

- 15) MEYER, H. (1963). Vorkommen und Verbreitung der Hamoglobin-typen in deutschen Schafrassen. *Tierzucht. Zucht Biol.*, **79** (2), 162-82.
- 16) MOSTAGHNI, K. (1979). A note on haemoglobin types and some blood minerals of goats (*Capra hircus*) in Iran. *Indian Journal of Animal Sciences*, **49**, 857-858.
- 17) NEL, M., y ROYCHOUDHURY, A. K. (1974). Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, **76**, 379-390.
- 18) NOZAWA, K.; SHINJO, A., y SOTHAKE, T. (1978). Populations genetics of farm animals. III. Blood proteins variations in the meat goats in Okinawa Island Japan. *Zeitschrift fur Tierzucht und Zuchtungsbiologie*, **95**, 60-77.
- 19) OSTERHOFF, D. R., and I. S. WARD-COX (1972). Serum polymorphism in three South African goat breeds. *XIIth, Europ. Conf. Anim. Blood Groups and Biochem. Polym.*, Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 579-582.
- 20) PEERS, F. G. (1962). Erythrocytic sodium and potassium levels in Kano brown goats. *W. Afr. J. Biol. Chem.*, **6**, 9-10.
- 21) POULIK, M. D. (1957). Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffers. *Nature*, **180**, 1477.
- 22) RASMUSEN, B. A., y J. G. HALL (1966). An investigation into the association between potassium levels and blood types in sheep and goats. *Polymorphisms biochimiques des animaux*, I.N.R.A., 453-457.
- 23) SALERMO, A.; MONTEMURRO, N., y L'AFFLITTO, A. (1968). Research on protein polymorphism in a goat population of South-Italy. *XI th. Europ. Conf. Anim. Blood Groups and Biochem. Polym.* Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 517-520.
- 24) TJANKOV, S. (1972). Polymorphism of some serum protein systems in goats. *XII th. Europ. Conf. Anim. Blood Groups and Biochem. Polym.*, Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 575-578.
- 25) TROWBRIDGE, C. L., y HINES, H. C. (1979). Amylase genetic variation of serum in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **62**, 982-984.
- 26) TUCKER, E. M., y CLARKE, S. W. (1980). Comparative aspects of biochemical polymorphism in the blood of caprinae species and their hybrids. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **11**, 163-183.
- 27) TUCKER, E. M.; SUZUKI, Y., y STORMONT, C. (1967). Three new phenotypic systems in the blood of sheep. *Vox Sang.*, **13**, 246-262.
- 28) THORUP, O.; STOLE, W. B., y LEAVELL, B. S. (1961). A methods for the localization of catalase on starch gels. *J. Lab. Clin. Med.*, **58**, 122-128.
- 29) VALENTA, M.; HYLDGAARD-JENSEN, J., y MOUSTGAARD, J. (1967). Three lactic dehydrogenase isoenzyme sistem in pig spermatozoa and the polymorphism of sub-units controlled by a third locus C. *Nature*, **216**, 506-507.
- 30) VALLEJO, M., y MONGE, E. (1977-78). Interacciones genéticas entre tipo de hemoglobina, potasio eritrocitario y valor hematocrito, en ovinos. *Anal. Fac. Vet. Zaragoza*, **11-12**, 287-299.
- 31) ZARAZAGA, I.; VALLEJO, M.; MARTÍNEZ; MONGE, E.; RODERO, A., y GARZÓN, R. (1974). Estudio de las variaciones de las concentraciones de potasio y sodio sanguíneos, en relación con el tiempo transcurrido desde la toma de muestras, con vistas a una tipificación de los factores condicionantes. *Anal. Fac. Vet. Zaragoza*, **9**, 321-334.

CATEDRA DE BIOLOGIA

(Prof. Dr. M. MARCOS)

POLIMORFISMOS BIOQUIMICOS EN RAZAS VACUNAS ESPAÑOLAS III. SAYAGUESA

P. González-Sevilla*

M. Vallejo**

INTRODUCCION

Dentro de la agrupación bovina Morenas del Noroeste se incluyen una serie de razas (Frejresa, Vianesa, Limiana, Alistana, Sayaguesa, Cachena, Caldelana) para las que no existen criterios unificados, entre técnicos y especialistas, en relación con la consideración etnológica de aquéllas como razas, ecotipos o variedades^{17, 23, 24, 36}, planteándose un problema similar al presentado en las especies ovina y caprina por diversas agrupaciones, de difícil encuadre etnológico desde el punto de vista zootécnico.

Esta situación nos ha inducido a continuar el estudio de estas razas, iniciado ya por VALLEJO *et al.*³⁹ con la raza Caldelana (aunque con un muestreo mínimo), desde la óptica de los marcadores genéticos, a fin de estructurarlas genéticamente con la intención de que la información genética suministrada por los sistemas que se investiguen pueda ser más discriminante que la derivada de las características zootécnicas y aportar, consecuentemente, conclusiones que puedan ser determinantes para la clarificación de ese inicial confusionismo o reorientar la problemática con unas metodologías más actualizadas.

MATERIAL Y METODOS

Se han analizado 138 hembras adultas y 9 machos reproductores de la raza bovina Sayaguesa, procedentes de tres de los municipios zamoranos, ubicados en la zona de Sayago (Luelmo, Torregamones y Fresnadillo), en los que se encuentra el mayor número censal de entre los animales inscritos en los Registros provisionales del Libro Genealógico y que, según los expertos, presentaban los caracteres propios del standard racial.

* Cátedra de Biología.

** Cátedra de Genética.

An. Fac. Vet. León., 1983, 29, 215-224.

La identificación fenotípica de los alelos pertenecientes a los sistemas genéticos (polimorfismos bioquímicos), hemoglobina (Hb), diaforasa (Dia), catalasa (Ct), purina nucleósido fosforilasa (NP), anhidrasa carbónica (Ca), ceruloplasmina (Cp), amilasa (Am), albúmina (Al) y transferrina (Tf) se ha realizado sometiendo las muestras (hemolizado y plasma sanguíneos) a una electroforesis horizontal sobre gel de almidón según las técnicas correspondientes^{1, 3, 13, 20, 32, 33, 34, 35}, ligeramente modificadas, para adaptarlas a nuestras condiciones laboratoriales. La concentración de potasio eritrocitario (Ke) se estudió por diferencia entre las concentraciones de K, expresadas en mEq/l, de la sangre total y plasma, con la corrección del valor hematocrito, siguiendo la metodología de KING y WOOTTON¹¹.

La estimación de las frecuencias génicas en los sistemas bialélicos dominantes NP y Ke se ha realizado por el método de la «raíz cuadrada»; en los restantes sistemas codominantes, a partir de los fenotipos observados. El grado de asociación y el relativo de aproximación genéticas inter-poblacionales se han estimado mediante el coeficiente de Pearson¹⁹ y la distancia genética de NEI¹⁸, respectivamente.

RESULTADOS

En principio debe anotarse que, de los diez marcadores genéticos investigados, sólo ocho han presentado polimorfismo, ya que los sistemas diaforasa (Dia) y catalasa (Ct) no han manifestado ninguna variabilidad electroforética, motivo por el que deben considerarse como sistemas monomórficos en la raza estudiada. Estos resultados parecen confirmar lo anotado por McDERMID *et al.*¹⁶, al afirmar que en las únicas especies ganaderas en las que se ha encontrado variación para el marcador Dia han sido la ovina y equina; en este mismo sentido se revalidan las observaciones de KRAMSER¹² y KELLY *et al.*¹⁰, quienes, en un muestreo de 75 y 800 vacunos, respectivamente, no encuentran más variación electroforética que la derivada del almacenado de las muestras, pero ninguna de tipo genético. No obstante, estas observaciones tan generalizadas, aun concordantes con las nuestras, deberán tomarse con cautela después de las investigaciones de MAKAVEEV¹⁴, demostrativas de la variabilidad genética en dichos sistemas y observada en los bovinos Holstein-Friesian, Simmental, Bulgarian buffalo, Murrah y sus cruces.

En la tabla I se resumen los fenotipos observados y esperados, las frecuencias génicas y la situación de equilibrio genético mediante el test de chi-cuadrado correspondiente, de los ocho sistemas genéticos que han mostrado variabilidad genética, pudiéndose observar que en los cinco sistemas en los que ha podido contrastarse la hipótesis de adecuación de las poblaciones al equilibrio de Hardy-Weinberg (Hb, Ca, Am, Cp y Tf) se ha evidenciado dicho equilibrio genético. Esta situación se quiere destacar porque en otras poblaciones vacunas se ha encontrado una ausencia más o menos sistemática de dicha adecuación para los sistemas Tf^{8, 30, 39}, y Am^{15, 25, 39}.

TABLA I
Número de fenotipos observados y esperados, frecuencias génicas y chi-cuadrados del equilibrio genético, en ocho sistemas genéticos de la raza bovina Sayaguesa

Sistema	Clase de fenotipo	Número de fenotipos	Frecuencias génicas	(Equilibrio)
Hemoglobina (n = 147)	Hb A	99 (101,27)	Hb ^A = 0,83	3,26
	Hb AB	47 (41,48)	Hb ^B = 0,17	
	Hb B	1 (4,25)		
Anhidrasa carbónica (n = 147)	Ca S	80 (76,21)	Ca ^S = 0,72	1,39
	Ca SF	53 (59,27)	Ca ^F = 0,28	
	Ca F	14 (11,52)		
Nucleósido fosforilasa (n = 147)	NP ^H	39 (-)	NP ^H = 0,14	(—)
	NP ^L	108 (-)	NP ^L = 0,86	
Albúmina (n = 147)	Al S	— (0,23)	Al ^S = 0,04	—
	Al SF	11 (11,29)	Al ^F = 0,96	
	Al F	135 (135,48)		
Amilasa (n = 147)	Am B	52 (51,17)	Am ^B = 0,59	0,14
	Am BC	69 (71,12)	Am ^C = 0,41	
	Am C	26 (24,71)		
Ceruloplasmina (n = 147)	Cp A	71 (76,20)	Cp ^A = 0,72	5,55
	Cp AB	27 (23,28)	Cp ^B = 0,11	
	Cp AC	43 (35,99)		
	Cp B	1 (1,78)		
	Cp BC	4 (5,50)		
	Cp C	1 (4,25)		
Transferrina (n = 147)	Tf A	38 (42,87)	Tf ^A = 0,54	3,31
	Tf AD1	17 (15,88)	Tf ^{D1} = 0,10	
	Tf AD2	62 (53,98)		
	Tf AE	4 (3,17)		
	Tf D1D1	2 (1,47)	Tf ^{D2} = 0,34	
	Tf D1D2	8 (10,00)		
	Tf D1E	— (0,58)	Tf ^E = 0,02	
	Tf D2D2	14 (16,99)		
	Tf D2E	1 (2,00)		
	Tf EE	1 (0,06)		
Potasio eritrocitario (n = 138)	LK	124 (-)	K ^L = 0,68	(—)
	HK	14 (-)	K ^H = 0,32	

- (—) No se estiman, pues para su cálculo se presupone que la población se encuentra en equilibrio genético.
 — No se estima, al aparecer en la clase fenotípica Al S un número de fenotipos esperados menor que uno.
 (—) Para el cálculo de las chi-cuadrado de equilibrio se han agrupado las clases con los fenotipos esperados subrayados.

Sin lugar a dudas, la situación genética más interesante que se deduce de la detenida observación de la tabla I es la variabilidad genética que ha mostrado esta raza, en general, para los sistemas investigados, con excepción del Al. En este último, el alelo Al^F (0,96) se encuentra con una frecuencia génica muy elevada, similar a la presentada por las razas vacunas españolas analizadas hasta el momento^{38, 39}, y paralela a la de los bovinos de origen europeo, que tienden a la fijación del alelo Al^F. El resto de los sistemas ofrecen un amplio margen de variabilidad alélica.

Los sistemas que han mostrado unas frecuencias génicas más elevadas, para algunos de los alelos, han sido Hb y NP, siendo coincidente el hecho de que, de la misma forma que la Hb^A ha presentado la frecuencia más baja (0,83) de entre todas aquellas de las razas vacunas españolas estudiadas, y que oscilan entre 0,84 y 1,00^{38, 39}, del mismo modo, la frecuencia de la NP^H (0,14) es la más baja de las estudiadas en las escasas razas vacunas investigadas a nivel mundial (raza de la Bélgica Media y Alta, 0,36; Berrenda en rojo de la Campine, 0,36; Charolesa, 0,67; Friesian, 0,33)². Dentro de este contexto y del sistema trialélico Cp, el alelo Cp^B ha presentado una frecuencia relativamente alta (0,11) en comparación con las estimadas en razas vacunas europeas y americanas, que oscilan entre Cp^B: 0,004 a 0,068^{1, 4, 25, 26, 30}, aun cuando se conocen razas africanas y asiáticas en las que dicha frecuencia se eleva hasta 0,62^{22, 40}. Se piensa que este sistema genético puede intervenir de una forma muy efectiva en los estudios filogenéticos, al haberse identificado los tres alelos (Cp^A, Cp^B y Cp^C) conocidos del mismo, que no se encuentran en todas las razas investigadas, toda vez que, junto a razas en las que la frecuencia del alelo Cp^B es mínima, como se ha podido ver anteriormente^{4, 29, 31}, en otras incluso no se ha detectado⁷.

Especial atención merece el sistema Ke, por ser uno de los más adaptativos que se conocen^{6, 28} y no haber sido apenas estudiado en la especie bovina, pues prácticamente sólo se ha investigado en búfalos²⁷, yacks^{9, 21} y algunas razas vacunas (Jersey, Shorthorn y Hereford)^{5, 6}. En este sentido, así como la frecuencia del alelo [K^h] en búfalos y yacks oscila entre 0,74 y 0,91, en los vacunos americanos Shorthorn y Hereford no se ha identificado dicho alelo, siendo la raza Jersey la única, de entre las razas europeas y americanas, que por el momento ha evidenciado variabilidad, al mostrar una frecuencia alélica de K^h: 0,38.

De conformidad con SENGUPTA²⁷, también en la raza vacuna Sayaguesa los valores de las concentraciones de Ke se han distribuido bimodalmente, permitiendo la diferenciación de la población en dos tipos de animales: los LK (bajos potasios), que han mostrado una concentración media eritrocitaria de potasio, [LK] = 28,57 ± 5,77 mEq/l, y los HK (altos potasios), cuya concentración potásica eritrocitaria media se ha estimado en HK = 63,71 ± 9,55 mEq/l, pudiéndose por ello estimar la frecuencia génica transcrita en la tabla I. Como puede observarse, la frecuencia calculada del alelo K^h = 0,32 es de un orden similar a la mostrada por la raza Jersey (K^h = 0,38), pero muy diferenciada de la de los

bóvidos comentados (K^h = 0,74 a 0,91). Esta sorprendente, por inesperada, variabilidad en el sistema Ke puede plantear unas consideraciones filogenéticas tan interesantes que se espera profundizar en esta temática en un futuro próximo.

TABLA II
Estimación del grado de heterocigosis por locus y heterocigosis media a partir de las frecuencias génicas

Locus	Heterocigosis por locus (h)	Heterocigosis media (H)
Hb	0.2822	0.3681
Ca	0.4032	
NP	0.2408	
Al	0.0768	
Am	0.4838	
Cp	0.4406	
Tf	0.5824	
Ke	0.4352	

DISCUSION

Como la variabilidad genética de una población puede estimarse mediante el parámetro promedio de heterocigosis, a fin de cuantificar la observación que se hizo inicialmente, en la tabla II se resumen los valores obtenidos de heterocigosis por locus y media de la población. Como de los ocho sistemas polimórficos investigados, dos de ellos ([NP] y Ke) son dominantes, y, por tanto, no pueden observarse los fenotipos heterocigotos, la estimación de dicha heterocigosis se ha calculado a partir de las frecuencias génicas¹⁸, a fin de poder estimarlas en todos los sistemas, y supuesto el equilibrio genético de la población para aquéllos, como puede observarse en la tabla I.

Puede comprobarse que, además de diferir los valores de heterocigosis de unos loci a otros, los suministrados por los correspondientes a Ca, Am, Cp, Tf y Ke son realmente elevados y superiores a la heterocigosis media de la población, mostrando una heterocigosis relativamente baja los loci Hb y [NP], y mínima la deriva de Al, circunstancia lógica teniendo en cuenta que este marcador tiende a su fijación alélica. Asimismo, cabe señalar que, aunque el locus Tf, en base a su determinismo cuatrialélico, ha proporcionado la mayor variabilidad genética (h: 0,5824); las variabilidades expresadas por los loci dialélicos Ca, Am y Ke son similares a la derivada del loci trialélico Cp, de donde se deduce la importancia de dichos loci en el mantenimiento de la variabilidad genética en estas razas autóctonas.

Para profundizar en este detalle se ha elaborado la tabla III, en la que se exponen las heterocigosis medias estimadas en siete razas vacunas autóctonas españolas, además de la frisona española, calculadas a partir de las frecuencias

TABLA III
Heterocigosis media estimada en ocho razas bovinas a partir de cinco sistemas genéticos (Hb, Al, Tf, Ca y Am)*

Razas	H
Retinta	0.3778
SAYAGUESA	0.3657
De Lidia	0.3622
Tudanca	0.3355
Pirenaica	0.2981
Frisona (española)	0.2940
Rubia gallega	0.2841
Caldelana	0.2512

* Estimaciones calculadas a partir de los trabajos de VALLEJO³⁶, VALLEJO et al.³⁹ y VALLEJO y MONGE³⁸.

génicas estimadas para cinco loci (Hb, Al, Tf, Ca y Am) en trabajos anteriores^{36, 38, 39}. Su observación permite comprobar las relativamente elevadas heterocigosis medias que han mostrado las razas Retinta, Sayaguesa, de Lidia y Tudanca, al oscilar entre [H]: 0,3355 a 0,3778, sensiblemente superiores a las de las restantes razas. Sorprende, no obstante, la heterocigosis media tan baja apreciada en la raza Caldelana, de la agrupación Morenas del Noroeste, si bien este resultado podría estar influenciado por el tamaño tan pequeño de la muestra analizada en su día (25 animales)³⁸. De cualquier manera, la elevada variabilidad genética observada en las cuatro primeras razas (tabla III) justifica ampliamente los esfuerzos que se están realizando en relación con la conservación y desarrollo de nuestras razas autóctonas.

Aunque es quizá un poco prematuro el comenzar a emitir juicios acerca de la aproximación genética entre las dos razas integradas en la agrupación Morenas del Noroeste (Sayaguesa y Caldelana), se va a intentar establecer los planteamientos iniciales, independientemente de que puedan desarrollarse posteriormente con más amplitud.

Para ello, en la tabla IV se expresan las chi-cuadrados estimadas en los tests de contingencia resultantes de comparar las dos poblaciones para los sistemas Al, Tf, Ca y Am, así como los coeficientes de contingencia de Pearson (Cs), estimativos del grado de asociación entre aquéllas. Se constata que, así como en los sistemas Al y Tf no se han encontrado diferencias significativas, han aparecido para los Ca y Am, motivo por el que puede afirmarse, con las restricciones derivadas del muestreo comentado, que dichas poblaciones no pueden considerarse homogéneas para los sistemas Ca y Am. Igualmente explicativos son los coeficientes de contingencia (Cs), demostrativos de que las diferencias observadas en estos dos últimos sistemas son importantes.

Con el fin de que la relación que se intenta establecer entre las dos razas de

TABLA IV
Chi-cuadrados (χ^2) y coeficiente de contingencia (Cs) para cuatro sistemas genéticos de dos poblaciones de Morenas del Noroeste (Sayaguesa y Caldelana)

Sistema	G.L.	χ^2	Cs
Albúmina (Al)	1	1.95	0.11
Transferrina (Tf)	4	3.52	0.14
Anhidrasa carbónica (Ca)	1	7.71**	0.21
Amilasa (Am)	2	11.99**	0.26

Morenas de Noroeste pueda comprenderse y valorarse comparativamente, se ha estimado la distancia genética de NEI (D) entre las poblaciones raciales Sayaguesa (Sy), Caldelana (C) y Holstein-Friesian (HF), que, por ser zootécnicamente muy distinta en conformación y aptitud, puede servir de referencia comparativa, utilizando igualmente las frecuencias génicas de los sistemas Hb, Al, Tf y Am, estimadas en un trabajo anterior³⁶. Así como las distancias genéticas estimadas entre HF/S (D: 0,1241) y HF/C (D:0,1591) han sido algo similares, la calculada entre Sy/C ha sido distinta y de un orden muy inferior (D: 0,0243). Como, por otro lado, una distancia algo superior a esta última es la que, en trabajos anteriores, ha aparecido entre Holstein-Friesian y Pirenaica (D: 0,0326), mientras que la estimada entre el Frisón europeo y el español (Holandesa-santanderina) ha sido sensiblemente inferior (D: 0,0108)³⁷, hay razones genéticas para sugerir inicialmente que, aunque las razas Sayaguesa y Caldelana tradicionalmente se han incluido en la agrupación de montaña, Morenas del Noroeste, genéticamente parecen estar más distanciadas de lo que pudiera suponerse desde el punto de vista zootécnico, naturalmente en función de las condiciones en que se están estableciendo estas iniciales consideraciones.

Es comprensible, no obstante, que esta sugerencia, deducida de las investigaciones comentadas, podrá contrastarse en profundidad cuando se caracterice la población Caldelana a partir de un muestreo más numeroso y se complemente con los nuevos sistemas genéticos analizados en el presente trabajo, protocolo que se piensa realizar en un futuro próximo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a don Francisco Martín y a don César Crespo por las facilidades que nos han prestado en el acceso a los animales muestreados y, fundamentalmente, por las orientaciones en la elección de los animales que zootécnicamente respondían al standard racial, elección que sin sus ayudas hubiera sido muy difícil realizarla.

RESUMEN

Sobre 147 reproductores machos y hembras de la raza bovina Sayaguesa se estudian las variantes fenotípicas de diez sistemas genéticos eritrocitarios y plasmáticos, comprobándose que en los Dia y Ct no aparece polimorfismo. En los sistemas dialélicos investigados las frecuencias génicas estimadas fueron: $Hb^A = 0.83$, $Ca^S = 0.72$, $[Np^H] = 0.14$, $Al^S = 0.04$, $Am^B = 0.59$ y $K^L = 0.68$; en el trialélico Cp se evidencia: $Cp^A = 0.72$, $Cp^B = 0.11$ y $Cp^C = 0.17$; finalmente en el cuatrialélico Tf se estimaron las siguientes frecuencias: $Tf^A = 0.54$, $Tf^{D1} = 0.10$, $Tf^{D2} = 0.34$ y $Tf^E = 0.02$. Asimismo, se apuntan unas sugerencias en relación con las distancias genéticas que parecen existir entre esta raza y la Caldelana, pertenecientes al grupo de las Morenas del Noroeste.

BIOCHEMICAL POLYMORPHISMS IN SPANISH CATTLE BREEDS. III. SAYAGUESA

SUMMARY

Phenotypic differences for ten erythrocyte and serum genetic systems, are studied in 147 male and female animals from the Sayaguesa spanish cattle breed. It is verified that in the Dia and Ct systems, there is no genetic polymorphism being fixed for an allele. In the bi-allelic systems, the gene frequencies estimated are: $Hb^A = 0.83$, $Ca^S = 0.72$, $[NP^H] = 0.14$, $Al^S = 0.04$, $Am^B = 0.59$ and $K^L = 0.68$; in the Cp and Tf multiple alleles systems, the gene frequencies observed were the following: $Cp^A = 0.72$, $Cp^B = 0.11$ y $Cp^C = 0.17$; $Tf^A = 0.54$, $Tf^{D1} = 0.10$, $Tf^{D2} = 0.34$ and $Tf^E = 0.02$. Finally, we discuss the genetic relationships between Sayaguesa and Caldelana cattle breeds, belonging to the 'Morenas del Noroeste' breed group.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ANDREASEN, B., y LARSEN, B. (1976).—Ceruloplasmin polymorphism and parentage test in Hereford cattle. *Acta Vet. Scand.*, **17**: 264-266.
- 2) ANSAY, M., and HANSET, R. (1972).—Purine-nucleoside phosphorylase [(NP)] of bovine erythrocytes: genetic control of electrophoretic variants. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **3**: 219-227.
- 3) BRAEND, M.; RENDEL, J.; GAHNE, B., y ADALSTEINSSON, S. (1962).—Genetic studies on blood group transferrins and haemoglobins in Icelandic cattle. *Hereditas*, **48**: 264-283.
- 4) DIMO, Ya., MAKAVEEV, Ts. and DRAGNA, D. (1972).—Genetic polymorphism of ceruloplasmin in some Bulgarian cattle breeds. *Genetika i Selektsiya*, **5**: 133-139.
- 5) ELLORY, J. C., and TUCKER, E. M. (1970).—High potassium type red cells in cattle. *J. Agric. Sci., Cam.*, **74**: 595-596.
- 6) EVANS, J. V. (1963).—Adaptation to subtropical environments by zebu and British breeds of cattle in relation to erythrocyte characters. *J. Agric. Res.*, **14**: 559-571.
- 7) EZCURRA, L.; MITAT, J., y GONZÁLEZ, M. (1974).—Ceruloplasmin in Charolais, Holstein-Friesian and Gertrudis cattle in Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*, **5**: 67-69.

- 8) GELDERMANN, H. (1972).—Polymorphism of transferrins in German cattle. *XI th Europ. Conf. Anim. Blood Group Biochem. Polym.*, 163-171.
- 9) KAMENEK, V. M. (1977).—Polymorphism for blood potassium concentration in yacks. *Genetika*, **13**: 7, 1172-1176.
- 10) KELLY, E. P.; STORMONT, C., and SUZUKI, Y. (1971).—Catalase polymorphism in the red cells of horses. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **2**: 135-144.
- 11) KING, E. J., y WOOTON, I. D. P. (1956).—*Micronalysis in Biochemistry*. New-York, Greens and Stratton.
- 12) KRAMSER, P. (1972).—Investigations in catalase and 6-phosphogluconate dehydrogenase (6-PGD). *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **3**: (Suppl. 1): 37.
- 13) KRISTJANSSON, F. K., and HICKMAN, C. G. (1965).—Subdivision of the allele Tf^D for transferrin in Holstein and Ayrshire cattle. *Genetics*, **52**: 627-630.
- 14) MAKAVEEV, T. (1979).—On the genetic polymorphism of NADH₂-Methemoglobin reductase in the erythrocytes of sheep, cattle and swine. *Proc. XVIth Int. Conf. on Anim. Blood Grps. and Biochem Polym.*, **3**: 91-97.
- 15) MAZUMDER, N. K. (1970).—Studies on bovine serum amylase: evidence for two loci. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **1**: 145-156.
- 16) McDERMID, E. M.; AGAR, N. S., y CHAI, C. K. (1975).—Electrophoretic variation of red cell enzyme systems in farm animals (review). *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **6**: 127-174.
- 17) M. A. P. (1981).—*Catálogo de razas autóctonas españolas. II. Especie bovina*. Publ. del M. A. P., Secretaría General Técnica: 219.
- 18) NEL, M., and ROYCHOUDHURY, A. K. (1974).—Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, **76**: 379-390.
- 19) OSTLE, B. (1972).—*Statistics in Research*. Iowa State University, USA.
- 20) POULINK, M. [D] (1957).—Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffer. *Nature*, **180**: 1477.
- 21) RAUSHENBAKH Yu. O., and KAMENEK, V. M. (1977).—Polymorphism for blood potassium concentration in animals of the bovine subfamily in relation to the degree of extreme environmental conditions. *Genetika*, **13**: 1177-1182.
- 22) SAAD, F. F. (1981).—Genetic polymorphism Egyptian livestock. V.-Separation and gene frequencies of amylase and ceruloplasmin isozymes in blood serum of egyptian cattle. *Egyptian J. of Gen. and Cytol.*, **10**: 1-8.
- 23) SÁNCHEZ GARCÍA, J. (1983).—Razas de montaña. Ponencia. *Jornadas de ganado vacuno*. Hygia Pecoris, Madrid.
- 24) SARAZA, R.; SOTILLO, J. L. SERRANO, V.; TEJÓN, D.; PÉREZ GARCÍA, T., y CUÉLLAR, L. (1975).—*Ganadería española*. Edit. Nacional: 192.
- 25) SCHLEGER, W. (1971).—Serum amylase isozyme in three Austrian cattle breeds. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **2**: 45-50.
- 26) SCHRÖFFEL, J.; KUBEK, A., and GLASNAK, V. (1968).—Serum ceruloplasmin polymorphism in cattle. *Proc. 11th Europ. Conf. Anim. Blood Grps. biochem. Polym.*, 207-210.
- 27) SENGUPTA, B. P. (1974).—Distribution of red cell potassium and evidence of its genetic control in buffaloes. *J. Agric. Sci., Cam.*, **82**: 559-561.
- 28) SENGUPTA, B. P. (1974).—Adaptative significance of red cell potassium types in buffaloes. *J. Agric. Sci., Cam.*, **82**: 563-566.
- 29) SINGH, H. P., and BHAT, P. N. (1979).—Genetic studies on ceruloplasmin polymorphism in the blood of Indian cattle. *Indian J. Anim. Sci.*, **50**: 219-223.
- 30) SOOS, P.; GIPPERT, E., y CSONTOS, G. (1974).—Population genetics studies of serum transferrin variants in some populations of Hungarian spotted cattle. *Acta Vet. Acad. Sci., Hung.*, **24**: 1-2, 55-61.
- 31) STRAWISKI, I.; KUREK, H., and WALAWSKI, K. (1979).—Ceruloplasmin polymorphism in blood serum of lowland black and white cattle. *Genet. Pol.*, **20**: 1, 127-133.
- 32) TROWBRIDGE, C. L., and HINES, H. C. (1979).—Amylase genetic variation of serum in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **62**: 982-984.
- 33) TUCKER, E. M., and YOUNG, J. (1976).—Genetic variation in the purine nucleoside phosphorylase activity of sheep red cells. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, **7**: 109-117.
- 34) TUCKER, E. M.; SUZUKI, Y., and STORMONT, C. (1967).—Three new phenotypic systems in the blood of sheep. *Vox Sang., Basel*, **13**: 246-262.
- 35) VALENTA, M. J.; HYLDGAARD-JENSEN, J., and MOUSTGAARD, J. (1967).—Three lactic dehydro-

- genase isoenzyme systems in pig spermatozoa and the polymorphism of subunits controlled by third locus C. *Nature, London*, **216**: 506-507.
- 36) VALLEJO, M. (1978).—Razas vacunas autóctonas en vías de extinción. (Aportaciones al estudio genético). *Fund. Juan March, Serie Universitaria*, **69**: 51.
- 37) VALLEJO, M. (1983).—Relaciones genéticas entre distintos tipos de ganado vacuno frisón en España. *Anal. Fac. Vet. León* (en prensa).
- 38) VALLEJO, M., y MONGE, E. (1981).—Polimorfismos bioquímicos en razas vacunas españolas. II. De Lidia (Ganadería brava). *Anal. Fac. Vet. León*, **27**: 75-85.
- 39) VALLEJO, M.; MONGE, E.; RODERO, A.; ZARAZAGA, I.; GARZÓN, R., y LAMUELA, J. M. (1977).—Polimorfismos bioquímicos en razas vacunas españolas. I. Rubia gallega, Pirenaica, Retina y Morenas del Noroeste. *Trab. Cient. Univ. Córdoba*, **23**: 34.
- 40) YANCHEVA, R. G., and BUDNIKOVA, A. V. (1975).—Genetic polymorphism of some proteins and enzymes in Alan-Tan cattle. *A.B.A.*, **43**: 5118.

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTACION

(Prof. Dr. E. ZORITA TOMILLO)

CRIA ARTIFICIAL DE CORDEROS: EFICIENCIA DE UTILIZACION DE LA LECHE DE OVEJA Y EFECTO DEL CONTENIDO DE LA DIETA LACTEA EN SOLIDOS TOTALES

Por R. Peláez
R. Sanz Arias

INTRODUCCION

En la lactancia artificial de los corderos, los estudios sobre la alimentación de los animales y el desarrollo de las técnicas de manejo se han basado en considerar la composición química de la leche de vaca, y los rendimientos con ella obtenidos, como base comparativa para la formulación de sustitutivos lácteos^{8, 16, 19, 35, 36, 31}.

No obstante, parece lógico pensar que la leche de oveja debe de constituir el punto de referencia para la valoración de sustitutivos lácteos. En este sentido, es muy escasa la información experimental sobre la eficiencia con la que es utilizada la leche de oveja por los corderos durante la fase de alimentación láctea. Si bien se dispone de datos sobre el crecimiento de los corderos criados con sus madres, apenas existe bibliografía sobre la digestibilidad y eficiencia de utilización de la energía y de la proteína^{12, 25, 14, 22}.

Con objeto de disponer de esa información básica, se ha realizado el presente trabajo en el que se estudia fundamentalmente la utilización de la proteína, por su importancia durante la primera fase del crecimiento, así como el efecto del contenido en sólidos totales de la dieta láctea.

MATERIALES Y METODOS

Se han utilizado 24 corderos de raza Churra, nacidos en la Estación Agrícola Experimental de León, que fueron distribuidos en tres grupos constituidos por 4 machos y 4 hembras. Los corderos se separaron de sus madres dentro de las pri-

An. Fac. Vet. León., 1983, 29, 225-234.