

## Efecto semental x ganadería en la estimación de parámetros genéticos en caracteres de tamaño en el caballo Pura Raza Español: Resultados preliminares

M.D. Gómez\*, M. Valera\*\*, A. Molina\*, F. Goyache\*\*\*

\* Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Ctra. Madrid-Cádiz km 396°. 14071 Córdoba. España.

\*\* Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera km 1. 41013 Sevilla. España.

\*\*\* SERIDA-Somío. Camino de los Claveles nº 604. 33203 Gijón. Asturias. España.  
E-mail: pottokamdg@gmail.com

### Resumen

Los mismos sementales o algunos muy emparentados se utilizan en diferentes ganaderías. El rendimiento del semental puede variar según la ganadería por lo que puede ser recomendable incluir en los modelos de estimación el efecto ambiental macho x ganadería (s). Sin embargo, no existen estudios que analicen la influencia de este efecto sobre parámetros genéticos de caracteres de interés en el caballo. En este estudio se pretende evaluar el efecto de la inclusión del efecto s en los modelos de estimación de parámetros genéticos de 8 medidas zoométricas: alzada a la cruz (HW), altura de pecho (HC), longitud de extremidades (LL), longitud corporal (BL), anchura de pecho (WC), perímetro torácico (HGC), perímetro de rodilla (KP) y perímetro de caña (CBC). Se estimaron los componentes de la varianza a partir de los datos obtenidos en 16.472 animales utilizando un modelo animal multivariado con una metodología REML. Las heredabilidades oscilaron entre 0,26 (HC y WC) y 0,57 (HW) y las estimas del efecto s entre 0,02 (HW) y 0,09 (WC y HGC). Las correlaciones entre efectos s fueron positivas, significativas y, en general, entre moderadas y bajas, variando entre 0,09 (HW-BC) y 0,62 (HW-BL); excepto para LL, que fueron negativas y bajas (-0,20 - -0,68). Se considera recomendable incluir este efecto en los modelos de valoración genética en razas equinas.

**Palabras clave:** Cría equina, Interacción genotipo-ambiente, Parámetros genéticos, Zoometría

### Summary

**Sire x stud effect on estimation of genetic parameters for body traits in Spanish Purebred horse: Preliminary results**

The same or closely related stallions are used for reproduction across studs differing in environments. Stallions may perform differently across studs, and adjustment for the environmental sire x stud effect (s) may be recommended. However, there are no available studies analysing the influence of such effect on estimation of genetic parameters in horses. This research aimed at assessing the effect of including s effects in the models for eight body measurements: height at withers (HW), height at chest (HC), leg length (LL), body length (BL), width of chest (WC), heart girth circumference (HGC), knee perimeter (KP) and cannon bone circumference (CBC). Using data from 16,472 individuals, genetic parameters were estimated using a multivariate animal model by REML. The estimated heritabilities ranged between 0.26 (HC and WC) and 0.57 (HW) and estimates for the s effect from 0.02 (HW) to 0.09 (WC and HGC). Correlations between s effects were positive, significant and from moderate to low, varying between 0.09 (HW-BC) and 0.62 (HW-BL); except for LL, which were negative and low (-0.20 - -0.68). Selective decisions or preferential management practices can cause this environmental effect. The inclusion of an s effect in models fitted for genetic evaluation in horse breeding schemes can be advisable.

**Key words:** horse breeding, genotype x environment interaction, genetic parameters, zoometry

### Introducción

El programa de selección del caballo de Pura Raza Española (PRE), que se aprobó en 2005, incluye parámetros de conformación (Molina et al., 1999), funcionalidad (Molina et al., 2007; Valera et al., 2007) y parámetros reproductivos (Valera et al., 2006) como principales objetivos. El sistema de cría empleado favorece que un mismo semental u otros relacionados con él se utilicen en diferentes ganaderías con diferentes condiciones ambientales. Esto puede determinar que las crías de estos sementales presenten un rendimiento distinto según la ganadería, por lo que a priori podría parecer necesario la inclusión del efecto macho x ganadería (s) en los modelos de estimación de parámetros.

La influencia de un efecto ambiental ligado al semental en la estimación de los parámetros genéticos de caracteres objeto de selección se ha estudiado ampliamente en otras especies (Gutiérrez et al., 2006; Robinson, 2007), considerándose que esta interacción s puede deberse, además de a la existencia de un fenómeno de interacción genotipo-ambiente, a diferentes decisiones de selección entre ganaderías (Notter et al., 1992), los efectos del manejo en grupos de animales contemporáneos no recogidos o no incluidos en el modelo (Meyer, 1987; Berweger Baschnagel et al., 1999) o un problema de identificación de animales (Lee and Pollak, 1997<sup>a,b</sup>; Senneke et al., 2004). En este trabajo presentamos una primera evaluación del efecto s en los modelos estimación de parámetros genéticos de ocho medidas zoométricas en caballos PRE para determinar la necesidad de incluir este efecto en los modelos de evaluación.

### Material y métodos

Se ha analizado información zoométrica y genealógica de 16472 PRE (40,25% machos

y 59,75% hembras con una edad media de 3,9±0,01 años) recogida en las bases de datos oficiales del Fondo de Explotación de los Servicios de Cría Caballar y Remonta, dependiente del Ministerio de Defensa. La información zoométrica incluía ocho medidas corporales obtenidas durante la valoración de la aptitud morfofuncional de los individuos en 2004 y 2005 (figura 1): alzada a la cruz (HW), altura de pecho (HC), longitud de la pierna (LL), longitud corporal (BL), anchura de pecho (WC), perímetro torácico (HGC), perímetro de la rodilla (KP) y perímetro de la caña (CBC). Las medidas se obtuvieron utilizando una cinta métrica y un bastón zoométrico, con los animales colocados en un suelo liso y duro, y perfectamente aplomados.

El fichero de pedigrí incluyó hasta la cuarta generación de ascendientes de cada animal medido, con un total de 40.449 individuos. Los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas) se estimaron con un modelo animal multivariado, mediante el programa VCE v.5.0. (Kovac et al., 2002). El modelo incluyó el sexo (2 niveles), el grupo de edad (5 niveles), y la ganadería (537 niveles) como efectos fijos; y como efectos aleatorios el efecto genético aditivo, la interacción s y la covarianza entre ellos, y el efecto residual.

### Resultados y discusión

Aunque la selección equina se basa principalmente en el rendimiento deportivo, la conformación y los aires básicos tienen mucha importancia económica dada su utilización como criterio excluyente para el registro en los Libros Genealógicos (Bowling and Ruvinsky, 2000).

En la tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos para las ocho medidas zoométricas

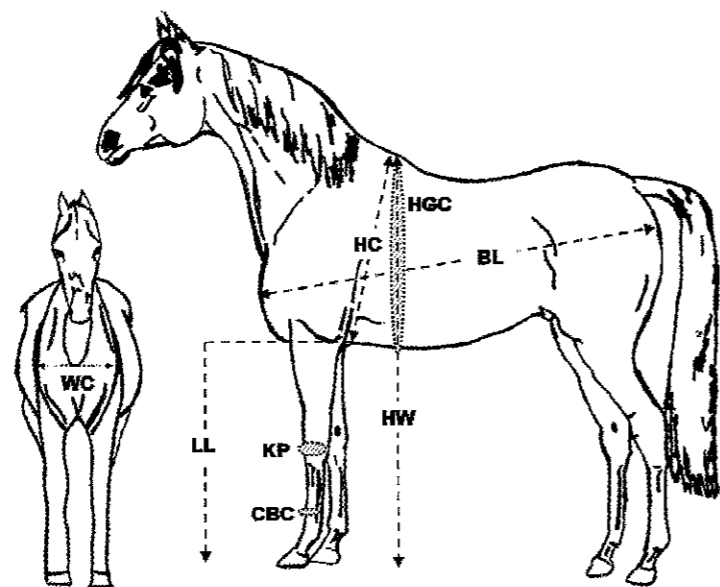


Figura 1. Representación de las medidas corporales estudiadas en caballos Pura Raza Española.  
Figure 1. Representation of analysed body measurements in Spanish Purebred Horses 1.

<sup>1</sup> Los nombres de las variables aparecen recogidos en la tabla 1.

<sup>1</sup> Trait names are listed in table 1

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las medidas corporales en caballos de Pura Raza Española  
Table 1. Descriptive statistics of body measurements in Spanish Purebred Horses

| Variables |                          | Hembras<br>Media ± e.s | Machos<br>CV (%) <sup>1</sup> | Media ± e.s.  | CV (%) <sup>1</sup> |
|-----------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|
| HW        | Alzada a la cruz         | 1.56 ± 0.0004          | 2.63                          | 1.59 ± 0.0005 | 2.64                |
| HC        | Altura de pecho          | 0.73 ± 0.0003          | 4.69                          | 0.73 ± 0.0004 | 4.97                |
| LL        | Longitud de extremidades | 0.83 ± 0.0004          | 4.47                          | 0.85 ± 0.0005 | 4.50                |
| BL        | Longitud corporal        | 1.58 ± 0.0005          | 3.25                          | 1.59 ± 0.0006 | 3.27                |
| WC        | Anchura de pecho         | 0.43 ± 0.0003          | 7.75                          | 0.44 ± 0.0004 | 6.99                |
| HGC       | Perímetro torácico       | 1.92 ± 0.0009          | 4.73                          | 1.89 ± 0.0009 | 3.92                |
| KP        | Perímetro de la rodilla  | 0.31 ± 0.0001          | 4.22                          | 0.33 ± 0.0002 | 4.43                |
| CBC       | Perímetro de la caña     | 0.20 ± 0.0001          | 5.38                          | 0.21 ± 0.0001 | 5.52                |

<sup>1</sup> CV: es el coeficiente de variación fenotípico, calculado como DS\*100/Media.

<sup>1</sup> CV: phenotypic coefficient of variation, estimated as SD\*100/Mean.

analizadas. Todas las variables son bastante homogéneas, con coeficientes de variación de rango medio-bajo, que oscilan entre 2,6% (HW) y 7,7% (WC).

Las heredabilidades estimadas (tabla 2) fueron similares a las indicadas en este tipo de medidas para esta raza (Molina et al., 1999) y otras poblaciones de silla (Torzynski et al.,

Tabla 2. Parámetros genéticos (heredabilidad—en la diagonal—y correlaciones genéticas) y varianza del efecto macho x ganadería expresada como una proporción de la varianza fenotípica ( $s^2$ ) y estimaciones de las correlaciones entre los efectos macho x ganadería para las ocho medidas corporales es caballos de Pura Raza Española (sobre la diagonal)  
Table 2. Genetic parameters (heritability and genetic correlations—below the diagonal—) and sire x stud variance as a proportion of phenotypic variance ( $s^2$ ) and estimates for the correlation between sire x stud effect for eight analysed body measurements in Spanish Purebred Horses (over the diagonal)

| Var <sup>1</sup> | HW           | HC           | LL            | BL                          | WC                         | HGC           | KP                          | CBC                         |
|------------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| HW               | 0.78 ± 0.026 | 0.39 ± 0.086 | 0.28 ± 0.108  | 0.62 ± 0.090                | 0.09 ± 0.094 <sup>ns</sup> | 0.31 ± 0.092  | 0.47 ± 0.066                | 0.19 ± 0.093                |
| HC               | 0.88 ± 0.016 | 0.35 ± 0.054 | -0.68 ± 0.067 | 0.50 ± 0.062                | 0.15 ± 0.056               | 0.31 ± 0.053  | 0.35 ± 0.067                | 0.05 ± 0.065 <sup>ns</sup>  |
| LL               | 0.82 ± 0.018 | 0.63 ± 0.034 | 0.69 ± 0.035  | -0.14 ± 0.083 <sup>ns</sup> | -0.26 ± 0.075              | -0.20 ± 0.066 | -0.10 ± 0.100 <sup>ns</sup> | -0.07 ± 0.079 <sup>ns</sup> |
| BL               | 0.49 ± 0.036 | 0.40 ± 0.047 | 0.37 ± 0.054  | 0.48 ± 0.039                | 0.32 ± 0.058               | 0.38 ± 0.054  | 0.63 ± 0.067                | 0.31 ± 0.057                |
| WC               | 0.63 ± 0.026 | 0.67 ± 0.033 | 0.40 ± 0.045  | 0.57 ± 0.030                | 0.71 ± 0.031               | 0.64 ± 0.037  | 0.27 ± 0.067                | 0.29 ± 0.050                |
| HGC              | 0.80 ± 0.017 | 0.65 ± 0.034 | 0.70 ± 0.035  | 0.80 ± 0.020                | 0.60 ± 0.036               | 0.46 ± 0.024  | 0.46 ± 0.064                | 0.36 ± 0.051                |
| KP               | 0.56 ± 0.028 | 0.42 ± 0.042 | 0.55 ± 0.041  | 0.65 ± 0.030                | 0.71 ± 0.033               | 0.72 ± 0.026  | 0.83 ± 0.019                | 0.46 ± 0.061                |
| CBC              | 0.57 ± 0.019 | 0.26 ± 0.017 | 0.25 ± 0.017  | 0.40 ± 0.019                | 0.26 ± 0.017               | 0.33 ± 0.016  | 0.43 ± 0.016                | 0.39 ± 0.014                |
| $h^2$            | 0.02 ± 0.005 | 0.07 ± 0.006 | 0.04 ± 0.006  | 0.05 ± 0.006                | 0.09 ± 0.006               | 0.08 ± 0.006  | 0.04 ± 0.006                | 0.07 ± 0.006                |
| $s^2$            |              |              |               |                             |                            |               |                             |                             |

<sup>1</sup> Los nombres de las variables aparecen recogidos en la tabla 1.

<sup>2</sup> Todas las estimas fueron significativas, excepto las marcadas con <sup>ns</sup> ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup> Trait names are listed in table 1.

<sup>2</sup> All estimated were significant, except the marked with <sup>ns</sup> ( $p < 0.05$ ).

1999; Zechner et al., 2001; Dario et al., 2006). Las correlaciones genéticas entre variables fueron positivas y de moderadas a altas, oscilando entre 0,35 (HC-LL) y 0,88 (HW-LL).

Así mismo, en la tabla 2 se presentan las estimaciones del efecto s como una proporción de la varianza fenotípica ( $s^2$ ), oscilando entre 0,02 (HW) y 0,09 (WC y HGC). Sin embargo, esta influencia varía según la variable analizada. Así, la variable con menor  $s^2$  es HW, que es además la más homogénea (CV = 2,6%). Esto puede deberse a que el prototipo racial del PRE no permite la inscripción en el Registro de Reproductores de animales con alzas inferiores a 1,55 m en machos y 1,53 m en hembras, por lo que existe una selección similar para HW en todas las ganaderías. Las dos variables con mayor  $s^2$  han sido WC y HGC. En las poblaciones animales, un incremento de HW no es deseable si no va acompañado de un adecuado desarrollo corporal, por lo que los ganaderos toman sus decisiones selectivas teniendo en cuenta las variables que lo condicionan, WC y HGC principalmente. La correlación estimada entre los efectos s de WC-HGC fue de 0,64 (tabla 2) mientras que para el resto de los pares de caracteres estas correlaciones fueron entre moderadas y bajas. Esto sugiere decisiones de selección similares para ambos caracteres.

Aunque se han citado como causas de esta interacción problemas de identificación de animales, variaciones entre sementales con diferente origen genético, cruzamiento selectivo o prácticas de manejo preferencial (Notter et al., 1992; Meyer, 1987; Berweger-Baschnagel et al., 1999; Gutiérrez et al., 2006), en el caballo de PRE, por su sistema productivo, es más probable que la causa pueda ser la utilización de algunos sementales con hembras de determinadas características para la consecución de una conformación específica, tal y como se ha demostrado en el bovino lechero (Powell et al., 1994). Esto produ-

ce una covarianza ambiental entre las crías de un semental en una ganadería si se ven sometidas a un tratamiento preferencial.

Como conclusión, los modelos genéticos de estimación de parámetros para las medidas corporales en caballo Pura Raza Español deberían incluir un efecto ambiental s.

### Bibliografía

- Berweger-Baschnagel M, Moll J, Künzi N, 1999. Comparison of models to estimate maternal effects for weaning weight of Swiss Angus cattle fitting a sire x herd interaction as an additional random effect. *Livest. Prod. Sci.*, 60, 203-208.
- Dario C, Carnicilla D, Dario M, Bufano G, 2006. Morphological evolution and heritability estimates for some biometric traits in the Murgesse horse breed. *Genet. Mol. Res.*, 5(2), 309-314.
- Gutiérrez JP, Fernández I, Álvarez I, Royo LJ, Goyache G, 2006. Sire x contemporary group interactions for birth weight and preweaning growth traits in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. *Livest. Sci.*, 99, 61-68.
- Kovac M, Groeneveld E, García-Cortez LA, 2002. VCE 5, a package for the estimation of dispersion parameters. 7<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, August 19-23, Montpellier, France
- Lee C, Pollak EJ, 1997<sup>a</sup>. Influence of sire misidentification on sire x year interaction variance and direct-maternal genetic covariance for weaning weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 75, 2858-2863
- Lee C, Pollak EJ, 1997<sup>b</sup>. Relationship between sire x year interactions and direct-maternal genetic correlation for weaning weight of Simmental cattle. *J. Anim. Sci.*, 75, 68-75
- Meyer K, 1987. Estimates of variances due sire\_herd interactions and environmental covariances between paternal half-sibs for first lactation dairy production. *Livest. Prod. Sci.*, 17, 95-115.
- Molina A, Valera M, Dos Santos R, Rodero A, 1999. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. *Livest. Prod. Sci.*, 60(2-3), 295-303.
- Molina A, Valera M, Galisteo AM, Vivo J, Gómez MD, Rodero A, Agüera E, 2007. Genetic parameters of biokinematics variables at walk in the Spanish Purebred (Andalusian) Horse using experimental treadmill records. *Livest. Sci.* doi:10.1016/j.livsci.2007.09.021.
- Notter DR, Tier B, Meyer K, 1992. Sire x herd interactions for weaning weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 70, 2359-2365.
- Powell RL, Wiggans GR, Norman HD, 1994. Effect of sampling status and adjustment for heterogeneous variances on bias in bull evaluations. *J. Dairy Sci.*, 77, 883-890.
- Robinson DL, 2007. Days to calving in artificially inseminated beef cows: Comparison of potential traits. *Livest. Sci.*, 110(1-2), 174-180.
- Senneke SL, MacNeil MD, Van Vleck LD, 2004. Effects of sire misidentification on estimates of genetic parameters for birth and weaning weights in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 82, 2307-2312.
- Torzynski G, Szwaczkowski, T, 1999. Maternal genetic additive variability of conformation traits in Half-bred horses. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series Animal Husbandry*, 2 (2) <http://www.ejpau.media.pl/volume2/issue2/animal/art-01.html>
- Valera M, Molina A, Gutiérrez JP, Gómez J, Goyache F, 2005. Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. *Livest. Prod. Sci.*, 95, 57-66.
- Valera M, Blesa F, Santos RD, Molina A, 2006. Genetic study of gestation length in andalusian and arabian mares. *Anim. Reprod. Sci.*, 95(1-2), 75-96.
- Valera M, Galisteo AM, Molina A, Miró F, Gómez MD, Cano MR, Agüera E, 2007. Genetic parameters of biokinematic variables of the trot in Spanish Purebred horses under experimental treadmill conditions. *The Vet. J.* doi:10.1016/j.tvjl.2007.07.031.
- Zechner P, Zohman F, Solkner J, Bodo I, 2001. Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livest. Prod. Sci.*, 69, 163-177.

(Aceptado para publicación el 28 de abril de 2008)