

# COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE CONSANGUINIDAD EN LA RAZA EQUINA HISPANO – ÁRABE

## TREND LEVELS OF INBREEDING IN THE EQUINE BREED SPANISH – ARABIC

Niveles de consanguinidad en el Hispano – Árabe

M.Gómez<sup>1,2\*</sup>, J. Ronquillo<sup>3</sup>, J.V. Delgado<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. \*mayritagom@yahoo.com

<sup>2</sup>Animal Breeding Consulting, S.L. C/Fray Carlos Amigo Vallejo, N°4, Blq. 2, 2B. CP:41400. Écija-España.

<sup>3</sup>Unión Española de Ganaderos de Pura Raza Hispano – Árabe, Sevilla.

### Palabras clave:

Pedigrí  
Endogamia,  
regresión  
Caballo  
Hispano-Árabe

### Keywords:

Pedigree  
Inbreeding  
Regression  
Spanish-Arabic  
horse

### Abstract

We determined the inbreeding levels evolution of in the Hispanic- Arabian horse breed, through analysis of 1669 individuals born between 1962 and 2010, genealogical data got by in the Stud Book of the breed. We used the probabilistic method derived from the basic concepts of population genetics: the individual levels of inbreeding. The values of individual inbreeding coefficients were calculated through the relationships matrix, by the program MTDFREML option MTDFNRM. And the increase of inbreeding for year was obtained by regressing the individual levels of inbreeding on year of birth, using the PROC GLM process in SAS statistical package(SAS,2001). Our results show a kinship with an upward trend, with an annual increase of 0.05 p.100, finding a  $F_{media} = 0.032$ , very low values which are basically due to the continue introduction of new animals the breed.

### Resumen

Se determino la evolución de los niveles de consanguinidad en los caballos de la raza Hispano – Árabe, mediante el análisis de 1669 individuos nacidos entre 1962 y 2010, datos genealógicos presentes en el Libro Genealógico de la raza. Se ha utilizado el método probabilístico derivado de los conceptos básicos de la genética de poblaciones: los niveles individuales de consanguinidad. Los valores de los coeficientes de consanguinidad individual fueron calculados a través de la matriz de parentescos, obtenida a partir de la subrutina MTDFNRM del programa MTDFREML. El incremento de consanguinidad por año ha sido obtenida mediante una regresión de los niveles de la consanguinidad individual respecto al año de nacimiento, utilizado para ello el procedimiento PROC REG del paquete estadístico (SAS, 2001).

Los resultados muestran una consanguinidad con tendencia al alza, teniendo un incremento del 0,05 p.100 anual, encontrando una  $F_{media} = 0,032$ , valores muy bajos que básicamente son debido a la introducción permanente de sangre nueva a la raza.

### Introducción

El caballo Hispano – Árabe, en adelante Há, actualmente puede ser considerado como el animal que los ganaderos desean criar, convirtiéndose en uno de los más importantes en la Comunidad Andaluza. Esta población consta de animales inscritos en el Libro Genealógico (LG) de la raza desde el año 1962 al 2010 (1669 animales), este grupo de animales forman parte del núcleo de control del esquema de selección de la raza. Hasta la actualidad no se han realizado estudios referentes a los niveles de consanguinidad de la raza, el conocimiento del nivel del coeficiente de consanguinidad promedio de la población es de enorme importancia en cuanto nos permite obtener una imagen de la estructura interna de una población y su evolución en el tiempo.

El análisis del comportamiento de la consanguinidad, nos permite describir en qué situación se encuentra la raza, valorar de forma precisa a los reproductores en términos de diversidad genética, así como evitar el aumento de la endogamia. La consanguinidad en diversas especies animales se asocia con una depresión en el comportamiento productivo y reproductivo, considerando que un grupo de individuos está en permanente cambio y teniendo en cuenta su patrimonio genético (Falconer, 1989). En consecuencia, el control de la

endogamia suele ser uno de los objetivos principales en programas de conservación y mejora (Hill, 2000), (Meuwissen & Woolliams, 1994). Tradicionalmente, la vigilancia de la diversidad genética se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la evolución de la consanguinidad en la población de interés (Wright, 1922), y a menudo se convierte el tamaño efectivo de la población en un buen indicador del riesgo de erosión genética (FAO, 1998). En este trabajo se ha planteado como objetivo el estudio de la evolución de los niveles de consanguinidad en el caballo Hispano – Árabe.

### Material y métodos

El análisis del coeficiente de consanguinidad se ha realizado en una población equina Hispano-Árabe compuesta por 1669 animales (667 machos y 802 hembras), con nacimientos comprendidos entre los años 1962 y 2010, nacimientos distribuidos en todo el territorio español.

El cálculo del coeficiente de consanguinidad individual (F) se realizó a través de los resultados de la matriz de parentescos, obtenida a partir de la subrutina MTDFNRM del programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995).

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

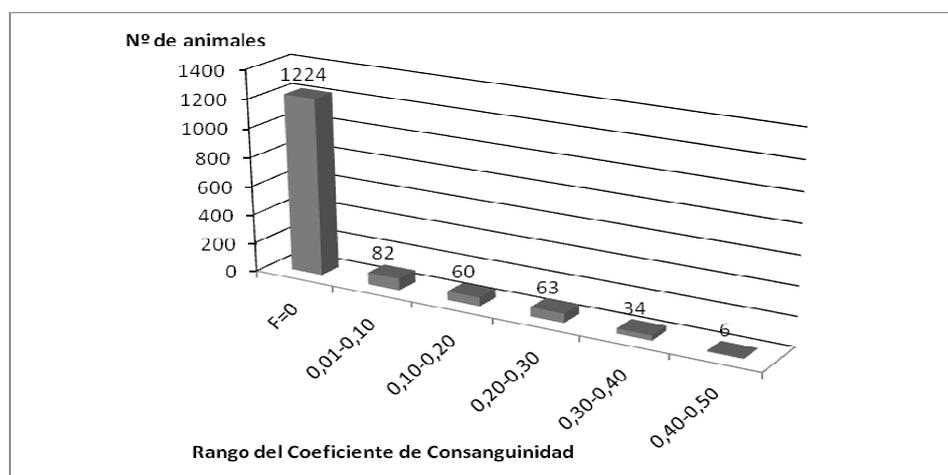
El incremento de la consanguinidad por año ( $\Delta F/\text{año}$ ) fue obtenido mediante regresión del coeficiente de consanguinidad individual ( $F_i$ ) con el año de nacimiento, habiéndose utilizado para ello el procedimiento PROC REG del paquete estadístico (SAS, 2001), siguiéndose el siguiente modelo lineal:

$$F_{ij} = b_0 + b_1 \text{ año}_i + e_{ij}$$

Donde  $F_{ij}$  representa la consanguinidad individual del individuo  $j$  nacido en el año  $i$ ,  $b_0$  es el intercepto,  $b_1$  es el coeficiente de regresión lineal de la consanguinidad individual en el año de nacimiento y  $e_{ij}$  el error asociado con la  $ij$  observación. A partir de  $\Delta F/\text{año}$ , se determinó el incremento de consanguinidad por generación ( $\Delta F/\text{generación}$ ), como  $(\Delta F/\text{año} \times L)$ , donde  $L$  representa el intervalo generacional medio (Wright, 1922); (Stone, 1977).

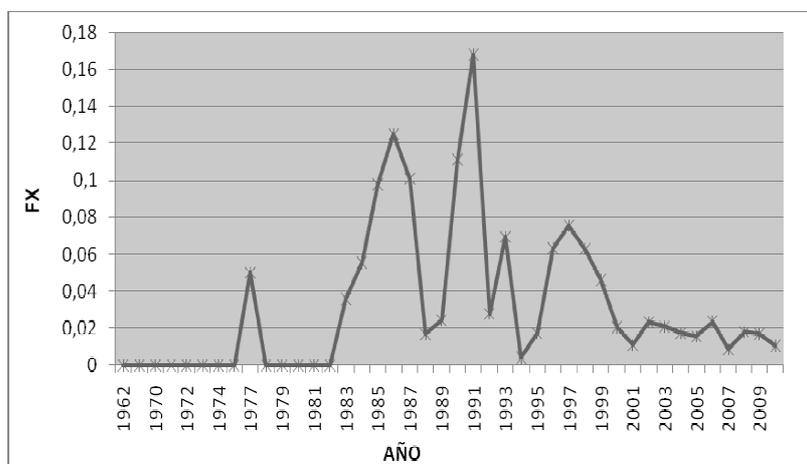
### Resultados

Para el análisis del comportamiento del nivel de consanguinidad hemos contado con 1.469 animales, el 45,45 p.100 corresponde a machos y el 54,59 p.100 a hembras. Mostrando una  $F_{\text{media}}$  de 0,032, valor muy bajo si lo comparamos con los encontrados en la raza Losina (Valera *et al.*, 2000) con una  $F_{\text{media}}$  de 1,8 p. 100. Según nuestro resultado (Figura 1) en esta población el 80,83 p.100 de los animales estudiados se encuentran encuadrados en el intervalo de endogamia de  $F=0$ , solo un 0,41 p.100 de la población Hispano Árabe posee una  $F_{\text{media}}$  superior al 0,40-0,50 de consanguinidad.



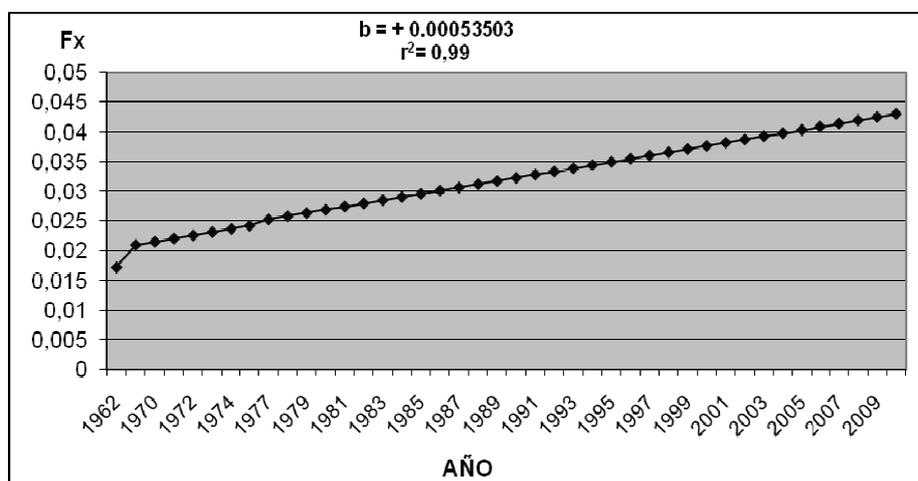
**Figura 1.** Histograma de frecuencias del coeficiente de consanguinidad en el caballo Hispano-Árabe (*Frequency histogram of the inbreeding coefficient in the Hispano-Arab horse*)

Al estimar la evolución del coeficiente de consanguinidad medios por año de nacimiento para el total de la población Há, podemos observar una variación constante de la consanguinidad en esta raza, quizás destacar que en los años 90 alcanzó el máximo, llegando a los 0,17 p.100 de consanguinidad (Figura 2). Estos cambios tan fluctuantes en esta raza pueden explicarse por la introducción permanente de sangre nueva procedentes de los cruces entre las razas originales que se vienen realizando en esta raza con distinta frecuencia interanual.



**Figura 2.** Evolución de la consanguinidad por año de nacimiento (*Evolution of inbreeding by year of birth*)

La consanguinidad individual ( $F_i$ ), representa la probabilidad de que dos alelos de un mismo *locus* sean iguales por descendencia (Wright, 1922). En la figura 3 se muestra el incremento de la consanguinidad por año ( $\Delta F/\text{año}$ ) obtenido a través de una ecuación lineal de regresión en función del año de nacimiento. En este caso la pendiente de la recta obtenida ha sido de 0,00053503, es decir un incremento del 0,05 p.100 del coeficiente de F. Es importante mencionar el coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,99$ ), que nos indica que el 99 p.100 de las variaciones que ocurren en los niveles de la consanguinidad están siendo afectados por la variación de los años de nacimientos.



**Figura 3.** Incremento anual de la consanguinidad (*Annual increase in inbreeding*)

### Discusión

Controlar la evolución de la consanguinidad y la relación con el tiempo ha sido el procedimiento estándar para evaluar cambios en la diversidad genética de la población (Hill, 2000), y controlar la velocidad de la consanguinidad es por lo general el mayor objetivo en los programas de conservación y mejora (Meuwissen & Woolliams, 1994).

El hecho de tener una entrada secuencial de animales al Libro Genealógico procedentes del cruce realizado entre el Pura Raza Español y el Árabe, ha motivado que la consanguinidad media de la población de caballos Hispano – Árabe sea baja ( $F_{\text{media}} = 0,032$ ) si la comparamos con otras razas equinas con un bajo número de efectivos ya

sea porque están en peligro de extinción o en vías de recuperación; podemos citar el trabajo de (Valera *et al.*, 2000), en el caballo Losino ( $F_{\text{media}} = 1,8$  p.100), raza con un menor de efectivo poblacional como es nuestro caso. O el Pura Sangre Árabe explotado en España ( $F_{\text{media}} = 5$  p.100) (Valera *et al.*, 1996a); (Valera *et al.*, 1996b), el P.R.E.,  $F_{\text{media}} = 5,05$  p.100 (Valera, 1997).

Respecto al incremento anual de consanguinidad nuestros resultados tienen una tendencia al alza, se esperaría que no hubiese consanguinidad en esta raza debido a la introducción permanente de animales nuevos resultantes de los cruces P.R.E y Árabe, P.R.E y Há,y Árabe y Há, pero este pequeño porcentaje de consanguinidad no es preocupante pero razonable debido al funcionamiento del programa de mejora (importante la conexión genética de los rebaños) y el interés por parte de los ganaderos de seguir las directrices marcadas por el genetista.

La evolución de los niveles de la consanguinidad durante los años 1962 – 2011, presenta una distribución bimodal, afectada principalmente por la introducción constante de sangre nueva a la población, observándose una estabilidad a partir del año 2000, que es cuándo se inicia de una forma correcta la llevanza del Esquema de Selección.

## Conclusiones

El análisis del pedigrí fue útil en el seguimiento de los cambios en la estructura poblacional de la raza. Esta información nos aporta la velocidad de erosión genética en esta raza, además de la tasa de consanguinidad, si bien el número de animales consanguíneos es bajo (16,68 p.100 de la población total).

## Bibliografía

- Boldman K., Kriese L., Van Vleck L., Van Tassell C. & Kachman S. (1995) *A Manual for Use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]*, CLAY CENTER, NE, USA.
- Cardellino R. & Rovira J. (1987) *Mejoramiento Genético Animal*, Montevideo, Uruguay.
- Cunningham E. (1991) Genética del Caballo Pura Sangre. In: *Investigación y Ciencia*, pp. 60-7.
- Falconer D. (1989) *Introduction to quantitative genetics. Longman Scientific & Technical copublished with John Wiley & Sons*. Third edition, Nueva York.
- FAO (1998) Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans: Management of Small Population at Risk. FAO. ROME, ITALY.
- Fletcher J.L. (1945) A GENETIC ANALYSIS OF THE AMERICAN QUARTER HORSE. *Journal of Heredity* 36, 346-52.
- Fletcher J.L. (1946) A STUDY OF THE FIRST FIFTY YEARS OF TENNESSEE WALKING HORSE BREEDING. *Journal of Heredity* 37, 369-73.
- Hill W.G. (2000) Maintenance of quantitative genetic variation in animal breeding programmes. *Livestock Production Science* 63, 99-109.
- Johansson Y. & Rendel J. (1968) *Genetics and Animal Breeding*.
- Meuwissen T.H.E. & Woolliams J.A. (1994) Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 89, 1019-26.
- SAS (2001) SAS® 8.2. Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Stone B. (1977) Cálculo de los coeficientes de consanguinidad. *Agricultural Record* 3(5): 56-58.
- Valera M., Molina A. & Satué A. (1996a) Influencia del nivel de consanguinidad en la población ganadera del caballo de P.S.á (Pura Sangre Arabe) en España. In: *VI Congreso de Zootécnia. Nov. 1996*, Évora.
- Valera M., Molina A. & Satué K. (1996b) Estudio comparativo de la evolución del nivel de endogamia en las poblaciones de caballos de P.S.á. (Pura Sangre Arabe) y P.R.E. (Pura Raza Español) en la Yeguada Militar del Estado Español. . In: *VI Congreso de Zootécnia. Nov. 1996*, Évora.
- Valera M. (1997) Mejora Genética del Caballo de P.R.E. de Estirpe Cartujana. Tesis Doctoral. In: *Facultad de Veterinaria*. Universidad de Córdoba.
- Valera M., Martínez J., Molina A. & Rodero A. (2000) ESTUDIO POBLACIONAL DE LA RAZA EQUINA AUTÓCTONA LOSINA. *Archivos de Zootecnia* 49, 135-45.
- Wright S. (1922) Coefficients of Inbreeding and Relationship. *The American Naturalist* 56. No. 645, 330-8.