

Gómez, M.D.<sup>1</sup>, Valera, M.<sup>2</sup>, Pieramati, C.<sup>3</sup>, Moll, P.<sup>4</sup>, Molina, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. España.  
E-mail: agr158equinos@gmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias agro-forestales. Universidad de Sevilla. España.

<sup>3</sup> Dipartimento di Tecnologie e Biotecnologie delle Produzioni Animali.  
Facoltà di Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Perugia. Italia.

<sup>4</sup> Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos Trotadores, ASTROT.  
E-mail: astrot@astrot.com.



Grupo Andaluz de  
Investigación Agraria



ASTROT

Asociación de Criadores  
de Trotón Español

## Primera valoración genética Blup en el caballo trotador español

### RESUMEN

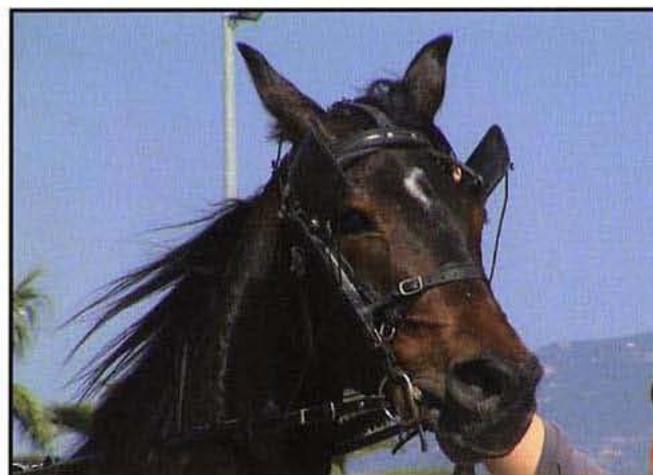
Tras la aprobación del Esquema de Selección específico para el Caballo Trotador Español (1 de septiembre de 2005), se ha realizado la primera Valoración Genética para carreras de trote con metodología BLUP modelo animal en España, en base a los resultados deportivos obtenidos por los animales de esta raza en 4.180 carreras celebradas durante los años 2003-2005.

Trabajando con un total de 42.993 registros de participación pertenecientes a 1.580 animales (832 machos, 593 hembras y 155 castrados), se estimaron los parámetros genéticos y los valores de cría para los tres caracteres seleccionados: ganancias anuales (GA), mejor tiempo anual (MTPA) y porcentaje de puestos clasificado entre el primero y el cuarto (PPC). El modelo genético-estadístico empleado incluye el sexo del animal, el año de nacimiento, el año de carrera y el número de participaciones registradas cada año (covariable de GA) como efectos fijos; y el efecto aditivo directo y el efecto ambiental permanente como factores aleatorios.

### INTRODUCCIÓN

El mercado ecuestre para las competiciones deportivas de trote posee una proyección mundial en ascenso, siendo Francia, Estados Unidos, Italia y Suecia los países más importantes dentro de este sector.

En España es el Caballo Trotador Español (CTE) la única raza equina utilizada para las carreras de trote (fotografía 1), siendo además la tercera raza en importancia en



Fotografía 1. Caballo Trotador durante el calentamiento previo a una carrera.

función del número de animales vivos. Su área de cría se encuentra localizada en una zona geográfica restringida, las Islas Baleares. Anualmente, se celebran alrededor de 1.500 carreras de trote en 11 hipódromos diferentes (Moll et al., 2005), existiendo una clara tendencia al incremento en el número de participaciones anuales en los últimos 13 años (figura 1).

En el año 2004, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPyA) aprobó el Plan Ordenación y Fomento del Sector Equino Español, dentro del cual se contempla la mejora equina como uno de los cuatro programas de actuación propuestos. Desde este momento, la Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos

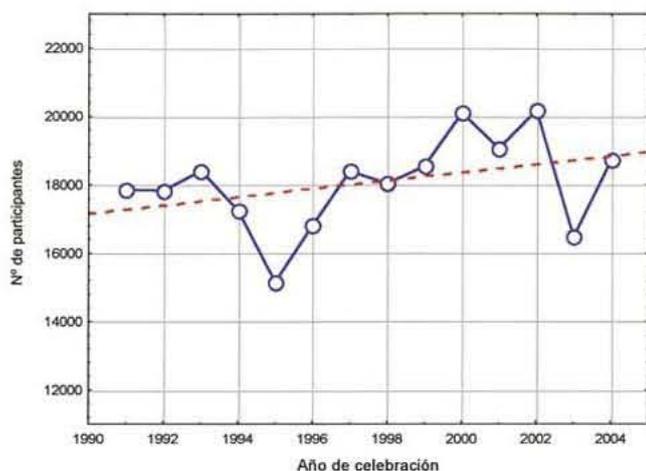


Figura 1. Evolución del número de participaciones entre los años 1991-2004 en el Caballo Trotador Español (Fuente: Federación Balear de Trote).

Trotadores (AsTROT) está llevando a cabo un Esquema de Selección Genético para esta raza, en colaboración con el propio MAPyA y el Grupo de Investigación AGR-158, formado por personal del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba y del Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla.

En este Esquema de Selección, se contempla la valoración genética de los animales siguiendo criterios de tipo: funcional, morfológico y temperamentales, ([http://www.mapa.es/es/ganaderia/pags/equino/seleccion/trotador\\_espanol.htm](http://www.mapa.es/es/ganaderia/pags/equino/seleccion/trotador_espanol.htm)) ya que se considera que estos caracteres son indispensables para poder obtener buenos rendimientos deportivos de los animales en las carreras de trote, tanto a nivel nacional como internacional, en las que participan.

En el ámbito de la mejora genética de los animales de esta raza, se ha realizado la primera Valoración Genética para los caballos trotadores en España utilizando la metodología BLUP, en base a los resultados deportivos obtenidos por los animales en las competiciones de trote celebradas durante los años 2003-2005 (fotografía 2). Los resultados de esta Valoración Genética quedan expuestos en el presente trabajo.



Fotografía 2. Carrera de Trote en el hipódromo de Son Pardo (Mallorca).



Fotografía 3. Detalle de una carrera de trote en el hipódromo de Son Pardo (Mallorca).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Toda la información empleada en la Valoración Genética, relativa a los tiempos de carrera, los puestos clasificatorios y las ganancias económicas en las pruebas (premios), se ha obtenido de los registros informáticos de la Federación Balear de Trote, encargada de la recogida sistemática de los resultados de las pruebas para esta disciplina.

La primera Valoración Genética se ha basado en 42.993 registros de rendimiento deportivo pertenecientes a 1.580 animales diferentes (siendo 832 machos, 593 hembras y 155 castrados) que participaron en 4.180 carreras celebradas durante los años 2003-2005 (1.578 en 2003, 1.831 en 2004 y 771 en 2005 –únicamente hasta el mes de junio–).

La información genealógica se ha extraído del Libro Genealógico oficial de la raza, gestionado por los Servicios de Cría Caballar y Remonta (Delegación Balear). Este libro fue oficialmente fundado en el año 1979 y posee alrededor de 15.600 animales registrados (Gómez et al., 2005).

El fichero de pedigrí generado para la obtención de la matriz de parentesco para la Valoración Genética de esta disciplina ha incluido las cuatro primeras generaciones conocidas de los animales participantes en las pruebas, contando con 5.307 animales diferentes.

La estimación de los parámetros genéticos, necesarios para la valoración de los animales, se ha efectuado mediante el programa VCE (versión 5) (Kovac et al., 2002), utilizando la metodología BLUP modelo animal

con repetibilidad. La estimación del valor genético de cada uno de los animales incluidos en el estudio se realizó con el software MTDFREML (Boldman et al., 1995), utilizando un modelo multivariado.

Tras los estudios previos realizados en base a la información disponible, únicamente tres caracteres han sido incluidos en la Valoración Genética de los animales: la suma de las ganancias anuales obtenidas por el animal (medidas en euros), el mejor tiempo de carrera anual (medido en segundos) y el porcentaje de puestos clasificados entre el primero y el cuarto (expresado en porcentaje con respecto al total de participaciones del animal para cada año).

El análisis estadístico de algunas de estas variables evidenció su inadecuado ajuste a una distribución normal, por lo que se hizo indispensable la utilización de una serie de transformaciones matemáticas para su normalización. Así, las ganancias anuales (GA) fueron normalizadas mediante una transformación logarítmica de los datos, y el porcentaje de puestos clasificados entre el primero y el cuarto (PPC) mediante una transformación de raíz cuadrada.

En el modelo de valoración definitivo se incluyeron como factores fijos: el sexo (3 clases: machos, hembras y castrados), el año de nacimiento (desde 1984 a 2002), el año de celebración de la carrera (desde 2003 a 2005) y el número de participaciones del animal para cada año (como covariable del modelo para las GA). Los efectos aleatorios fueron: el efecto aditivo directo y el efecto ambiental permanente.

$$Y = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + g_n + h_o + e_{ijklmno}$$

Donde:  $a_i$  tipo de carrera en función del nivel, distancia recorrida, método de salida y tipo y estado de pista;  $b_j$  posición inicial;  $c_k$  tiempo medio de concursante y ganador;  $d_l$  jinete-entrenador;  $f_m$  ganadería-línea genética mayoritaria;  $g_n$  edad-sexo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo principal que se contempla en el Esquema de Selección del Caballo Trotador Español es conseguir un animal capaz de destacar en las carreras de trote en las que participe, a nivel nacional e internacional, que posea una conformación que favorezca esta funcionalidad y un temperamento que le haga ansiar la consecución de la victoria.

Los tres caracteres seleccionados para la valoración genética de los caballos trotadores españoles son indicativos directos de la calidad deportiva de los animales, ya que desde el punto de vista fenotípico, cuanto mayores sean las ganancias, menores los tiempos y mayor el número de puestos colocados entre el primero y el cuarto, mejor será un animal. Esto asegura una adecuada comprensión por parte de los criadores de los resultados que se obtengan en las valoraciones. Además, el PPC es un indicador indirecto del temperamento de los animales y su espíritu deportivo, ya que nos muestra su deseo de

llegar a la meta en los primeros puestos, su ansia de ganar la carrera (Ojala, 1989).

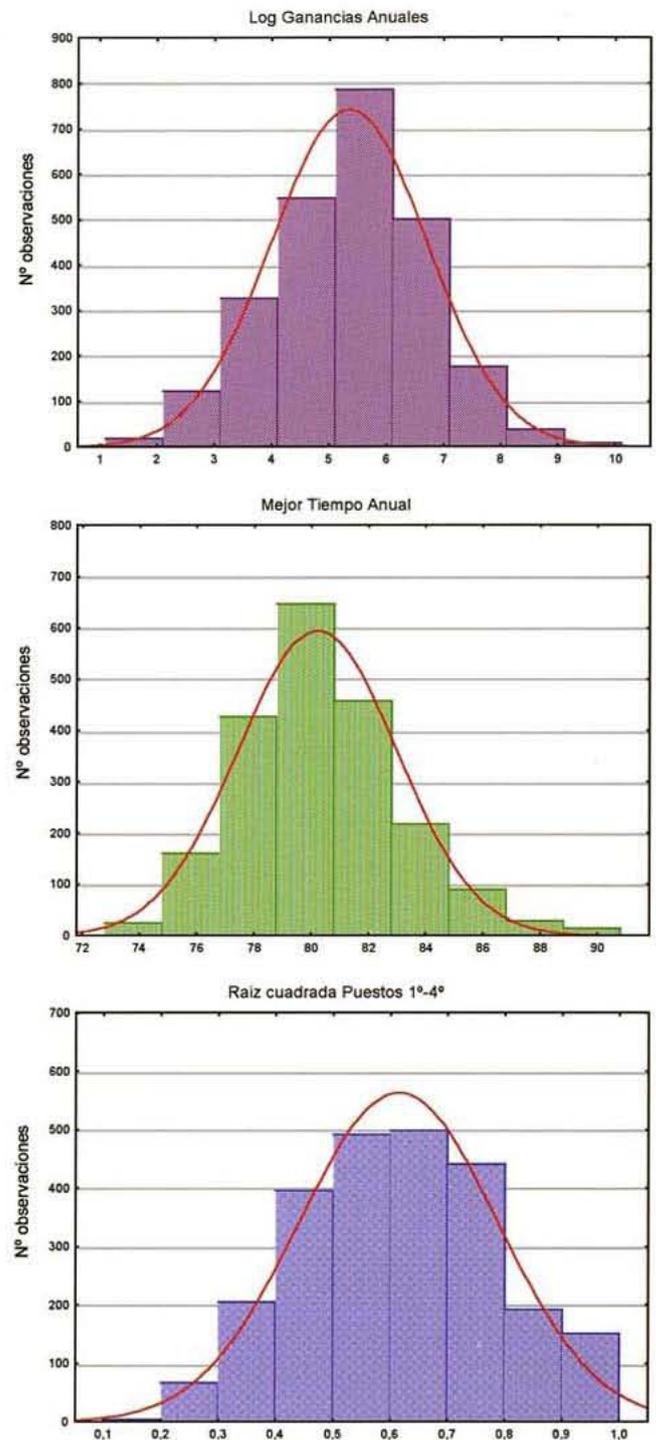


Figura 2. Representación gráfica de la distribución de frecuencias para las variables transformadas utilizadas en la Valoración Genética del Caballo Trotador Español.

Como se puede observar en la figura 2, los tres caracteres seguían una distribución normal tras la correspondiente transformación estadística (Gómez et al., 2006). Además, todos los caracteres analizados han presentado

parámetros genéticos adecuados ( $h^2 = 0,14-0,46$ ) para su inclusión en el Esquema de Selección de los équidos para esta disciplina (tabla 1), encontrándose dentro del rango esperado según la bibliografía consultada (Ojala, 1987; Langlois y Vrijenhoek, 2004). La ligera sobreestimación en comparación con valores en otros caballos trotadores (Saastamoinen y Nylander, 1996; Arnason, 1999), puede deberse a la gran homogeneidad del medio ambiente en el que son criados y compiten los animales de esta raza, ya que la práctica totalidad de la población se encuentra concentrada en las Islas Baleares, una Comunidad Autónoma con 5.014 Km<sup>2</sup>.

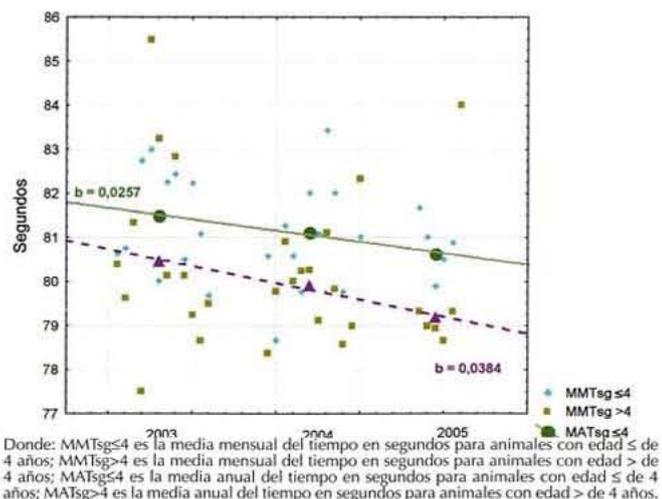
**Tabla 1. Parámetros genéticos para las variables de trote.**

Caracter	Heredabilidad	Repetibilidad
GA	0,355	0,565
MTPA	0,456	0,558
PPC	0,143	0,390

Donde: GA es ganancias anuales, MTPA es mejor tiempo anual y PPC es puestos entre el primero y el cuarto.

La selección fenotípica llevada a cabo hasta el momento por los criadores de esta raza podemos considerarla efectiva, como evidencia la evolución de las medias kilométricas fenotípicas de los primeros puestos en carrera en función del año de participación (figura 3). En esta figura, se observa como el tiempo empleado por los animales ha ido disminuyendo de forma prácticamente lineal con el paso de los años. Esta evolución es más patente en animales adultos (>4 años), donde se ha disminuido 1 seg/Km.

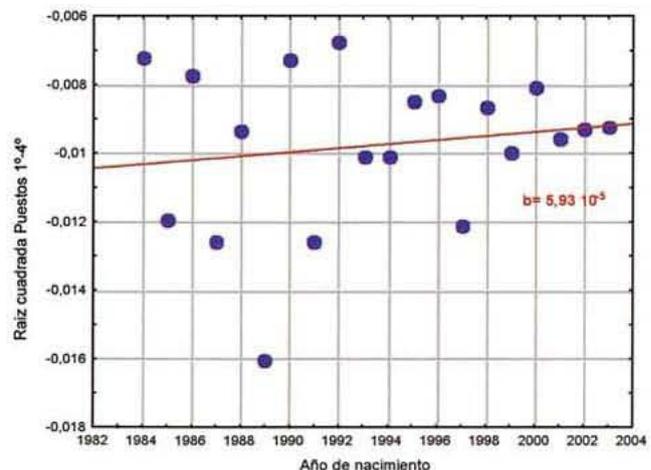
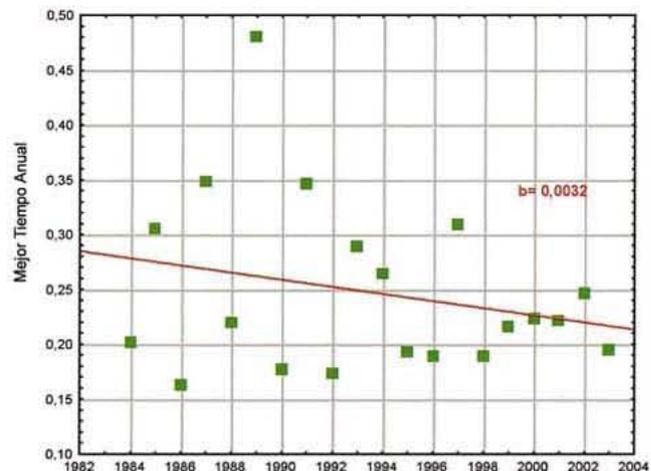
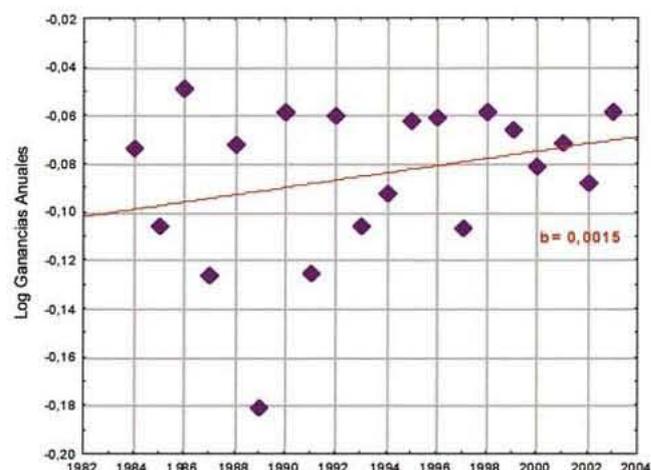
En la figura 4 se observa una clara tendencia al aumento del valor genético para los caracteres GA y PPC, y una disminución para MTPA (como era de esperar, ya que la calidad de los animales aumenta a medida que



**Figura 3. Evolución del valor fenotípico medio para las medias kilométricas de los animales con primeros puestos en carrera en el Caballo Trotador Español.**

obtienen menores tiempos en las carreras de trote). El incremento es más evidente para el carácter GA, a lo que ha contribuido el aumento de los premios debido al incremento del precio del dinero en los últimos años, tras la adopción de la moneda europea única.

Aunque se está consiguiendo una mejora evidente en los animales utilizados para las carreras de trote median-



**Figura 4. Tendencia genética de los caracteres utilizados en la Valoración Genética del Caballo Trotador Español.**

te la selección fenotípica llevada a cabo por los criadores, esta se ha debido principalmente a la importación de material genético de alta calidad de países más destacados en esta disciplina, como Francia o América (Azor et al., 2006).

Con la puesta en marcha del Esquema de Selección para esta raza y la realización de Valoraciones Genéticas periódicas de los animales, se espera que la tendencia al incremento del valor genético se mantenga o incluso aumente en los próximos años, favoreciendo la utilización de reproductores de origen nacional con cualidades mejorantes testadas genéticamente.

Para ello se van a desarrollar herramientas de información y asesoramiento a los criadores, como son los catálogos de reproductores con base genética, en los que los animales aparecerán agrupados en diferentes categorías, establecidas en la normativa vigente y el Esquema de Selección del Caballo Trotador Español, según su valor genético y la fiabilidad de los resultados obtenidos en la valoración. Con esta información, los criadores podrán diseñar un programa de apareamientos efectivo utilizando reproductores de origen nacional para mejorar los resultados obtenidos por sus animales.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos Trotadores. Los autores agradecen la colaboración de la Federación Balear de Trote y de la directiva de ASTROT, así como del Sr. D. Joan Gual, para la elaboración del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Arnason, T. (1999). Genetic evaluation of Swedish standardbred trotters for racing performance traits and racing status. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 116: 387-398.

Azor, P.J., Valera, M., Gómez, M.D., Goyache, F., Molina, A. (2006). Genetic characterization of the Spanish

Trotter Breed using microsatellite markers. *Genetics and molecular biology* (In press).

Boldman, K.G.; Kriese, L.A.; Van Vleck, L.D.; Van Tassell, C.P.; Kachman, S.D. (1995). *A Manual for Use of MTDFREML. A Set of Programs To Obtain Estimates of Variances and Covariances*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

Gómez, M.D.; Moll, P.; Roca, B.; Azor, P.J.; Valera, M. (2005). Sistemas de Valoración Genética del Caballo Trotador en Europa. *Medicina Militar* 61 (2): 228-230.

Gómez, M.D.; Pieramati, C.; Cervantes, I.; Azor, P.J., Molina, A.; Valera, M. (2006). First Breeding Evaluation of Spanish Trotters. 9th Congress of the World Equine Veterinary Association, Marrakech, 22-26 Enero.

Kovac, M.; Groeneveld, E.; García-Cortez, L.A. (2002). VCE 5, a package for the estimation of dispersion parameters. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, 19-23 Aug.

Langlois, B.; Vrijenhoek, T. (2004). Qualification status and estimation of breeding value in French Trotters. *Livestock Production Science* 89: 187-194.

Moll, P.; Roca, B.; Gómez, M.D.; Azor, P.J.; Alcalde, M.J.; Horcada, A.; Valera, M. (2005). El Caballo Trotador Español: promoción de una raza para el deporte. III Jornadas Ibéricas de Razas Autóctonas y Productos Tradicionales. Transformación con genuinidad. 25-26 Noviembre. Elvas. Portugal.

Ojala, M. (1987). Heritabilities of Annually summarized race records in trotters. *Journal of Animal Science* 64: 117-125.

Ojala, M. (1989). Breeding evaluation of trotters in Finland. In: State Breeding evaluation in trotters. Proceedings of the EAAP-symposium of the Commission on horse production, Helsinki, Finland. EAAP Publication 42. Ed. Pudoc Wageningen. Netherlands.

Saastamoinen, M.T.; Nylander, A. (1996). Genetic and phenotypic parameters for age at starting to race and racing performance during early career in trotters. *Livestock Production Science* 45: 63-68.

# Asociación de Criadores de Trotón Español



Ctra. Palma-Soller, km, 2 - Hipódromo de Son Pardo  
07009 Palma de Mallorca - Baleares  
E-mail: [astrot@astrot.com](mailto:astrot@astrot.com)