

636.2 POL/SP

# TRABAJOS CIENTIFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE CORDOBA

REFERENCIA

## Polimorfismos bioquímicos en razas vacunas españolas.

I.- Rubia gallega, pirenaica, retinta y morenas del no.

Vallejo, M., Monge, E., Rodero, A., Zarazaga, I.,  
Garzón, R. y Lamuela, J. M.

Universidad de Córdoba

Instituto de Ciencias de la Agricultura



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD DE CORDOBA

CAMPUS SARAVALLES - BIBLIOTECA

22-11-77

R 8811

K 337804

D 229026

Servicio de Publicaciones  
Universidad de Córdoba (España).

Trab. Cient. Univ. Córdoba No. 23 (1977)

## Resumen

Presentación de los polimorfismos bioquímicos y morfológicos de los vacunos de las razas Rubia Gallega, Pirenaica, Retinta y Morenas del No. en el sistema de los grupos sanguíneos, en el sistema de los grupos sanguíneos y en el sistema de los grupos sanguíneos. Se describen los resultados de los análisis de los grupos sanguíneos y de los grupos sanguíneos. Se describen los resultados de los análisis de los grupos sanguíneos y de los grupos sanguíneos. Se describen los resultados de los análisis de los grupos sanguíneos y de los grupos sanguíneos.

Los resultados presentados se refieren a los siguientes:

Raza	Grupo Sanguíneo	Forma	Polimorfismo	Menor del 10%
Rubia Gallega	A	1	1	1
Pirenaica	B	2	2	2
Retinta	C	3	3	3
Morenas del No.	D	4	4	4

### POLIMORFISMOS BIOQUÍMICOS EN RAZAS VACUNAS ESPAÑOLAS.

#### I.- RUBIA GALLEGA, PIRENAICA, RETINTA Y MORENAS DEL NO.\*

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

\* Comunicación presentada a la "XV th International Conference on Animal Blood groups and Biochemical Polymorphism". Dublin.

\*\* Departamento de Genética y Mejora. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

\* Sección de Selección Animal. Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro (C.S.I.C.). Facultad de Veterinaria. Zaragoza.

\*\* Sección de Grupos sanguíneos. Instituto de Zootecnia. (C.S.I.C.) Facultad de Veterinaria. Córdoba.

## Resumen

Después de una revisión general y actualizada en relación con los distintos alelos identificados de los cinco sistemas genéticos bovinos (Hb, Al, Tf, Ca y Am) que se estudian en el presente trabajo, se especifica la metodología utilizada y el material animal sobre el que se ha investigado: 363 animales de la raza Rubia Gallega, 383 animales de la Pirenaica, 67 de la Retinta y 25 de la Morenas del NO.

Las frecuencias génicas halladas han sido las siguientes:

Razas	Rubia Gallega	Pirenaica	Retinta	Morenas del NO.
Hb <sup>A</sup>	.91	.84	.86	1.00
Hb <sup>B</sup>	.09	.16	.14	0.00
Al <sup>S</sup>	.06	.08	.08	.08
Al <sup>F</sup>	.94	.92	.92	.92
Tf <sup>A</sup>	.42	.53	.38	.50
Tf <sup>D<sub>1</sub></sup>	.19	.16	.30	.08
Tf <sup>D<sub>2</sub></sup>	.32	.30	.17	.42
Tf <sup>E</sup>	.07	.01	.15	.00
Ca <sup>S</sup>	.90	—	.71	.92
Ca <sup>F</sup>	.10	—	.29	.08
Am <sup>B</sup>	.76	.62	.75	.73
Am <sup>C</sup>	.24	.38	.25	.27

Igualmente se discuten las relaciones genéticas que pueden existir entre las cuatro razas investigadas mediante un test de homogeneidad y se las compara, dentro de este contexto, con algunas de las razas bovinas investigadas por otros autores.

## Summary

After a general reviewing of different identified alleles from five genetic cattle systems (Hb, Al, Tf, Ca y Am), genetical studies have been carried out on these erythrocytes and serum polymorphisms in 4 spanish cattle breeds: Rubia Gallega (363 animals) Pirenaica (383), Retinta (67) and Morenas del NO. (25).

Gene frequencies are presented in the Table:

Breeds	Rubia Gallega	Pirenaica	Retinta	Morena del NO.
Hb <sup>A</sup>	.91	.84	.86	1.00
Hb <sup>B</sup>	.09	.16	.14	0.00
Al <sup>S</sup>	.06	.08	.08	.08
Al <sup>F</sup>	.94	.92	.92	.92
Tf <sup>A</sup>	.42	.53	.38	.50
Tf <sup>D<sub>1</sub></sup>	.19	.16	.30	.08
Tf <sup>D<sub>2</sub></sup>	.32	.30	.17	.42
Tf <sup>E</sup>	.07	.01	.15	0.00
Ca <sup>S</sup>	.90	--	.71	.92
Ca <sup>F</sup>	.10	--	.29	.08
Am <sup>B</sup>	.76	.62	.75	.73
Am <sup>C</sup>	.24	.38	.25	.27

Finally we discuss the genetic relationships between the four breeds on the basis of  $X^2$  estimated y we establish some filogenetic relationships with other cattle breeds studied by different authors.

## Introducción

Aunque ROBERTSON (1972) opina que "el número de proteínas que han logrado separarse o identificarse por electroforesis así como el número de especies sobre las que se han investigado son tan elevadas, que se está corriendo el peligro de ahogarnos en un río de hechos", no es menos cierto que el estudio de los sistemas de polimorfismos bioquímicos en las especies ganaderas útiles al hombre ha tomado un nuevo impulso, en estos últimos años, al intentar relacionar genéticamente aquéllas y establecer las posibles correlaciones existentes entre dichos polimorfismos y algunos caracteres productivos.

Sobre esta base, muchos investigadores han estudiado la distribución de los polimorfismos bioquímicos del ganado vacuno en la mayoría de las razas bovinas explotadas en Europa, Asia, África y América. El presente trabajo se orienta al conocimiento de la estructura genética en relación con los polimorfismos de hemoglobina, albúmina, transferrina, anhidrasa carbónica y amilasa, en cuatro razas vacunas autóctonas españolas: Rubia Gallega, Pirenaica, Retinta y Morenas del NO. Esta nueva e interesante concepción de estructurar genéticamente las razas vacunas españolas, mediante diferentes marcadores genéticos, es la línea de investigación que se ha empezado a abordar en estos últimos tres años, a fin de conocerlas, desde esta óptica, antes de que sean demasiado mestizadas cuando no absorbidas por otras razas zootécnicamente más productivas.

La situación general, en relación con los sistemas genéticos objeto del presente estudio, se detalla seguidamente.

*Sistema Hemoglobina (Hb).*—Dos tipos de hemoglobina (Hb A y Hb B) en ganado vacuno adulto se han encontrado en muchas razas en varias partes del mundo. Estas dos variantes fueron descritas primeramente por CABANNES y SERAIN (1955) y más tarde por muchos otros investigadores, debiéndose a BANGHAM (1957) el conocimiento de que estos dos tipos de hemoglobina están controladas por dos alelos codominantes. Aparte de estos dos tipos se han encontrado en ganado adulto, tres variantes más en algunas razas vacunas: Hb C (NIKOLAJCZUK y col., 1963), Hb D (EFREMOV y BRAEND, 1965), Hb Khillari (NAIK y col., 1965) y Hb E (BALBIERZ y col., 1970).

*Sistema Albúmina (Al).*—La primera aportación al conocimiento de este sistema se debe a BRAEND y EFREMOV (1964) quienes evidenciaron tres fenotipos de albúminas bovinas, sugiriendo que serían controlados por dos alelos  $Al^A$  y  $Al^B$ . ASHTON (1964) obtiene similares resultados, detectando un año más tarde un tercer alelo  $Al^C$ , lo que permitió identificar cinco fenotipos, en el bovino East African Zebú (ASHTON y LAMPKIN, 1965). Posteriormente CARR (1966) describe tres alelos más  $Al^D$ ,  $Al^E$  y  $Al^F$ , identificados en las razas Angoni (Zebú), Boran y Africander en Zambia, mientras que ABE y col. (1968) señalan una nueva variante  $Al^X$ .

observada en dos muestras de la raza Yellow y SPOONER y OLIVER (1969), la  $Al^G$  encontrada en 4 animales de la raza Shorthorn. La última variante descrita en vacunos de Hungría se debe a SOOS (1971) que la denomina provisionalmente  $Al^H$ , si bien comenta que podría tratarse de la  $Al^E$  de Zambia, por su parecida migración electroforética. Las  $Al^A$  y  $Al^B$  denominadas igualmente  $Al^E$  y  $Al^S$  respectivamente son las más frecuentes, sobre todo la  $Al^A$  (F) que está presente en todas las razas bovinas (SOOS, 1971). Las bandas electroforéticas correspondientes a los alelos comentados se ordenan por orden decreciente de movilidad, como G, A (F), D, E, H,  $F_{Zambia}$ , B (S), C y X.

**Sistema Transferrina (Tf).**—El primer investigador que describió el polimorfismo de las  $\beta$ -globulinas en bovinos fue ASHTON en 1957, completando su información en relación con la distribución y modo de herencia de este polimorfismo en las distintas razas vacunas británicas en 1958, siendo estos hallazgos paralelos a los obtenidos independientemente por SMITHIES e HICKMAN en ese mismo año. La demostración por GIBLETT y col. (1959), mediante la utilización de hierro radioactivo ( $Fe^{59}$ ), de que esas  $\beta$ -globulinas genéticamente variables, servían específicamente para el transporte del Fe-sérico, motivó que fueran denominadas transferrinas. Los primitivos alelos de ASHTON (1958a) y SMITHIES y col. (1958) que los denominaron  $Tf^A$ ,  $Tf^D$ ,  $Tf^E$ , fueron incrementados por dos nuevas variantes más  $Tf^B$  y  $Tf^F$ , halladas por ASHTON (1959) en ganado Zebú. Años más tarde un alelo adicional ( $Tf^G$ ) es descrito por OSTERHOFF y VAN HEERDEN (1965) en las razas Red Poll, Simmental y Drakensberger y por ASHTON y LAMPKIN (1965) en varias razas africanas (Boran, Sahiwal, Nganda, Teso, Ankola y Tanganika Zebú). Las migraciones electroforéticas de las bandas correspondientes a esos 6 principales alelos por orden decreciente de movilidad electroforética es como sigue:  $Tf^G$ ,  $Tf^A$ ,  $Tf^B$ ,  $Tf^D$ ,  $Tf^E$ ,  $Tf^F$ .

A partir de los trabajos de ASHTON (1965a) y KRISTJANSON e HICKMAN (1965), al alelo  $Tf^D$  ha podido asignársele una subdivisión en los alelos  $Tf^{D1}$  y  $Tf^{D2}$  que se comportan genéticamente como el resto de los alelos conocidos. El que se hayan descrito varios alelos más por diferentes autores,  $Tf$ -Pyhäjoki (VASENIUS, 1965),  $Tf^H$  (SARTORE Y BERNOCO, 1966),  $Tf^N$  (BRAEND y col., 1968),  $Tf^X$  (ABE y col., 1972)\*,  $Tf^I$  (SOOS y col., 1974) hace que este sistema se considere muy interesante, a los efectos comentados, por el número tan elevado de alelos conocidos.

**Sistema Anhidrasa carbónica (Ca).**—Usando un método enzimático para la identificación de esterasas, TASHIAN (1965) logró describir un determinado número de isoenzimas en las esterasas eritrocitarias del hombre y otros primates. Este trabajo, juntamente con el de BARNICOT y col. (1964), permitieron desarrollar a SARTORE (1965) un método electroforético adecuado e identificar tres fenotipos que denominados F, FS y S, en función de su decreciente movilidad electroforética, son controlados por dos genes autosómicos codominantes, codificados como  $Ca^F$  y  $Ca^S$  (SARTORE, 1966; SARTORE y col., 1969). Este mismo autor en 1968, describe en animales culones de la raza Piamontesa, dos nuevos fenotipos, de los cuales es responsable un nuevo alelo denominado  $Ca^S_{Piedmont}$  (SARTORE, 1970). En 1972, STORMONT y col. adicionan un nuevo alelo  $Ca^C$  a la serie alélica de este sistema.

\*Según este autor la  $Tf^X$  podría ser similar a la banda correspondiente al alelo  $Tf^G$  descrito por JAMIESON (1965).

*Sistema Amilasa (Am).*—En ganado vacuno la variación de la amilasa se reconoció por primera vez en geles teñidos con colorantes específicos para proteínas, siendo llamada "proteína-fibrosa" (thread protein), por la característica apariencia de las zonas teñidas, identificándose como T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (ASHTON, 1958b), si bien posteriormente son redenominadas como Amilasa—Am C y Am B, respectivamente—(ASHTON, 1965b), demostrándose un año más tarde que el polimorfismo de la amilasa en ganado vacuno es controlado por tres alelos autosómicos codominantes: Am<sup>A</sup>, Am<sup>B</sup> y Am<sup>C</sup> (ASHTON, 1966). Estos resultados son confirmados en otras razas vacunas de Europa, África y América por HESSELHOT y col. (1966), CRIMELLA y col. (1969), GASPARSKI (1970), MAKAVEYEV (1970 a,b), SCHLEGER (1971), KRAAY (1972).

Recientemente MAZUMDER y SPOONER (1970, 1973) describen dos sistemas polimórficos, controlados genéticamente, de esta enzima en varias razas inglesas y francesas. Uno de estos sistemas el Am I, previamente descrito en ganado británico, está determinado por dos alelos codominantes: Am I<sup>B</sup> y Am I<sup>C</sup>. La otra enzima es también polimórfica, siendo controlada igualmente por dos alelos codominantes: Am II<sup>A</sup> y Am II<sup>B</sup>, de los cuales el primero se presenta solamente con una frecuencia muy baja.

## Material y metodología

El material animal ha estado representado por 363 vacunos de la raza Rubia Gallega, 383 de la Pirenaica, 67 de la Retinta y 25 de la raza Morena del N.O. Sin embargo no en todos los animales se han investigado los polimorfismos enunciados, por las dos siguientes causas:

—Las técnicas electroforéticas de los polimorfismos amilasa, anhidrasa carbónica y albúmina han sido las últimas que se han puesto a punto, y por ello las muestras de sangre extraídas en un principio (raza Pirenaica, año 1974), no se analizaron para la identificación de esos marcadores.

—Algunas muestras de sangre se inutilizaron por una deficiente conservación en el transcurso del envío de aquéllas al laboratorio.

La identificación fenotípica de los polimorfismos Hb, Al, Tf, Ca y Am, se ha realizado sometiendo las muestras (hemolizado y suero sanguíneos) a una electroforesis horizontal sobre gel de almidón, usando los diferentes sistemas de buffer y corridos sugeridos por BRAEND y col. (1962), KRISTJANSSON (1963), POULIK (1957), SARTORE y col. (1969) y GASPARSKI y STEVENS (1968) respectivamente, aunque modificados por MONGE y col. (1976) para adaptarlos a las condiciones ambientales (cámara frigorífica a 5°C) en que se realizaron las electroforesis.

## Resultados y discusión

### 1. Hemoglobinas

Tres diferentes fenotipos de hemoglobina se han detectado en dos de las cuatro razas vacunas estudiadas, mientras que en una de aquéllas (Rubia Gallega) sólo se han detectado dos fenotipos y en la cuarta (Morena del N.O.) únicamente uno, como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1.- Fenotipos y frecuencias génicas de Hb. en cuatro razas vacunas españolas.

Razas	n	Fenotipos						$\chi^2$	Frecuencias génicas	
		Hb A		Hb AB		Hb B			Hb <sup>A</sup>	Hb <sup>B</sup>
		obs.	esp.	obs.	esp.	obs.	esp.			
Rubia gallega	307	278	278,75	29	27,63	--	0,61	0,68	.91	.09
Pirenaica	383	272	270,78	100	102,26	11	9,57	0,26	.84	.16
Retinta	67	51	49,31	13	16,34	3	1,34	2,80	.86	.14
Morenas del N O.	25	25	25,00	--	--	--	--	--	1.00	--



En principio ha de destacarse la situación de equilibrio encontrada para este polimorfismo y las diferencias existentes entre las razas investigadas, en cuanto a las frecuencias génicas estimadas, que por otro lado pueden explicarse en función de sus distintos presumibles antepasados.

Las frecuencias tan elevadas del gen  $Hb^A$ , sitúan a estas razas españolas dentro de las razas vacunas del Centro y Sur de Europa en general, con frecuencias génicas que oscilan entre .80-.98. Parece prematuro enjuiciar la frecuencia de  $Hb^A = 1$  hallada en la raza Morenas del NO., teniendo en cuenta el muestreo tan reducido examinado, pero es evidente que esta elevada frecuencia debe de ser muy significativa, cuando la fijación en este sistema del alelo  $Hb^A$ , sólo se ha presentado en muy pocas razas: Danish Red, Frisona, Normanda y algunas razas del N. de Alemania y de Gran Bretaña (HUISMAN 1966).

La  $Hb^B$  puede usarse como un marcador genético de indudable interés en comparaciones raciales. Así, esta hemoglobina parece indicar la existencia de antecesores de Asia más que de Africa, para la mayoría de las razas vacunas. La presencia de la  $Hb^B$  en la raza Jersey ( $Hb^B = 0.61$ ) y en algunas otras razas europeas y africanas parece sostener la teoría de que la Jersey fue originada por *Bos indicus* y que sus ancestrales emigraron de los valles de la India a Europa, a través de Africa (SEN y col., 1966). De cualquier forma son las razas vacunas del Centro y Sur de Europa y de Africa las que ofrecen una mayor variabilidad en cuanto a la  $Hb^B$ , sobre todo estas últimas en las que pueden observarse frecuencias de  $Hb^B = 0.5 - 0.8$ . Las frecuencias más altas de  $Hb^B$  (0.38 - 0.54) las presentan los Zebú (India) y otras razas bovinas indias (BUSCHMANN y col. 1968).

El encontrar una frecuencia de  $Hb^B = 0.84$  en la raza Pirenaica, cercana a la variabilidad presentada por este polimorfismo en bovinos asiáticos y africanos, hace pensar en el papel selectivo que debe jugar la Hb en relación con el medio ambiente.

La relación genética que puede existir entre estas razas se ha intentado establecer a partir de los valores de  $X^2$  calculados en los "test de homogeneidad" utilizados para comparar dos poblaciones, sustentándose la hipótesis de que si no existen diferencias significativas para el polimorfismo investigado, hay razones biométricas para afirmar que dichas poblaciones proceden de una misma "población" y por lo tanto habrán de considerarse como similares desde el punto de vista del polimorfismo genético testado.

Los resultados, que se presentan en una tabla de doble entrada en la que se compara cada raza con las restantes, se resumen en la Tabla 2.

Como puede observarse, en este sistema no se han encontrado diferencias significativas ni entre R.G. y M. del NO. por un lado ni entre P. y R. por otro. Si en principio pudiera indicar esta situación que estas cuatro razas proceden de dos grupos filogenéticamente distintos, esta consideración ha de tomarse con cierta precaución por el momento.

## 2. Albúminas

Aunque no existen demasiadas fundamentaciones, este sistema no ha sido tan estudiado, en general, como el de Hb o Tf, por lo que no se han encontrado demasiadas referencias a este respecto. Dos mayoritarios fenotipos, FF y SF, se han evidenciado en las 4 razas vacunas investigadas, habiéndose identificado asimismo el fenotipo SS en dos de las razas (R.G. y P.) si bien en número muy pequeño como puede apreciarse en la Tabla 3.

Tabla 2.-  $\chi^2$  calculados en test de homogeneidad para Hb (G.L. 2).

Razas	Morenas del NO.	Retinta	Pirenaica
Rubia Gallega	2,587	19,903 ***	42,284 ***
Pirenaica	9,953 **	1,700	
Retinta	7,227 *		

\* P < 0,05

\*\* P < 0,01

\*\*\* P < 0,001

Tabla 3.- Fenotipos y frecuencias génicas de Al en cuatro razas vacunas españolas.

Razas	n	Fenotipos						$\chi^2$	Frecuencias génicas	
		Al S		Al SF		Al F			Al <sup>S</sup>	Al <sup>F</sup>
		obs.	esp.	obs.	esp.	obs.	esp.			
Rubia Gallega	363	1	1,08	41	40,29	321	321,25	0,02	.06	.94
Pirenaica	265	3	1,59	35	37,63	227	225,78	1,44	.08	.92
Retinta	59	-	0,35	9	8,26	50	50,38	0,42	.08	.92
Morenas del N O.	25	-	0,15	4	3,67	21	21,15	0,18	.08	.92

Además de la situación de equilibrio genético que puede observarse, ha de destacarse la frecuencia tan elevada mostrada por el alelo  $Al^F$  por lo que puede deducirse que, para estas razas vacunas, se tiende a una fijación del alelo  $Al^F$ , en el proceso evolutivo de las mismas, como se ha visto anteriormente para el alelo  $Hb^A$ .

Estos resultados confirman los hallazgos de BRAEND y EFREMOV (1964) en el sentido de relacionar la presencia del alelo  $Al^S$  con la situación geográfica: las razas del Sur de Europa (entre las que pueden incluirse las investigadas en el presente trabajo) y Africa presentan dicho alelo, si bien en estas últimas las frecuencias de  $Al^S$  son mucho más altas y del orden .30-.60 (CARR, 1966).

También este marcador ofrece cierto interés desde el punto de vista evolutivo (BOUQUET y col., 1972), cuando se observa que el Indian Buffalo (Murah) exhibe una frecuencia elevadísima de  $Al^S$ : .88, como asimismo los Búfalos europeos: Bulgarian Buffalo, de frecuencia  $Al^S$ : .54 (MAKAVEYEV, 1970a) e Italian Water Buffalo,  $Al^S$ : .67 (MASINA y col., 1971).

De todas formas, la frecuencia tan elevada y la tendencia a la fijación del alelo  $Al^F$  observadas, son sin lugar a dudas las razones que han motivado el hecho de que no se hayan encontrado diferencias significativas al comparar las razas investigadas mediante el "test de homogeneidad". Puede deducirse por ello el poco interés que ha ofrecido el estudio de este polimorfismo, en las comparaciones raciales realizadas, no así el derivado del conocimiento de su contribución a la constitución de la estructura genética de las razas vacunas objeto del presente trabajo.

### 3. Transferrina

Este marcador genético es el más interesante de los distintos sistemas polimórficos conocidos, en función de una serie de características relacionadas con el mismo, entre las que pueden destacarse:

- Es el sistema del que se conocen más alelos.
- Suministra una información muy adecuada para el estudio de los procesos migratorios de las razas y sus interrelaciones.
- Parece estar relacionado con los procesos de adaptabilidad.
- Se conocen efectos pleiotrópicos relacionados con algunos aspectos productivos.

Por todo esto, también ha sido el polimorfismo bioquímico más ampliamente estudiado por los diferentes investigadores. De los 12 alelos que se conocen hasta el momento en las 4 razas vacunas investigadas, sólo han podido detectarse los 4 alelos más comunes de las razas vacunas europeas:  $Ti^A$ ,  $Ti^{D1}$ ,  $Ti^{D2}$  y  $Ti^E$ , y cuya distribución se resume en la Tabla 4.

A un nivel de significación  $P < 0,05$ , no considerado como tal por otros autores (MITAT, 1975, analiza la situación de equilibrio genético a un nivel superior,  $P < 0,01$ ) se observa que la raza Rubia Gallega no se encuentra en equilibrio genético para este polimorfismo, desviación que en relación con este sistema también ha sido observada por algunos autores (BÜSCHMANN y SCHMID, 1964; SOOS y col., 1974; GELDERMAN, 1972). Como esta situación puede deberse a una serie de circunstancias, se analizan seguidamente.

-Normalmente, la desviación del equilibrio de Hardy-Weinberg suele deberse al proceso selectivo al que se ha sometido a las poblaciones vacunas en estos últimos años. En este caso debe descartarse esta motivación, porque la población investigada

TABLA 4.- Fenotipos y frecuencias génicas de Tf en cuatro razas vacunas españolas.

Parámetros		Razas				
		Rubia Gallega	Pirenaica	Retinta	Morena del NO.	
n		359	381	62	25	
Fenotipos	Tf AA	obs. esp.	54 63,51	107 107,62	9 8,90	7 6,25
	Tf AD <sub>1</sub>	obs. esp.	62 56,36	74 66,43	17 14,02	1 2,00
	Tf AD <sub>2</sub>	obs. esp.	113 97,99	111 120,12	7 7,95	10 10,50
	Tf AE	obs. esp.	19 20,61	6 3,18	5 7,20	-- --
	Tf D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	obs. esp.	20 12,50	7 10,25	8 5,52	1 0,16
	Tf D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	obs. esp.	24 ** 43,48	37 37,07	2 6,26	1 1,68
	Tf D <sub>1</sub> E	obs. esp.	8 9,14	-- 0,98	2 5,66	-- --
	Tf D <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	obs. esp.	38 37,80	39 33,51	3 1,77	5 4,41
	Tf D <sub>2</sub> E	obs. esp.	20 15,90	-- 1,77	6 3,21	-- --
	Tf EE	obs. esp.	1 1,67	-- 0,02	3 1,45	-- --
$\chi^2$			19,10*	8,75	12,69	5,37
Frecuencias génicas	Tf <sup>A</sup>		.42	.53	.38	.50
	Tf <sup>D<sub>1</sub></sup>		.19	.16	.30	.08
	Tf <sup>D<sub>2</sub></sup>		.32	.30	.17	.42
	Tf <sup>E</sup>		.07	.01	.15	--

\* P < 0,05      \*\* P < 0,01

ha sido obtenida a partir de un muestreo aleatorio que ha cubierto prácticamente toda la provincia de Lugo, zona de ubicación de la raza Rubia Gallega.

—COOPER y RENDEL (1968) demostraron que la "unlike-homozygus-mother effect" (incompatibilidad materno-fetal) era una de las causas que podía originar una significativa desviación ( $P < 0,001$ ) de la esperada proporción 1:1 de homocigotos y heterocigotos en la progenie, en relación con este polimorfismo, habiendo contrastado este hecho igualmente SOOS y col. (1974). Para comprobar si este efecto ha podido ser el causante de la falta de equilibrio genético se ha calculado la  $\chi^2$  correspondiente a la comparación de los homocigotos y heterocigotos, en la raza vacuna Rubia Galleta (Tabla 5).

Tabla 5.— Distribución de fenotipos homocigotos y heterocigotos en la raza vacuna Rubia Gallega.

Homocigotos		Heterocigotos		$\chi^2$	G.L.
obs.	esp.	obs.	esp.		
113	115,48	246	243,48	0,079	1

Al no encontrarse diferencia significativa en la distribución de estos fenotipos transferrínicos, puede afirmarse que tampoco la incompatibilidad comentada es la causa del desequilibrio observado.

—Desequilibrio entre los fenotipos observados y esperados  $Tf^D_1D_2$ . Si analizamos la Tabla 4, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los fenotipos observados y esperados en los distintos fenotipos investigados a excepción del correspondiente a  $Tf^D_1D_2$  en donde se ha encontrado una diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ). No cabe duda de que el desequilibrio de la población ( $P < 0,05$ ) puede estar influido por esta circunstancia, observada igualmente por GELDERMAN (1972). Este autor analizando conjuntamente las razas alemanas Schwarzbunte y Rotbunte, encontró una diferencia significativa entre los genotipos  $Tf^A/Tf^{D_1}$  ( $P < 0,01$ ) y muy significativa entre los genotipos  $Tf^{D_1}/Tf^{D_2}$  ( $P < 0,001$ ), lo que motivó igualmente que la población no estuviera de conformidad con la ley de Hardy-Weinberg. Finalmente, el citado autor relaciona esta situación con un positivo coeficiente de consanguinidad para el alelo  $Tf^{D_2}$  y admite que un efecto selectivo puede existir para esos genotipos. No se ha podido comprobar en el presente trabajo, la fundamentación de la significativa diferencia de heterocigotos  $Tf^{D_1}/Tf^{D_2}$ , pero no es menos cierto que puede tener el mismo origen.

—Aunque ha sido solamente la población perteneciente a la raza Rubia Gallega la única que ha presentado ausencia de equilibrio genético para este polimorfismo, de las cuatro analizadas, podría fundamentarse esta situación en el hecho de haberse

utilizado para la estructuración genética de las poblaciones animales la subdivisión de Tf<sup>D1</sup> y Tf<sup>D2</sup> en vez de la Tf<sup>D</sup>.

Desde el punto de vista electroforético la identificación de las bandas correspondientes a los fenotipos con D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> no ofrece duda. Sin embargo, cuando un fenotipo con D<sub>1</sub> o D<sub>2</sub> aparece en un extremo del gel o alejado de uno de los tipos citados, suceso que ocurre con alguna frecuencia (normalmente se corren 13 muestras

Tabla 6.- Rubia Gallega: distribución de fenotipos observados y esperados, en Tf.

Tf \ n	AA	AD	AE	DD	DE	EE	X <sup>2</sup>
obs.	54	175	19	82	28	1	6,41
esp.	63,51	154,36	20,61	93,79	25,05	1,67	

por gel), la exacta identificación ofrece alguna duda, en cuyo caso se suelen repetir los corridos con aquellas muestras dudosas de identificar en primera instancia. No es extraño por tanto que algunos tipos, pocos desde luego, no hayan estado correctamente catalogados en cuanto a la subdivisión  $D_1$  y  $D_2$  no habiéndose podido repetir nuevamente los corridos, porque cuando se ha redactado el trabajo, las muestras séricas ya se habían desechado. Se insiste en este detalle porque si se verifica la situación de equilibrio genético de esa misma población, considerando solamente los tres alelos  $Tf^A$ ,  $Tf^D$  y  $Tf^E$ , los resultados ofrecidos en la Tabla 6 demuestran que no hay diferencias significativas entre los 6 tipos de fenotipos observados y esperados en la población, por lo que puede concluirse que existe equilibrio genético, si se establece la lectura trialélica.

Independientemente de la situación de equilibrio genético que se ha analizado, debe destacarse las frecuencias tan elevadas del alelo  $Tf^E$  que han evidenciado las razas Retinta (0,15) y Rubia Gallega (0,07) sobre todo la primera, ya que la mostrada por la Pirenaica (0,01) es muy baja y no se ha identificado en la Morena del NO. El interés de este alelo ha sido destacado por numerosos autores.

Así, ASHTON (1959) sugiere que la relativa alta frecuencia de  $Tf^E$  en vacunos del tipo Zebú (0,34 - 0,66), es una indicación de la perfecta tolerancia de estos animales a las condiciones climáticas y ecológicas de la India. Esto parece ser cierto también para razas africanas (OSTERHOFF, 1964; ASHTON y LAMPKIN, 1965; HESSELHOT y col. 1964), en las que las frecuencias de  $Tf^E$  son igualmente altas (.12 a .37). NEETHLING y col. (1970) confirman una vez más la llamada "mejor adaptabilidad" de los animales con  $Tf^E$ , manifestada en su mayor capacidad para resistir el stress que la de aquellos animales que poseen otro tipo de  $Tf$ .

Prescindiendo de los bovinos asiáticos y africanos, la raza Retinta con  $Tf^E = 0,15$ , se sitúa entre las razas europeas y americanas con una de las frecuencias más elevadas, solamente superada por la raza Ayrshire (0,141 - 0,176) y las razas vacunas de Suecia (0,17 - 0,30).

La Rubia Gallega, con una frecuencia de  $Tf^E = 0,07$  también se sitúa entre las razas europeas de frecuencia más elevada, ya que es superada solamente, además de por las razas comentadas anteriormente, por la Aberdeen Angus (0,115), Aosta Red Pied de Italia (0,073), Grey-Iskar (0,147) y Red (0,097) ambas de Bulgaria, Pie-Rouge (0,08) en Canadá (ASHTON, 1958a; SARTORE y BERNOCO, 1966; MAKAVEYEV, 1970b; KRAAY, 1972).

Es difícil después de comprobar la distribución del alelo  $Tf^E$  en razas vacunas de Suecia, afirmar de una forma absoluta esa asociación entre el alelo  $Tf^E$  y climas extremos, pero es evidente que aparece con frecuencias relativamente altas en las razas del Sur y Centro-Sur de Europa, por lo que conclusiones más definitivas no podrán adoptarse hasta tanto la distribución por razas de las transferrinas no se conozca más ampliamente. De todas formas debe asignársele un gran valor en el estudio de los orígenes raciales y sus relaciones.

En relación con la  $Tf^D$  y su contorno de distribución entre las distintas razas europeas, las razas estudiadas han presentado unas frecuencias bastante más bajas que las de otras razas de los países mediterráneos (Italia, Yugoslavia) y Centro-Sur de Europa (Suiza, Bulgaria, Hungría), no pudiéndose establecer más diferencias que las existentes entre las mismas.

Especial comentario requieren las frecuencias halladas para los alelos  $Tf^{D_1}$  y  $Tf^{D_2}$ . En este sentido las razas R.G., P. y M. del NO., han mostrado una frecuencia del alelo  $Tf^{D_2}$  mucho más elevada que la del  $Tf^{D_1}$ , al igual que ocurre en la mayoría de las razas vacunas, detalle particularmente manifestado en la M. del NO. en la



que la frecuencia de  $Tf^{D2}$  es muy alta (0,42), como parece asimismo en algunas razas de Hungría. JAMIESON (1966) asigna una frecuencia alta del  $Tf^D$  a animales que viven en regiones montañosas de Europa con severas condiciones climatológicas y pobre pasto y BELAYED y FOMICHEVA (1970) admiten la posibilidad de que la adaptabilidad y la presencia de los alelos  $Tf^{D1}$  y  $Tf^{D2}$  estén correlacionados en las razas vacunas del hemisferio norte.

El admitir esta correlación ante los datos presentados es ciertamente aventurado, pero es igualmente significativo que las tres razas ubicadas geográficamente en el N. y NO. de España (R.G., P. y M. del NO.) presenten una frecuencia de  $Tf^{D2}$  más elevada que la de  $Tf^{D1}$ , al contrario de la raza R., del SE. de España que presenta una frecuencia de  $Tf^{D1}$  más elevada que de  $Tf^{D2}$  y al mismo tiempo la frecuencia más elevada de  $Tf^E$ , siendo la climatología de estas dos zonas geográficas, totalmente distintas.

La relación genética entre las razas estudiadas en relación con este polimorfismo, se establece igualmente por medio de las  $X^2$  calculadas en los "test de homogeneidad", y cuyos valores se resumen en la Tabla 7.

Tampoco para este polimorfismo se han encontrado diferencias significativas entre R.G. y M. del NO., diferenciándose muy significativamente por el contrario la R.G. de la P. y R., situación que confirma lo comentado para el polimorfismo Hb. si bien no se puede relacionar con los dos troncos filogenéticos, como se aventuró con el marcador Hb.

Como este polimorfismo es el que se ha estudiado más intensamente y por ello se conoce su estructura genética en un gran número de razas bovinas, en la Fig. 1, y sobre un Diagrama triangular De-Finetti se ha representado la situación, dentro de ese campo, que corresponde a una serie de razas representativas de distintos países, a partir de los alelos  $Tf^A$ ,  $Tf^D$  y  $Tf^E$ , para una más fácil comprensión en relación con la distribución de las razas bovinas dentro del contexto de las transferrinas.

#### 4. Anhidrasa Carbónica

De este polimorfismo, como se ha comentado ya, se conocen cuatro alelos de los cuales en el material investigado en este trabajo sólo han podido detectarse dos de ellos,  $Ca^F$  y  $Ca^S$ , cuyas distribuciones, que se encuentra en equilibrio genético en las razas analizadas, se resumen en la Tabla 8.

Como puede observarse, no se ha identificado el alelo  $Ca^S_{Piedmont}$ , a pesar de que un porcentaje (mínimo desde luego) de los animales pertenecientes a la raza Rubia Gallega eran semi-culones, circunstancia por otro lado esperada teniendo en cuenta que la frecuencia encontrada por SARTORE (1970) en un muestreo sobre 114 animales culones de la raza Piemontesa, no fue muy elevada ( $Ca^S_{Piedmont} = 0,12$ ).

Comparando las razas investigadas en función de las frecuencias de Ca establecidas en diferentes razas vacunas del mundo, y cuya relación figura en la Tabla 9, puede observarse que mientras las razas Morenas del NO. y Rubia Gallega, se sitúan entre las razas que presentan una frecuencia de  $Ca^S$  más elevadas, la Retinta por el contrario se sitúa entre las de una frecuencia de  $Ca^S$  más baja, aunque no puede precisarse si estas diferencias están relacionadas igualmente con distintas actividades fisiológicas o con otros caracteres, ya que la ubicación geográfica de estas razas son muy distintas.

Tabla 7.-  $\chi^2$  calculadas en Test de homogeneidad para  
Tf. (G.L. 9).

Razas	Morenas del NO.	Retinta	Pirenaica
Rubia Gallega	11,050	31,501 <sup>***</sup>	62,716 <sup>***</sup>
Pirenaica	7,779	112,009 <sup>***</sup>	
Retinta	26,290 <sup>**</sup>		

\*\* P < 0,01

\*\*\* P < 0,001

Fig. 1.- Distribución de algunas razas vacunas, según sus tipos de Tf, en un diagrama triangular De-Finetti.

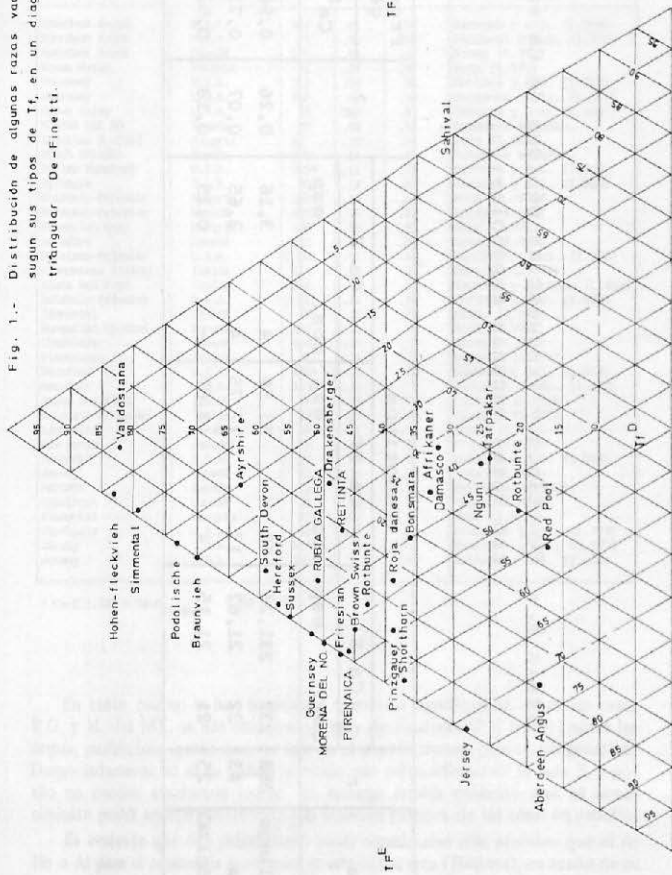


Tabla 8.- Fenotipos y frecuencias génicas de Ca en cuatro razas vacunas españolas.

Razas	n	Fenotipos						$\chi^2$	Frecuencias génicas	
		Ca S		Ca SF		Ca F			Ca <sup>S</sup>	Ca <sup>F</sup>
		obs.	esp.	obs.	esp.	obs.	esp.			
Rubia Gallega	288	232	231,26	52	53,56	4	3,16	0,26	0,90	0,10
Retinta	43	22	21,62	17	17,75	4	3,65	0,07	0,71	0,29
Morenas del NO	25	21	21,15	4	3,67	-	0,15	0,18	0,92	0,08

TABLA 9.- Distribución de las frecuencias génicas de Ca en distintas razas vacunas examinadas.

Razas	País	n	Ca <sup>F</sup>	Ca <sup>S</sup>	Autores
Aberdeen Angus	U.S.A.	114	.01	.99	Sartore y col. (1.969)
Aberdeen Angus	U.S.A.	78	.02	.98	Stormont y col. (1.972)
Aberdeen Angus	Canadá	100	.03	.97	Kraay (1.972)
Brown Swiss	Hungría	92	.04	.96	Soos (1.972)
Guernsey	U.S.A.	352	.04	.96	Sartore y col. (1.969)
Guernsey	U.S.A.	202	.07	.93	Stormont y col. (1.972)
Brown Swiss	U.S.A.	95	.07	.93	Sartore y col. (1.969)
MORENA DEL NO.	España	25	.08	.92	Presente estudio.
Austrian Spotted	Hungría	41	.10	.90	Soos (1.972).
RUBIA GALLEGA	España	288	.10	.90	Presente estudio.
Polled Hereford	U.S.A.	365	.11	.89	Sartore y col. (1.969)
Ayrshire	U.S.A.	86	.14	.86	Sartore y col. (1.969)
Holstein-Friesian	Hungría	105	.14	.86	Soos (1.972)
Holstein-Friesian	Canadá	400	.15	.85	Kraay (1.972)
Hungarian Grey	Hungría	158	.15	.85	Soos (1.972)
Hereford	Canadá	100	.16	.84	Kraay (1.972)
Holstein-Friesian	U.S.A.	1.538	.17	.83	Stormont y col. (1.972)
Piamontesa (culon)	Italia	114	.18	.82*	Sartore (1.970)
Aosta Red Pied	Italia	166	.19	.81	Sartore y Bernoco (1.966)
Holstein-Friesian	U.S.A.	1.102	.20	.80	Sartore y col. (1.969)
Simmental	Canadá	55	.21	.79	Kraay (1.972)
Hungarian Spotted	Hungría	890	.21	.79	Soos (1.972)
Charolais	Canadá	500	.22	.78	Kraay (1.972)
Piamontesa	Italia	31	.23	.77	Sartore (1.970)
Hereford	U.S.A.	408	.24	.76	Sartore y col. (1.969)
Hereford	U.S.A.	257	.25	.75	Stormont y col. (1.972)
Aosta Red Pied	Italia	16	.25	.75	Sartore (1.970)
Holstein-Friesian	Italia	89	.25	.75	Sartore (1.972)
Limousin	Canadá	38	.25	.75	Kraay (1.972)
Pie Rouge	Canadá	18	.25	.75	Kraay (1.972)
Langhorn	U.S.A.	94	.28	.72	Sartore y col. (1.969)
Jersey	Canadá	25	.28	.72	Kraay (1.972)
RETINTA	España	43	.29	.71	Presente estudio.
Shorthorn	Canadá	50	.30	.70	Kraay (1.972)
Simmental	Hungría	92	.33	.67	Soos (1.972)
Charolais	U.S.A.	76	.38	.62	Stormont y col. (1.972)
Jersey	U.S.A.	242	.39	.61	Stormont y col. (1.972)
Jersey	U.S.A.	395	.41	.59	Sartore y col. (1.969)

\* Ca-S (.70) + Co-S<sub>Piedmont</sub> (.12) = .82

En tanto que no se han encontrado diferencias significativas entre las razas R.G. y M. del NO., se han encontrado y muy significativas ( $P < 0.001$ ) entre las demás, pudiéndose insistir una vez más en el posible tronco común filogenético. Desgraciadamente no se ha podido investigar este polimorfismo en la raza P. y por ello no pueden aventurarse teorías, sin embargo resulta evidente que su conocimiento podrá aportar nuevas luces a la situación genética de las razas en estudio.

Es evidente que este polimorfismo puede considerarse más efectivo que el de Hb o Al para el control de parentesco en esta última raza (Retinta), en razón de su variabilidad genética.

Los resultados del test de homogeneidad, realizado a los fines ya comentados y que se exponen en la Tabla 10, vuelven a evidenciar las relaciones que se vienen observando en este trabajo a nivel de cada uno de los marcadores estudiados.

Tabla 10.-  $\chi^2$  calculadas en Test de homogeneidad para Ca (G.L. 2).

Razas	Morenas del NO.	Retinta
Rubia Gallega	0,435	22,186 <sup>***</sup>
Retinta	7,856 <sup>*</sup>	

\* P < 0,05

\*\*\* P < 0,001

#### 5. Amilasa

Si al hecho del bajo nivel de actividad que la amilasa presenta en el suelo vacuno se le une las inhibiciones químicas a las que está sometida esta enzima, durante el corrido electroforético, puede comprenderse que se necesiten unas condiciones óptimas para que los resultados electroforéticos sean consistentes. Posiblemente sean éstas las motivaciones de que no se encuentren resultados paralelos en la bibliografía, en relación con algunas razas que han sido investigadas por diferentes autores (MITAT, 1975).

En este sentido, aunque ASHTON (1965b) no encuentra más que los alelos Am<sup>B</sup> y Am<sup>C</sup> en las razas vacunas europeas, confirmando estos resultados HESSELHOLT y col. (1966) en las razas vacunas danesas, GASPARSKI (1970) identifica por el contrario el tercer alelo Am<sup>A</sup> en las razas vacunas europeas importadas en Canadá, como igualmente KRAAY (1972). Sin embargo la mayoría de los autores europeos no encuentran más que los dos alelos Am<sup>B</sup> y Am<sup>C</sup> y si señalan el Am<sup>A</sup>, este último aparece con unas frecuencias muy bajas.

Se ha preferido resaltar estos detalles, porque a partir del presente trabajo no se puede afirmar con absoluta certeza que esté totalmente ausente el alelo Am<sup>A</sup> en las razas vacunas estudiadas, ya que no se han podido estudiar las descendencias o ascendencias en aquellos pocos casos dudosos de lectura electroforética entre las bandas correspondientes a las amilasas Am<sup>A</sup> y Am<sup>B</sup>. En esas circunstancias se ha optado por identificarlas como Am<sup>B</sup>, basándonos en la pequeña frecuencia de presentación del Am<sup>A</sup> en las razas vacunas europeas, en el trabajo de CRIMELLA y col. (1969), donde justifica la lectura dialéctica en vez de la trialéctica, a la que atribuye importantes errores de lectura y finalmente en el de MAZUMDER y SPOONER (1970), quienes comentan que aunque a veces aparecen bandas curvadas, ligeramente más rápidas que la banda B, esas bandas no tienen evidencia hereditaria, si bien otros autores (MITAT, 1975) la han encontrado.

Por los datos que se ofrecen en la Tabla 11 puede observarse los tres fenotipos posibles a partir de los alelos Am<sup>B</sup> y Am<sup>C</sup>, que asimismo se presentan con frecuencias distintas, destacándose el hecho de que a excepción de la raza Retinta que cum-

Tabla 11.- Fenotipos y frecuencias génicas de Am en cuatro razas vacunas españolas.

Razas	n	Fenotipos						$\chi^2$	Frecuencias génicas	
		Am B		Am BC		Am C			Am <sup>B</sup>	Am <sup>C</sup>
		obs.	esp.	obs.	esp.	obs.	esp.			
Rubia Gallega	359	224	208,57	99	130,31	36	20,46	20,46 <sup>***</sup>	.76	.24
Pirenaica	196	85	75,26	73	92,31	38	28,22	8,68 <sup>*</sup>	.62	.38
Retinta	64	39	36,03	18	24,00	7	4,03	3,92	.75	.25
Morenas del NO	22	15	11,63	2	8,73	5	1,65	12,96 <sup>***</sup>	.73	.27

ple la ley del equilibrio genético de Hardy-Weinberg, ni la Pirenaica que ha mostrado diferencia significativa aunque a un nivel bajo ( $P < 0,05$ ), ni las razas Rubia Gallega y Morenas del NO. cuyas desviaciones han sido altamente significativas ( $P < 0,005$ ), se han encontrado en equilibrio genético.

Esta situación la han observado gran parte de los autores que han investigado este polimorfismo y han contrastado la situación de equilibrio. Así MAZUMDER y SPOONER (1970), encuentran desviaciones significativas ( $P < 0,05$ ) en un muestreo de 321 animales de la raza Holstein-Friesian y SCHLEGER (1971) encuentra desviaciones significativas a niveles de  $P < 0,10$  y  $P < 0,05$  en dos de las tres poblaciones vacunas analizadas.

Es obvio comentar que la fundamentación de esta situación en principio no puede establecerse; sin embargo deben destacarse dos particularidades:

—Analizando la Tabla 11 puede observarse comparando el número de genotipos observados BC con los esperados BC, en las poblaciones exentas de equilibrio genético, que el número de heterocigotos observados se encuentra ciertamente muy disminuido en relación con la distribución teórica del equilibrio.

—Estudiando la distribución de los genotipos en distintas progenies realizadas por SCHLEGER (1971) se comprueba que la segregación de los genotipos heterocigóticos BC se encuentran disminuidos en relación con el número esperado, según la segregación mendeliana.

Sugerir que pudiera existir un proceso selectivo desfavorable para los heterocigotos con un valor selectivo (fitness) no estimado, pero que diferiría según las zonas geográficas de ubicación de las razas vacunas estudiadas, no sería totalmente descartado. De todas formas puede observarse que las dos razas que han presentado una desviación altamente significativa ( $P < 0,005$ ) tienen su "habitat" en la misma región geográfica (Galicia); la raza Pirenaica con una desviación significativa ( $P < 0,05$ ), se distribuye en los Pirineos navarros, mientras que el habitat de la Retinta, que ha mostrado equilibrio genético, es el correspondiente al Sur de España. Estudios posteriores podrán aclarar esta particular situación.

En otro orden de cosas, la situación genética de las razas investigadas en relación con este polimorfismo y la distribución del mismo en las distintas razas bovinas examinadas por diversos autores, se detalla en la Tabla 12. Aún cuando las frecuencias del alelo  $Am^B$  que exhiben las razas examinadas son de las más elevadas y similares a las de otras razas de aptitud cárnica de Italia, realmente no puede apreciarse una distribución alélica que permita relacionarlo con una aptitud productiva o aportar sugerencias estimativas del grado de relación genética entre las razas o de sus orígenes. Dada la variación genética hallada, en la expresión de las frecuencias alélicas de este sistema, se debe admitir que este polimorfismo puede ser de gran valor como complementario de los exámenes rutinarios de identificación vacuno por grupo sanguíneos.

Los valores de  $X^2$  calculados a partir de los test de homogeneidad, y que se detallan en la Tabla 13, confirman por un lado las diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) que aparecen entre las razas R.G. y P. y entre esta última raza P. y las M. del NO. y la homogeneidad que ha aparecido una vez más entre las razas R.G. y M. del NO., ( $P < 0,05$ ) lo que induce a pensar nuevamente en un mismo origen filogenético.



Tabla 12.- Distribución de las frecuencias alélicas de *dm* en distintas razas vacunas controladas.

Razas	País	n	$f_{dm}^A$	$f_{dm}^B$	$f_{dm}^C$	Autores
Draughtmaster	N. Queensland	238	0,044	0,411	0,345	Rehder (1.968)
Draughtmaster	S. Queensland	323	0,321	0,236	0,443	*
Holstein-Friesian	Israel	1109	--	0,523	0,477	*
Jersey	Australia	646	--	0,403	0,297	*
Austral. Ilberre Shorthorn	Australia	92	0,038	0,522	0,440	*
Guernsey	Australia	46	--	0,837	0,163	*
Guernsey	Israel	451	--	0,598	0,402	*
Holstein-Friesian	Italia	233	--	0,560	0,440	Crivella y col. (1.959)
Charolais	Francia	437	0,407	0,53	0,40	Gasparski (1.970)
N. American Charolais	Canadá	30	0,13	0,57	0,30	*
Holstein-Friesian	Canadá	206	0,15	0,25	0,56	*
Aberdeen Angus	Canadá	53	0,40	0,30	0,67	*
Grey	Bulgaria	320	--	0,638	0,362	Makaveyev (1.970a)
Rodge Shorthorn	Bulgaria	82	--	0,878	0,122	*
Summental	Bulgaria	313	--	0,907	0,093	*
Red	Bulgaria	944	--	0,843	0,157	*
ICBM	Bulgaria	418	--	0,826	0,174	*
Dalprarian Water Buffalo	Bulgaria	103	0,723	0,277	--	Makaveyev (1.970a)
Indian Water Buffalo	India	35	0,896	0,104	--	*
Holstein-Friesian	Escocia	312	--	0,493	0,507	Hindes y col. (1.970)
Ayrshire	Escocia	58	--	0,336	0,664	*
Guernsey	Escocia	27	--	0,778	0,222	*
Hereford	Escocia	41	--	0,585	0,415	*
Jersey	Escocia	51	--	0,578	0,422	*
Charolais	Escocia	6	--	0,462	0,538	*
Tyrolean Grey	Austria	433	0,019	0,632	0,349	Schloper (1.971)
Carinthian Bloodrich	Austria	426	0,183	0,633	0,183	*
Waldviertler Bloodrich	Austria	308	0,243	0,489	0,267	*
Wisent	Canadá	100	--	1,00	--	Gasparski (1.972)
Holstein-Friesian	Canadá	400	0,10	0,34	0,56	Kraay (1.972)
Jersey	Canadá	25	0,06	0,33	0,56	*
Hereford	Canadá	100	0,04	0,44	0,52	*
Aberdeen Angus	Canadá	100	0,02	0,39	0,59	*
Shorthorn	Canadá	50	0,04	0,16	0,80	*
Charolais	Canadá	500	0,02	0,57	0,41	*
Limousin	Canadá	38	--	0,65	0,34	*
Summental	Canadá	55	0,02	0,92	0,06	*
Fleischschaff	Canadá	18	--	1,00	--	*
Holstein-Friesian	Italia	544	--	0,561	0,439	Crivella y col. (1.972)
Brown Swiss	Italia	290	--	0,772	0,228	*
Chianina	Italia	256	--	0,801	0,199	*
Fleischschaff	Italia	88	--	0,648	0,352	*
Valdostana	Italia	64	--	0,844	0,156	*
Holstein-Friesian	Cuba	248	0,182	0,711	0,507	Mitot (1.975)
Charolais	Cuba	366	0,173	0,388	0,439	*
Santa Gertrudis	Cuba	300	0,305	0,353	0,342	*
Criollo	Cuba	554	0,477	0,242	0,281	*
Beñí	Cuba	98	0,245	0,709	0,046	*
Raba Gallega	España	359	--	0,76	0,24	Presente estudio.
Pirenaica	España	196	--	0,82	0,18	*
Pirenaica	España	64	--	0,75	0,25	*
Pirenaica del NO.	España	22	--	0,73	0,27	*

Tabla 13.-  $\chi^2$  calculados en test de homogeneidad para Am (G.L. 2).

Razas	Morenas del NO.	Retinta	Pirenaica
Rubia Gallega	5,889*	0,068	20,399***
Pirenaica	7,324**	6,259*	
Retinta	4,318*		

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$

\*\*\*  $P < 0,001$

#### Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la señorita María Angeles Gracia que ha hecho posible la realización de los análisis electroforéticos, a los Doctores Luciano Sánchez y Teófilo Echeverría y don José Ambrona, por la valiosa ayuda que nos han prestado en el acceso y recogida de las muestras sanguíneas de los vacunos utilizados en el presente trabajo.

## Bibliografía

- ABE, T., MOGI, K., OISHI, T., TANAKA, K. y SUZUKI, S. (1972): Blood protein polymorphism of the native cattle, horses and pigs in Eastern Asia. XII the Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 225-228.
- ABE, T., OISHI, T., SUZUKI, S., AMANO, T., KONDO, K., NOZAWA, K., NAMIKAWA, N., DUMAZAKI, K., KOGA, O., HAYASHIDA, S. y OTSUKA, J. (1968): Studies on the native farm animals in Asia. I. On the blood groups and serum protein polymorphisms East Asian cattle. Jap. J. zootech. Sci., 39: 523-535. (Japonés: resumen en inglés.)
- ASHTON, G.C. (1957): Serum protein differences in cattle by starch gel electrophoresis. Nature, 180: 917.
- ASHTON, G.C. (1958a): Genetics of  $\beta$ -globulin polymorphism in British cattle. Nature, 182: 65-66.
- ASHTON, G.C. (1959):  $\beta$ -globulin alleles in some zebu cattle. Nature, 184: 1.135-1.136.
- ASHTON, G.C. (1964): Serum albumin polymorphism in cattle. Genetics, 50: 1.421-1.426.
- ASHTON, G.C. (1965a): Serum transferrin D alleles in Australian cattle. Austr. J. Biol. Sci., 18: 665-670.
- ASHTON, G.C. (1965b): Serum amylase (thread protein) polymorphism in cattle. Genetics, 51: 431-437.
- ASHTON, G.C. (1966): Cattle serum amylase polymorphism. X th Europ. Conf. Anim. Blood Groups. Biochem. Polymorph. 289-292.
- ASHTON, G.C. y LAMPKIN, G.H. (1965): Serum albumin and transferrin polymorphism in East African cattle. Nature, 205: 209-210.
- BALBIERZ, H. y NIKOLAJCZUK, M. (1970): A new bovine hemoglobin type in Poland. XI the Europ. Conf. Anim. Blood Group Biochem. Polym., 177-181.
- BANGHAM, A.D. (1957): Distribution of electrophoretically different haemoglobins among the breeds of Great Britain. Nature, 179: 467.
- BARNICOT, N.A., JOLLY, C., HUEHNS, E.R. y MOOR-JANKOWSKI, J. (1964): A carbonic anhydrase variant in the baboon. Nature, 202: 198-199.
- BELAYEV, D.K. y FOMICHEVA, I. (1970): Polymorphism of albumins, post-albumins, transferrins and  $\beta$ -lactoglobulins in Estonian Black-spotted and Yakutian cattle of Siberia. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Group. Biochem. Polym., 231-234.
- BOUQUET, Y. y VAN DE WEGHE, A. (1972): Albumin polymorphism in Belgian cattle breeds. XI the Europ. Conf. Anim. Blood Groups. Biochem. Polymorph., 197-200.
- BRAEND, M. y EFREMOV, G. (1964): Polymorphism of albumin in farm animals. Proc. V Int. Cong. Anim. Repr. and Artif. Insem., 7: 401-403.
- BRAEND, M. y KHANNA, N.D. (1968): Haemoglobin and transferrin types of some West African cattle. Anim. Prod., 10, 2: 129-134.
- BRAEND, M. RENDEL, J., CAHNE, B. y ADALSTEINSSON, S. (1962): Genetic studies on blood groups transferrins and haemoglobins in Icelandic cattle. Hereditas, 48: 264-283.

- BUSCHMANN, H. y SCHMID, D.O. (1964): Untersuchungen über den genetischen Serumtransferrin- und Hämoglobin polymorphismus deutscher Rinderrassen. *Zbl. Vet. Med.* *A11*: 235.
- BUSCHMANN, H. y SCHMID, D.O. (1968): Serumgruppen bei Tieren. Verlag Paul Parey, Berlin, pp. 572.
- CABANNES, R. y SERAIN, C. (1955): Hétérogénéité de l'hémoglobine des Bovidés: identification électrophorétique de deux hémoglobines bovines. *C. Seanc. Sos. Biol.*, *149*: 7-10.
- CABANNES, R. y SERAIN, C. (1963): Haemoglobins of some species of animals in Algeria. Royal Anthropological Institute, Occasional paper No. 18.
- CARR, W.R. (1966): Serum albumin polymorphism of some breeds of cattle in Zambia. X th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 293-296.
- COOPER, D.W. y RENDEL, J. (1968) The utilization of incomplete family data in selection and population studies of transferrins and blood groups in cattle. *J. Heredity*, *23*: 49-66.
- CRIMELLA, C., BARBIERI, V., CARENZI, C. y CERUTTI, F.M. (1969): Osservazioni preliminari sul polimorfismo delle amilasi in bovine di razza Frisoma italiana. *Atti della Società italiana delle Scienze Veterinarie*, XXIII, 605-608.
- CRIMELLA, C., CERUTTI, F. y ROGNONI, G. (1971): Electrophoretic investigations on polymorphism of amylase in Italian cattle breed. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym., 173-179.
- CROCKETT J.R., KOGER, M. y CHAPMAN, H.L., Jr. (1963): Genetic variations in haemoglobins of beef cattle. *J. Animal. Sci.*, *22*: 173-176.
- EFREMOV, G. y BRAEND, J. (1965): Genetics of bovine haemoglobin D. *Acta. Vet. Scand.*, *6*: 109-111.
- GASPARSKI J. (1970): Serum amylase isozymes in French Charolais cattle. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 201-205.
- GASPARSKI, J.M. (1972): Serum amylase isozymes in wisents and cattlewisent hybrids. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym., 181-182.
- GASPARSKI, J. y STEVENS R.W.C. (1968): Bovine serum amylase isozymes in several breeds of domestic cattle. *Can. J. Genet. Cytol.*, *10*: 148.
- GELDERMANN, H. (1972): Polymorphism of transferrins in German cattle. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Group. Biochem. Polym., 163-171.
- GIBLETT, E.R., HICKMAN, C.G. y SMITHIES, O. (1950): Serum transferrins. *Nature*, *183*: 1.589.
- HESSELHOLT, M., LARSEN, B. y NIELSEN, P.B. (1966): Studies on serum amilase systems in swine, horses and cattle. *Arsskr. K. Vet. Landbohøjsk.* 78-90.
- HESSELHOLT, M., LARSEN, B., NIELSEN, P.B. y PALLUDAN, B. (1965): Studies on blood groups in cattle, horses and pigs. Blood groups of animals. Dr. W. Junk, The Hague. 49-61.
- HUISMAN, T.H.J. (1966): Hemoglobin types in some domestic animals. X th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym. 61-75.
- JAMIESON, A. (1965): The genetics of transferrins in cattle. *Hereditas*, *20*: 419-441.
- JAMIESON, A. (1966): The distribution of transferrin genes in cattle. *Heredity*, *21*: 191-218.
- KRAAY, G.J. (1972): A study of protein and enzyme polymorphism in blood of Canadian cattle. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 155-158.
- KRISTJANSSON, F.K. (1963): Genetic control of two prealbumins in pigs. *Genetics*, *48*: 1.059.
- KRISTJANSSON, F.K. e HICKMAN, C.G. (1965): Subdivision of the allele  $TI^D$  for transferrin in Holstein and Ayrshire cattle. *Genetics*, *52*: 627-630.
- MADEYSKA, A., SKLADANOWSKA, E. y ZURKOWSKI, M. (1970): Polymorphism of transferrins in cattle of the Polish Red Breed and in Zlotnicka pigs. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 243-246.
- MAKAVEYEV, Ts. (1970a): Albumins, transferrins, serum amylase and blood groups in Bulgarian Water Buffalo. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 234-246.

MAKAVEYEV, Ts. (1970a): Albumins, transferrins, serum amylase and blood groups in Bulgarian Water Buffalo. XI th. Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 235-238.

MAKAVEYEV Ts. (1970b): Study on the polymorphism of haemoglobins, transferrins, albumins and serum amylases in Bulgarian cattle breeds. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 239-242.

MASINA, P., JANNELLI, D. y BETTINI, T.M. (1971): Serum albumin and transferrin variants in Italian water buffalo. *Experientia*, 27: 587-589.

MAZUMDER, N.K. y SPOONER, R.L. (1970): Studies on bovine serum amylase; evidence for two loci. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, 1: 145-156.

MAZUMDER, N.K. y SPOONER, R.L. (1973): Determination of amylase activity in bovine serum and its association with the Am I and Am II loci. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, 4: 69-78.

MITAT, J. (1975): Los marcadores genéticos en el ganado bovino cubano. *Ciencias agropecuarias*, 10, 2: 1-108.

MONGE, E., ZARAZAGA, I., LASIERRA, J.M., LAMUELA, J.M. y VALLEJO, M. (1976): Metodología laboratorial en polimorfismos bioquímicos de ganado vacuno. *Anal. Fac. Vet. Zaragoza* (en prensa).

NAIK, S.N. y SANGHVI, L.D. (1965): A new haemoglobin variant in Zebu cattle. *Blood group of animals*. Dr. W. Junk, The Hague: 295-299.

NEETHLING, L.P., OSTERHOOF, D.R. y WARD-COX, I.S. (1970): Bovine red cell survival studies in haemoglobin and transferrin variants. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym., 171-175.

NIKOLAJCZUK, M., COQUELET, M.L., EYQUEM, A. y de TRAVERSE, P.M. (1962): Etude des hemoglobines des bovines a l'aide de l'electrophorese sur papier, de la chromatographie et de la denaturation alcaline. *Ann. Inst. Pasteur* 103: 421.

OSTERHOFF, D.R. (1964): Recent research on biochemical polymorphism in livestock. *J.S. Afr. Vet. Med. Ass.*, 35: 363.

OSTERHOFF, D.R. y VAN HEERDEN, J.A.H. (1965):  $Tf^G$  — A new transferrin allele in cattle. *Blood groups of animals*. Dr. W. Junk, The Hague: 311-312.

POULINK, M.D. (1957): Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffers. *Nature*, 180: 1.477.

ROBERTSON, F.W. (1972): Value and limitations of research in protein polymorphism. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph. Dr. W. Junk, The Hague: 41-3-41-54.

ROLLINSON, D.H.L. (1963): Haemoglobin types in animals. *East African Agr. For. J.* 29: 1-6.

SARTORE, G. (1965): Studi sulla struttura del locus Es-II in bovini. *Atti. Soc. Ital. Scienze Veter.*, XXI: 228-231.

SARTORE, G. (1966): Ricerche su un nuovo polimorfismo genetico riguardante una esterase degli eritrociti bovini. *Atti. Ass. Genet. It.*, XI: 217-222.

SARTORE, G. (1970): Carbonic anhydrase types of cattle red cells. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym. 211-216.

SARTORE, G. y BERNOCO, D. (1966): Research on biochemical polymorphisms in the indigenous cattle of Piedmont. X th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph. 283-287.

SARTORE, G., STORMONT, C., MORRIS, B.G. y GRUNDER, A.A. (1969): Multiple electrophoretic forms of carbonic anhydrase in red cells of domestic cattle (*Bos taurus*) and American buffalo (*Bison*). *Genetics*, 61: 823-831.

SCHLEGER, W. (1971): Serum amylase isozyme in three Austrian cattle breeds. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.*, 2: 45-50.

SEN, A., DEBDUTTA, ROY, S. BHATTACHARYA, y N.C. DEB (1966): Haemoglobins of Indian Zebu cattle and the Indian Buffalo. *J. Anim. Sci.* 25: 445-448.

SMITHIES O. e HICKMAN, C.G. (1958): Inherited variations in the serum proteins of cattle. *Genetics*, 43: 374-385.

SOOS P. (1971): Occurrence of an unusual albumin type in Hungarian Grey cattle. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.* 2: 179-180.

SOOS P. (1972): Carbonic anhydrase polymorphism in some Hungarian cattle breeds. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., pp., 191-195.

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.

SPOONER, R.L. y OLIVER, R.A. (1969): Albumin polymorphism in British cattle. *Anim. Prod.* 11: 59-63.

STORMONT, C., MORRIS, B.G. y SUZUKI, Y. (1972): A new phenotype in the carbonic anhydrase system of cattle. XII th Europ. Conf. Anim. Blood Group. Biochem. Polym., 187-189.

TASHIAN, R.E. (1965): Genetic variation and evolution of the carbosylic esterases and carbonic anhydases of primates erythrocytes. *Am J. Hum. Genet.* 17: 257-272.

VASENIUS, L. (1965): Transferrin polymorphism in Finnish Ayrshire cattle. *Ann. Acad. Sci. fenn. A IV*: 98.