

GENETIC VARIABILITY OF THE SPANISH NATIVE BREEDS OF GOAT

SUMMARY

The genetic variability of the Spanish native breeds of goat were quantified by the average heterozygosity (H) of a population, by using gene frequencies at 14 blood loci. H values ranged from 0.0973 (Retinta) to 0.1690 (Verata).

We discuss comparatively our results, using H values, and results obtained for foreign goat populations.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BARBANCHO, M. (1980). *Estructura y relaciones genéticas entre algunas razas caprinas españolas en razón a determinados polimorfismos sanguíneos*. Tesis doctoral. Univ. Córdoba.
- 2) BEUTLER, E., DURON, O. y KELLY, B. M. (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. *J. Lab. Clin. Med.*, 61: 882-888.
- 3) BRAEND, M. (1963). Haemoglobin and transferrin types in the American buffalo. *Nature*, 197: 910.
- 4) BREWER, G. J. y SING, Ch. F. (1970). *An introduction to isozyme techniques*. Academic Press, New York, San Francisco, Londres.
- 5) CEPICA, S. y STRATIL, A. (1978). Further studies on sheep polymorphic erythrocyte diaphorase. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 9: 239-244.
- 6) EFREMOV, G. y BRAEND, M. (1965). Haemoglobins, transferrins and albumins of sheep and goats. *IXth Europ. Conf. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorph., Prague*: 313-320.
- 7) EVANS, J. V. (1954). Electrolyte concentrations in red blood cells of British breeds of sheep. *Nature*, 174: 931-932.
- 8) GAHNE, B. (1963). Genetic variation of phosphatase in cattle serum. *Nature*, 199: 305-306.
- 9) KATSUMATA, M., AMANO, T., SUZUKI, S., NOZAWA, K., MARTOJO, H., ABDULGANI, I. K. y NADJIB, H. (1981a). Morphological characters and blood protein gene constitution of Indonesian goats. En: *The origin and phylogeny of Indonesian native livestock. Part II*. (Report by Grant in Aid for overseas Scientific survey, 504-353): 55-68.
- 10) KATSUMATA, M., AMANO, T., TANAKA, K., NOZAWA, K., BAHK, K. S., PARK, B. J. y LEE, C. H. (1982). Blood protein variations of the Korean native goats. *Jap. J. zootech. Sci.*, 53: 521-527.
- 11) KATSUMATA, M., NOZAWA, K., AMANO, T., SHINJO, A. y ABE, T. (1981b). Blood protein gene constitution of the Japanese Saanen breed of goat. *Jap. J. zootech. Sci.*, 52: 553-561.
- 12) KRISTJANSSON, F. K. (1963). Genetic control of two prealbumins in pigs. *Genetics*, 48: 1.059-1.063.
- 13) LUCOTTE, G. (1977). *Le polymorphisme biochimique et les facteurs de son maintien*. Ed. Masson, Paris, New York, Barcelona, Milán.
- 14) NEI, M. y ROICHOUDHURY, A. K. (1974). Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379-390.
- 15) NOZAWA, K., KANO, Y., SAWASAKY, T., NISHIDA, T., ABE, T., SHOTAKE, T. y NATSUDA, Y. (1978b). Gene constitution of miniature «Shiba» goats. *Exp. Anim.*, 27: 413-422.
- 16) NOZAWA, K., SHINJO, A. y SHOTAKE, T. (1978a). Population genetics of farm animals. III. Blood protein variations in the meat goats in Okinawa Islands of Japan. *Z. Tierzücht. ZüchtBiol.*, 95: 60-77.
- 17) RENDEL, J. y STORMONT, C. (1964). Variants of ovine alkaline serum phosphatases and their association with the R,O blood groups. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 115: 853-856.
- 18) SCHRÖFFEL, J., KUBEK, A. y GLASNAK, V. (1970). Serum ceruloplasmin polymorphism in cattle. *XIth Europ. Conf. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorph.*: 207-210.
- 19) 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.
- 20) TROWBRIDGE, C. L. y HINES, H. C. (1979). Amylase genetic variation of serum in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 62: 982-984.
- 21) TUCKER, E. M., SUZUKI, Y. y STORMONT, C. (1967). Three new phenotypic systems in the blood of sheep. *Vox Sang.*, 13: 246-262.
- 22) TUCKER, E. M. y YOUNG, J. D. (1976). Genetic variation in the purine nucleoside phosphorylase activity of sheep red cells. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 7: 109-117.
- 23) VALENTA, M. J., HYLDGAARD-JENSEN, J. y MOUSTGAARD, J. (1967). Three lactic dehydrogenase isoenzyme systems in pig spermatozoa and the polymorphism of sub-units controlled by third locus C. *Nature*, 216: 506-507.

VARIABILIDAD GENETICA EN SIETE RAZAS BOVINAS AUTOCTONAS ESPAÑOLAS

Por P. González (1)
M. J. Tuñón (1)
M. Vallejo (2)

INTRODUCCION

Las técnicas de electroforesis permiten la detección de variantes alélicas en genes individuales. El estudio de un número moderado de proteínas y enzimas en un número alto de individuos (según Lucotte¹⁰, a partir de 50), resulta suficiente para estimar la cantidad de variabilidad en el genoma completo de una población.

No todas las variantes alélicas son, sin embargo, detectables por electroforesis. Generalmente sólo aquellas sustituciones de aminoácidos que alteran la carga neta de las proteínas, cambiarán su movilidad electroforética. Si se considera el código genético y las propiedades eléctricas de los aminoácidos, se ve que, únicamente una tercera parte de todas las sustituciones de aminoácidos son detectables por electroforesis; consecuentemente, la cantidad de variabilidad genética detectada, constituye una estima por defecto.

Si bien es cierto que en los últimos doce años, el censo bovino ha experimentado un incremento, cuando analizamos la evolución del censo de nuestras razas bovinas autóctonas, se observa una evidente regresión; por lo que estimamos de gran importancia conocer la variabilidad genética de nuestras razas autóctonas, por su posible implicación en programas de mejora genética.

El objetivo de este trabajo ha sido estimar, mediante polimorfismos bioquímicos, la variabilidad genética, a partir del grado de heterocigosis, de siete de nuestras razas bovinas autóctonas.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron un total de 725 animales, correspondientes a siete razas bovinas au-

(1) Departamento de Bioquímica, Biología Molecular, Fisiología y Farmacología
(2) Departamento de Producción Animal (Universidad Complutense de Madrid)

tótonas españolas que se distribuyen de la siguiente forma: 147 animales de la raza Sayaguesa, 101 de raza Morucha, 157 de Alistana Sanabresa, 62 de Blanca Cacerña, 25 de Cárdena Andaluza, 127 de raza Asturiana de los Valles y 106 animales de la raza Asturiana de la Montaña.

Aunque nuestra intención fue tomar de todas las razas un número no inferior a 100 animales, en dos de ellas, la raza Blanca Cacerña y Cárdena Andaluza, no pudimos conseguir un número superior, debido a que son razas que están prácticamente extinguidas.

Se han analizado 10 sistemas genéticos, 6 eritrocitarios: hemoglobina (Hb), diaforasa (Dia), catalasa (Cat), anhidrasa carbónica (CA), purina nucleósido fosforilasa (NP) y potasio eritrocitario (Ke); 4 plasmáticos: amilasa (Am), ceruloplasmina (Cp), albúmina (Al) y transferrina (Tf).

Los análisis del potasio eritrocitario se realizaron por fotometría de llama, utilizando las concentraciones de K^+ en sangre total y plasma, con la corrección del valor hematocrito según método descrito por King y Wooton⁷. El resto de los marcadores fueron identificados por electroforesis horizontal sobre gel de almidón, siguiendo las técnicas específicas para cada uno de ellos: hemoglobina (Braend²), diaforasa (Valenta *et al.*¹⁹; Cepica y Stratil⁴), catalasa (Valenta *et al.*¹⁹; Thorup *et al.*¹⁵), purina nucleósido fosforilasa (Tucker *et al.*¹⁷; Tucker y Young¹⁸), anhidrasa carbónica (Tucker *et al.*¹⁹), amilasa (Trowbridge y Hines¹⁶), ceruloplasmina (Kristjansson⁹; Schröfel *et al.*¹⁴), albúmina (Kristjansson⁹) y transferrina (Poulik¹³).

La estimación de la tasa de heterocigosis, así como el error típico se efectuó a partir de las frecuencias génicas, según el procedimiento descrito por Nei y Roychoudhury¹¹.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se presentan las frecuencias génicas obtenidas para cada locus y raza, a partir de las cuales hemos cuantificado los valores de heterocigosis. Como puede observarse, los sistemas diaforasa y catalasa fueron monomórficos en todas las razas analizadas, asimismo la raza Cárdena Andaluza fue monomórfica para los loci CA y Al, y la raza Blanca Cacerña para el sistema Ke. En la Tabla II, se muestran los valores obtenidos de heterocigosis para cada locus y raza (h), así como la heterocigosis media racial (H), se comprueba que los valores estimados varían de unos loci a otros y dentro de un mismo locus, entre las distintas razas.

El sistema albúmina, es de manera general, el que presentó valores más bajos de heterocigosis en todas las razas investigadas, al oscilar entre 1 y 19%, con excepción de la raza Blanca Cacerña donde el valor de h para este marcador fue del 49%.

Los sistemas Tf y Cp, muestran valores de h superiores al 30% en todas las razas, si exceptuamos la raza Blanca Cacerña que presentó unos valores de 14,82% y 16,16% respectivamente.

Los loci Hb y NP, son los que difieren de forma notable en los valores de heterocigosis en las distintas razas. Así, el locus Hb muestra unos valores de h que van desde 2% en la raza Alistana Sanabresa hasta un 41% en la Blanca Cacerña; y el locus NP presenta valores que van desde 2% en Alistana Sanabresa hasta un 50% en la raza Blanca Cacerña. Los sistemas Am y Ke han mostrado valores de heterocigosis relativamente altos en todas las razas.

Queremos destacar los valores de heterocigosis que presentó la raza Blanca Cacerña para los loci CA, Al y NP, ya que fueron los más altos de todas las razas investigadas en este trabajo. Por el contrario, los loci Cp, Am y Tf presentaron en esta raza los valores más bajos.

En cuanto a la heterocigosis media racial (H), el valor más bajo, se evidenció en la raza Cárdena Andaluza 19%, si bien este valor debe aceptarse con las limitaciones derivadas del reducido número de animales que se analizaron, en el resto de las razas, fluctuó entre 21% en la raza Alistana Sanabresa y 29% en la raza Sayaguesa, valores más bien altos, aun cuando haya que tener presente el número de loci utilizados para calcular el grado de heterocigosis, relativamente bajo para Lucotte¹⁰, quien aconseja que estas estimaciones deberían realizarse sobre un mínimo de unos 15 loci.

Las estimaciones de H en las razas bovinas autóctonas investigadas, deben considerarse más, como indicadores de la variación génica existente en las razas, que como el verdadero grado de variabilidad genética, por las limitaciones que supone el número de loci utilizado.

Con el fin de establecer una primera comparación del grado de variabilidad genética, mostrado por las razas bovinas investigadas en este trabajo, se ha calculado la heterocigosis media racial, a partir de cinco marcadores genéticos (Hb, CA, Al, Tf y Am), en distintas razas bovinas, tanto españolas^{6, 12, 20, 21} como extranjeras^{1, 3, 5, 6, 8} y cuyos resultados se recopilan en la Tabla III. Se comprueba que si exceptuamos la raza Cárdena Andaluza, por los motivos anteriormente mencionados, los valores de H obtenidos son superiores al 27%, similares a otras razas españolas pero por encima de muchas extranjeras. Este hecho aun dentro de la generalización que supone, debe destacarse, porque confirma una vez más la variabilidad genética mostrada por nuestras razas bovinas autóctonas, y las expectativas que supone en relación con la conservación de las mismas, por el particular germoplasma que implican.

RESUMEN

Se estima el grado de variabilidad genética existente en siete razas bovinas autóctonas españolas: Sayaguesa, Morucha, Alistana Sanabresa, Blanca Cacerña, Cárdena Andaluza, Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña, mediante diez sistemas genéticos sanguíneos: hemoglobina, diaforasa, catalasa, anhidrasa carbónica, purina nucleósido fosforilasa, potasio eritrocitario, amilasa, ceruloplasmina, albúmina y transferrina. Los loci diaforasa y catalasa fueron monomórficos en todas las razas. El locus albúmina, es de manera general, el que presentó valores más bajos de heterocigosis. Los valores de heterocigosis media racial (H) oscilaron entre 21% en la raza Alistana Sanabresa y 29% en la raza Sayaguesa.

GENETIC VARIABILITY IN SEVEN SPANISH NATIVE BREEDS OF CATTLE

SUMMARY

The degree of genetic variability in seven Spanish native breeds of cattle was estimated: Sayaguesa, Morucha, Alistana Sanabresa, Blanca Cacerña, Cárdena Andaluza, Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña, the estimate was based on ten genetic blood systems: haemoglobin, diaphorase, catalase, purine nucleoside phosphorylase, carbonic anhydrase, amylase, ceruloplasmin, albumin and transferrin. The diaphorase and catalase loci were monomorphic in all seven breeds. In nine of the ten studied breeds, the albumin locus showed the lowest values of heterozygosity. The mean heterozygosity (H) fluctuated between 21% in the Alistana Sanabresa breed and 29% in the Sayaguesa breed.

TABLA I
Frecuencias génicas para cada raza y locus

Loci	Alelos	Frecuencias génicas						
		Saya. (147)*	Moru. (101)	A-Sa. (157)	B-Ca. (62)	Cár-A. (25)	Ast-V. (127)	Ast-M. (106)
Hb	Hb ^A	0,83	0,84	0,99	0,71	0,96	0,91	0,79
	Hb ^B	0,17	0,16	0,01	0,29	0,04	0,09	0,21
Dia	Dia ^F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dia ^S	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cat	Cat ^F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cat ^S	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CA	CA ^F	0,28	0,28	0,08	0,33	0,00	0,13	0,23
	CA ^S	0,72	0,72	0,92	0,67	1,00	0,87	0,77
NP	NP ^H	0,14	0,20	0,01	0,48	0,04	0,28	0,26
	NP ^L	0,86	0,80	0,99	0,52	0,96	0,72	0,74
Ke	K ^L	0,68	0,83	0,78	1,00	0,80	0,78	0,81
	K ^h	0,32	0,17	0,22	0,00	0,20	0,22	0,19
AmI	AmI ^B	0,59	0,58	0,47	0,77	0,32	0,58	0,64
	AmI ^C	0,41	0,42	0,53	0,23	0,68	0,42	0,36
Cp	Cp ^A	0,72	0,82	0,79	0,09	0,56	0,79	0,69
	Cp ^B	0,11	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03	0,14
	Cp ^C	0,17	0,15	0,20	0,91	0,42	0,18	0,17
Al	Al ^F	0,96	0,89	0,90	0,56	1,00	0,99	0,99
	Al ^S	0,04	0,11	0,10	0,44	0,00	0,01	0,01
Tf	Tf ^A	0,54	0,41	0,54	0,92	0,68	0,46	0,27
	Tf ^D	0,44	0,51	0,45	0,08	0,32	0,51	0,72
	Tf ^E	0,02	0,08	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01

* número de animales de cada raza

TABLA II
Grado de heterocigosis por locus (h) y heterocigosis media racial (H) en siete razas bovinas autóctonas españolas

Razas	Sayaguesa (n=147)	Morucha (n=101)	A-Sa. (n=157)	B-Ca. (n=62)	Cár-A. (n=25)	Ast-V. (n=127)	Ast-M. (n=106)
Loci	h	h	h	h	h	h	h
Hb	0,2778	0,2734	0,0250	0,4120	0,0768	0,1582	0,3290
Dia	-	-	-	-	-	-	-
Cat	-	-	-	-	-	-	-
CA	0,3992	0,4052	0,1412	0,4408	-	0,2320	0,3504
NP	0,2450	0,3174	0,0252	0,4990	0,0782	0,4072	0,3852
Ke	0,4342	0,2852	0,3926	-	0,3200	0,3402	0,3132
Am	0,4844	0,4858	0,4984	0,3496	0,4352	0,4864	0,4600
Cp	0,4396	0,3006	0,3347	0,1616	0,5096	0,3474	0,4717
Al	0,0720	0,1942	0,1728	0,4916	-	0,0156	0,0094
Tf	0,5173	0,5639	0,4995	0,1482	0,4352	0,5297	0,4110
H	0,2870	0,2826	0,2089	0,2503	0,1855	0,2517	0,2730
E.T.	0,0635	0,0582	0,0624	0,0667	0,0683	0,0636	0,0611

n= número de animales

E.T.= error típico

TABLA III
Heterocigosis media (H) estimada a partir de cinco sistemas genéticos (Hb, CA, Al, Tf y Am), en diferentes razas bovinas extranjeras y autóctonas españolas

Raza	País	H	Referencia
Chianina	Italia	0,28	CARENZI <i>et al.</i> (1970)
Marchigiana	"	0,33	"
Piedmont	"	0,31	"
Valdostana red pied	"	0,22	"
Friulana red pied	"	0,33	"
Rendena	"	0,24	"
Jersey	Canadá	0,40	KRAAY (1972)
Hereford	"	0,28	"
Aberdeen Angus	"	0,27	"
Shorthorn	"	0,25	"
Charolais	"	0,38	"
Limousin	"	0,41	"
Simmental	"	0,24	"
Pie Rouge	"	0,20	"
Holstein Friesian	"	0,28	"
Japanese Polled	Japón	0,19	ABE <i>et al.</i> (1977)
Japanese Black	"	0,26	"
Japanese Brown	"	0,33	"
Japanese Shorthorn	"	0,18	"
Holstein Friesian	"	0,29	"
Rubia Gallega	España	0,30	VALLEJO <i>et al.</i> (1977)
Pirenaica	"	0,30	"
Retinta	"	0,38	"
Morena del N.O.	"	0,25	"
Tudanca	"	0,34	VALLEJO (1978)
Mertolenga	Portugal	0,35	KIDD <i>et al.</i> (1980)
Alentejana	"	0,29	"
Longhorn	EE.UU.	0,35	"
De Lidia	España	0,38	"
Frisona	"	0,28	PIEDRAFITA (1983)
Criollo	Cuba	0,40	FERNANDEZ <i>et al.</i> (1983)
Sayaguesa	España	0,35	Presente trabajo
Morucha	"	0,38	"
Alistana Sanabresa	"	0,27	"
Blanca Cacereña	"	0,37	"
Cárdena Andaluza	"	0,19	"
Asturiana de los Valles	"	0,28	"
Asturiana de la Montaña	"	0,31	"

BIBLIOGRAFIA

- 1) ABE, T.; OISHI, T. y KOMATSU, M. (1977). Genetical constitution of Japanese cattle breeds as determined by the gene frequencies of blood groups and protein types. *Bulletin of National Institute of Animal Industry*, 32: 63-69.
- 2) BRAEND, M. (1963). Haemoglobin and transferrin types in the American buffalo. *Nature*, 197: 910.
- 3) CARENZI, C., CRIMELLA, C., CERUTTI, F. y ROGNONI, G. (1970). Genetic structure of certain loci controlling blood polymorphism in some Italian cattle breeds. *Produzione Animale*, 9: 269-275.
- 4) CEPICA, S. y STRATIL, A. (1978). Further studies on sheep polymorphic erythrocyte diaphorase. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 9: 239-244.
- 5) FERNANDEZ, M. H., GRANADO, A. y PEREZ-BEATO, O. (1983). Polimorfismo de seis sistemas sanguíneos y cinco lácteos en vacas de la raza Criollo de Cuba. *Rvta. Cub. Cienc. Vet.*, 14: 253-260.
- 6) KIDD, K. K., STONE, W. H., CRIMELLA, C., CARENZI, C., CASATI, M. y ROGNONI, G. (1980). Immunogenetic and population genetic analysis of Iberian cattle. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 11: 21-38.
- 7) KING, E. J. y WOOTTON, I. D. P. (1956). *Microanalysis in Biochemistry* (3ª Edic.) New York: Greens and Stratton.
- 8) KRAAY, G. J. (1972). A study of protein and enzyme polymorphism in blood of Canadian cattle. *XIIIth Europ. Conf. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorph.*: 155-158.
- 9) KRISTJANSSON, F. K. (1963). Genetic control of two pre-albumins in pig. *Genetics*, 48: 1.059-1.063.
- 10) LUCOTTE, G. (1977). *Le polymorphisme biochimique et les facteurs de son maintien*. Edit. Masson, Paris-New York-Barcelona-Milán.
- 11) NEI, M. y ROYCHOUDHURY, A. K. (1974). Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379-390.
- 12) PIEDRAFITA, J. (1983). *Aportaciones al estudio de los marcadores genéticos en razas vacunas en España. Polimorfismos bioquímicos y producción lechera en vacuno frisón*. Tesis. Universidad de Zaragoza.
- 13) POULIK, M. D. (1957). Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffers. *Nature, Lond.*, 180: 1.477-1.479.
- 14) SCHRÖFFEL, J., KUBEK, A. y GLASNAK, V. (1970). Serum ceruloplasmin polymorphism in cattle. *XIth Europ. Conf. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorph.*: 207-210.
- 15) 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.
- 16) TROWBRIDGE, C. L. y HINES, H. C. (1979). Amylase genetic variation of serum in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 62: 982-984.
- 17) TUCKER, E. M., SUZUKI, Y. y STORMONT, C. (1967). Three new phenotypic systems in the blood of sheep. *Vox Sang.*, 13: 246-262.
- 18) TUCKER, E. M. y YOUNG, J. D. (1976). Genetic variation in the purine nucleoside phosphorylase activity of sheep red cells. *Anim. Blood Grps. biochem. Genet.*, 7: 109-117.
- 19) VALENTA, M. J., HYLDGAARD-JENSEN, J. y MOUSTGAARD, J. (1967). Three lactic dehydrogenase isoenzyme systems in pig spermatozoa and the polymorphism of sub-units controlled by third locus C. *Nature, Lond.*, 216: 506-507.
- 20) VALLEJO, M. (1978). Razas vacunas autóctonas en vías de extinción. (Aportaciones al estudio genético). *Fund. Juan March. Ser. Universitaria*, 69: 55 pp.
- 21) VALLEJO, M., MONGE, E., RODERO, A., ZARAZAGA, I., GARZON, R. y LAMUELA, J. M. (1977). Polimorfismos bioquímicos en razas vacunas españolas. I. Rubia Gallega, Pirenaica, Retinta y Morenas del Noroeste. *Trab. Cient. Univ. Córdoba*, 23: 34 pp.