

LA RAZA CABALLAR MENORQUINA: GRUPOS SANGUÍNEOS Y POLIMORFISMO BIOQUÍMICO

MENORQUINA HORSE BREED: BLOOD GROUPS AND BIOCHEMICAL POLYMORPHISM

Rodríguez Gallardo, P.P.¹ y D.F. de Andrés Cara²

¹Servicio de Hemotipos. Jefatura de Cría Caballar. Apartado Oficial Suc. 2. 14071 Córdoba. España.

²Departamento de Genética. CSIC-UCO. Facultad de Veterinaria. Av. Medina Azahara 9. 14005 Córdoba. España.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Distancia genética. Identidad genética. Heterocigosidad media. Paternidad incorrecta.

ADDITIONAL KEYWORDS

Genetic distance. Genetic identity. Average heterozygosity. Incorrect paternity.

RESUMEN

El presente trabajo representa una contribución al estudio de la raza caballar Menorquina a través de los marcadores genéticos sanguíneos estándar, grupos sanguíneos y polimorfismo bioquímico.

Se estudia en 176 individuos, en su mayoría reproductores de ambos sexos, las frecuencias génicas para cinco *loci* de grupos sanguíneos (A, C, D, P y Q) y diez sistemas de polimorfismo bioquímico (HB, ALB, TF, ES, A1B, PI, GC, PGM, 6PGD, GPI). A partir de estos resultados se estiman la heterocigosidad media (H_e) en la muestra, la probabilidad de exclusión *a priori* (PE) de una paternidad falsamente asignada y las distancias e identidades génicas de Nei con respecto a las razas Árabe, Pura Sangre Inglés y Pura Raza Español, cuya pasada influencia sobre la raza Menorquina es conocida.

SUMMARY

Gene frequencies at five blood group (A, C, D, P and Q) and ten protein polymorphism (HB, ALB, TF, ES, A1B, PI, GC, PGM, 6PGD, GPI) *loci* are given for a sample of 176 individuals of both sexes, most of

them reproducers, of the Menorquina horse breed. This work represents a contribution to the study of the breed using the classical blood genetic markers.

These data have been used to estimate the average heterozygosity (H_e) in the sample, the *a priori* probability of exclusion (PE) of a falsely assigned paternity, and Nei's genetic distances and identities between the Menorquina breed and the breeds Arab, English Thoroughbred and Spanish Pure Breed, whose passed influence on the Menorquina breed is known.

INTRODUCCIÓN

A principios de los años 80 se intensifica en la isla de Menorca (España) el interés por una agrupación caballar denominada Menorquina y vinculada extraordinariamente a las fiestas populares ecuestres del *Jaleo*. Iniciativas privadas e institucionales insulares promueven acciones encaminadas al reconocimiento oficial de dicha agrupación como raza y

a la fundación del libro genealógico de la misma. Estos objetivos fueron conseguidos recientemente y fundamentados en el estudio de Sánchez Belda (1987) y en la aceptación del registro fundacional de la raza que gestionaba el Consejo Insular de Menorca.

El estudio de la estructura genética de la raza caballar Menorquina a través de los marcadores genéticos (grupos sanguíneos y polimorfismo bioquímico), se aborda en este momento toda vez que ya está constituida oficialmente en agrupación racial y aprobado el patrón o estándar de la misma (Anónimo, 1994) y además se dispone de una muestra suficiente de individuos tipificados por marcadores genéticos. Esta línea de trabajo, ya clásica, se ve en la actualidad potenciada con el espíritu proteccionista de los recursos genéticos animales al amparo de los programas de conservación de la biodiversidad planteados en 1992 en la Conferencia de Río de Janeiro (Brasil).

El hecho insular Balear además de la ubicación del archipiélago en el mar que comunicó a antiguas civilizaciones, hace pensar que el caballo objeto de este estudio no ha estado ajeno a influencias por parte de diversas poblaciones equinas que se fueron asentando en las islas a lo largo de los tiempos para conformar la actual raza Menorquina. Basándose en esta hipótesis se va a estudiar comparativamente esta raza con otras tres que llegaron a la isla en diferentes épocas, ellas son la raza Árabe, Pura Sangre Inglés y Pura Raza Español.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra estudiada la componen

176 individuos localizados en la isla de Menorca (España), en su mayoría reproductores de ambos sexos, pertenecientes a la raza de caballos Menorquina que se encuentra controlada por el libro genealógico correspondiente (Registro-Matricula de caballos y yeguas de la raza caballar Menorquina).

Cada muestra de sangre está constituida por dos tubos de 10 ml., uno con EDTA sódico como anticoagulante para el análisis de los antígenos eritrocitarios y el polimorfismo bioquímico de proteínas intraeritrocitarias y el otro para el análisis del polimorfismo bioquímico del suero. Las muestras correspondientes a los individuos a estudiar fueron analizadas progresivamente a medida que llegaron al Laboratorio de Grupos Sanguíneos del Servicio de Cría Caballar (Córdoba) entre los años 1990 y 1996. De aquí que se haya fijado un mínimo común, para todos los individuos, formado por 25 factores antigénicos distribuidos en 5 sistemas genéticos (A, C, D, P y Q), los cuales fueron detectados por procedimientos inmunológicos estándar de hemaglutinación y hemólisis (Podliachouk y Hesselholt, 1962; Stormont y Suzuki, 1964; Stormont *et al.*, 1964).

Partiendo del supuesto del equilibrio Hardy-Weinberg para la muestra estudiada, las frecuencias génicas de los alelos de grupos sanguíneos se calcularon por el método de la raíz cuadrada en los sistemas en que fue posible (C y Q) y en los restantes (A, D y P) mediante el cálculo iterativo de Neiman-Sorensen (1956).

Diversos métodos electroforéticos estándar, con algunas modificaciones introducidas desde su concepción, han sido utilizados para detectar la variabili-

MARCADORES GENÉTICOS SANGUÍNEOS DEL CABALLO MENORQUÍN

Tabla I. Frecuencias génicas de marcadores alloantigénicos eritrocitarios en el caballo de raza *Menorquina*. (Gene frequencies of alloantigenic red cell markers for the Menorquina horse breed).

SISTEMA D		SISTEMA Q		SISTEMA A	
Alelos	Frecuencias	Alelos	Frecuencias	Alelos	Frecuencias
cgm/p	0,1413	b	0,1391	a	0,0045
del/o	0,1534	c	0,0492	adf	0,4562
bcm	0,3182	abc	0,0136	adg	0,0938
dki	0,1364	ac	0,0712	b	0,0264
dghm	0,1193	(-)	0,7269	c/e	0,0029
dln	0,0028			(-)/e	0,4162
cfgkm	0,0028	SISTEMA P			
cegimn	0,0573	a/c/cd/d	0,3083	SISTEMA C	
adl	0,0426	b/d	0,0955	a	0,7868
cefgm	0,0145	(-)/d	0,5962	(-)	0,2132
dfkl	0,0114				

dad de 10 sistemas genéticos de proteínas investigados, cuales son inhibidor de proteasa (PI), albúmina (ALB), proteína Gc ligada a la vitamina D (GC), esterasa (ES), alb-glicoproteína (A1B) y transferrina (TF) (Juneja *et al.*, 1978; Braend, 1973 y Trommershausen-Smith y Suzuki, 1978), del plasma, y los intraeritrocitarios, fosfoglucomutasa (PGM), 6-fosfogluconato deshidrogenasa (6-PGD) y glucosa fosfato isomerasa (GPI) (Bengtsson y Sandberg, 1973) y hemoglobina (HB) mediante focalización isoeléctrica (Braend y Johansen, 1983).

Para calcular la distancia (D) e identidad (I) genéticas de Nei entre dos poblaciones (Nei, 1972), así como la heterocigosidad promedio esperada (H_e) se utilizó el programa informático de Dowling y Moore (1984). Finalmente para el cálculo de la probabilidad de exclusión (PE) se empleó el programa informático desarrollado por Huguet *et al.* (1988) a partir del algoritmo descrito por Ohno *et al.* (1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las frecuencias alélicas para los sistemas de grupos sanguíneos y polimorfismo bioquímico se presentan en las **tablas I y II**, respectivamente. En cuanto a grupos sanguíneos es necesario especificar, en relación a la configuración de los alelos, que la frecuencia del alelo *Dcgm* incluiría la del *Dcgmp* por no haberse empleado en este trabajo el suero reactivo anti-Dp. Lo mismo ocurre para el alelo *Ddel* que incluiría la frecuencia de *Ddelo*. Así mismo en el sistema P no se utilizaron sueros reactivos anti-Pc y anti-Pd por tanto habría una frecuencia génica acumulada para los alelos *Pa*, *Pac*, *Pacd* y *Pad*. También el alelo nulo del sistema P incluiría la frecuencia de *Pd*. Finalmente, en el sistema A la frecuencia génica de *Ac* incluiría la del alelo *Ace* y la del alelo nulo acumularía la frecuencia de *Ae* por no haberse empleado su correspondiente anti-suero reactivo.

En los diferentes sistemas de grupos

RODRÍGUEZ GALLARDO Y DE ANDRÉS CARA

sanguíneos se aprecia una distribución de frecuencias génicas que difiere de las obtenidas para Pura Sangre Inglés (Bowling y Clark, 1985 y Bouquet *et al.*, 1987), Árabe (Bowling y Clark, 1985) y Pura Raza Español (Rodríguez-Gallardo *et al.*, 1992), aunque con algunos elementos comunes. Como hechos más singulares destaca la presencia, aunque con una frecuencia génica baja (0,0028), del alelo *Dc_fg_km* descrito en el caballo Pura Raza Español por Aguilar *et al.* (1986) y considerado como propio de esa raza. Así mismo el alelo *Dce_fg_m* ausente en las razas Pura Sangre Inglés y Árabe se encuentra presente en el Pura Raza Es-

pañol y en el caballo menorquín. Estas semejanzas podrían indicar la influencia del caballo Pura Raza Español sobre la agrupación Menorquina. Finalmente, el alelo *Ddln*, que está ausente del Pura Raza Español y Árabe, lo encontramos en la raza Menorquina con una frecuencia de 0,0028.

En cuanto al polimorfismo bioquímico la situación es similar. Se detecta la presencia del alelo *TF F1* considerado típico de la raza Pura Sangre Inglés lo cual puede denotar la influencia de ésta sobre la raza Menorquina. De forma similar el alelo *TF J*, que forma parte del patrimonio genético del Pura Raza Espa-

Tabla II. Frecuencias génicas de marcadores proteicos séricos y eritrocitarios en el caballo de raza Menorquina. (Gene frequencies of serum and red cell protein markers for the Menorquina horse breed).

SISTEMA TF		SISTEMA PI		SISTEMA HB	
Alelos	Frecuencias	Alelos	Frecuencias	Alelos	Frecuencias
D	0,32	G	0,04	A1	0,02
F1	0,02	I	0,04	A2	0,11
F2	0,35	L	0,38	B1	0,53
H1	0,02	N	0,03	B2	0,34
H2	0,05	P	0,05		
J	0,02	S	0,16	SISTEMA GPI	
O	0,16	T	0,03	F	0,08
R	0,06	U	0,17	I	0,91
		W	0,01	S	0,01
		Otros	0,08		
SISTEMA ALB				SISTEMA A1B	
A	0,23			K	0,98
B	0,77	SISTEMA 6 PGD		S	0,02
		F	0,79		
		S	0,21		
SISTEMA GC				SISTEMA ES	
F	0,96			F	0,05
S	0,04	SISTEMA PGM		G	0,27
		F	0,11	I	0,62
		S	0,89	S	0,03
				Otros	0,02

MARCADORES GENÉTICOS SANGUÍNEOS DEL CABALLO MENORQUÍN

Tabla III. Medidas de identidad genética normalizada (I) y distancia genética estándar (D) de Nei entre la raza Menorquina (M) y las razas Arabe (A), Pura Raza Español (PRE) y Pura Sangre Inglés (PSI). (Nei's measures of normalized genetic identity and standard genetic distance).

	M/A	M/PRE	M/PSI
I	0,952	0,930	0,910
D	0,049±0,020	0,073±0,027	0,094±0,040

ñol, se encuentra también presente en la raza Menorquina, corroborando la influencia del caballo español en la raza de la isla de Menorca. En el sistema de HB se han evidenciado en la raza Menorquina los alelos *HB A1* y *HB A2* que no se han detectado en la raza Arabe y Pura Sangre Inglés (Bowling y Clark, 1985) y sí en el Pura Raza Español (Rodríguez-Gallardo, 1992). Así mismo se ha detectado la presencia del alelo *GPI S* en la raza Menorquina ausente o muy raro en las tres razas con las que se está comparando.

Los valores de identidad y distancia genéticas de Nei entre la raza Menorquina y las razas Pura Sangre Inglés, Pura Raza Español y Arabe se muestran en la **tabla III** y como se puede observar la menor distancia y mayor identidad corresponde a la raza Arabe seguida del Pura Raza Español. Este resultado, que parece contrastar con la presencia en la raza Menorquina de alelos marcadores del Pura Raza Español, se debería a la semejante distribución de las frecuencias de los alelos presentes en las razas Arabe y Menorquina, lo que reflejaría la base *Arabe* del caballo menorquín sobre la que se añade la influencia del Pura Raza

Español. La heterocigosidad promedio (H_c) en la raza Menorquina, para los quince sistemas genéticos analizados, fue de $0,4390 \pm 0,0649$, valor de tipo medio (Bowling y Clark, 1985), similar al obtenido en el Pura Raza Español ($0,4394 \pm 0,0652$) para los mismos sistemas, indicativo de la amplia base genética de la raza (sólo en el año 94 se cierra su libro genealógico).

Finalmente calculamos la probabilidad de exclusión *a priori* para comprobar la eficacia de los sistemas genéticos estudiados en los controles de filiación a desarrollar por el libro genealógico de la raza Menorquina, especificándose los resultados en la **tabla IV**. Dichos resultados, para quince sistemas genéticos, (0,994) ofrecen valores superiores a los obtenidos por Bowling y Clark (1985) en las razas Arabe (0,97) y Pura Sangre Inglés (0,96) para veinte sistemas genéticos. Sin embargo los resultados son muy similares, incluso en algunos

Tabla IV. Probabilidad de exclusión, expresada en (p.100), de 15 sistemas genéticos en la raza caballar Menorquina. (Probability of exclusion, expressed in (p.cent), at fifteen loci in the Menorquina horse breed).

Grupos sanguíneos		Polimorfismo Bioquímico			
A	32,74	ALB	14,57	PI	59,87
C	13,96	TF	51,97	HB	31,51
D	64,68	GC	3,69	GPI	7,93
P	27,07	A1B	1,92	PGM	8,83
Q	25,49	ES	28,39	6-PGD	13,83
PE GS	88,89	PE PB	94,48		
		PE Total	99,39		

RODRÍGUEZ GALLARDO Y DE ANDRÉS CARA

sistemas superiores, a los obtenidos para 17 sistemas genéticos en el Pura Raza

Español (0,99) por Rodríguez-Gallardo *et al.* (1992).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P., D.F. de Andrés and J.C. Mériaux. 1986. The Spanish Pure-Bred Horse. A new combination of factors in the D blood group system. *XXth Internacional conference on Animal Blood groups and Biochemical Polymorphisms (Abstracts)*. Helsinki.
- Anónimo. 1994. Registro-Matricula de caballos y yeguas raza caballar ALB. Ministerio de Defensa. Madrid.
- Bengtsson, S. and K. Sandberg. 1973. A method for simultaneous electrophoresis of four horse red cell enzyme systems. *Animal Blood groups and Biochemical Genetics*, 4: 83-87.
- Bouquet, H., H. Warewyck, A. Van de Weghe and A. Van Zeveren. 1987. Une étude du cheval de trait belge par les systèmes marqueurs de substances sanguines. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 131: 633-643.
- Bowling, A.T. and R.S. Clark. 1985. Blood group and protein polymorphism gene frequencies for seven breeds of horses in the United States. *Animal Blood groups and Biochemical Genetics*, 16: 93-108.
- Braend, M. 1973. Genetic variation in equine blood proteins. *Proceedings of the 3rd International Conference on Equine infectious Diseases (Paris, 1972)*. Ed. J.T. Bryans and H. Gerber. Karger. Basel. pp. 394-406.
- Braend, M. and E. Johansen. 1983. Haemoglobin types in Norwegian horses. *Animal Blood groups and Biochemical Genetics*, 14: 305-307.
- Dowling, T.E. and S. Moore. 1984. A program for estimating genetic variability within and between populations. *Journal of Heredity*, 75: 416.
- Huguet, E., A. Carracedo y M. Gené. 1988. Introducción a la investigación biológica de la paternidad. PPU. Barcelona.
- Juneja, R.K., B.Gahne and K. Sandberg. 1978. Genetic polymorphism of the vitamin D binding protein and another post-albumin protein in horse serum. *Animal Blood groups and Biochemical Genetics*, 9: 29-36.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 106: 283-292.
- Neiman-Sorensen, A. 1956. Blood groups and breed structure as exemplified by three Danish breeds. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 6: 115-137.
- Ohno, Y., I.M. Sebetan and S. Akaishi. 1982. A simple method for calculating the probability of excluding paternity with any number of codominant alleles. *Forensic Science International*, 19: 93-98.
- Podliachouk, L. and M. Hesselholt. 1962. Les groupes sanguins des équidés. Les sérums de référence. *Immunological. Letters*. 7: 69.
- Rodríguez-Gallardo, P.P., P. Aguilar, J.L. Vega y D.F. de Andrés. 1992. Blood group and protein polymorphism gene frequencies for the Andalusian horse breed. A comparison with four American horse breeds. *Arch. Zootec.*, 41: 433-442.
- Sánchez Belda, A. 1987. La raza caballar Menorquina. *Revista Ecuestre*: 20-24.
- Stormont, C. and Y. Suzuki. 1964. Genetic systems

MARCADORES GENÉTICOS SANGUÍNEOS DEL CABALLO MENORQUÍN

- of blood groups in horses. *Genetics*, 50: 915.
- Stormont, C., Y. Suzuki, and E.A. Rhode. 1964. Serology of horse blood groups. *Cornell Veterinarian*, 54: 437.
- Trommershausen-Smith, A. and Y. Suzuki. 1978. A new allele in the prealbumin system of horse serum markers. *Animal Blood groups and Biochemical Genetics*, 9: 97-104.

Recibido: 4-9-96. Aceptado: 22-1-97.

Archivos de zootecnia vol. 46 núm. 174, p. 151.