

ANALISIS GENETICO DE LOS NIVELES DE CONSANGUINIDAD EN LA RAZA RETINTA

GENETIC ANALYSIS OF THE INBREEDING LEVEL IN RETINTO CATTLE

Molina Alcalá, A., A. Rodero Franganillo y M. Valera Córdoba

Departamento de Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. 14005 Córdoba. España.

Palabras clave adicionales

Coefficiente de consanguinidad. Vacuno Retinto. Endogamia. Análisis del libro genealógico. Estructura poblacional.

Additional keyword

Inbreeding coefficient. Retinto beef cattle. Endogamy. Herdbook analyses. Breed structure.

RESUMEN

Dentro de un Plan de Mejora, los cruces consanguíneos pueden representar junto a la selección un *instrumento* que el ganadero de vacuno Retinto puede utilizar para aumentar el mérito genético de su ganadería. La mayoría de los ganaderos conocen los efectos de la consanguinidad cuando se practica sin unas directrices previas, así intentan evitarla en gran medida, porque su experiencia le ha proporcionado el conocimiento de los defectos genéticos y la disminución del vigor y de la fertilidad que conlleva los cruces consanguíneos mal dirigidos.

En este trabajo se ha realizado el cálculo del coeficiente de consanguinidad (F), para el conjunto de animales inscritos en el libro genealógico hasta la actualidad. La consanguinidad media para los 39846 bovinos estudiados es de un 3,6 p.100.

Aunque pueda parecer una cifra de poca consideración, es de destacar un porcentaje medio de consanguinidad del 12,5 p.100 para 11478 animales con niveles de consanguinidad superiores al 0 p.100 (lo que representa el 28,81 p.100 de la población).

Un elevado número de retintos, 28368 individuos (71,19 p.100 de la población), mantienen una F=0 p.100. Esta cifra parece indicar que es una proporción bastante considerable de animales exentos de consanguinidad, sin embargo es una cifra relativa

pues en realidad incluye un elevado número de individuos de primera, segunda o tercera generación y por tanto carentes de suficientes ancestros conocidos para el cálculo del coeficiente F.

Con tasas de consanguinidad de F>10 p.100, niveles que pueden resultar *peligrosos* por poner en evidencia ciertos genes recesivos negativos, se encuentran 6456 individuos (el 16,21 p.100 de la población estudiada).

A pesar de estos porcentajes son muchas las ganaderías que en la actualidad podrían sacar provecho del empleo de sementales superiores por medio de cruces consanguíneos, si los propietarios estuviesen dispuestos a aceptar unas directrices de apareamiento para sacar las máximas ventajas de este sistema de reproducción.

SUMMARY

Within the improvement plan, inbreeding crosses may prove to be a *tool* that the Retinto cattle breeder might use along with selection to increase the genetic merits of his breed. The majority of breeders know the effects of inbreeding when practised indiscriminately and thus they try to avoid it because experience has

shown them the genetic defects and loss of vigour and fertility derived from badly directed inbreeding crosses.

A calculation has been made of the inbreeding coefficient (F) starting from a series of data processing programs using the Wright algorithm on a group of animals registered up to date in the herdbook. The average inbreeding rate for the 39846 cows studied was 3.6 p.100.

Although this percentage seems unimportant, we should point out that an average percentage rate of inbreeding at 12.5 p.100 for 11478 animals represents 28.81 p.100 of the population with inbreeding levels higher than 0 p.100.

A large number of Retintos 28368 animals, maintained a rate of $F=0$ p.100. This figure seems to indicate that a considerable proportion, that is 71.19 p.100 of the population is free of inbreeding. Nevertheless, this figure is relative since it deals with a high number of animals from the first, second and third generation, thereby lacking in sufficient ancestors to determine the F coefficient.

With inbreeding rates of F 10 p.100 dangerous for showing certain negative recessive genes, we found 6456 animals (16.21 p.100 of the population studied).

Despite all these figures, there are currently many breeding farms that might take advantage of the fuse of superior sires through inbreeding crosses if the breeders were willing to accept the mating guidelines most advantageous for this system of reproduction.

INTRODUCCION

El estudio del nivel del coeficiente de consanguinidad en una población, es de enorme importancia en cuanto nos permite obtener una imagen de la estructura interna de una población. El tipo de cría empleada por el conjunto de criadores se ve reflejada en los porcentajes medios de consanguinidad de las crías producidas por cada semental.

Los únicos trabajos que se han realizado en vacuno retinto han sido los de

Serrano *et al.* (1994) y los de Kidd *et al.* (1980). En ambos análisis el número de animales estudiados era muy pequeño (517 y 166 animales respectivamente), por lo que no podía inferirse los resultados obtenidos a la población total de la raza Retinta. Así mismo es muy complicado poder comparar los resultados de ambos trabajos ya que han empleado una metodología diferente para el cálculo del coeficiente de consanguinidad. Kidd ha realizado una estimación por comparación de la heterocigosis observada y esperada en sistemas polimórficos, mientras que Serrano ha utilizado la información suministrada por los pedigrís de los animales analizados.

Otro *handicap* que pone en evidencia la necesidad de realizar un estudio de los promedios del coeficiente de consanguinidad en una muestra de retintos lo suficientemente grande, es el hecho de que los valores de F estimados en los grupos de animales estudiados por los anteriores autores son bastantes dispares ($F=8$ p.100 para la muestra de Kidd y $F=1,52$ p.100 para el núcleo de Serrano).

El análisis de los promedios del coeficiente de consanguinidad en la población de vacuno retinto inscrita en el Libro Genealógico hasta el año 1993 (39846 animales), puede ser una estima válida para predecir los valores de F en la raza Retinta.

MATERIAL Y METODOS

El análisis del coeficiente de consanguinidad se ha realizado en una población de vacuno Retinto compuesta por 39846 animales (11070 machos y 28774 hembras), distribuidos en 9 generaciones (desde el año 1960 al 1993). El periodo

ANÁLISIS GENÉTICO DE LA CONSANGUINIDAD EN RETINTO

intergeneracional en vacuno retinto es de aproximadamente 3,5-4 años, por lo que para nuestros cálculos se ha dividido el intervalo de tiempo que comprende nuestro análisis en 8 periodos de 4 años y un último intervalo generacional incompleto de 2 años.

Para el cálculo del coeficiente de consanguinidad (F) se han elaborado una serie de programas de ordenador que explotan el algoritmo de Wright (1922). La estima de F se ha realizado utilizando la totalidad de los pedigrís recogidos en el Libro Genealógico de la raza.

La estima del coeficiente de correlación entre las puntuaciones obtenidas por los animales calificados y el coeficiente de consanguinidad, con el objetivo de determinar si existe algún tipo de relación con el tipo de endocría utilizado, ha sido estimada mediante el programa estadístico *Statistica for Windows 4.5*.

RESULTADOS

Cuando se estima la evolución del coeficiente de consanguinidad, dentro de las generaciones que han sido previamente determinadas en ganado Retinto (**figura 1**) se aprecia el constante incremento de F a partir de los años 80, cifrándose en la actualidad en porcentajes que oscilan alrededor del 5 p.100. Sin embargo, cuando la representación se realiza para el grupo de animales consanguíneos se observa que, salvo el 25 p.100 de Fmedia en los años 72-75, el promedio del coeficiente F es bastante homogéneo, oscilando alrededor del 12 p.100 con un máximo del 55 p.100 en el periodo 88-91. Así pues, el verdadero incremento lo ha sufrido el número de animales consanguíneos nacidos en las sucesivas generaciones.

Si el mismo análisis se realiza en

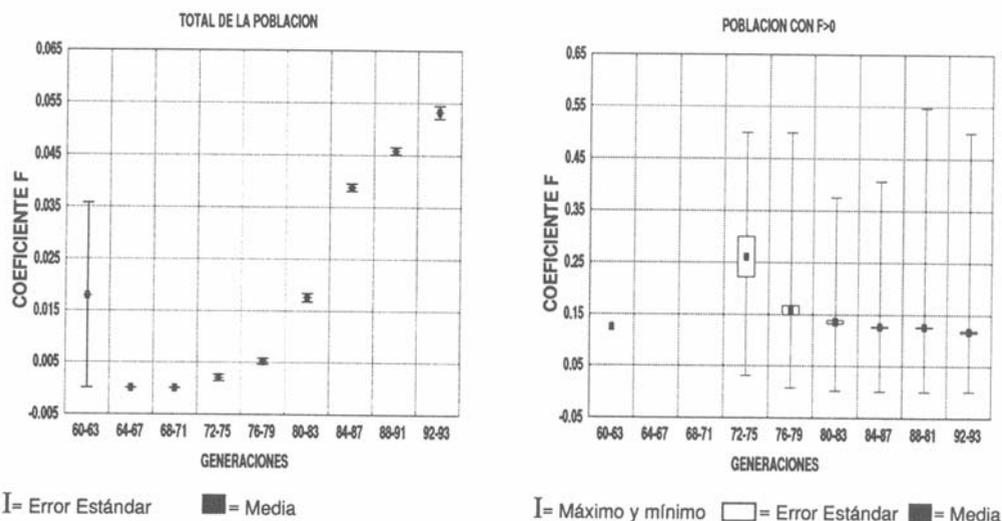


Figura 1. Variación del coeficiente de consanguinidad por generaciones. (Variation of inbreeding coefficient by generations).

función del sexo (**figura 2**), se observa que en la población de machos, la consanguinidad media por generación se mantiene bastante constante a lo largo de las generaciones, oscilando la media poblacional alrededor del 12 p.100. En el periodo generacional 76-79 se alcanza el promedio más elevado con cifras próximas al 15 p.100 de consanguinidad, obteniéndose el máximo valor entre los años 88-91 con un 45 p.100. En el núcleo poblacional de hembras Retintas, la media consanguínea es ligeramente superior a la de los machos, manteniéndose en niveles más o menos constantes del 13 p.100. En esta población la F media máxima (27 p.100) se alcanza en el intervalo generacional 72-75, con un valor máximo de F del 55 p.100 en el periodo 88-91.

El histograma de frecuencias del coeficiente F (**figura 3**) muestra que sólo un 28,8 p.100 de la población de Retinto es consanguínea frente a un 71,2 p.100 con

F=0. Con niveles superiores al 10 p.100 de consanguinidad, que comienzan a resultar peligrosos si no se lleva un control de los cruzamientos, se encuentra un 16,16 p.100 de los animales inscritos en el Libro Genealógico. Este último grupo de animales consanguíneos se distribuye en un 10,23 p.100 para F entre el 10 p.100 y el 20 p.100; un 4,97 p.100 de la población con consanguinidad entre el 20 p.100 y el 30 p.100 y un 0,96 p.100 para niveles de consanguinidad superiores al 30 p.100.

Si se realiza una comparación del histograma de frecuencias porcentuales en razón al sexo (**figura 4**), se observa que las proporciones de los retintos para las distintas frecuencias del coeficiente F se encuentran muy equiparadas en ambos sexos, con cifras de animales no consanguíneos del 65,18 p.100 y del 73,5 p.100 para el grupo de machos y el de hembras respectivamente y frecuen-

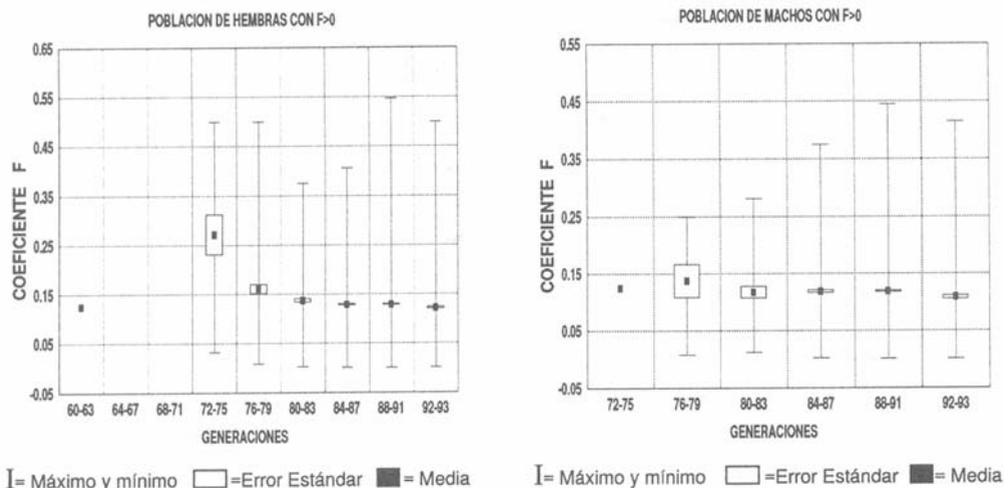


Figura 2. Variación del coeficiente de consanguinidad por generación. Diferenciación según sexos. (Variation of inbreeding coefficient by generation. Differentiation according to sex.).

ANALISIS GENETICO DE LA CONSANGUINIDAD EN RETINTO

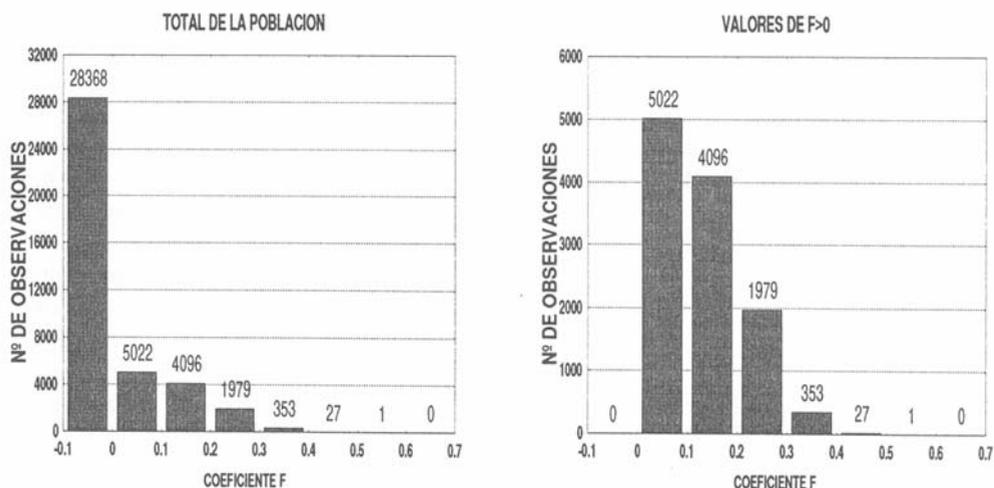


Figura 3. Histograma de frecuencias del coeficiente de consanguinidad. (Histogram of inbreeding coefficient frequencies).

cias superiores al 20 p. 100 de consanguinidad para el 18,17 p. 100 de machos y el 15,42 p. 100 de hembras.

Con el objetivo de determinar si la

mayor o menor producción ganadera se encuentra relacionada con tasas elevadas de consanguinidad, se han agrupado los sementales en función del número de

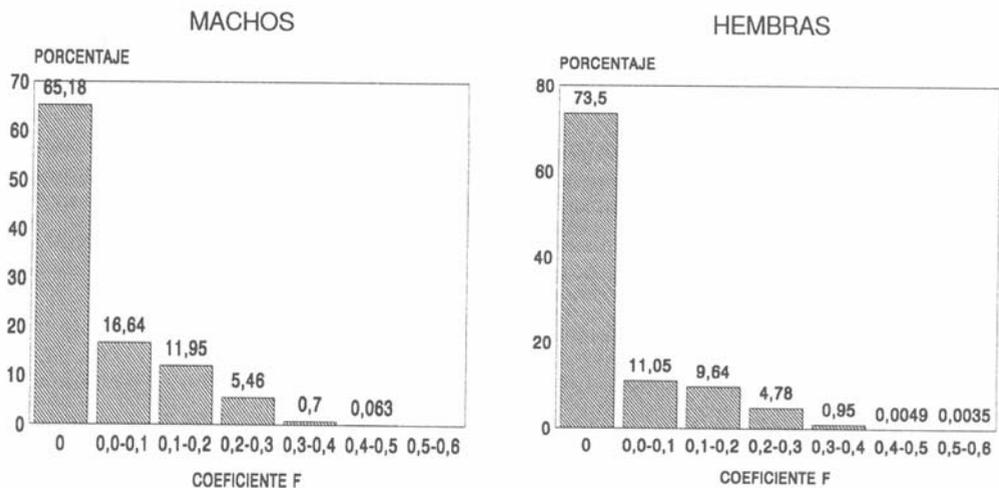


Figura 4. Histograma de frecuencias porcentuales. Distribución según sexos. (Histogram of percentage frequencies. Distribution according to sex.).

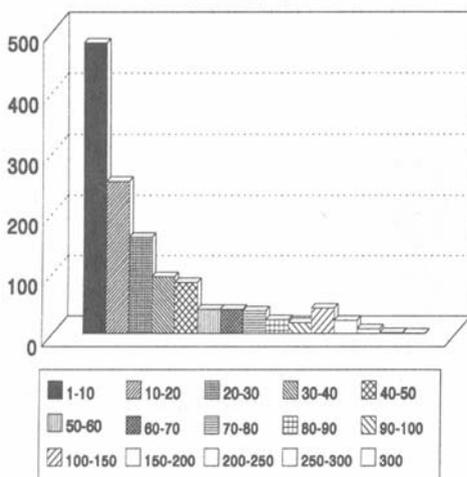
descendientes. En la **figura 5** se observa como el mayor número de sementales se encuentran incluidos en el nivel de producción de 0 a 10 crías, siendo los valores medios de F muy similares para cada conjunto de animales, con promedios del coeficiente F del 2 p.100 para los sementales y del 1 p.100 para sus crías.

DISCUSION

Cuando comparamos el porcentaje medio de las tasas de consanguinidad obtenidos en este trabajo ($F=3,6$ p.100) con los publicados para el ganado vacuno retinto, vemos que son superiores al calculado por Serrano *et al.* en 1994 ($F=1,52$ p.100), posiblemente al trabajar en nuestro caso con un mayor número de individuos y con más generaciones conocidas. Sin embargo la media de consanguinidad es inferior a la estimada por Kidd *et al.* en 1980 ($F=8$ p.100) al utili-

zar este último un método de cálculo basado en la comparación de la heterocigosis observada con la esperada en distintos sistemas polimórficos utilizando una muestra muy pequeña. Si la comparación se realiza con otras poblaciones de vacuno utilizando tamaños de muestra superiores (Hudson and Van Vleck, 1984), sus promedios son menores ($F=0,5$ p.100 para las poblaciones de Brown Swiss, Guernsey y Jersey y $F=2,9$ p.100 para la población de Ayrshire). El elevado valor estimado en la raza Retinta puede ser debido a que la mayoría de los criadores emplean un reducido número de sementales y a la carencia de un plan de cruzamientos dirigidos.

Aunque la media del coeficiente de consanguinidad para la población de vacuno Retinto es de un 3,6 p.100, se observa como se ha ido incrementando el porcentaje de animales consanguíneos en el transcurso de los sucesivos periodos generacionales. Cuando se realiza un



Nº de crías	%	F media para cada grupo de sementales	F media para grupo de crías
1-10	36,59	1%	1%
10-20	19,25	1%	1%
20-30	12,15	1%	1%
30-40	7,18	2%	1%
40-50	6,42	2%	1%
50-60	3,06	2%	1%
60-70	3,06	2%	1%
70-80	2,83	2%	1%
80-90	1,76	2%	1%
90-100	1,37	2%	1%
100-150	3,90	2%	1%
150-200	1,68	2%	1%
200-250	0,61	2%	1%
250-300	0,15	2%	1%
<300	0,076	0,45%	6%

Figura 5. Coeficiente de consanguinidad medio en función del número de crías producidas. (Average inbreeding coefficient operating in the number of offspring produced).

ANALISIS GENETICO DE LA CONSANGUINIDAD EN RETINTO

estudio comparativo del incremento real (ΔF real) que ha ido sufriendo el coeficiente F con el incremento teórico (ΔF teórico) que sería factible de esperar si

los cruzamientos entre los distintos animales que integran la población se hubieran realizado al azar (**tabla I**), se observa como el ΔF teórico se mantiene más o

Tabla I. Comparación de los coeficientes de consanguinidad teóricos con los reales. (Comparison between theoretical and actual inbreeding coefficients).

Año	Nm	Nf	ΔF teórica*	F acumulada*	F real*	Nº crías	F media/gener*	ΔF real*
1969	10	14			0	14		
1979	35	74			0	75		
1971	35	123			0	129		
1972	61	299			0,164	324		
	141	510	0,148	0,148			0,098	0
1973	90	424			0,1	501		
1934	72	384			0,259	482		
1975	50	390			0,266	517		
1976	50	400			0,106	544		
	262	1598	0,055	0,203			0,132	0,034
1977	73	564			0,220	755		
1978	58	592			1	896		
1979	51	673			1	1001		
1980	64	704			1	1178		
	246	2533	0,056	0,259			0,846	0,714
1981	44	618			1	1103		
1982	45	511			2	940		
1983	59	693			3	1235		
1984	62	1276			3	2283		
	210	3098	0,064	0,323			2,434	1,588
1985	49	1282			3	2751		
1986	60	982			4	2842		
1987	46	969			4	3138		
1988	60	991			5	3366		
	215	4224	0,061	0,384			4,050	1,619
1989	68	1293			4	3803		
1990	53	1092			5	3723		
1991	64	939			4	3668		
1992	38	822			5	3244		
	223	4146	0,059	0,443			4,483	0,433
1993	6	309			6	1318		

*p. 100; Nm= número de machos que han intervenido en la formación de cada generación; Nf= número de hembras que han intervenido en la formación de cada generación; ΔF teórica=(1/8Nm)+(1/8Nf); ΔF real=F media real de la generación 1 - F media real de la generación 2.

menos constante en los distintos intervalos generacionales, sin embargo el ΔF real ha experimentado un paulatino ascenso hasta el periodo 89-92. En la última generación es de destacar el control que se ha mantenido a la hora de dirigir los apareamientos dentro de las distintas ganaderías, como lo demuestra el hecho de que el incremento se haya reducido en una cuarta parte (ΔF real 89-92=0,433 p.100) frente al de la generación precedente (1,6 p.100).

Así mismo, también es apreciable el hecho de que el coeficiente F_{medio} real en la última generación sea de un 4,483 p.100 frente a un 0,443 p.100 teórico, lo cual es indicativo de que la mayoría de los criadores de vacuno retinto mantienen un sistema de reproducción muy cerrado dentro de cada ganadería, existiendo poco transvase de material genético entre las explotaciones. Sin embargo, el hecho de que en el ΔF real en el último intervalo sea considerablemente menor

que en la generación precedente, nos hace pensar que la puesta en marcha del programa de inseminación artificial y la preocupación por parte de los ganaderos de seguir las directrices de acoplamiento marcadas por los genetistas, estén dando los primeros frutos.

El incremento paulatino que, a través del tiempo, ha ido sufriendo el número de animales consanguíneos, no puede ser explicado mediante un tipo específico de endocria que busque el máximo grado de parentesco con ancestros sobresalientes de la raza (Lasley, 1991), como lo demuestra el hecho de que el coeficiente de correlación (**figura 6**) entre el coeficiente de consanguinidad y las puntuaciones obtenidas por los distintos animales calificados sea de un 0,224 (sólo un 5 p.100 de la variación que sufre la consanguinidad puede ser explicada por la calificación).

Aunque el coeficiente medio de consanguinidad es de un 3,6 p.100 para el

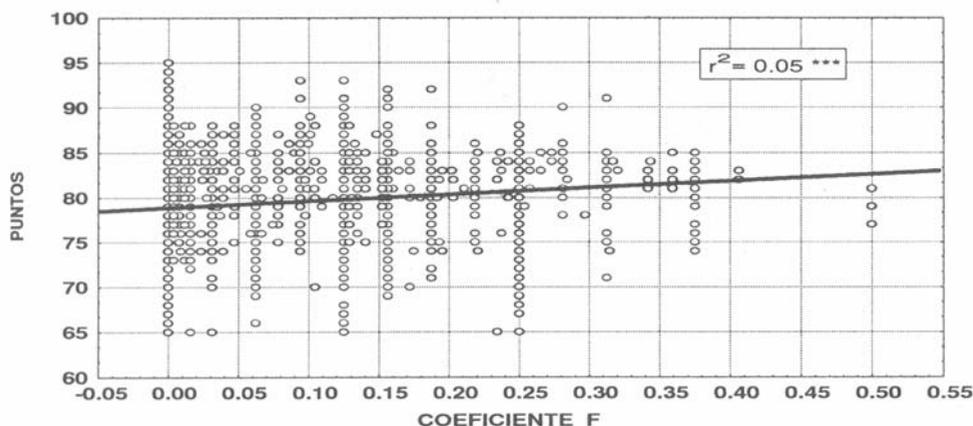


Figura 6. Relación entre el coeficiente de consanguinidad y las calificaciones. (Relation between the inbreeding coefficient and the qualifications).

ANALISIS GENETICO DE LA CONSANGUINIDAD EN RETINTO

conjunto de vacunos retintos inscrito en el Libro Genealógico hasta el 1993, el hecho de que en el último periodo generacional las cifras medias de F se sitúen próximas al 5 p.100, con un porcentaje medio de F para los animales consanguíneos del 12 p.100, indican que la mayoría de los criadores no tienen estructurado un programa de apareamientos evitando cruces consanguíneos y fomentando sólo los apareamientos consanguíneos que conlleven un alto grado de parentesco con ancestros sobresalientes.

CONCLUSIONES

A partir de los años 70, cuando el número de generaciones en los pedigrees de los Retintos comienza a ser significativo, se detecta el progresivo incremento que va sufriendo la consanguinidad en esta población de vacuno de carne, hasta situarse en el año 1993 (fecha hasta donde se disponen datos actualizados de los árboles genealógicos) en un 5 p.100.

Este incremento paulatino que ha su-

frido el coeficiente de consanguinidad en la población de vacuno retinto puede ser explicado por el tipo de reproducción utilizada dentro de cada ganadería, evitando la introducción en las explotaciones de animales procedentes de otros núcleos ganaderos, a todo ello contribuye el hecho de la poca difusión de la espermatización de vacas con semen procedente de animales que hayan sido calificados como sobresalientes y que pertenezcan a un programa de inseminación artificial controlado por el Esquema de Selección y Mejora.

Así, únicamente cuando la cría consanguínea es utilizada junto a la selección, en el marco de un programa de mejora genética, podemos decir que es un interesante instrumento que tanto los genetistas como los ganaderos pueden utilizar para el mejoramiento ganadero.

AGRADECIMIENTOS

A D. Joaquín Reyes por su colaboración en la presentación gráfica de los resultados y la paciencia mostrada.

BIBLIOGRAFIA

- Hudson, G. and L. Van Vleck. 1984.** Inbreeding of artificial breed dairy cattle in the Northeastern United States. *J. Dairy Sci.* 67:161-170.
- Kidd, D., W. Stone, C. Crimella, C. Carezzi, M. Casati and G. Rognoni. 1980.** Immunogenetic and population genetic analysis of Iberian Cattle. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.* 11:21-38.
- Lasley, J.F. 1991.** Genética del Mejoramiento del Ganado. 2ª edición. Unión Tipográfica. Editorial Hispano-americana. México.
- Serrano, Y., M. Mayer, A. Rodero and A. Molina. 1994.** Inbreeding situation in a Retinto Beef Cattle population. *Arch. Zootec.* 43:273-280.
- Wright, S. 1922.** Coefficients of Inbreeding and Relationship. *Amer. Natur.* 56:330-338.