

La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.

El texto íntegro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castello, 77. Madrid-6).

La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.

Estos trabajos abarcan las siguientes especialidades: Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas; Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales; Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía; Física; Geología; Historia; Ingeniería; Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina, Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología. A ellas corresponden los colores de la cubierta.

Edición no venal de 300 ejemplares, que se reparte gratuitamente a investigadores, Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

Este trabajo fue realizado con una Beca de España, 1976, individual. Departamento de Medicina, Farmacia y Veterinaria. Centro de trabajo: Facultad de Veterinaria. Zaragoza.

Fundación Juan March



ii

FJM-Uni 69-Val
Razas vacunas autóctonas en vías
Vallejo Vicente, Miguel.
1031620



Biblioteca FJM

Fundación Juan March (Madrid)

SERIE UNIVERSITARIA



Fundación Juan March

Razas vacunas autóctonas en vías de extinción (Aportaciones al estudio genético)

FJM el Vallejo Vicente

Uni-
69
Val

69

Razas vacunas autóctonas en vías de extinción/Miguel Vallejo Vicente

Fundación Juan March
Serie Universitaria

69

Razas vacunas
autóctonas en vías
de extinción
(Aportaciones al
estudio genético)

Miguel Vallejo Vicente



Fundación Juan March
Castelló, 77. Teléf. 225 44 55
Madrid - 6

Fundación Juan March (Madrid)

*La Fundación Juan March no se solidariza
necesariamente con las opiniones de los
autores cuyas obras publica.*

Depósito Legal: M-30357-1978
I.S.B.N. 84-7075-102-6
Ibérica, Tarragona, 34. Madrid-7

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Prof. Dr. Isaías ZARAZAGA, Director del Departamento de Genética y Mejora de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, por su constante estímulo y ayuda y haber permitido que se desarrollaran en el citado Departamento, las técnicas correspondientes a los análisis bioquímicos e inmunológicos realizados y se procesaran, desde el punto de vista informático, los datos elaborados; al Dr. Emilio MONGE, que ha dirigido la realización de las técnicas electrofóricas relacionadas con los polimorfismos bioquímicos; al Dr. Juan ALTARRIBA, por el trabajo de adecuación de los programas elaborados por el Dr. Kent KIDD, en el cálculo de distancias genéticas y la confección de los árboles filogenéticos; al Dr. Luciano SANCHEZ, por su ayuda técnica constante en la catalogación y estimación de la situación actual de algunas razas vacunas autóctonas, la información suministrada en relación con la agrupación Morenas del N.O. y la colaboración prestada en el acceso muestral de esta última raza; a los Drs. José María LASIERRA, Teófilo ECHEVERRÍA y Jesús Manuel LAMUELA, por su conjunta participación con este becario, en la toma de muestras, en el campo, de sangre de las razas Pirenaica y Tudanca; al Prof. Dr. W. H. STONE, por habernos ayudado en la confección de los árboles filogenéticos con la aportación de los datos de las razas portuguesas Mertolenga y Alentejana y la raza española Retinta; al Dr. Benito MADARIAGA, por su información en relación con las razas vacunas santanderinas; a los Drs. Julio FERNANDEZ y Angel DE MIGUEL, por las facilidades prestadas en el acceso a las muestras de la raza Tudanca, al Prof. Dr. Juan Bautista APARICIO, por su información en relación con las razas vacunas andaluzas; a la Srta. María Victoria RAMIRO y a la Sra. María Angeles GRACIA, auxiliares de investigación, por su ayuda en las tareas laborales y finalmente a la Srta. Rosa María CRISTOBAL, por su trabajo mecanográfico.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	3
II. JUSTIFICACION DE LA CONSERVACION DE LAS RAZAS INDIGENAS DE GANADO VACUNO	4
— Motivos productivos	4
— Motivos científicos	4
— Motivos culturales	5
III. IMPORTANCIA DEL GANADO VACUNO EN ESPAÑA	5
— Estudio dinámico del censo vacuno	5
— Estudio dinámico de las producciones de carne y leche	6
— Valoración del ganado vacuno dentro del sector agrario	7
IV. ORIGENES Y DESARROLLO FILOGENICO DE LOS BOVINOS EUROPEOS	9
— Origen filogenético de la familia Bovidae	10
— Anotaciones en relación con el origen filogénico de las razas bovinas españolas	12
V. SITUACION ACTUAL DE LAS RAZAS BOVINAS AUTOC- TONAS ESPAÑOLAS	14
VI. REGRESION DEL GANADO VACUNO AUTOCTONO ESPA- ÑOL EN LOS ULTIMOS AÑOS	16
VII. ESTRUCTURA GENETICA DE ALGUNAS RAZAS BOVINAS	21
— Grupos sanguíneos: Locus A y loci FV, J, L, Z, T'	23
— Polimorfismos bioquímicos: Hb, Al, Tf, Ca y Am	27
VIII. RELACIONES GENETICAS ENTRE RAZAS BOVINAS	36
IX. REFERENCIAS	47

I.- INTRODUCCION.

El trabajo objeto de la Memoria original, que deriva del interés despertado últimamente en la conservación de recursos genéticos animales, pretende cubrir dos finalidades bien diferenciadas: una, intentar establecer la situación en que se encuentran las razas vacunas autóctonas explotadas en España y otra la de aportar unos nuevos conocimientos en el estudio de las poblaciones de ganado vacuno, los relacionados con la estructuración y relaciones genéticas de aquéllas.

Así en primer lugar se ofrece una visión objetiva y pormenorizada de las razas indígenas, que se han desenvuelto en la geografía española, al analizar la situación censal en que se encuentran dentro del contexto ganadero nacional, para después confeccionar la relación de aquellas razas que están en vías de extinción.

A continuación, se inicia el estudio de la estructuración genética de algunas razas mediante la información que suministra una serie de marcadores genéticos, entre los que los grupos sanguíneos y polimorfismos bioquímicos eritrocitarios y plasmáticos ocupan un lugar preponderante.

A partir de datos extraídos de la estructura genética de las razas analizadas, se establece posteriormente una estimación de las distancias genéticas existentes entre determinadas poblaciones vacunas, y finalmente, con base a esas distancias, se elaboran y seleccionan aquellos árboles evolutivos o filogenéticos que aportan una serie de sugerencias relacionadas con la formación de las razas y la cuantificación, en una cierta medida, de las diferencias evolutivas entre poblaciones.

II.- JUSTIFICACION DE LA CONSERVACION DE LAS RAZAS INDIGENAS DE GANADO VACUNO.

La conservación, evaluación y utilización de los recursos genéticos animales ha planteado una problemática de tal índole a nivel mundial, que la F.A.O. desde el año 1.946 viene interesándose en estas cuestiones. Fruto de esta inquietud, entre otras acciones, fué la declaración en el año 1.973 por la Dirección de Producción y Sanidad Animal y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente de la F.A.O., de la promoción de la protección y conservación de plantas y animales, particularmente las especies raras o en peligro, a fin de conservar la variabilidad genética, seriamente amenazada por las distintas acciones selectivas realizadas desde comienzos del siglo actual.

Esta promoción justifica ampliamente que se haya intentado iniciar este programa a nivel de nuestras razas de ganado vacuno. En este sentido los motivos que aconsejan conservar la variabilidad genética y consiguientemente la preservación y mantenimiento de nuestras razas bovinas indígenas son de tres órdenes: productivos, científicos y culturales.

- Motivos productivos. Sin criterios serios, últimamente de terminadas razas han sido desestimadas por incompatibilidad con la "moda" del momento o por la intensa propaganda en favor de tipos exóticos mejorados, sin que hayan sido suficientemente estudiadas o contrastadas en algún tipo de producción. Estas situaciones no deberían aceptarse, ya que en principio habría que considerarlas como una población productiva que puede competir económicamente con cualquier otra raza, local o importada, o ser la base de razas fundacionales con vistas a mantenerlas como líneas maternas en programas de cruzamientos.

- Motivos científicos. Las posibilidades que ofrecen los bo

vinos para la investigación de las proteínas y enzimas de la sangre, leche y de diversos tejidos en los modernos estudios bioquímicos son evidentes, siendo sus aplicaciones variadísimas: estudio de la evolución histórica de la domesticación, conocimiento al proceso de la elección natural, origen y relaciones de las razas vacunas, correlación con caracteres productivos, entre otras.

- Motivos culturales. El hecho de que una vez extinguida una raza bovina, un irremplazable elemento en la diversidad de la vida se habría perdido, hace que merezcan conservarse todas aquéllas a causa de su interés científico, histórico o cultural, cual si se tratara de un monumento histórico, aunque hubieran perdido su valor económico. Además, como aquella diversidad es parte de la herencia natural de la tierra, ahora que el hombre ha obtenido un elevado grado de control sobre el resto de la naturaleza, es responsable de mantenerla.

III.- IMPORTANCIA DEL GANADO VACUNO EN ESPAÑA.

La importancia del ganado vacuno se puede deducir de la participación de este sector, en el ganadero o agrario nacionales, como puede comprobarse cuando se examina este sector económico ganadero desde distintas ópticas: evolución del censo y de sus dos principales producciones (carne y leche) y valoración de las mismas dentro del sector agrario.

- Estudio dinámico del censo vacuno. El análisis de la Tabla 1 demuestra que a excepción del ganado porcino cuyo censo y estructura no dependen del suelo agrícola y por lo mismo aquél viene influenciado, en una cierta medida, por la oferta y demanda de sus productos, el ganado vacuno ha sido el único que ha experimentado un sensible incremento del censo en los últimos 11 años cifrado en un 18,10%, en comparación con el resto de los animales de abasto.

Tabla 1.- Porcentaje de incremento del censo de las especies ganaderas, en el periodo 1.965-1.976.

Tipo de ganado	Año 1.965 (miles de cabezas)	Año 1.976 (miles de cabezas)	% de incremento
Bovino	3.712	4.384	18,10
- Sementales	19	32	68,42
- Vacas	2.016	2.375	17,81
Ovino	17.073	14.776	-13,45
Caprino	2.196	2.178	-0,82
Porcino	4.931	9.248	87,55
Equino	1.542	796	-48,38

Fuente: Anuario de estadística agraria, 1.976.

Tabla 2.- Evolución de la distribución de la producción de carne, en el periodo 1.965-1.976.

Producciones Especies	Año 1.965		Año 1.976		% Incremento 1.965 - 1.976
	Tm	% del total	Tm	% del total	
Bovina	177.277	20,82	418.122	20,82	135,86
Ovina	121.851	14,31	134.091	6,68	10,05
Caprina	11.814	1,39	11.694	0,59	-1,02
Porcina	266.294	31,27	648.812	32,31	143,64
Equina	21.515	2,53	10.532	0,52	-51,05
Aves	234.428	27,53	695.578	34,64	196,71
Conejos	18.280	2,15	89.183	4,44	387,87
Totales	851.459	100,00	2.008.011	100,00	135,83

Fuente: Anuario de estadística agraria, 1.976.

- Estudio dinámico de las producciones de carne y leche. El incremento que igualmente se ha producido en los últimos 11 años

en la producción de carne de ganado vacuno, cifrado en un 135,86% (Tabla 2) es tan elevado que puede compararse al ofrecido por el ganado porcino (143,64%), detalle ciertamente importante si tenemos en cuenta la dependencia existente entre suelo-planta-ganado vacuno.

El aumento experimentado por la producción de leche en ese mismo periodo de tiempo (59%), reflejado en la Tabla 3 demuestra la preponderancia de esta producción vacuna, en detrimento de las producciones de leche de ovinos y caprinos que han disminuido en un 29,94% y 11,38% respectivamente, en el periodo 1.965-76.

Tabla 3.- Evolución de la producción de leche según especies, en el periodo 1.965-1.976.

Producciones Especies	Año 1.965		Año 1.976		% Incremento 1.965 - 1.976
	Millones de litros	% del total	Millones de litros	% del total	
Bovina	3.278	83,47	5.212	91,01	59,00
Ovina	324	8,25	227	3,96	-29,94
Caprina	325	8,28	288	5,03	-11,38
Totales	3.927	100,00	5.727	100,00	45,84

Fuente: Anuario de estadística agraria, 1.976.

- Valoración del ganado vacuno dentro del sector agrario. Esta óptica permite medir la verdadera dimensión de la importancia de esta especie ganadera en nuestro país. En la Tabla 4 puede observarse que aunque la producción final del subsector ganadero representa un 38,2% de la producción final agraria, cifra inferior a la del subsector agrícola que asciende a un 58,6%, si se desglosan estos porcentajes por partidas, la situación se modifica sensiblemente. Así la producción final de carne que representa un 24,5% de la agraria, supone el aporte más elevado a la pro

ducción final agraria de entre todas las partidas o conceptos de tallados; del mismo modo, aunque la producción final de leche (9,6%) supone una menor incidencia en este contexto, su aporte a la producción final agraria sólo es superado por los correspondientes a las hortalizas (12,5%) y frutas (11,2%).

Tabla 4.- Aportación del Subsector ganadero a la producción final agraria, en %, en 31-XII-1.972.

Producción final	Total	Parciales
Agrícola	58,6	
- Cereales		9,8
- Tubérculos		4,8
- Industriales		4,3
- Hortalizas		12,5
- Frutas		11,2
- Viñedo		6,9
- Olivar		6,1
- Varios*		3,0
Ganadera	38,2	
- Carne		24,5
- Leche		9,6
- Huevos		3,9
- Lana, miel		0,2
Forestal	3,2	

* Leguminosas, plantas forrajeras, flores, semillas.

El análisis exclusivo del sector ganadero permite matizar de una forma más precisa la repercusión que el ganado vacuno representa dentro de la economía pecuaria nacional. Estudiando la evolución de la aportación del subsector ganadero en la producción final agraria (Tabla 5), puede comprobarse que son precisamente los valores de las producciones del ganado vacuno los que representan un aporte mayor al total del Subsector comentado, en

los periodos de tiempo calculados.

Tabla 5.- Evolución de la aportación del Subsector ganadero, en la producción final Agraria.

Producción	Año 1.970		Año 1.974	
	Millones de Ptas.	% del total	Millones de Ptas.	% del total
CARNE	<u>84.198,4</u>	<u>61,22</u>	<u>170.019,8</u>	<u>66,68</u>
- Vacuno	25.561,1	18,58	53.588,3	21,02
- Ovino	13.097,9	9,52	25.257,2	9,91
- Caprino	1.259,6	0,92	2.179,4	0,86
- Porcino	23.284,7	16,93	46.308,4	18,16
- Equino	394,2	0,29	726,7	0,28
- Aves	18.929,2	13,76	37.542,1	14,72
- Conejos	1.671,7	1,22	4.417,7	1,73
LECHE	<u>31.488,7</u>	<u>22,89</u>	<u>53.590,0</u>	<u>21,02</u>
- De vaca	25.726,9	18,70	44.717,4	17,54
- De oveja	3.420,8	2,49	5.563,8	2,18
- De cabra	2.341,0	1,70	3.308,8	1,30
HUEVOS	<u>20.788,8</u>	<u>15,11</u>	<u>29.294,1</u>	<u>11,48</u>
LANA SUCIA	<u>823,5</u>	<u>0,60</u>	<u>1.351,2</u>	<u>0,53</u>
MIEL Y CERA	<u>243,6</u>	<u>0,18</u>	<u>740,6</u>	<u>0,29</u>
Totales	137.543,0	100,00	254.995,70	100,00

IV.- ORIGENES Y DESARROLLO FILOGENICO DE LOS BOVINOS EUROPEOS.

Como en el presente trabajo se aborda la problemática de las divergencias genéticas entre razas de ganado vacuno tanto españolas como extranjeras, en este apartado se resumen algunas de las anotaciones existentes en el campo de la Filogenia, por ser esta rama científica la que estudia la relación de cada ser vivo con sus antecesores inmediatos o con las formas que le precedieron en la evolución.

- Origen filogenético de la familia Bovidae. Aunque los artiodáctilos solenodontes o rumiantes han revelado formas más numerosas en el Antiguo Continente que en América, parece ser no obstante que las formas americanas son las más antiguas, presentándose en la Fig. 1 la filogenia más admitida en este sentido.

Fig. 1.- Procedencia de los géneros de la familia bovidae en ambos continentes.

<u>Nuevo Continente</u>				
Homacodon. Parameryx...Peobrotherium...Procamelus.....				{ Camelus (A.C.) Auchenia (N.C.)
<u>Antiguo Continente</u>				
Hyaemoschus				{ Hyaemoschus Tragalus
			{ Cervus de Pikermi	Cervus
Gelocus, Amphi- tragalus. { Cervus de Sansan...		{ Antilope de Sansan	{ Antilope de Pikermi	{ Ovis Capra Antilope Bos

(A.C., Antiguo Continente; N.C., Nuevo Continente).

Del mismo modo, como la única subfamilia de los Bovidos que se relacionan a nivel del presente trabajo es la Bovinae (bovinos), en la Fig. 2 se detallan las formas actuales existentes, según la clasificación de ANTONIUS, que parece ser la más verosímil, comentándose brevemente la ascendencia inmediata de las formas actuales del Subgénero Bos, en el que se encuadra todo el ganado vacuno doméstico.

Prescindiendo de los tipos en que esta especie puede agruparse (Bos primigenius, brachyceros, frontosis, brachycephalus, akeratos y orthoceros), el ganado vacuno europeo puede ser clasificado en dos grandes tipos: Bos primigenius y Bos brachyceros.

Fig. 2.- Formas actuales existentes de la subfamilia "Bovinae".I. Gén. *Leptobos* (extinguido).

II. Gén. <i>Bubalus</i>	1. Subgén. <i>Anoa</i> (búfalo gamuza)	
	2. Subgén. <i>Mindorensis</i> (búfalo de Mindoro).	
	3. Subgén. <i>Bubalus</i> (búfalo).....	{ Búfalo africano (<i>B. africanus capifer</i>). Búfalo asiático (<i>B. indicus</i>). Otros búfalos.
	4. Subgén. <i>Bibos</i> ..	{ Banteng (<i>B. sondaicus</i>). Gaur (<i>B. gaurus</i>). Gayal (<i>B. frontalis</i>).
III. Gén. <i>Bos</i> ..	5. Subgén. <i>Phoephagus</i>	Yak (<i>P. grunniens</i>).
	6. Subgén. <i>Bison</i> (bisonte)	{ <i>Bison bonasus</i> (europeo). <i>Bison bison</i> (americano).
	7. Subgén. <i>Bos</i>	Ganado vacuno (<i>B. taurus</i>).

Sin embargo así como la mayoría de los autores coinciden en considerar al "Aurochs" como el antecesor de al menos uno de los tipos vacunos, el "primigenius", no hay coincidencia en relación con la asignación del antecesor fósil del "brachyceros", lo que ha motivado distintas hipótesis origen de las teorías mono o polifiléticas en este sentido.

De todas formas en lo que todos los autores están de acuerdo es en que la forma o formas primitivas originarias de nuestro ganado vacuno actual se ha extinguido, pareciendo indudable la existencia en el Paleolítico inferior, del toro salvaje, Uro o Aurochs, bien como forma primitiva única (*Bos primigenius*) origen de todos los vacunos actuales, o en coexistencia con otro

Aurochs europeo, el toro de la edad de Turba, encontrado fósil en el Neolítico inferior, en los palafitos suizos y en el noroeste europeo (*Bos brachyceros*).

- Anotaciones en relación con el origen filogénico de las razas bovinas españolas. El origen del ganado vacuno español se encuentra poco estudiado en sus detalles más esenciales, ya que los zootechnistas españoles han soslayado esta importante cuestión prehistórica, por lo que al ser tan escasos los trabajos relacionados con este aspecto, todos coinciden en citar los juicios y opiniones de los mismos autores.

Las escasas oportunidades que han debido tener los autores extranjeros en el estudio de estos orígenes, son las motivaciones de que la misma confusión y falta de orientación apreciada en los autores españoles, se encuentre en sus trabajos.

Por ello en este apartado se extrae una síntesis del trabajo de APARICIO (1.960), que está inspirado en trabajos previos de otros investigadores. Este autor expone una hipótesis amplia que, esquemáticamente, se resume en admitir como tronco originario de los bovinos prehistóricos existentes en la Península Ibérica en el Plioceno y primeros estadios del Cuaternario, al "*Bos taurus primigenius*", del que derivarían las formas mutantes primarias siguientes: "*Bos brachyceros europeus*" y "*Bos brachyceros africanus*", ambos de tipo plástico celoide o cóncavo; "*Bos desertorum*" o bovino de las estepas, de perfil ortoide o recto; "*Bos primigenius estrepisiceros*" y "*Bos frontosus*" de perfiles cirtoide o convexo, aunque de estas tres últimas formas prehistóricas no quedan representaciones en las razas bovinas españolas.

A partir de estas formas mutantes primarias empezarían a dibujarse nuestras razas, mereciendo especial atención el "*Bos*

primigenius HAHNI de Hilzheimer", cuya aparición sería la consecuencia del cruzamiento entre la forma celoide fundamental, "Bos brachyceros" del Terciario, con el "Bos primigenius estrepesceros" o con su mutante cirtoide "Bos frontosus". Este tipo de bovino al unirse con el "Bos primigenius estrepesceros" o "Bos Taurus Ibericus" de tonalidad roja, y en virtud de la dominancia de esta coloración uniforme sobre la berrenda o manchada del Hahni, produce en nuestro país las razas subconvexas y rojas, irradiadas por todo el suelo hispano pero con mayor intensidad por su parte Sur y Oeste: Andalucía, Extremadura, parte de las provincias de Castilla la Vieja y Galicia. De estos troncos derivarían, la raza Retinta Andaluza, las razas Rojas convexas y la Rubia Gallega, opinión, esta última, que es corroborada por GARCIA-FIERRO (1.956) a partir de un estudio craneológico realizado sobre la raza Rubia Gallega. En él afirma que el cráneo de esta raza se corresponde típicamente con una primigenia y es muy semejante a la consignada por FERRERAS (1.947) para el ganado pirenaico.

El "Bos Brachyceros", como forma mutante primaria derivada del "Bos primigenius", ejerció igualmente una gran influencia en nuestras razas actuales, invadiendo en el Terciario nuestra Península y ejecutando su acción, a favor de su presencia en los continentes europeo y africano. El "Bos Brachyceros europeus" procedente de los Alpes retrocede hacia el Sur, a partir del primer periodo glacial, atraviesa Francia y se estabiliza en España, localizándose preferentemente en toda la cadena montañosa del litoral cantábrico y en las zonas favorables del sistema Central e Ibérico. Este tipo contribuye a la formación de las razas bovinas de Asturias, Santander, Pirenaica, Pirineo catalán, Leonesa y en general, las del resto de Castilla la Vieja, Segovia y Avila.

El "Bos Brachyceros africanus" invade la Península en sen-

tido ascendente y puebla los sistemas Bético y Penibético, originando las razas de Lidia y de las Campiñas Andaluzas.

Analizar y matizar esta teoría, con crítica más o menos acertada, ofrece las mismas dificultades que construirlas; por ello hasta tanto no se realicen estudio craneológicos sistemáticos orientados a este fin (siempre que se encuentre el material adecuado), estas opiniones merecen todo el crédito que puede derivarse de la personalidad científica de los autores, en cuyo apoyo creemos que la inmunogenética puede ejercer algún tipo de influencia. Con esta intención, el último apartado del presente trabajo se dedicará al estudio de las relaciones genéticas que puedan existir entre las razas estudiadas, por si puede derivarse algún matiz filogénico.

V.- SITUACION ACTUAL DE LAS RAZAS BOVINAS AUTOCTONAS ESPAÑOLAS.

Aunque el concepto de raza es muy amplio, en este trabajo se incide en el de su concepción zootécnica, entendiendo como tal una población de animales domésticos de la misma especie, en la cual sus individuos son lo bastante homogéneos, genéticamente, como para poderlos distinguir fácilmente de otros animales o grupos de animales (CUENCA, 1.953).

Si centrar el concepto de raza no es fácil, lo es menos el hacer una clasificación racial por ser distintas las ópticas desde las cuales se puede establecer. El punto de vista de un zoólogo es distinto al de un zootécnico y el de este último puede diferir del de un especialista en genética.

Por ello la clasificación realizada en función de su hábitat geográfico (regiones ganaderas), debe diferir de la basada en las aptitudes productivas (leche, carne, trabajo) o en los caracteres aloídicos comunes (ortoides, cirtoides y celoides). En

Tabla 6.- Regiones ganaderas y razas bovinas autóctonas que asientan.

Región	Provincias		Razas
1 Gallega	Galicia		Rubia Gallega Morenas del Noroeste
2 Cantábrica	Asturias Santander Vascongadas Navarra		Asturiana de las montañas Asturiana de los valles Monchina Pasiega Tudanca Lebaniega Pirenaica Campó
3 Levantina y Balear	Cataluña Castellón Islas Baleares		Alberes Marinera Menorquina
4 Cuenca del Duero	León Burgos Palencia Soria Valladolid	Zamora Salamanca Avila Segovia	Mantequera Leonesa Berciana Salmantina (Morucha) Zamorana (Sayaguesa) Alistana Avileña Vacuno Serrano
5 Cuenca del Tajo	Guadalajara Toledo Cuenca	Madrid Cáceres	Blanca cacereña
6 Cuenca del Guadiana	Ciudad Real Badajoz		Colorada extremeña
7 Cuenca del Guadalquivir	Jaen Córdoba Sevilla Cádiz Huelva		Cárdena y Berrenda en negro Salinera y Berrenda en colorado Rubia andaluza convexa Retinta andaluza (de la Cuenca del Guadalquivir) Negra de las campiñas andaluzas De Lidia
8 Mediterráneo del Sur	Albacete Murcia Almería	Granada Málaga	Murciana - Calasparreña - Almanzoreña
9 Islas Canarias	---		Criolla Palmera

este estudio ha parecido más razonable realizar la clasificación del ganado vacuno, con base en las regiones ganaderas establecidas por la Escuela cordobesa (APARICIO, 1.960) exponiéndose en la Tabla 6 la relación de todas las razas bovinas autóctonas que se asientan o se han asentado en aquéllas.

En la Memoria original se estudia en este apartado todas y cada una de las razas relacionadas en la Tabla 6, desde los puntos de vista censal, evolución en el tiempo, incidencia en el censo nacional, situación étnica o racial, posibilidades productivas y proyección futura, analizando las causas que han podido motivar la regresión de los actuales censos.

VI.- REGRESION DEL GANADO VACUNO AUTOCTONO ESPAÑOL EN LOS ULTIMOS AÑOS.

Utilizando los censos oficiales de 1.970 y 1.974 a partir de los que se ha elaborado la Tabla 7 puede observarse cómo las razas extranjeras inciden de una forma positiva en el censo vacuno nacional. De forma que así como el número total de animales Tabla 7.- Efectivo vacuno español.

Razas	Años			
	1.970 Miles de cabezas	1.074 Miles de cabezas	% de Incremento	Indice Base 100=1.970
Extranjeras	2.093	2.540	21,36	121,36
Autóctonas	2.195	1.873	-14,67	85,33

Fuente: Censos de la ganadería. Ministerio de Agricultura.
de razas de origen extranjero (incluidos sus cruces y los de ellas con las autóctonas) ha pasado en 1.974 a un índice 121,36 sobre base 100 en 1.970 (incremento de un 21,36%), el de las autóctonas, con sus cruces, han reducido su presencia a un índice 85,33 (reducción de un 14,67%). Esta regresión, no obstante, es

más marcada cuando se analiza la evolución del número de vacas reproductoras, en cuyo caso el índice para el citado año 1.974 se reduce a la cifra de 70,95, representando un porcentaje de disminución en relación con el año 1.970 del orden 29,05, como puede verse superior (Tabla 8).

Tabla 8.- Evolución del número de vacas, en España, en el periodo 1.970-1.974.

Razas	Año 1.970	Año 1.974	% de Incremento 1.970-1.974	Indice Base 100=1.970
	Cabezas	Cabezas		
EXTRANJERAS	878.623	1.299.993	47,96	147,96
- Frisona	667.559	847.654	26,98	126,98
- Parda Alpina	135.944	162.520	19,55	119,55
- Charolesa	3.669	7.581	106,62	206,62
- Hereford	4.982	4.440	-10,88	89,12
- Otras razas	66.469	19.269	-71,01	28,99
- Cruces	--	258.529	--	--
AUTOCTONAS	1.431.144	1.015.386	-29,05	70,95
Totales	2.309.767	2.315.379	0,24	100,24

Fuente: Anuario de estadística agraria, 1.976.

Ante la imposibilidad de elaboración de estadísticas propias, el análisis más detallado del signo evolutivo censal de nuestras razas indígenas se ha realizado a partir de los censos oficiales de 1.970 y 1.974, exponiéndose en la Tabla 9 la síntesis evolutiva correspondiente, sin que puedan eludirse por ello las reservas que arrastran los recuentos por razas.

De dicha Tabla puede deducirse que ha tenido lugar una reducción tan importante en el efectivo de las razas autóctonas que ha representado un 21,94% (Índice 78,06 sobre base 100=1970).

Tabla 9.- Evolución del censo de reproductoras, en el periodo 1.970-1.974, por razas autóctonas españolas. (1)

Tipo Razas	Vacas reproductoras			
	Año 1.970	Año 1.974	Indice Base 100=1.974	% de Incremento
Rubia Gallega	363.701	271.281	74,59	-25,41
Morenas del N.O.*	96.786	90.176	93,17	-6,83
Asturiana ⁺	74.752	39.879	53,35	-46,65
Tudanca	25.958	19.486	75,07	-24,93
Pirenaica	23.383	15.199	65,00	-35,00
Morucha	58.744	109.630 ⁺⁺	186,62	+86,62
Avileña	--	51.532	--	--
Retinta ^{**}	144.497	163.364	113,06	+13,06
Negra Ibérica	125.077	54.893	43,89	-56,11
Lidia	70.190	74.267	105,81	+5,81
Otras razas autóctonas.	231.396	58.313	25,50	-74,80
Total	1.214.484	948.020	78,06	-21,94

(1) 1.970: Censo de la Ganadería española. Marzo; 1.974: Mapa ganadero nacional. Ministerio de Agricultura.

* Están incluidas: Berciana, Zamorana, Alistana y probablemente Mantequera-Leonesa.

+ Se refiere a la Asturiana de los Valles.

** Están incluidas: Rubia Andaluza y Retinta.

++ Es indudable se han incluido otras agrupaciones.

Esta disminución se ha hecho extensiva a todas las razas indígenas, con excepción de la Retinta y de Lidia que han experimentado unos incrementos censales de 13,06% y 5,81% respectivamente en el periodo citado ya que el aumento experimentado por la raza Morucha, es de procesamiento de datos y no real al incluir en esta raza, parte del censo procedente de "otras agrupaciones autóctonas".

Las razas Asturiana (Indice 53,35), Pirenaica (Indice, 65) y Negra Ibérica (Indice = 43,89) han experimentado una regresión alarmante; la Rubia Gallega (Indice 74,59) y Tudanca (Indice 75,07) se han mantenido con unos porcentajes de disminución menores, pudiéndose considerar como estabilizada, la agrupación Morenas del N.O. aun cuando en esta agrupación se incluyen una serie de agrupaciones.

Si se analizan los censos y se consideran los Indices de disminución, las tendencias de las razas relacionadas en la Tabla 9 pueden resumirse como sigue:

- Hay dos razas autóctonas, Rubia Gallega y Retinta, que con efectivos importantes y cualidades productivas reconocidas, son susceptibles de mejora como se ha comentado ya.

- La agrupación Morenas del N.O., las razas Asturiana de los Valles, Morucha, Avileña y Negra Ibérica están seriamente comprometidas, a pesar de sus censos relativamente elevados (alrededor de las 50.000 cabezas), por el cruzamiento y pagan ahora la ignorancia de posibilidades propias que padecieron y padecen. La creación de importantes núcleos mantenidos en pureza y protegidos es una realidad en la raza Morucha (capa cárdena), ya que existe en la dehesa de Castro Enriquez (350 hembras y 6 sementales) y aún podría ser viable en las razas Asturiana, Avileña y Negra Ibérica. Sin embargo parece que una acción similar sobre las Morenas del N.O. no llegará a realizarse.

- El censo tan reducido de las razas Tudanca y Pirenaica, hace evidente la necesidad de adoptar medidas para evitar su desaparición y de realizar los estudios necesarios con el objetivo de decidir si puede darse prioridad a su conservación o si procede simplemente mantenerlas como reserva de genes. El estudio realizado por ECHEVERRIA (1.975), las medidas adoptadas por la

Tabla 10.- Inventario de razas vacunas autóctonas en peligro de extinción.

Desaparecidas	En estado de reliquia	En peligro actual	En peligro futuro
Barrosoo (Morenas del N.O.)	Cachena (Morenas del N.O.)	Ecotipo Limiano (Morenas del N.O.)	Tudanca
Eootipo Verinés (Morenas del N.O.)	Mirandesa (Morenas del N.O.)	Ecotipo Vianes (Morenas del N.O.)	Morucha
Pasiega (siglo pasado)	Monchina Alberes	Ecotipo Caldelano (Morenas del N.O.)	Avileña
Lebaniega	Marinera	Asturiana de los Valles	
Campoó	Menorquina	Asturiana de las Montañas	
Ganado Lorzquino (Murciano)	Mantequera Leonesa	Pirenaica	
Criolla	Berciana	Colorada Extremeña	
Palmera	Zamorana	Rubia Anadaluza	
	Alistana	Negra de las Campiñas anda luzas.	
	Vacuno serrano		
	Blanca Cacerena		
	Cárdena y Berrenda en negro Salinera y Berrenda en colo- rado.		
	Huertana (Murciana)		
	Ganado Almazoreño (Murciana)		
	Ganado Calasparreño (Murciana)		

Diputación Foral de Navarra (estímulos a los ganaderos) y la existencia de un núcleo puro muy importante en el Valle de Ulzama (50 vacas reproductoras) hacen prever que estos considerables esfuerzos, conducirán al resurgimiento de esta raza, con una posible utilidad zootécnica.

Con la Tudanca las previsiones, en principio, no pueden ser tan prometedoras, teniendo en cuenta que su Registro Genealógico acaba de aprobarse y que no está lo suficientemente estudiada. No obstante el paso dado puede ser decisivo, siendo el tiempo quien lo calificará como positivo o intrascendente.

En la Tabla 10 se relacionan aquellas razas bovinas que de una u otra forma estan en peligro de desaparición, de la cual puede extraerse unas cifras verdaderamente desesperanzadoras y alarmantes. A partir de las 39 razas y ecotipos definidos que existían en la geografía española a comienzos de este siglo (no se incluye la raza Pasiega), hoy día puede establecerse, en relación con su pasado o futuro, la siguiente situación:

- Han desaparecido 7 razas o ecotipos.
- Se encuentran en estado de "reliquia", 17 razas o ecotipos.
- En peligro actual se han contabilizado 9 razas o ecotipos.
- En peligro futuro, pueden encontrarse 3 razas más.
- Solo 3 razas pueden considerarse como efectivos autóctonos sin problemas censales (Rubia Gallega, Retinta y de Lidia).

VII.- ESTRUCTURA GENETICA DE ALGUNAS RAZAS BOVINAS.

La concepción de estructurar genéticamente las razas bovinas mediante diferentes marcadores genéticos, es un trabajo que urge si tenemos en cuenta en primer lugar que este tipo de inves

Tabla 11.- Frecuencias fenotípicas de los factores antigénicos investigados en los sistemas A, B, C y SU.

Sistema	Factor Antigénico	Pirenaica (n = 48)	Tudanca (n = 42)	Morenas del N.O. (n = 25)	Frisona (n = 97)
		%	%	%	%
A	A ₁	66,67	76,19	96,-	55,67
	A ₂	0,00	9,52	0,00	4,12
B	B	25,00	69,05	80,-	49,48
	G ₁	33,33	42,86	12,-	3,09
	G ₂	0,00	9,52		34,02
	I ₁	25,00	33,33	4,-	12,37
	I ₂	*	9,52	20,-	7,21
	O ₁	8,33	73,81	52,-	29,86
	T	6,25	33,33	40,-	2,06
	Y ₂	50,00	69,05	52,-	51,54
	D _f	37,50	23,81	16,-	26,80
	G ^u	33,33	11,90	24,-	27,83
	Q ⁱ	25,00	95,24	*	*
	Y ⁱ	4,17	40,48	4,-	1,03
C	C ₁	70,85	85,71	64,-	25,77
	C ₂		*	0,-	16,49
	R ₁	12,50	21,43	68,-	36,08
	R ₂	58,33	47,62	*	*
	W ₁	91,67	88,10	96,-	26,80
	W ₂				21,64
	X ₁	58,33	33,33	28,-	11,34
	C ⁱ	*	9,52	*	*
	L ⁱ	8,33	26,19	28,-	7,21
SU	S	35,42	54,76	32,-	23,71
	U ₁	12,50	30,95	56,-	
	U ₂	*	14,29	8,-	1,03
	H ⁱ	93,75	100,00	100,00	86,59
	U ⁱ	12,50	16,67	*	12,37
	U ^u	16,67	35,71	36,-	3,09

(* : no se testaron).

tigación es básico para el campo del análisis filogenético de las poblaciones animales y de la medida de su evolución genética y en segundo lugar que es necesario realizarlo antes de la desaparición de ciertas razas y de la homogeneización de otras.

El material animal inicialmente investigado ha estado representado por 400 muestras de sangre procedentes de la raza Pirenaica, 42 pertenecientes a la raza Tudanca, 25 de las Morenas del N.O. y 97 de la raza Frisona (española) que se ha incluido con vistas a los estudios filogenéticos.

Para la tipificación sanguínea se han utilizado 36 reactivos (sueros inmunes monoespecíficos) que han sido elaborados en los últimos años en el Departamento de Genética y Mejora de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y que permiten identificar antígenos eritrocitarios de 9 sistemas genéticos distintos (A, B, C, FV, J, L, SU, Z y T').

De los cinco polimorfismos bioquímicos investigados dos son eritrocitarios, hemoglobina (Hb) y anhidrasa carbónica (Ca) y los tres restantes plasmáticos, albúmina (Al), transferrina (Tf) y amilasa (Am).

- Grupos sanguíneos. Las frecuencias fenotípicas de los antígenos de los sistemas A, B, C y SU se exponen en la Tabla 11, ante la imposibilidad de calcular sus frecuencias alélicas. Debe destacarse la frecuencia tan elevada de los antígenos A_1 , B y R_1 en la raza Morenas del N.O., en comparación con las otras razas. También aparecen con unas frecuencias muy elevadas los antígenos Q' e Y' en la raza Tudanca. Quizás lo más sobresaliente derivado de la observación de estas frecuencias fenotípicas, es la marcada diferencia que se aprecia entre la raza Frisona, raza extranjera adaptada totalmente a España y las otras tres autóctonas, detalle que puede sugerir ya unos orígenes diferentes

En la Tabla 12 se especifican las frecuencias génicas halladas en los loci de los sistemas de grupos sanguíneos FV, J, L, Z, T' y antígeno Z' del sistema A, de la que puede derivarse una mejor información, al referirse a genes.

Tabla 12.- Frecuencias génicas en 6 loci de grupos sanguíneos de las razas vacunas investigadas.

Sistema	Alelos	Pirenaica n = 48	Tudanca n = 42	Morenas del N.O. n = 25	Frisona n = 97
FV	F	0,61	0,45	0,40	0,77
	V	0,39	0,55	0,60	0,23
J	J	0,29	0,14	0,18	0,08
	-	0,71	0,86	0,82	0,92
L	L	0,16	0,13	0,37	0,27
	-	0,84	0,87	0,63	0,73
Z	Z	0,34	0,56	0,11	0,24
	-	0,66	0,44	0,89	0,76
T'	T'	0,36	0,59	0,13	0,05
	-	0,64	0,41	0,87	0,95
A	Z'	0,01	—	(1)	—
	-	0,99	1,00	—	1,00

- : ausencia (1) : No se testó

Locus A.- Especial interés ofrece la identificación del antígeno Z' en la raza Pirenaica por tratarse de un antígeno poco frecuente. La frecuencia génica evidenciada .01, es muy baja pero de indudable valor en los estudios filogenéticos.

Así, DOLA et al. (1.970) destacan la presencia del factor Z', característico de la raza Jersey, en la raza Lowland Red and White, con una frecuencia muy baja .05. MITAT (1.975) en el ganado Criollo cubano (de origen español y posiblemente ga-

llego) encuentra una cifra igualmente baja .09, similar a la de las razas Holstein, Sta. Gertrudis, Beef Shorthorn, Simmental y distintas razas africanas. Sin embargo, de su trabajo se desprende que la frecuencia del factor Z' puede derivarse directamente del Zebú que con una frecuencia de .20 ha mestizado intensamente ese ganado Criollo. En este contexto puede comprenderse el interés que ofrece el estudio de este factor, para intentar establecer relaciones filogenética, conociéndose la frecuencia igualmente alta (.23) de este factor en la raza Charolesa (MITAT, 1.975) y el hecho de estar ausente en las razas de origen holandés, inglés y escandinavo y ser más corriente en los países del Centro y sur de Europa.

Loci FV, J, L, Z, T'. - La situación genética de estos sistemas en las razas estudiadas, en comparación con otras razas bovinas se resume en la Tabla 13 de cuya observación pueden extraerse las siguientes consideraciones:

- En relación con el sistema FV, las razas indígenas analizadas, Pirenaica (.61), Tudanca (.45) y Morenas del N.O. (.40) han mostrado las frecuencias más bajas de todas las recopiladas, siendo próximas a las Parda (.64) y Jersey (.67). Es evidente que estas frecuencias tan bajas deben estar relacionadas con los troncos originarios, y por ello debe destacarse.

- Por el contrario, ha sido la raza Pirenaica la que ha evidenciado una de las frecuencias más altas del alelo J (.29), sólo superada por las razas bovinas de Egipto (.30), Aberdeen Angus (.31) Boran (.39) y Sahival (.45). En este mismo sentido, la Pirenaica ha mostrado una frecuencia más elevada, que la de las otras razas investigadas en España.

- En cuanto al sistema L, no se evidencia nada destacable, a pesar de que este sistema debe tener cierto interés desde el

Tabla 13.- Frecuencias génicas en 4 loci de grupos sanguíneos en diferentes razas bovinas.

Razas	F	J	L	Z	Autores
Chipre (vacunos)	-	.18	.40	.65	Hesselholt et al. (1.965)
Egipto (vacunos)	-	.30	.53	.72	"
Damasco (vacunos)	-	.22	.50	.68	"
Thaparkar	-	.23	1,-	.90	"
Sahival	-	.45	.54	.89	"
Red Danish	-	.15	.07	.19	"
Aberdeen Angus	.73	.31	.13	.27	Osterhoff (1.966)
Afrikaner	.80	.07	.32	.71	"
Ayrshire	.86	.21	.07	.30	"
Shorthorn	.94	.04	.16	.28	"
Bonsmara	.90	.12	.21	.33	"
Boran	.85	.39	.59	.73	"
Brown Swiss	.80	.23	.14	.20	"
Dairy Shorthorn	.76	.13	.19	.18	"
Drakensberger	.96	.11	.24	.96	"
Friesian	.81	.07	.19	.10	"
Guernsey	.94	.23	.20	.29	"
Hereford	.93	.07	.52	.23	"
Jersey	.67	.25	.21	.37	"
Nguni	.88	.18	.38	.62	"
Red Poll	.78	.13	.10	.23	"
Simmentaler	.81	.15	.14	.38	"
South Devon	.92	.04	.21	.18	"
Sussex	.97	.20	.30	.11	"
Gray-Brown	.69	—	.16	.59	Lazar et al. (1.966)
Light Red-spotted	.77	—	.20	.49	"
Cika	.75	—	.16	.58	"
Istria (Cika)	.75	.27	.25	.51	Lazar et al. (1.972)
Bohijn (Cika)	.85	.05	.12	.43	"
Charolais	.74	.24	.32	.37	Anónimo (1.972)
Hereford	.84	.02	.86	.18	"
Red Danish	.81	.27	.05	.24	"
Brown Swiss	.64	.10	.05	.26	"
Herens	.71	.08	.29	.54	Reuse (1.969)
Holstein	.77	.28	.22	.40	Mitat (1.975)
Charolais	.74	.23	.24	.55	"
Sta. Gertrudis	.78	.09	.29	.40	"
Cebú	.71	.09	.66	.83	"
Criollo (Cuba)	.73	.26	.24	.66	"
Pirenaica	.61	.29	.16	.34	Presente trabajo
Tudanca	.45	.14	.13	.56	"
Morenas del N.O.	.40	.18	.37	.11	"
Frisona	.77	.08	.27	.24	"

punto de vista filogenético como parece desprenderse de la Tabla 13, en donde puede observarse cómo el Zebú (.66), las razas bovinas de Damasco (.50) y de Egipto (.53) además de otras dos razas de la India, Thaparkar (1,00) y Sahival (.54), ofrecen unas frecuencias génicas muy elevadas, en relación con el resto de la mayoría de las razas europeas y americanas, si exceptuamos la Hereford (.52-.86).

- El sistema Z se comporta de una forma similar al L, en el sentido de que son igualmente los bovinos de Asia y Africa los que presentan en general, unas frecuencias mucho más altas, para este alelo (.62-.96), que la mayoría de las otras razas europeas y americanas. Las razas españolas Pirenaica y Tudanca con unas frecuencias de .34 y .56 respectivamente, se sitúan entre las de frecuencias más elevadas dentro de las razas europeas, incidiendo por tanto, de una forma opuesta, a como se dedujo al analizar el sistema L. También debe señalarse que la raza Morenas del N.O., ha mostrado la frecuencia más baja (.11) de todas las relacionadas en la Tabla 13, solamente igualada por la Sussex (.11) y ligeramente superior a la Friesian (.10).

- Al no encontrar en la bibliografía consultada, referencias relacionadas con el sistema T', no pueden establecerse comparaciones, pero sí destacar que las tres razas indígenas españolas, presentan una frecuencia mucho mayor que la cosmopolita Frisona (.05), siendo particularmente elevada la de la Tudanca (.59).

Polimorfismos bioquímicos. En la Tabla 14 y para cada uno de los polimorfismos bioquímicos investigados, se expresa el número de muestras investigadas y se resumen las frecuencias génicas estimadas así como los valores de χ^2 calculados para comprobar el equilibrio genético de las poblaciones investigadas. Del análisis de dicha Tabla pueden derivarse, por marcador, las

Tabla 14.- Frecuencias génicas de los polimorfismos Hb, Al, Tf, Ca y Am en cuatro razas vacunas, en España.

Razas		Pirenaica	Tudanca	Morenas del N.O.	Frisona
Parámetros	n	383	42	25	97
Hemoglobina	Hb ^A	.84	.65	1.00	1.00
	Hb ^B	.16	.35	--	--
	χ^2	0,26	1,85	--	--
Albúmina	n	265	42	25	97
	Al ^S	.08	--	.08	--
	Al ^F	.92	1,00	.92	1.00
	χ^2	1,44	--	0,18	--
Transferrina	n	381	42	25	87
	Tf ^A	.53	.32	.50	.42
	Tf ^{D1}	.16	.10	.08	.22
	Tf ^{D2}	.30	.57	.42	.31
	Tf ^E	.01	.01	--	.05
	χ^2	8,75	11,70	5,37	25,80**
Anhidrasa Carbónica	n	--	42	25	--
	Ca ^S	--	.76	.92	--
	Ca ^F	--	.24	.08	--
	χ^2	--	0,27	0,18	--
Amilasa	n	196	39	22	97
	Am ^B	.62	.82	.73	.48
	Am ^C	.38	.18	.27	.52
	χ^2	8,68*	3,59	12,96***	0,28

* P < 0.05

** P < 0.01

*** P < 0.005

consideraciones que se comentan seguidamente.

Hemoglobina. En principio debe destacarse la situación de equilibrio encontrada para este polimorfismo y las diferencias existentes entre las razas investigadas, en cuanto a las frecuencias génicas estimadas.

Las elevadas frecuencias del alelo Hb^A que presentan las razas estudiadas, a excepción de la Tudanca (.65), sitúan a estas razas españolas dentro de las razas vacunas del Centro y Sur de Europa, en general, cuyas frecuencias para dicho alelo oscilan entre .80-.98. Parece prematuro enjuiciar la frecuencia de Hb^A : 1 hallada en la raza Morenas del N.O., 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 1.966).

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 bovinas. La presencia de la Hb^B en la raza Jersey (Hb^B : .61) y en algunas otras razas europeas y africanas parece sostener la teoría de que la Jersey fué originada por Bos indicus y que sus ancestrales emigraron de los valles de la India a Europa, a través de Africa (SEN et al., 1966). De cualquier forma son las razas 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 : .5-.8. Las frecuencias más altas de Hb^B (.38-.54) las presentan el Zebú (India) y otras razas bovinas indias (BUSCHMANN et al., 1.968).

El encontrar una frecuencia de Hb^A : .84 en la raza Pirenaica y de Hb^B : .34 en la raza Tudanca, 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.

Albúmina. Además de la situación de equilibrio genético

que se observa en la Tabla 14 para este polimorfismo, ha de destacarse la frecuencia tan elevada mostrada por el alelo Al^F por lo que puede deducirse que, para estas razas bovinas, se tiende a una fijación de este alelo, 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 (1.964) 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, 1.966).

También este marcador ofrece cierto interés desde el punto de vista evolutivo (BOUQUET y col., 1.972), 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, 1.970) e Italian Water Buffalo, Al^S : .67 (MASINA y col., 1.971).

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 investigadas sólo han podido detectarse los 4 alelos más comunes de las razas bovinas europeas: Tf^A , Tf^{D1} , T^{D2} y Tf^E y cuya distribución se resume en la Tabla 14.

A un nivel de significación $P < 0.01$, se observa que la raza Frisona no se encuentra en equilibrio genético para este polimorfismo, desviación que en relación con este sistema también ha sido observada por algunos autores (BUSCHMANN y SCHMID, 1964; SOOS et al., 1.974; GELDERMAN, 1.972). 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 ha sido obtenida a partir de un muestreo aleatorio.

- COOPER y RENDEL (1.968) demostraron que la "unlikehomozygus - mother effect" (incompatibilidad materno-fetal) era una de las causas que podría 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 et al. (1.974). Para comprobar si este efecto ha podido ser el causante de la falta de equilibrio genético se ha calculado la χ^2 correspondiente a la comparación de los homocigotos y heterocigotos, en la raza bovina Frisona (Tabla 15).

El encontrarse una diferencia significativa en la distribución de estos fenotipos transferrínicos, puede inducir a confir-

Tabla 15.- Distribución de fenotipos homocigotos y heterocigotos en la raza vacuna Frisona.

Homocigotos		Heterocigotos		χ^2	G.L.
obs.	esp.	obs.	esp.		
40	27,88	47	59,12	7,75**	1

** $P < 0,01$

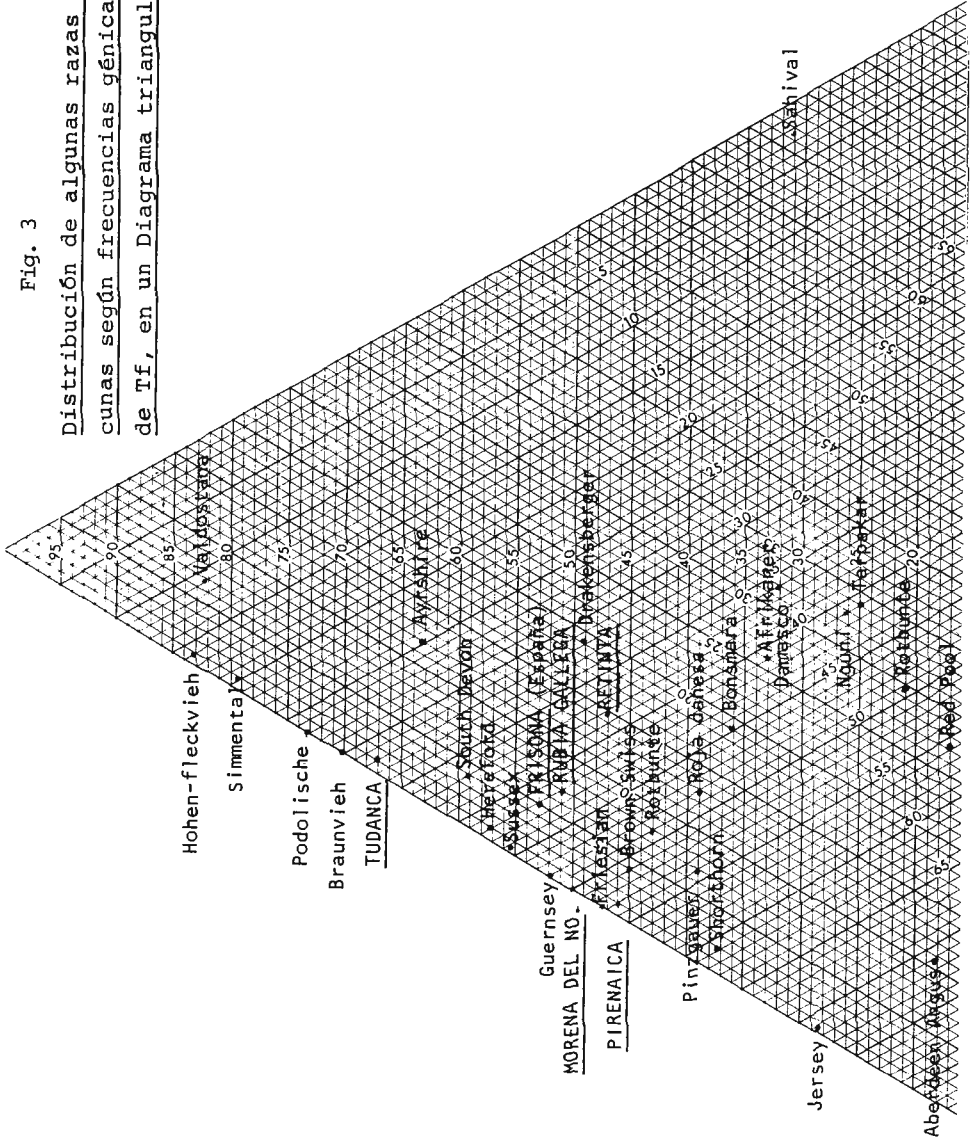
mar que es la incompatibilidad comentada la causa del desequilibrio observado. La confirmación de esta matización es de tal valor que se han preparado ya protocolos experimentales orientados a corroborar, con un muestreo más numeroso, esta observación.

Especial comentario requiere las frecuencias halladas para los alelos Tf^{D1} y Tf^{D2} . En este sentido aunque las razas estudiadas han mostrado una frecuencia del alelo Tf^{D2} mucho más elevada que la del Tf^{D1} , al igual que ocurre en la mayoría de las razas bovinas, este detalle está particularmente manifestado en las razas Tudanca y Morenas del N.O. en las que las frecuencias de Tf^{D2} son mucho más altas (.57 y .42 respectivamente) como aparece asimismo en algunas razas de Hungría. JAMIESON (1.966) 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 (1.970) 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

Fig. 3

Distribución de algunas razas va-
cunas según frecuencias génicas
de Tf, en un Diagrama triangular.



(P. T. y M. del NO.) presenten unas diferencias entre las frecuencias de Tf^{D2} y Tf^{D1} mucho más acusadas que la presentada en la raza Frisona, distribuida por toda la geografía nacional.

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. 3 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.

Anhidrasa carbónica. De este polimorfismo 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 14.

En este polimorfismo solo ha podido investigarse en dos de las razas estudiadas, ya que por razones, posiblemente de conservación, esta enzima debió perder actividad, y cuando se fueron a desarrollar los análisis correspondientes, no pudo evidenciarse en los geles de almidón correspondientes.

Si se comparan las frecuencias génicas de las dos razas investigadas con las dadas por otros autores y para otras razas distribuidas por el mundo se puede afirmar que mientras la raza Morenas del NO. se sitúa entre las razas que presentan una frecuencia de Ca^S más elevadas, la Tudanca 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.

Amilasa. De los tres alelos que se conocen de este sistema, Am^A , Am^B y Am^C , en las razas investigadas sólo han podido identificarse los Am^B y Am^C . Sin embargo, a partir del presente trabajo no se puede afirmar con absoluta certeza que esté totalmente ausente el alelo Am^A en las razas 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^A y Am^B . En esas circunstancias se ha optado por identificarlas como Am^B , basándonos en la pequeña frecuencia de presentación del Am^A en las razas bovinas europeas, en el trabajo de CRIMELLA et al. (1.969), donde justifica la lectura dialélica en vez de la trialélica, a la que atribuye importantes errores de lectura y finalmente en el de MAZUMDER y SPOONER (1.970), 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, 1.975) la han encontrado.

La falta de adecuación a la ley de Hardy-Weinberg que se observa en las razas Pirenaica y Morenas del N.O. (Tabla 14) es una situación coincidente con la apreciada por una gran parte de los autores que han investigado este polimorfismo y han contrastado la situación de equilibrio. Así MAZUMDER y SPOONER (1.970) encuentran desviaciones significativas ($P < 0.05$) en un muestreo de 321 animales de la raza Holstein-Friesian y SCHLEGER (1.971) 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 en las poblaciones exentas de equilibrio genético, el número de heterocigotos observados se encuentra ciertamente muy disminuido en relación con la distribución teórica del equilibrio. Este hecho ob

servado igualmente por SCHLEGER (1.971) podría sugerir la existencia de un proceso selectivo desfavorable para los heterocigotos con un valor selectivo no estimado, pero que diferiría según las zonas geográficas de ubicación de las razas estudiadas. No obstante aunque esta teoría es sugestiva, es evidente que se ne cesitarán estudios posteriores para aclarar esta particular situación.

Las frecuencias estimadas, por otro lado, no permiten aportar sugerencias estimativas del grado de relación genética que puede existir entre las razas españolas y europeas, o de sus orí genes.

VIII.- RELACIONES GENETICAS ENTRE RAZAS BOVINAS.

La cuantificación de la relación que puede existir entre las razas de una especie animal o por el contrario la medida de la variación genética revelada desde muy distintos orígenes, ha representado siempre una problemática en la que han estado espe cialmente implicados los investigadores interesados en los procesos evolutivos.

Cuando las medidas morfológicas comenzaron a ser complemen tadas con las procedentes de la variación de loci polimórficos un nuevo horizonte, más prometedor, apareció en este sentido. Efectivamente, las variantes definidas bioquímica o inmunológicamente suministran una información básica y objetiva para la medida de la similitud genética entre poblaciones, de tal valor que muchos han sido los autores que las han utilizado a este fin.

Especialmente en vacuno, numerosos autores han usado las diferencias encontradas entre las frecuencias génicas de las va riantes de grupos sanguíneos y polimorfismos bioquímicos para la

comparación de poblaciones y razas. Sin embargo ha sido el cálculo de la distancia genéticas que indica el grado relativo de aproximación o alejamiento existente entre varias poblaciones, el método más utilizado para establecer las posibles relaciones entre diferentes poblaciones.

De los distintos tipos de distancias genéticas existentes, se ha elegido, para los cálculos, la "distancia E de CAVALLI-SFORZA y EDWARDS (1.967)", en base a que esta distancia es euclidiana y se parte de frecuencias génicas, que interesan más que cuando se parte de frecuencias genotípicas, porque aquéllas no varían de generación a generación (ley de Hardy-Weinberg). No obstante, esta distancia, basada en una transformación angular de dichas frecuencias, presenta el inconveniente de que no se le pueda aplicar pruebas de significación estadística, inconveniente del que adolecen, por otra parte, la mayor parte de las distancias.

A fin de poder establecer relaciones genéticas no sólo entre las razas que se han estructurado genéticamente en el presente trabajo, sino entre otras razas nacionales y extranjeras, se han utilizado a estos fines, 9 razas bovinas: 5 españolas, 2 portuguesas, 1 cubana y 1 cosmopolita (Frisona), cuya relación y expresión de las frecuencias génicas de los loci utilizados, se expone en la Tabla 16.

- Los datos genéticos de la raza Rubia Gallega, proceden de SANCHEZ (1.977).

- Los relacionados con las razas española Retinta y las portuguesas Alentejana y Mertolenga, han sido proporcionados por STONE (1.974).

- Las frecuencias de la raza Criolla, de Cuba, han sido extraídas de la tesis doctoral de MITAT (1.975).

Tabla 16.- Frecuencias génicas en los 8 básicos loci utilizados.

Sistema genético	Rubia Gallega	Retinta	Pire- naica.	Morenas N.O.	Tudanca	Alente- jana.	Merto- lenga.	Criolla (Cuba)	Friso- na.
F	.86	.61	.61	.40	.45	.65	.56	.73	.77
V	.14	.39	.39	.60	.55	.35	.44	.27	.23
J	.14	.10	.29	.18	.14	.20	.38	.26	.08
-	.86	.90	.71	.82	.86	.80	.62	.74	.92
L	.06	.01	.16	.37	.13	.03	.07	.24	.27
-	.94	.99	.84	.63	.87	.97	.93	.76	.73
Z	.34	.83	.34	.11	.56	.51	.54	.66	.24
-	.66	.17	.66	.89	.44	.49	.46	.34	.76
Hb ^A	.91	.86	.84	1.--	.65	.96	1.--	.76	1.--
Hb ^B	.09	.14	.16	-	.35	.04	-	.24	-
Al ^S	.06	.08	.08	.08	-	.06	.05	.25	-
Al ^F	.94	.92	.92	.92	1.--	.94	.95	.75	1.--
Tf ^A	.42	.38	.53	.50	.32	.30	.49	.44	.42
Tf ^{D1}	.19	.30	.16	.08	.10	.18	.24	.10	.22
Tf ^{D2}	.32	.17	.30	.42	.57	.33	.20	.30	.31
Tf ^E	.07	.15	.01	-	.01	.19	.07	.16	.05
Am ^B	.76	.75	.62	.73	.82	.74	.57	.72	.48
Am ^C	.24	.25	.38	.27	.18	.26	.43	.28	.52

La distancia genética se ha calculado a partir de 8 loci con 18 alelos en total. Si no se han incluido los sistemas T', antígeno Z' del sistema A y polimorfismo Ca (analizados) se debe a que estos marcadores no han sido estudiados en todas las razas comentadas, por lo que se han tenido que eliminar, ya que el cálculo de las distancias se debe realizar sobre datos pareados. En la Tabla 17, se transcribe la matriz de distancia genética E que se ha obtenido.

En un principio debe destacarse que las distancias observadas son realmente altas: las distancias halladas, del orden .50-.75, son muy grandes ya que suponen entre un 55-80% de la

Tabla 17.- Matriz de distancia genética E (CAVALLI-SFORZA Y EDWARDS, 1.967) con las modificaciones descritas por EDWARDS (1.971).

Razas	Retinta	Pirenaica	Morenas N.O.	Tudanca	Alente- jana	Merto- lenga	Criolla	Frisona
Rubia Gallega	.4250	.2986	.5378	.4657	.2513	.3988	.3932	.3861
	Retinta	.4918	.7745	.5015	.3081	.4344	.4129	.6360
		Pirenaica	.4148	.3928	.3587	.3483	.3604	.4226
			Morenas N.O.	.6003	.5737	.5205	.6459	.4373
				Tudanca	.4565	.5752	.4915	.6017
					Alente- jana	.2877	.3772	.4511
						Merto- lenga	.4772	.4250
							Criolla	.6074

distancia máxima que puede haber entre dos poblaciones aproximadamente, toda vez que aquélla puede variar desde 0 a 0,9003 ($2 \sqrt{2}/\pi$), aunque siendo "cuerda" una aproximación poco exacta del "arco" correspondiente, para grandes valores del mismo (distancia angular), esta afirmación no es totalmente exacta y entraña sus limitaciones. Si se comparan esas distancias con las obtenidas entre otras razas por KIDD (1.974), las magnitudes se hacen más evidentes aunque esas últimas no son del todo comparables, ya que en el trabajo en cuestión, este autor utiliza la distancia " r ", en vez de la "E". Sin embargo son similares a la hallada por ALTARRIBA et al. (1.977), entre Rubia Gallega y Pirenaica, quienes obtienen una distancia "E" de 0,4587 entre esas dos razas frente a la distancia "E" de 0,2986 hallada en el presente trabajo (Tabla 17). Esta diferencia, en cuanto a expresión numérica se refiere, hay que fundamentarla en que esos autores, al utilizar en los cálculos 14 loci con 33 alelos, operan con 19 variables independientes o grados de libertad mientras que en este trabajo sólo han entrado en cálculo 10 variables (18 alelos-8 loci=10), por lo que naturalmente los resultados deben ser diferentes.

Con todo, las observaciones de KIDD (1.974) son paralelas a las que pueden desprenderse de la observación de la Tabla 17, cuando se analiza la raza Frisona en este contexto. Las distancias mayores se encuentran entre la Holstein versus Jersey, Hereford, Longhorn, de Lidia y Retinta (Las dos razas españolas estudiadas aparecen muy distantes de la Holstein, en relación con este parámetro: distancia genética " r "). En este mismo sentido, la Frisona en España ha mostrado unas distancias muy elevadas en relación con la mayoría de las razas autóctonas estudiadas.

Las mayores distancias se han evidenciado entre la raza Morenas del N.O. versus Rubia Gallega, Retinta, Tudanca, Alentejana, Mertolenga y Criolla, que oscilan entre 0,52 y 0,77; Tudanca versus Retinta (0,50), Mertolenga (0,57) y Frisona versus Retin-

ta, Tudanca y Criolla que oscilan alrededor de 0,60, pareciendo como si las razas Tudanca y Morenas del N.O. se distanciaran mucho de las restantes. Por el contrario las menores distancias apreciadas son las que se han evidenciado entre las razas Rubia Gallega versus Pirenaica (0,29) y Alentejana (0,25), por un lado, y entre las razas Alentejana y Mertolenga (0,28) por otro. Para intentar matizar estas apreciaciones, se realiza seguidamente un análisis filogenético, basado en los árboles evolutivos elaborados a partir de la matriz de distancias toda vez que estos análisis conducen a relaciones más comprensibles, aunque se sacrifique una parte de la información.

Los árboles evolutivos constituyen uno de los métodos más utilizados hoy día para determinar la probable evolución histórica de las poblaciones, siendo su evaluación el proceso final de los análisis genéticos, como los que se desarrollan en el presente trabajo. La principal utilidad que ofrecen los árboles es la de representar gráficamente un conjunto de interrelaciones complejas entre poblaciones genéticas: la topología y las magnitudes de las diferentes partes del árbol ofrecen respectivamente, las relaciones cualitativas y cuantitativas entre aquéllas. La mayor desventaja que presentan estos árboles es la de que no proporcionan información específica sobre la posición del antecesor común, aunque se pueda inferir la probable raíz por otros métodos.

La estimación de los árboles evolutivos que se han desarrollado, están basados en el modelo aditivo de evolución, resuelto mediante el método de los mínimos cuadrados de CAVALLI-SFORZA y EDWARDS (1.964). Cuando se utiliza un número de poblaciones superior a 7, como es el caso que se está analizando, el número de estructuras arbóreas posibles es tan elevado que el tiempo de computación requerido para la evaluación de aquéllas, resulta prohibitivo en tiempo y medios (ZONTA, 1.967).

En este estudio, como son 9 los puntos terminales que poseen todos los árboles que pueden estructurarse, el número total de estructuras sería tan numeroso que únicamente es posible efectuar un muestreo, a partir de una serie de estructuras modélicas de entrada, con la seguridad de que ajustando por mínimos cuadrados, de cada una de ellas se obtienen árboles filogenéticos más cerca de la realidad que si se obtienen aleatoriamente. Han sido solamente 2, los modelos de árboles que se han creado para iniciar la evaluación, de los cuales han derivado 41, siendo totalmente positivos solamente 5, evidenciándose entre ellos, por otro lado, pequeñas diferencias de detalle que confirma la bondad de este método analítico. En las Fig. 4 y 5, se transcriben los diagramas polares correspondientes a los árboles con mejores soluciones matemáticas en los que, al mismo tiempo, se presentan las relaciones topológicas y cuantitativas de las 9 razas bovinas investigadas.

En todos los árboles evaluados hay dos estructuras parciales tan constantes que permiten destacarlas:

- La existencia de 2 grandes troncos o ramas bien diferenciadas.
- Las presentaciones terminales extremas de las razas Retinta y Criolla por un lado y Morenas del N.O. y Frisona por otro.

Entre las demás razas, las posibles relaciones genéticas derivadas de su topología no son coincidentes. Si sólo se muestran dos árboles filogenéticos se debe a que son ciertamente representativos por ser el de la Fig. 4, el que corresponde a la mejor solución matemática, y el de la Fig. 5, el que, con una buena evaluación arbórea, puede presentar la mejor solución desde el punto de vista de relaciones genéticas, sobre una base prehistórica.

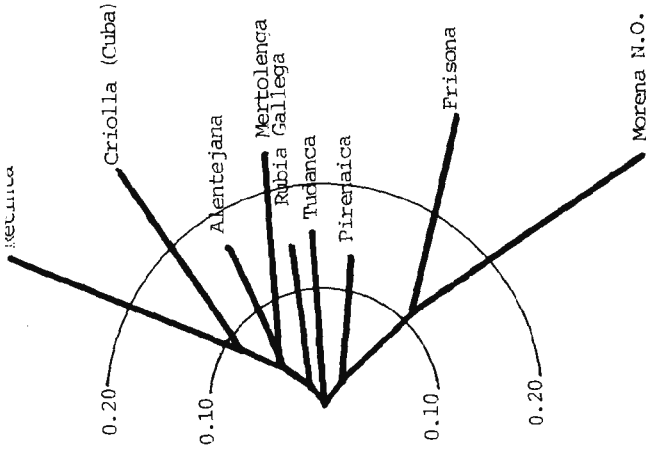


Fig. 5

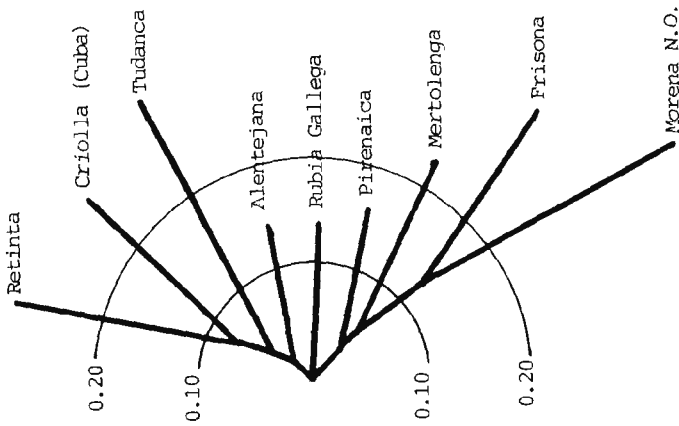


Fig. 4

Fig. 4 y 5.- Diagramas polares correspondientes a dos de las mejores evaluaciones de los árboles evolutivos obtenidos de 9 razas vacunas españolas y extranjeras, a partir de una matriz de distancias "E".

En la Tabla 18 se presentan de una forma resumida, los troncos prehistóricos originarios de las razas que se están analizando desde el punto de vista de sus relaciones genéticas. Se puede comprobar que esa clasificación es perfectamente superponible a la imagen del árbol evolutivo de la Fig. 5; la rama superior podría estar relacionada con la ascendencia "primigénica" de las razas Retinta, Criolla, Alentejana, Mertolenga y Rubia Gallega, mientras que la inferior con la del Brachycerus, no pudiéndose relacionar adecuadamente la raza Tudanca, por ocupar un nudo central y aislado en el árbol. Este paralelismo, indudablemente es sugestivo; sin embargo como este tipo de análisis no proporciona información específica sobre la posición del antecesor común, no

Tabla 18.- Troncos prehistóricos originarios de las razas vacunas investigadas.

<u>Tronco prehistórico</u>	<u>Forma mutante</u>	<u>Razas</u>
Bos Primigenius	B. Taurus Ibericus	{ Retinta
		{ Rubia Gallega
	B. Taurus Aquitánicus	{ Criolla (Cuba)
Bos Brachycerus		{ Alentejana
		{ Mertolenga
	B. Brachycerus europeus	{ Pirenaica
		{ Tudanca
		--
		{ Frisona
		{ Morenas del NO.

es posible decir cuáles son las poblaciones ancestrales de cuáles, como igualmente no puede especificarse la dirección de la evolución. Por ello, este árbol debe considerarse con las limitaciones de estos métodos y con el convencimiento de que esa solución no es única.

Teniendo en cuenta que la comprensión de los árboles, "in

toto", es difícil, a continuación se comentan aquellas conclusiones que aparecen más o menos claras, aunque sea algo prematuro establecerlas.

1.- Es realmente interesante la asociación tan estrecha que parece existir entre las razas Retinta y Criolla. Según MITAT (1.975) los primeros animales de la especie *Bos taurus*, fueron llevados a América, desde España, por Cristóbal Colón en su segundo viaje en 1.493 a la Isla de La Española (Santo Domingo); de esta isla llegaron a Cuba, a inicios del siglo XVI, a través de la ciudad de Baracoa, creyendo este autor que eran "Gallegos" estos primitivos vacunos. Basándose en estos hechos, VALLEJO et al. (1.977) creen encontrar un cierto "parecido" entre las razas Criolla y Rubia Gallega, en función de las similares frecuencias de presentación de los antígenos Z' del sistema A y Cu del sistema B y de la coincidencia en algunos fenogrupos del Sistema B. Los árboles filogenéticos evaluados han evidenciado que, si bien las distancias genéticas entre la raza Criolla versus Rubia Gallega (0,3932) y Retinta (0,4129) son similares, aquélla está más estrechamente relacionada genéticamente con la Retinta toda vez que en todos los árboles presentan un nudo común. Esta sugerencia, de todas formas es lógica si se considera el área de distribución geográfica del Retinto, desde el inicio (Andalucía), aunque la Rubia Gallega tenga un tronco originario común al de la Retinta, como se anotó en el apartado correspondiente a la Filogenia de los bovinos españoles.

2.- Es sorprendente la relación existente entre la Morena del NO. y la raza Frisona, aunque la distancia genética entre ellas sea relativamente grande (0,4373).

3.- La extremada longitud del segmento hacia la raza Morena del NO., cuya causa puede relacionarse con la alta consanguinidad de esta raza, dado su aislamiento natural geográfico.

4.- La relación tan estrecha manifestada entre las razas Alentejana y Mertolenga, al presentar un nudo común (Fig. 5), situación que analizada posteriormente tiene una justificación genética ya que, según parece, la raza Mertolenga es de origen muy reciente, y entre sus antepasados figuran las razas Alentejo, Berrendas, Bravas y Retintas. Esta última matización es particularmente destacable, ya que la proximidad de estas razas y sobre todo de la Alentejana con la Retinta es manifiesta (Tabla 17, Figuras 4 y 5).

5.- La relativa asociación entre las razas Rubia Gallega y Pirenaica. Las observaciones acerca de las relaciones genéticas que podían existir entre estas dos poblaciones, han estado apoyadas fundamentalmente en datos históricos por una parte, y en caracteres morfométricos y de producción controlados por otro (ECHEVERRIA, 1.975 y SANCHEZ, 1.977), aparte de las semejanzas observadas en las frecuencias génicas de algunos marcadores genéticos.

Los resultados presentes indican que no era totalmente desahuciada la suposición de ECHEVERRIA (1.975) y SANCHEZ (1.977) relativa a la posibilidad de que estas dos razas tuvieran una filogenia común, y confirman, por otro lado, la sugerencia de ALTAIRIBA et al. (1.977) al suponer intuitivamente, toda vez que no estudiaron estos autores más que las dos razas en cuestión, que la relación genética, en un árbol evolutivo, podría reflejar la existencia de un nudo común próximo. Ahora puede afirmarse que, aunque la distancia genética existente entre estas dos razas es de las más pequeñas que se han observado (0,2986), no tienen un origen común, como queda reflejado en los árboles filogenéticos de las Fig. 4 y 5 en los que se aprecia la ausencia de nudo común, estando éstos próximos sólo en el árbol de la Fig. 4, ya que en el de la Fig. 5, las separa aún un nudo más.

Hasta tanto no puedan introducirse en los cálculos, un ma-

yor número de razas bovinas, no podrán establecerse más conclusiones en relación con las razas que ocupan la parte central de los árboles evolutivos estructurados. Igualmente es posible que cuando se introduzcan más loci y por lo tanto un mayor número de alelos o variables independientes, se podrán precisar aun más las conclusiones que han podido extraerse, en base a las relaciones genéticas derivadas de la utilización de los árboles evolutivos a partir de una matriz de distancias genéticas.

IX.- REFERENCIAS.

- ALTARRIBA, J., ZARAZAGA, I., MONGE, E., LAMUELA, J.M., LASIERRA, J.M. y VALLEJO, M. (1.977): Relaciones genéticas entre las razas vacunas Rubia Gallega y Pirenaica. Avanc. Alim y Mej. Anim., XVIII, 12, 545-548.
- ANONIMO (1.972): Cattle blood and milk polymorphisms. Mimography of STONE. W.H. y HINES, H.C.
- APARICIO SANCHEZ, G. (1.960): Zootecnia especial. Etnología comparada. Córdoba (6° edición). pp. 474.
- BELAYEV, D.K. y FOMICHEVA, I. (1.970): Polymorphism of albumins postalbumins, transferrins and β -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 WECHE, A. (1.972): Albumin polymorphism in Belgian cattle breeds. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorph., 197-200.

BRAEND, M. y EFREMOV, G. (1.964): Polymorphism of albumin in farm animals. Proc. V Int. Cong. Anim. Repr. and Artif. Insem., 7: 401-403.

BUSCHMANN, H. y SCHMID, D.O. (1.964): Untersuchungen über den genetischen Serumtransferrin-und Hämoglobin polymorphismus deutscher Rinderrassen. Zbl. Vet. Med. A 11: 235.

CARR, W.R. (1.966): Serum albumin polymorphism of some breeds of cattle in Zambia. X th Europ. Conf. Anim. Blood. Groups. Biochem. Polymorph., 293-296.

CAVALLI-SFORZA, L.L. y EDWARDS, A.W.F. (1.964): Analysis of human evolution. Proceedings 11 th Int. Cong. of Genetics, 3, 923-933.

- (1.967): Phylogenetic analysis. Models and estimation procedures. Evolution 21, 550-570.

COOPER, D.W. y RENDEL, J. (1.968): 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 amilase in bovine di razza Frisona italiana. Atti della Societa italiana delle Scienze Veterinaire, XXIII, 605-608.

CUENCA, C.L. (1.953): Zootecnia. I.- Fundamentos biológicos. Biblioteca de Biología Aplicada. Madrid, pp. 1419.

DOLA, L., PAWLOWSKI, K. y KIJOWSKA-PETRYK, T. (1.970): Blood group studies on the B-alleles of Red-and-white Lowland cattle. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups and Biochem. Polym. Dr. W. Junk, Publishers. The Hague: 157-162.

ECHEVERRIA, T. (1.975): Raza vacuna pirenaica.- Evolución, situación actual y perspectivas. Diputación Foral de Navarra. pp. 195.

FERNANDEZ GARCIA-FIERRO, B. (1.956): Ganado vacuno. Edit. Salvat. Barcelona. pp. 776.

FERRERAS GONZALEZ, G. (1.947): Raza pirenaica vacuna. I Congreso Veterinario de Zootecnia, 2, 70-119.

GELDERMANN, H. (1.972): Polymorphism of transferrins in German cattle. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Group Biochem. Polym., 163-171.

HESSELHOLST, M., LARSEN, B., NIELSEN, P.B. y PALLUDAN, B. (1.965): Studies on blood groups in cattle, horses and pigs. Blood groups of animals, Dr. W. Junk, Publishers. The Hague: 49-61.

HUISMAN, T.H.J. (1.966): Hemoglobin types in some domestic animals. Xth Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polym. 61-75.

JAMIESON, A. (1.966): The distribution of transferrin genes in cattle. Heredity, 21: 191-218.

KIDD, K.K. (1.974): Biochemical polymorphisms, breed relationships, and germ plasm resources in domestic cattle. I. Cong. Mund. Genet.apl. produc. ganad. Madrid, 1, 321-327.

LAZAR, P., BÖHM, O. y GLIHA, A. (1.966): Blood group gene frequencies in three slovene cattle breeds. Xth Europ. Conf. Anim. Blood groups and Biochem. Polym.: 115-119.

LAZAR, P., BÖHM, O., SENEGACNIK, J. y GLIHA, A. (1.972): Blood groups of podolian cattle in Istria and Bohijn strain of Cika (Pinzgau) cattle. XII th Europ. Conf. Anim. Blood groups and Biochem. Polym. Dr. W. Junk, Publishers. The Hague: 125-129.

MAKAVEYEV, Ts. (1.970): Albumins, transferrins, serum amylase and blood groups in Bulgarian Water Buffalo. XI th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., 235-238.

MASINA, P., JANNELLI, D. y BETTINI, T.M. (1.971): Serum albumin and transferrin variants in Italian water buffalo. *Experientia*, 27, 587-589.

MAZUMDER, N.K. y SPOONER, R.L. (1.970): Studies on bovine serum amylase; evidence for two loci. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., 1: 145-156.

MITAT, J. (1.975): Los marcadores genéticos en el ganado bovino cubano. Ciencias agropecuarias, Serie 2, 10: 1-108.

OSTERHOFF, D.R. (1.966): Blood group gene frequencies in South African cattle breeds. X th Europ. Conf. Anim. Blood Groups. and Biochem. Polym: 107-114.

REUSE, J. (1.969): Les groupes sanguins dans la race bovine d'Hérens. These inaugurale. Fac. Vet. Univ. Berne., 381-398.

SANCHEZ GARCIA, L. (1.977): Raza vacuna Rubia Gallega: evolución, situación actual y perspectivas zootécnicas. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

SCHLEGER, W. (1.971): 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 (1.966): Haemoglobins of Indian Zebu cattle and the Indian Buffalo. J. Anim. Sci, 25: 445-448.

SOOS, P., GIPPERT, E. y CSONTOS, G. (1.974): Population genetics studies of serum transferrin variants in some populations of Hungarian spotted cattle. Acta Vet. Acad. Sci. Hung. 24, 1-2: 55-61.

STONE, W.H. (1.974): Datos no publicados.

VALLEJO, M., ZARAZAGA, I., LASIERRA, J.M., MONGE, E. y LAMUELA, J.M. (1.977): Grupos sanguíneos en razas vacunas españolas. I.- Rubia Gallega y Pirenaica. Anal. Est. Exp. Aula Dei 14, 12: (en prensa).

ZONTA, L.A. (1.967): Atti IV Convegno Nazionale di Biofisica e Biologia Molecolare. C.N.R.: 33-41.



FUNDACION JUAN MARCH
SERIE UNIVERSITARIA

Títulos Publicados:

1. — *Semántica del lenguaje religioso.* / A. Fierro
(Teología. España, 1973)
2. — *Calculador en una operación de rectificación discontinua.* / A. Mulet
(Química. Extranjero, 1974)
3. — *Skarns en el batolito de Santa Olalla.* / F. Velasco
(Geología. España, 1974)
4. — *Combustión de compuestos oxigenados.* / J. M. Santiuste
(Química. España, 1974)
5. — *Películas ferromagnéticas a baja temperatura.* / José Luis Vicent López
(Física. España, 1974)
6. — *Flujo inestable de los polímeros fundidos.* / José Alemán Vega
(Ingeniería. Extranjero, 1975)
7. — *Mantenimiento del hígado dador in vitro en cirugía experimental.* /
José Antonio Salva Lacombe (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1973)
8. — *Estructuras algebraicas de los sistemas lógicos deductivos.* / José Plá Carrera
(Matemáticas. España, 1974)
9. — *El fenómeno de inercia en la renovación de la estructura urbana.* /
Francisco Fernández-Longoria Pinazo (Urbanización del Plan Europa 2.000
a través de la Fundación Europea de la Cultura)
10. — *El teatro español en Francia (1935–1973).* / F. Torres Monreal
(Literatura y Filología. Extranjero, 1971)
11. — *Simulación electrónica del aparato vestibular.* / J. M. Drake Moyano
(Métodos Físicos aplicados a la Biología. España, 1974)
12. — *Estructura de los libros españoles de caballerías en el siglo XVI.* /
Federico Francisco Curto Herrero (Literatura y Filología. España, 1972)
13. — *Estudio geomorfológico del Macizo Central de Gredos.* /
M. Paloma Fernández García (Geología. España, 1975)
14. — *La obra gramatical de Abraham Ibn c Ezra.* / Carlos del Valle Rodríguez
(Literatura y Filología. Extranjero, 1970)

- 15.— *Evaluación de Proyectos de Inversión en una Empresa de producción y distribución de Energía Eléctrica.*/ Felipe Ruíz López (Ingeniería. Extranjero, 1974)
- 16.— *El significado teórico de los términos descriptivos.*/ Carlos Solís Santos (Filosofía. España, 1973)
- 17.— *Encaje de los modelos econométricos en el enfoque objetivos-instrumentos relativos de política económica.*/ Gumersindo Ruíz Bravo (Economía. España, 1971)
- 18.— *La imaginación natural (estudios sobre la literatura fantástica norteamericana).*/ Pedro García Montalvo (Literatura y Filología. Extranjero, 1974)
- 19.— *Estudios sobre la hormona Natriurética.*/ Andrés Purroy Unanua (Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1973)
- 20.— *Análisis farmacológico de las acciones miocárdicas de bloqueantes Beta-adrenérgicos.*/ José Salvador Serrano Molina (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1970)
- 21.— *El hombre y el diseño industrial.*/ Miguel Durán-Lóriga (Artes Plásticas. España, 1974)
- 22.— *Algunos tópicos sobre teoría de la información.*/ Antonio Pascual Acosta (Matemáticas. España, 1975)
- 23.— *Un modelo simple estático. Aplicación a Santiago de Chile.*/ Manuel Bastarache Alfaro (Arquitectura y Urbanismo. Extranjero, 1973)
- 24.— *Moderna teoría de control: método adaptativo-predictivo. Teoría y realizaciones.*/ Juan Manuel Martín Sánchez (Ingeniería. España, 1973)
- 25.— *Neurobiología (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 26.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 27.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 28.— *Investigación y desarrollo de un analizador diferencial digital (A.D.D.) para control en tiempo real.*/ Vicente Zugasti Arbizu (Física. España, 1975)
- 29.— *Transferencia de carga en aleaciones binarias.*/ Julio A. Alonso (Física. Extranjero, 1975)
- 30.— *Estabilidad de osciladores no sinusoidales en el rango de microondas.*/ José Luis Sebastián Franco (Física. Extranjero, 1974)

31. — *Estudio de los transistores FET de microondas en puerta común.*/ Juan Zapata Ferrer. (Ingeniería. Extranjero, 1975).
32. — *Estudios sobre la moral de Epicuro y el Aristóteles esotérico.*/ Eduardo Acosta Méndez. (Filosofía. España, 1973).
33. — *Las Bauxitas Españolas como mena de aluminio.*/ Salvador Ordóñez Delgado. (Geología. España, 1975).
34. — *Los grupos profesionales en la prestación de trabajo: obreros y empleados.*/Federico Durán López. (Derecho. España, 1975).
35. — *Obtención de Series aneuploides (monosómicas y ditelosómicas) en variedades españolas de trigo común.*/Nicolás Jouve de la Barreda. (Ciencias Agrarias. España, 1975).
36. — *Efectos dinámicos aleatorios en túneles y obras subterráneas.*/ Enrique Alarcón Alvarez. (Ingeniería. España, 1975).
37. — *Lenguaje en periodismo escrito.*/Fernando Lázaro Carreter, Luis Michelena Elissalt, Robert Escarpit, Eugenio de Bustos. Víctor de la Serna, Emilio Alarcos Llorach y Juan Luis Cebrián. (Seminario organizado por la Fundación Juan March los días 30 y 31 de mayo de 1977).
38. — *Factores que influyen en el espigado de la remolacha azucarera, Beta vulgaris L.*/José Manuel Lasa Dolhagaray y Antonio Silván López. (Ciencias Agrarias. España, 1974).
39. — *Compacidad numerable y pseudocompacidad del producto de dos espacios topológicos. Productos finitos de espacios con topologías proyectivas de funciones reales.*/José Luis Blasco Olcina. (Matemáticas. España, 1975).
40. — *Estructuras de la épica latina.*/M^a. del Dulce Nombre Estefanía Alvarez. (Literatura y Filología. España, 1971).
41. — *Comunicación por fibras ópticas.*/Francisco Sandoval Hernández. (Ingeniería. España, 1975).
42. — *Representación tridimensional de texturas en chapas metálicas del sistema cúbico.*/José Antonio Pero-Sanz Elorz. (Ingeniería. España, 1974).
43. — *Virus de insectos: multiplicación, aislamiento y bioensayo de Baculovirus.*/Cándido Santiago-Alvarez. (Ciencias Agrarias. Extranjero, 1976).
44. — *Estudio de mutantes de saccharomyces cerevisiae alterados en la biosíntesis de proteínas.*/Lucas Sánchez Rodríguez. (Biología. España, 1976).

45. — *Sistema automático para la exploración del campo visual.* José Ignacio Acha Catalina. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1975).
46. — *Propiedades físicas de las variedades de tomate para recolección mecánica.* / Margarita Ruiz Altisent. (Ciencias Agrarias. España 1975).
47. — *El uso del ácido salicílico para la medida del pH intracelular en las células de Ehrlich y en escherichia coli.* / Francisco Javier García-Sancho Martín. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1974).
48. — *Relación entre iones calcio, fármacos ionóforos y liberación de noradrenalina en la neurona adrenérgica periférica.* / Antonio García García. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1975).
49. — *Introducción a los espacios métricos generalizados.* / Enrique Trillas y Claudi Alsina. (Matemáticas. España, 1974).
50. — *Síntesis de antibióticos aminoglicosídicos modificados.* / Enrique Pando Ramos. (Química. España, 1975).
51. — *Utilización óptima de las diferencias genéticas entre razas en la mejora.* / Fernando Orozco y Carlos López-Fanjul. (Biología Genética. España, 1973).
52. — *Mecanismos neurales de adaptación visual a nivel de la capa plexiforme externa de la retina.* / Antonio Gallego Fernández. (Biología Neurobiología. España, 1975).
53. — *Compendio de la salud humana de Johannes de Ketham.* / M^a. Teresa Herrera Hernández. (Literatura y Filología. España, 1976).
54. — *Breve introducción a la historia del Señorío de Buitrago.* / Rafael Flaquer Montequí. (Historia. España, 1975).
55. — *Una contribución al estudio de las teorías de cohomología generalizadas.* / Manuel Castellet Solanas. (Matemáticas. Extranjero, 1974).
56. — *Fructosa 1,6 Bisfosfatasa de hígado de conejo: modificación por proteasas lisosomales.* / Pedro Sánchez Lazo. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1975).
57. — *Estudios sobre la expresión genética de virus animales.* / Luis Carrasco Llamas. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1975).
58. — *Crecimiento, eficacia biológica y variabilidad genética en poblaciones de dípteros.* / Juan M. Serradilla Manrique. (Ciencias Agrarias. Extranjero, 1974).

59. — *Efectos magneto-ópticos de simetría par en metales ferromagnéticos.*/Carmen Nieves Afonso Rodríguez. (Física. España, 1975).
60. — *El sistema de Servet.* / Angel Alcalá Galve. (Filosofía. España, 1974).
61. — *Dos estudios sobre literatura portuguesa contemporánea.* / David Mourão-Ferreira y Vergílio Ferreira. (Literatura y Filología, 1977).
62. — *Sistemas intermedios.*/María Manzano Arjona. (Filosofía. España, 1975).
63. — *A la escucha de los sonidos cerca de T_λ en el ^4He líquido.*/Félix Vidal Costa. (Física. Extranjero, 1974).
64. — *Simulación cardiovascular mediante un computador híbrido.*/José Ramón Farré Muntaner. (Ingeniería. España, 1976).
65. — *Desnaturalización de una proteína asociada a membrana y caracterización molecular de sus subunidades.*/José Manuel Andreu Morales. (Biología, España, 1976).
66. — *Desarrollo ontogénico de los receptores de membrana para insulina y glucagón.*/Enrique Blázquez Fernández. (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1976).
67. — *La teoría de los juegos semánticos. Una presentación.*/Juan José Acero Fernández. (Filosofía. Extranjero, 1974).
68. — *El problema de la tierra en el expediente de Ley Agraria.*/Margarita Ortega López. (Historia. España, 1976).

