0') de cada una de las razas y ecotipos ovinos estudiados.

VALLEJO *et al.*: SODIO EN SANGRE DE RAZAS OVINAS ESPAÑOLAS

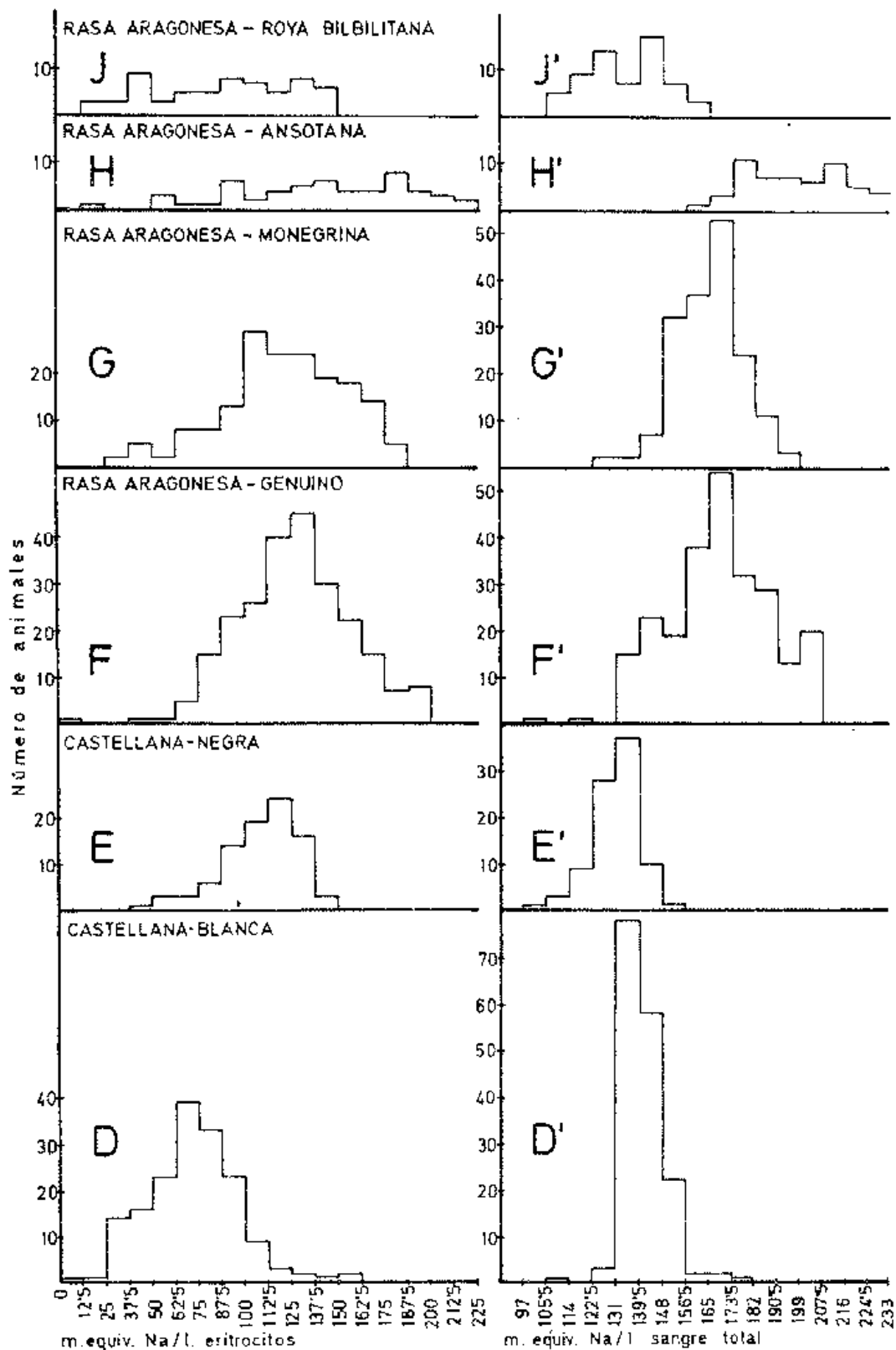


Figura 7: - Continuación -

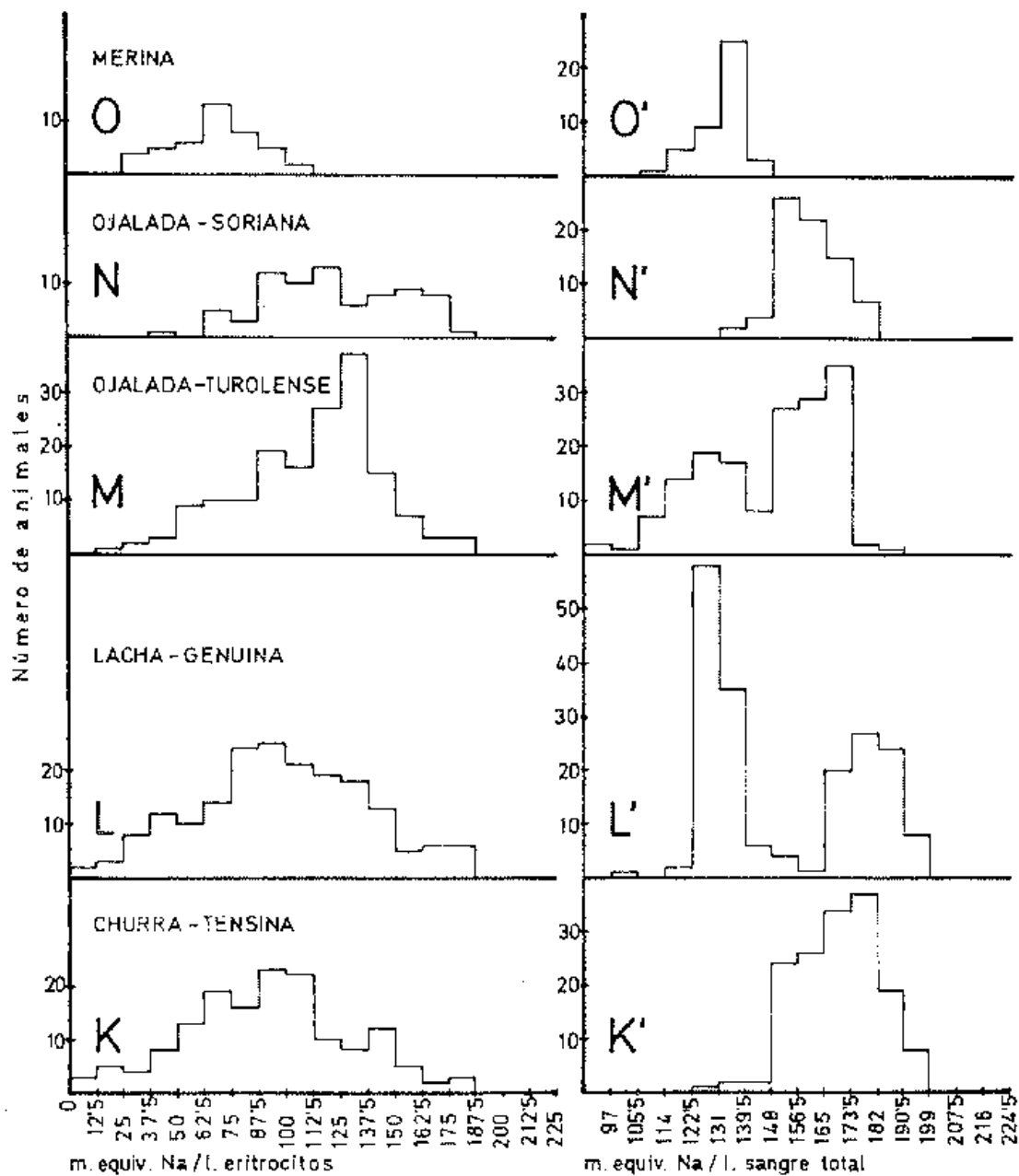


Figura 7. - Final -



Hemos de destacar además que la distribución de estos valores de Na en sangre total es paralela a la observada por los valores de Na en plasma en los 4 rebaños analizados circunstancia lógica, si recordamos que el coeficiente de correlación entre Na en sangre total y Na en plasma es altamente positiva:  $r = 0,855$ . Este hecho apoya nuestra sugerencia de que la utilización del Na en sangre total como base de clasificación de «tipos genéticos ovinos» puede conducir a una errónea clasificación de los mismos.

En otro orden de cosas, las diferencias encontradas entre las concentraciones de Na en sangre total, de los 4 rebaños comentados, no pueden pasar inadvertidas ni dejan de ser curiosas, si consideramos las circunstancias especiales de estos rebaños.

En el caso de los rebaños I y II de la agrupación «Ojalada-turolense», la situación productiva de ambos fue diferente. En el rebaño I, las ovejas a las que se extrajeron muestras, se encontraban ya vacías, ya en el primer y segundo mes de gestación; por el contrario en el rebaño II, todas las ovejas analizadas se encontraban en período de lactación, con corderos de una edad que oscilaba entre 10-15 días y 30-45 días. Quizás este distinto estado productivo haya podido influir en la tasa de Na y pueda explicar los diferentes valores de «t» obtenidos, cuando se comparan las medias de los valores de Na en los dos rebaños, mediante la prueba de significación de «t» de Student y que son los siguientes:

para el Na en sangre total,  $t = 26,28$

para el Na en plasma sanguíneo,  $t = 43,44$

para el Na en eritrocitos,  $t = 5,03$

Aunque desde el punto de vista estadístico, la diferencia entre los dos rebaños es altamente significativo ( $P < 0,01$ ) está claro que el valor de «t» para Na eritrocitario (5,03) es de un orden mucho menor que los correspondientes al Na en sangre total (26,28) o plasmático (43,44), lo que puede explicar la influencia de una mayor tasa de Na en sangre con el estado de lactación de las ovejas, y podría corroborar el distinto comportamiento estadístico-genético que pueden tener los valores de Na en sangre total y en eritrocitos.

Por lo que respecta a los rebaños I y II de la raza «Lacha», entre ellos existe una marcada diferencia: así como el rebaño I estaba total-

mente integrado por moruecos de edades que variaban entre 2 y 5 años, el rebaño II estaba integrado por ovejas adultas. La comparación de las medias de los valores de Na en los dos rebaños, mediante la «*t*» de Student dio los resultados siguientes:

para el Na en sangre total,  $t = 51,03$

para el Na en plasma sanguíneo  $t = 31,01$

para el Na en eritrocitos,  $t = 4,12$

Una vez más, aunque la diferencia entre los dos rebaños es altamente significativa ( $P < 0,01$ ), el valor de «*t*» para el Na eritrocitario (4,12) es de un orden mucho menor que el Na en sangre total (51,03) o plasmático (31,01), lo que igualmente podría explicar nuevamente la diferencia de los conceptos de Na en sangre total y eritrocitos. Este detalle induciría a pensar en la conexión que la tasa de Na en sangre podría tener con el sexo.

Esta hipótesis puede ser válida pues aunque Kidwell y col. (1959), y Turner y Koch (1961) no encontraron diferencia de la tasa de K eritrocitario entre sexos, Evans (1961) encontró que los machos tenían un K eritrocitario más elevado que las hembras, al igual que Meyer (1963) que encontró en corderos un contenido de K eritrocitario más alto en los machos que en las hembras. Aun cuando no intentemos interpolar estas afirmaciones respecto del K, con los valores de Na encontrados por nosotros, el hecho puede ser interesante.

Sin embargo no nos atrevemos a precisar las relaciones que pueden existir entre el estado productivo del animal, sexo y tasa de Na en sangre, porque dicha precisión requeriría un planteamiento experimental diferente al relacionado en el presente trabajo, motivo por el que únicamente entrevemos dicha relación a nivel de nuestros estudios.

Por otro lado creemos que no hay posibilidad de intentar por medio del contenido de Na en eritrocitos, diferenciar las razas entre sí. Si exceptuamos los rebaños I y II de la raza «Manchega» y los rebaños, asimismo, I y II de la raza «Churra, ecotipo Tensina», entre cuyas medias de concentración de Na eritrocitario no se han encontrado diferencias significativas ( $t = 1,21$ ,  $P < 0,01$  y  $t = 2,58$ ,  $P < 0,01$  respectivamente), entre los demás rebaños pertenecientes a un mismo ecotipo o raza, se han encontrado siempre diferencias altamente significativas.

Las mismas diferencias significativas hemos encontrado sin excepciones cuando hemos comparado las concentraciones de Na en sangre total o plasma.

Al comparar las razas estudiadas, entre sí, hemos podido comprobar, en algunos casos, que la diferencia encontrada entre dos rebaños de una misma raza era mayor la existente entre dos razas distintas, detalle que nos confirma la imposibilidad de poder caracterizar por este parámetro sanguíneo a las razas ovinas.

### *Resumen*

En un total de 1.831 ovinos, distribuidos en 8 razas con 14 ecotipos se estudia la distribución de Na en sangre total, plasma y eritrocitos y las concentraciones de K igualmente en sangre total, plasma y eritrocitos.

No podemos establecer dos tipos de Na eritrocitarios, paralelamente a lo que ocurre con el K eritrocitario, posiblemente porque las razas ovinas estudiadas pertenecen al tipo LK, en general. Se comenta la dificultad de poder caracterizar por el parámetro «Na eritrocitario» dichas razas.

Finalmente se estiman y discuten una serie de correlaciones entre los parámetros sanguíneos estudiados: Na sangre total; Na eritrocitario,  $r=0,630$  ( $P<0,001$ ) Na eritrocitario: V. H.,  $r=0,279$  ( $P<0,001$ ); Na eritrocitario: Na plasmático,  $r=0,174$  ( $P<0,001$ ); Na: K eritrocitarios,  $r=0,167$  ( $P<0,001$ ); Na: K en sangre total,  $r=0,488$  ( $P<0,001$ ); Na: K plasmático,  $r=0,261$ ; K sangre total: K eritrocitario,  $r=0,970$  ( $P<0,001$ ).

### *Résumé*

On étudie la distribution de Na en sang total, plasme et érythrocytes et ses correlations avec les concentrations de K même en sang total et érythrocytes, sur une totalité de 1.831, distribués les animaux tous eux en 8 races avec 14 ecotypes.

Nous n'avons pu établir deux types de Na érythrocytaire, parallèlement à ce qui arrive avec le K érythrocytaire, peut-être à cause de que les races ovines étudiées appartiennent au type LK, en général. De la même façon, nous avons analysé les rapports Na en sang total et Na

érythrocytaire, — arrivant à la conclusion de que c'est beaucoup plus mieux d'analyser les valeurs de Na érythrocytaire: au moment de préciser les nuances de distribution que ne l'est pas possible de les evidencier avec les valeurs de Na en sang total. On étudia finalement la difficulté de pouvoir caractériser les races ovines étudiées par le paramètre «Na érythrocytaire».

L'on estime et discute finalement une série de corrélations parmi les paramètres sanguins étudiés: Na sang total: Na érythrocytaire,  $r=0,630$  ( $P=0,99$ ); Na érythrocytaire: V. H.,  $r=0,279$  ( $-0,99$ ); Na érythrocytaire: Na plasmatique,  $r=0,174$  ( $P=0,99$ ); Na: Ka érythrocytaire,  $r=0,167$  ( $P=0,99$ ); Na: K en sang total,  $r=0,488$  ( $P=0,99$ ); Na: K plasmatique,  $r=0,261$ ; K sang total: K érythrocytaire,  $r=0,970$  ( $P=0,99$ ).

### *S u m m a r y*

According to the results of some authors on the distribution of Na and K in red blood cells and whole blood, in 1.831 sheep, distributed in 8 breeds with 14 ecotypes, we have studied the distribution of Na in whole blood, plasma and red blood cells, with their correlations between the K concentrations.

We cannot find two kinds of Na in red blood cells, parallelly it is the same with K in red blood cells, perhaps because the breeds studied belong to LK type, in general. In the same way, we have analyzed the relations between Na in whole blood and red blood cells and we find out the conclusion that it is more efficient to analyze the values of Na red blood cells, to specify the different details in the distribution, because it is not possible to compare them with the characteristics of Na in the whole blood.

Finally, this study has demonstrate the difficulty in characterizing the sheep's breed studied, by means of the «Na red blood cell» parameter.

Some correlations are evaluated and considered, for the parameters studied: Na whole blood: Na red blood cell,  $r=0,630$  ( $P<0,001$ ); Na red blood cell: packed red blood cells,  $r=0,279$  ( $P<0,001$ ), Na red blood cell: Na plasma,  $r=0,174$  ( $P<0,001$ ); Na: K red blood cell,  $r=0,167$  ( $P<0,001$ ); Na: K whole blood,  $r=0,488$  ( $P<0,001$ ); Na: K plasma,  $r=0,261$ ; K whole blood: K red blood cell,  $r=0,970$  ( $P<0,001$ ).

*Bibliografía*

- Abderhalden, E., 1898.—Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes. *Hoppe-Seyl. Z.* 25: 65-115.
- Bernstein, R. E., 1953.—Rates of glycolysis in human red cell in relation to energy requirement for cation transport. *Nature (Lond.)*, 172: 911.
- 1954.—Potassium and sodium balance in mammalian red cells. *Science*, 120: 459-460.
- 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.
- 1961a.—Differences in the concentration of potassium and the type of haemoglobin between strains and sexes of Merino sheep. *Austr. J. biol. Sci.* 14: 274-287.
- 1961b.—Relationship between red blood cell potassium concentration medial corpuscular fragility and haemoglobin type in Merino and Southdown sheep. *Nature*, 188: 567-568.
- Evans, J. V. & J. W. B. Kong, 1955.—Genetic control of sodium and potassium concentration in the red blood cells of sheep. *Nature (Lond.)*, 176: 171.
- Evans, J. V. and M. S. Mounib, 1957.—A survey of the potassium concentration in the red blood cells of British breeds of sheep. *J. Agr. Sci.*, 48: 433-437.
- Evans, J. V., H. Harris and F. L. Warren, s. d.—The distribution of haemoglobin and blood potassium types in British breed of sheep. *Proc. Roy. Soc. B*, 149: 249-262.
- Evans, J. V. and M. H. Blunt, 1961.—Variation in the gene frequencies of potassium and haemoglobin types in Romney Marsh and Southdown sheep established away from their native environment. *Austral. J. Biol. Sci.*, 14: 100-108.
- Hallman, N. & M. J. Karvonen, 1949.—Sodium and potassium in adult and foetal sheep erythrocytes. *Ann. Med. exp. Fenn.* 27: 221-226.
- Karvonen, M. J. and V. Leppanen, 1952.—The solubility of haemoglobin and the intracellular electrolytes of the erythrocytes of different sheep. *Ann. Med. exp. Fenn.*, 30: 14-25.

- Kerr, S. E., 1937.—Studies on the inorganic composition of blood. IV. The relationship potassium to the acid soluble phosphorus fractions. *J. Biol. Chem.* 117: 227-235.
- Kidwell, J. F., V. R. Bhomann, M. A. Wade, L. H. Hacerland, and J. E. Hunter, 1959.—Evidence of genetic control of blood —K— concentration in sheep. *J. Hered.*, 50: 275-278
- Meyer, H., 1963.—Vorkommen und Verbreitung der Blutkalium-typen bei deutschen Schafrassen. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*, 79: 161-182.
- Ponder, E., 1948.—Haemolysis and related phenomena, New York: Grune and Stratton.
- Small, L. L. and D. B. Coulter 1973.—A modified indirect method for determining erythrocyte sodium and potassium concentrations. *Clin. Chem.* 19/5: 506-510.
- Solomon, A. K., 1952.—Permeability of the human erythrocyte to sodium and potassium. *J. gen. Physiol.*, 108: 36-57.
- Turner, H. W. and J. H. Koch, 1961.—Studies on the sodium-potassium balance in erythrocytes of Australian Merino sheep. II observations in three Merino strains. *Austr. J. Biol. Sci.*, 14: 260-273.
- Vallejo, M., I. Zarazaga, E. Monge, A. Martínez, A. Rodero and R. Garzón, 1974.—Haemoglobin and potassium types in Spanish sheep breeds. Comunicación presentada en la 14th. Conference of the I. S. A. B. R. Davis, Calif., 24-28 de Junio de 1974.
- Vallejo, M., I. Zarazaga y E. Monge, 1974.—Consideraciones acerca de algunos parámetros sanguíneos ovinos. (En prensa).
- Widdas, W. F., 1954.—Difference of cation concentrations in foetal and adult sheep erythrocytes. *J. Physiol.* 125: 18.
- Zarazaga, I. M. Vallejo, A. Martínez, E. Monge, A. Rodero y R. Garzón, 1974.—Estudio de las variaciones de las concentraciones de potasio y sodio sanguíneo, en relación con el tiempo transcurrido desde la toma de muestras, con vistas a una tipificación de los factores condicionantes. X Jornadas de Genética Luso-Españolas. Livro de resumos. Faculdade de Medicina do Porto, Portugal.