

## POSTER

# LA ENDOCRÍA EN LA ESTIRPE CARTUJANA DEL CABALLO DE PURA RAZA ESPAÑOLA

## THE INBREEDING IN THE CARTHUSIAN STRAIN OF THE ANDALUSIAN HORSE

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

Unidad de Veterinaria del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba. Av. Medina Azahara, s/n 14005-Córdoba. España.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Consanguinidad. Libro Genealógico. Endocría en línea. Pedigrí. Pura Raza Española (P.R.E.).

### ADDITIONAL KEYWORDS

Inbreeding. Stud-Book. Blood-line. Pedigree. Andalusian horse (P.R.E.).

### RESUMEN

Para caracterizar la población de caballos pertenecientes a la estirpe Cartujana del Pura Raza Española (2676 individuos), en función de los datos genealógicos del P.R.E., hemos utilizado dos métodos probabilísticos derivados de los conceptos básicos de la genética de poblaciones: El coeficiente de consanguinidad y el tamaño efectivo de la población.

Nuestros resultados muestran que, en la estirpe Cartujana, los cruces han sido en gran medida dirigidos por parte de los criadores, al existir una notable diferencia entre la  $F_{media}$  de Wright y la calculada a partir del número efectivo de reproductores, donde se presupone que los apareamientos son totalmente aleatorios.

Por último y en consonancia con la marcada relación entre el porcentaje de genes Cartujanos y el nivel de endogamia ( $r = 0,26$ ), se encuentra el elevado porcentaje medio de F para la población Cartujana ( $F = 11,70$  p.100).

### SUMMARY

Using the genealogical data offered by the Stud-Book, we have used two probabilistic

methods based on the basic concepts of the Genetics of Populations: The coefficient of inbreeding and the effective size of the population, in order to characterise the Carthusian Strain (2676 horses).

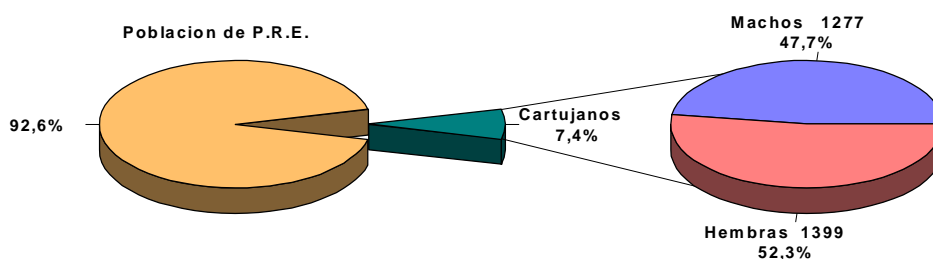
In the Carthusian Strain, where mating have seen in great measure directed by the breeders as it is shown by the notable difference, between the Mean F of Wright and the calculated from the effective number of reproducers, where random mating it is presupposed.

In concordance with the marked relationship between the percentage of Carthusian genes and the level of inbreeding ( $r = 0.26$ ), we found a high mean percentage of F for the Carthusian population with a 11.70 percent.

### INTRODUCCIÓN

El cálculo del coeficiente de consanguinidad en poblaciones de animales domésticos tiene un indudable interés para valorar de forma más precisa a los reproductores, así como para evitar el aumento de la endogamia, ya

*Arch. Zootec. 47: 241-246. 1998.*



**Figura I.** Porcentaje de caballos de estirpe Cartujana en la población total de P. R. E. y distribución por sexos. (Percentage of the Carthusian horses in the whole population of the Andalusian horse).

que cuanto más elevada sea ésta, mayores serán los efectos que entraña.

Únicamente cuando la cría consanguínea es utilizada junto a la selección, en el marco de un programa de conservación y mejora genética, podemos decir que es un interesante instrumento que tanto los genetistas como los ganaderos pueden utilizar para el mejoramiento ganadero (Molina *et al.*, 1995 y Valera *et al.*, 1995).

El incremento de la homocigosis a través de la consanguinidad implica un gran riesgo si concentra caracteres no deseables, y una gran ventaja, si concentra los deseables. Por esto, el valor de la homocigosis, corrigiendo sus efectos nocivos por selección, adquiere el rango de primer método zootécnico de mejora. El hallazgo de un semental selecto y su empleo intensivo mediante la reproducción consanguínea, puede conseguir en pocos años y escasas generaciones, lo que los antiguos métodos de selección masiva tardaban largo tiempo en alcanzar o no lograban nunca: la fijeza y constancia de un tipo de producción y la concentración invariable de unas

cuantas líneas puras (Ponce, 1971).

Con este trabajo se han planteado como primer objetivo estudiar la evolución de los niveles de endogamia del caballo de estirpe Cartujana desde la apertura del Libro Genealógico del P.R.E. (Pura Raza Español). Como segundo objetivo se pretende comparar la consanguinidad media poblacional, obtenida a partir de la metodología de Wright y la estimada a partir del número efectivo.

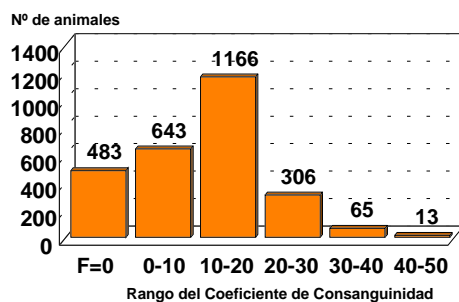
## MATERIAL Y MÉTODOS

Con la información suministrada por el Libro Genealógico del Caballo de P.R.E., se ha realizado una primera selección de los animales Cartujanos que han sido reconocidos como tales por presentar en su tatuaje el Hierro del Bocado (desde la ganadería de don Vicente Romero García hasta la actual EXPASA). Posteriormente, el estudio genealógico nos ha permitido estimar los animales Cartujanos por presentar un 100 p.100 de influencia del Hierro del Bocado. A partir de éstos cálculos

preliminares se ha obtenido un número de 1665 caballos (771 machos y 894 hembras) que unido a los 1011 animales del Hierro del Bocado suponen un total de 2676 caballos 100 p.100 Cartujanos (1277 machos y 1399 hembras).

Para estudiar la evolución de los niveles de consanguinidad de las poblaciones de P.R.E., y de estirpe Cartujana, se ha realizado una agrupación del tiempo en intervalos generacionales de 10 años, ya que según la mayoría de los autores el periodo generacional en la especie equina se encuentra entre los 8 y los 12 años (Cardellino y Rovira, 1987; Fletcher, 1945 y 1946; Johansson y Rendel, 1968; Cunningham, 1991).

Se han utilizado diversos programas de ordenador (Mayer, 1993, comunicación personal) que explotan el algoritmo de Whight (Wright, 1922) para el cálculo del coeficiente de consanguinidad ( $F$ ) modificado posteriormente por Lush (1945) con la introducción del factor de corrección ( $I+F\alpha$ ).



**Figura 2.** Histograma de frecuencias del coeficiente de consanguinidad en la estirpe Cartujana. (Histogram of the Inbreeding Coefficient in the Carthusian Strain).

Las estimas del tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) se obtuvieron siguiendo las fórmulas de Latter-Hill (Latter, 1959 y Hill, 1972 y 1979) y de Wright (1931).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran una consanguinidad media del 11,70 p.100 para la estirpe Cartujana, población que supone el 7,4 p.100 de los animales de P.R.E.. De estos 2676 animales Cartujanos, el 47,7 p.100 corresponde a machos, siendo el tamaño de la población de yeguas inscritas en el Stud-Book de la Raza de 1399 animales (**figura 1**). Según nuestro resultado, en esta población el 81,95 p.100 de los animales son consanguíneos con una  $F_{media}$  del 14,27 p.100, siendo el 81,21 p.100 la población de machos consanguínea y el 82,63 p.100 la proporción de hembras consanguíneas

La **figura 2** muestra como el 43,57 p.100 de la población se encuentra encuadrada en el intervalo de endogamia de 10-20 p.100 de consanguinidad, con una  $F_{media}$  del 14,94 p.100. Un 17,51 p.100 de la población Cartujana consanguínea posee una  $F_{media}$  superior al 20 p.100, manteniéndose sólo un 28,32 p.100 con un nivel de endogamia inferior al 10 p.100.

Estos valores no pueden considerarse elevados si los comparamos con los resultados de otros estudios realizados en razas equinas con un bajo efectivo ganadero, tanto si están en peligro de extinción, como en vías de recuperación. Cabe citar entre otros los trabajos de Oom *et al.* (1991) en la raza Sorraia con una  $F_{media} = 31,50$

p.100 (para 9 niveles generacionales), Buisman y Van Weeres (1982) para el caballo Przewalskii con una  $F_{media} = 22,9$  p.100 y los trabajos de Martínez (1996), para el caballo Losino con una  $F_{media}$  superior al 20 p.100.

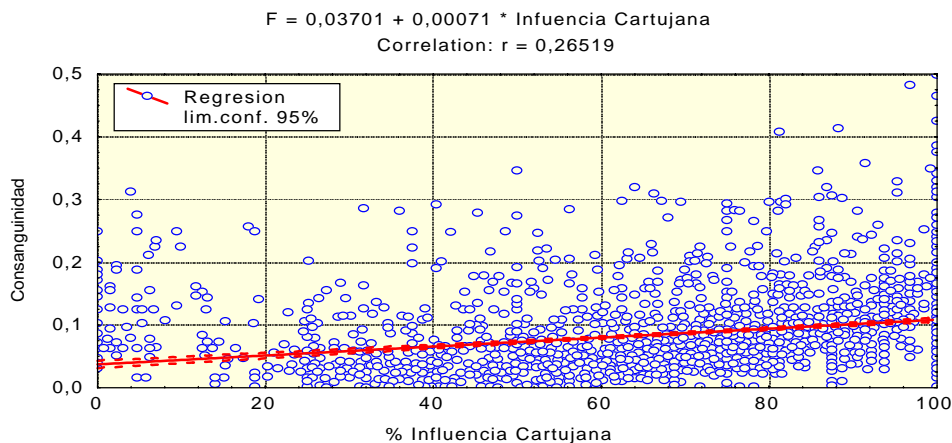
#### RELACIÓN ENTRE LA CONSANGUINIDAD Y EL NIVEL DE INFLUENCIA CARTUJANA

La endocría de la estirpe Cartujana presupone la existencia de una relación entre el nivel de influencia Cartujana (porcentaje de genes procedentes de animales Cartujanos) y el grado de consanguinidad. En la **figura 3** se ha representado la consanguinidad de cada animal en función de su porcentaje de influencia Cartujana, así como la ecuación lineal de regresión de la consanguinidad en función del porcentaje de genes Cartujanos. En este caso la pendiente de la recta obtenida ha sido de 0,0071, es decir un incremento de un 10 p.100 en el grado de influencia Cartujana da lugar a un

incremento del 0,71 p.100 del coeficiente  $F$ , siendo estadísticamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95 p.100.

#### ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CONSANGUINIDAD A PARTIR DEL NÚMERO EFECTIVO

Según nuestros resultados el número de reproductores Cartujanos se ha ido incrementando hasta el periodo 1970-1980, donde se alcanza el máximo número con 292 animales, lo cual representa el 25,41 p.100 del total de la población de reproductores Cartujanos (**tabla I**). Por todo ello el máximo  $N_e$  se alcanza en el mismo periodo ( $N_e = 279,671$ ), representando un incremento de  $N_e$  frente al intervalo anterior ( $\Delta N_e = 118,165$ ) del 73,16 p.100. Cuando se analiza el  $\Delta F$  a partir del  $N_e$ , se observa que poseen un rango de oscilación de 1,543 ( $\Delta F = 0,179$  p.100 a  $\Delta F = 1,722$  p.100) si exceptuamos el intervalo 1910-1920, donde el  $\Delta F$  es igual al 13,02 p.100, debido a que sólo



**Figura 3.** Relación entre la consanguinidad y el porcentaje de influencia Cartujana. (Relationship between the Inbreeding Coefficient and the percentage of the Carthusian Influence).

## LA ENDOCRÍA EN LA ESTIRPE CARTUJANA

**Tabla I.** Evolución del número efectivo, del incremento y de la consanguinidad acumulada en función del intervalo generacional en los caballos de estirpe Cartujana. (Evolution of the effective number, the inbreeding increasing and the accumulative inbreeding according the interval between generations in the Carthusian strain).

	Intervalo generacional									
	<1900	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
<i>Mr</i>	24	0	1	20	23	34	45	66	116	83
<i>Hr</i>	14	8	24	21	70	92	101	104	176	127
<i>Ne</i>	35,37	0	3,84	40,98	69,247	99,30	124,52	161,50	279,67	200,781
$\Delta F_{Ne}$ (p.100)	1,4	0	13,02	1,22	1,72	0,51	0,40	0,31	0,18	0,25
$\Sigma F_{Ne}$ (p.100)	1,41	1,41	14,43	15,65	17,37	17,88	18,28	18,59	18,77	19,02
<i>Fw</i> (p.100)	0	0,57	0,83	0,71	4,20	13,00	12,1	9,30	13,34	14,3

*Mr* = número de sementales; *Hr* = número de yeguas de vientre; *Ne* = número efectivo;  $\Delta F_{Ne}$  = incremento de la consanguinidad, calculado a partir del *Ne*;  $\Sigma F_{Ne}$  = consanguinidad acumulada; *Fw* = consanguinidad calculada a partir de la metodología de Wright.

se inscribió un semental de descendencia en el Stud-Book. Así pues, si no se considera este  $\Delta F$ , la consanguinidad teórica acumulada para el intervalo 1980-1990, sería de un 6 p.100, lo cual es 2,38 veces superior a la consanguinidad obtenida por Wright para el conjunto de animales Cartujanos del último periodo generacional analizado. Sin embargo, la comparación no resultaría tan extrema si tenemos en cuenta el fuerte incremento del nivel de endogamia experimentado en el periodo 1940-1950 debido a la influencia tan marcada que ejerció una serie de sementales sobresalientes dentro de la estirpe Cartujana como son: *Fu-*

*rioso*, *Capitán III*, *Destinado II*, *Juglar*, *Bilbaíno III* y *Descarado II*, todos con un número superior a los 80 descendientes directos ( $F_1$ ), o como *Destinado II* y *Novato* que llegaron a sobrepasar los 30.000 descendientes en la  $F_5$ , muchos de los cuales fueron de nuevo utilizados masivamente por considerarlos herederos de las características paternas (Valera, 1997).

Así pues se puede concluir que a pesar de las diferencias que muestra la **tabla I**, éstas no son tales si se relacionan los fuertes  $\Delta F_w$  con la pérdida de líneas genéticas por el empleo desmesurado de una serie de caballos considerados como sobresalientes.

### BIBLIOGRAFÍA

Buisman, A. and R. Van Weeren. 1982. Breeding and management of Przewalskii horses in captivity. pp 77-160. In: Bouman, J., Bouman, Y. and Groeneveld, A. (eds.), *Breeding*

*Przewalskii horses in captivity for release into the wild*. Publ. Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalskii Horse. Rotterdam. 243 pp.

VALERA CÓRDOBA, MOLINA ALCALÁ Y RODERO FRANGANILLO

- Cardellino, R. and J. Rovira. 1987. Mejoramiento Genético Animal. Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur S.R. L. Montevideo, Uruguay.
- Cunningham, E. 1991. Genética del Caballo Pura Sangre. *Investigación y Ciencia*, 178: 60-67.
- Fletcher, J. 1945. A genetic analysis of the American Quarter Horse. *J. of Hered.*, 36: 346-352.
- Fletcher, J. 1946. A study of the first fifty years of Tennesse Walking Horse breeding. *J. of Hered.*, 37: 369-373.
- Hill, W. 1972. Effective size of populations with overlapping generations. *Theor. Popul. Biol.*, 3: 278-289.
- Hill, W. 1979. A note on effective population size with overlapping generations. *Genetics*, 92: 317-322.
- Johanson, Y. and J. Rendel. 1968. Genetics and Animal Breeding. Ed. Oliver and Boyd.
- Latter, B. 1959. Genetic sampling in a random mating control population of constant size and sex ratio. *Australian J. of Biol. Sci.*, 40: 500-505.
- Lush, J. 1945. Animal Breeding Plans. 3<sup>rd</sup> Ed. Iowa State College Press, Ames, Iowa, 443 pp.
- Martínez, J. 1996. El caballo Losino. Tesina del Master de Equinotecnia. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.
- Molina, A., A. Rodero y M. Valera. 1995. Análisis de los niveles de consanguinidad en la raza Retinta. *Arch. Zootec.*, 44: 257-265.
- Oom, M. 1991. Present status of an isolated population: the Sorrala horse. Abstracts of the I European Congress of mammalogy, 18-23 March 1991, Lisboa, Portugal. 69-70.
- Ponce, P. 1971. Redes genealógicas y computación de coeficientes de consanguinidad y parentesco. *Arch. Zootec.*, 20: 257-299.
- Valera, M. 1997. Mejora genética del caballo de P.R.E. de estirpe Cartujana. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.
- Valera, M., A. Molina y A. Rodero. 1995. Mejora genética del caballo. En: Al Andalus y el caballo. Ed Sierra Nevada'95. El Legado andalusí. Lunwerg Editores.
- Wright, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. *Amer. Nat.*, 56: 330-338.
- Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian populations. *Genetics*, 16: 107-111.