

Influencia de los factores ambientales en el rendimiento deportivo del caballo en pruebas objetivas de rendimiento funcional (Salto de Obstáculos)

E. Bartolomé*, I. Cervantes**, M.D. Gómez*, A. Molina*, M. Valera***

* Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Edificio Gregor Mendel, planta baja. Ctra. Madrid-Córdoba km 396a. 14071 Córdoba.

** Departamento de Producción Animal. Universidad Complutense de Madrid.

*** Departamento de Ciencias Agro-forestales. Universidad de Sevilla.

E-mail: v92bamee@gmail.com

Resumen

Desde el año 2004 el MAPyA organiza en España Pruebas de Selección de Caballos Jóvenes (PSCJ), para diferentes disciplinas, entre las que se encuentra el Salto de Obstáculos. Participan animales jóvenes (4 a 6 años). Con la información acumulada en estos 3 años (4.441 participaciones de 87 caballos participantes) hemos analizado los factores externos que condicionan los resultados obtenidos por los animales en este tipo de pruebas. Para ello se ha utilizado un modelo padre mediante el Proc MIXED del SAS, incluyendo como variables dependientes las penalizaciones finales y el ranking transformado. Se han analizado 14 factores, relacionados con el propio animal (edad, sexo...), el lugar de celebración del concurso y las condiciones de la pista, las condiciones climatológicas, el día de la prueba, el nivel de entrenamiento y el nivel de cansancio/estrés del animal antes de la competición. El jinete y el padre se han incluido como factores aleatorios en el modelo y el orden de salida, como covariable. Aunque la mayoría de los factores y combinaciones de factores han sido estadísticamente significativos, han explicado una muy baja varianza (entre 0,07% y 1,78%) con excepción de la edad (2,40%), padre (9,25%) y jinete (8,28%).

Palabras clave: Rendimiento deportivo, Caballo de deporte, Efectos ambientales

Summary

Influence of environmental factors on the sport performance of the horse, in an objective selection test (Show Jumping)

Since 2004, the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of Spain organize the Young Horses Performance Selection Tests, for different disciplines, like Show Jumping. Only young animals participate in these events (4 to 6 years old). With the data collected during 3 years (4.441 participations from 87 different horses), we have analyzed the environmental factors that influence the performance results of the animal in these type of tests.

A Proc MIXED model from SAS was used, including final penalizations and transformed ranking as dependent variables. 14 factors, related to the animal (age, sex...), the competition location and the racetrack conditions, the climatologic conditions, the training level and the stress level of the animal, were analyzed before the competition. The rider and the father were included in the model as random factors, and the participation order as the covariate.

Although most of the factors and their combinations were significant, they explained a very low variance (from 0.07% to 1.78%), excluding the age (2.40%), the father effect (9.25%) and the rider (8.28%).

Key words: Performance, Sport horse, Environmental effects

Introducción

Desde el año 2004, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPyA) organiza en España las Pruebas de Selección de Caballos Jóvenes (PSCJ), en las que participan animales en 3 grupos de edad (4, 5 y 6 años). Estas pruebas fueron creadas como base fundamental para la selección precoz de los futuros reproductores en diferentes disciplinas (Doma Clásica, Concurso Completo de Equitación y Salto de Obstáculos), que se incluyen en los Esquemas de Selección desarrollados de forma específica para las distintas razas equinas españolas. Dentro de estas disciplinas, el Salto de Obstáculos valora de forma más objetiva la capacidad deportiva del animal, en función de los errores cuantificables realizados durante el recorrido, ya que no depende de la apreciación de un juez. No obstante, la evaluación del potencial de estos animales exige la definición de los factores no genéticos (ambientales) que están condicionando el rendimiento de los caballos participantes.

En este estudio, se ha analizado la influencia de diversos factores no genéticos que condicionan el rendimiento deportivo del animal en los resultados obtenidos en las PSCJ celebradas para la disciplina de Salto de Obstáculos.

Material y métodos

Se han analizado los resultados de las PSCJ celebradas para la disciplina de Salto de Obstáculos, entre 2004 y 2007 de 870 animales participantes en 72 pruebas distintas (68 clasificatorias y 4 finales), que han generado un total de 4.441 participaciones.

En esas pruebas, los animales reciben puntos negativos cuando derriban un obstáculo, rehúsan saltarlo, se caen o exceden el

tiempo concedido para realizar el ejercicio. Para el presente estudio, se ha empleado la suma de las penalizaciones obtenidas en cada recorrido (2 en las pruebas clasificatorias y 3 en las finales). En esta escala, el 0 constituye la máxima nota. También se ha empleado el *puesto clasificatorio del animal* (ranking), para lo cual, se ha realizado la transformación de Snell (1964), otorgándole al primer animal clasificado (por prueba), una puntuación de 100 y al último, de 1. Al resto de animales se les asignará un valor proporcional al puesto clasificatorio obtenido en la prueba.

Mediante el procedimiento *Proc Mixed* (Sas v. 6.3), siguiendo un modelo padre, incluyendo en el modelo 14 efectos fijos: 2 relacionados con el animal: sexo (2 clases) y edad (3 clases: 4, 5 y 6 años); 2 relacionados con el concurso: centro (21) y tipo de pista (3 clases: arena, hierba, sintética); 4 relacionados con el clima: estación (3), ambiente (3 niveles: lluvioso, nublado y soleado), temperatura (3: 0-10 °C, 10-25 °C y >25 °C) y estado de la pista (4: blanda, buena, dura y resbaladiza); 3 relacionados con el nivel de entrenamiento del animal: meses que lleva entrenando (4: <6 meses, 6-12m, 12-24m y >24m), número de competiciones en las que ha participado previamente (4: <5 pruebas, 5-10, 10-20 y >20) e intensidad del entrenamiento (4: <3h, 3-6h, 6-10h y >10h); y, por último, 3 factores relacionados con el nivel de cansancio/recuperación del animal antes de comenzar la prueba: medio de transporte (3 niveles: van, camión y a pie), duración del viaje (6 clases: <30m, 30m-2h, 2-4h, 4-6h, 6-8h y >8h) y tiempo de descanso antes de la prueba (4 niveles: <6h, 6-12h, 12-24h y >24h antes).

Como factores aleatorios, además del padre del caballo (385 niveles), se ha incluido el jinete (359 niveles), y como covariable el orden de participación. Se ha estudiado la influencia sobre ambas variables de los factores ambientales.

Debido a la relación entre determinados factores ambientales, y para evitar posibles "efectos de confusión" entre ellos, se analizó su influencia sobre los resultados deportivos, agrupados en 4 efectos principales: *Localización* (centro y tipo de pista), *Clima* (estación, ambiente, temperatura y estado de la pista), *Nivel de Entrenamiento* (tiempo de entrenamiento, número de competiciones previas e intensidad del entrenamiento) y *Nivel de Estrés* antes de la competición (transporte, duración del viaje y tiempo de descanso antes de la prueba).

Para evitar desequilibrios en los datos, las clases de los factores representadas por menos de 6 animales, fueron eliminadas del estudio.

Resultados y discusión

En la cría del caballo de deporte, el objetivo principal es conseguir animales que obtengan buenos resultados en competiciones de todos los niveles. Diversos estudios demuestran que existe una alta correlación entre los resultados deportivos obtenidos por el animal a edades tempranas y los de la edad adulta (Aldridge et al., 2000; Santamaría et al., 2006, Wallin et al., 2003), por lo que es de gran importancia la "predicción" de la habilidad deportiva del animal a partir de los resultados obtenidos a edad temprana, como es el caso de las PSCJ. Esta predicción exige la utilización de controles objetivos que no dependan de la valoración subjetiva de un juez (Valera et al., 2006) y una buena definición de los factores ambientales a incluir en el modelo de valoración. El Salto de Obstáculos está considerada como una de las disciplinas que se pueden medir de forma más objetiva, si bien se ha demostrado la existencia de efectos no genéticos que afectan de forma significativa al rendimiento deportivo del animal (Skinner, 2001). Para determinar la capacidad de un animal

para el salto, es muy importante conocer en qué medida influyen los factores no genéticos en su rendimiento, dentro de esta disciplina (Mota et al., 2005).

En este trabajo se ha analizado la influencia individual de 14 factores ambientales sobre las variables penalización y ranking (tabla 1). Nueve de ellos han sido significativos para el ranking y 8 para los puntos de penalización obtenidos por el animal. Los dos factores relacionados con el animal (sexo y edad), han obtenido resultados significativos para ambas variables, siendo el factor edad el que mayor porcentaje de varianza absorbe, 2,40% para el ranking y 1,57% para las penalizaciones. La edad del animal, dado la juventud, va a estar muy relacionada con el tiempo en competición, su nivel de madurez y de entrenamiento. En la tabla 2 se muestra una comparación de medias mínimo cuadráticas para los principales factores significativos. Se pueden observar diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras, con mejores resultados para estas últimas. Para el factor edad, nuestros resultados muestran diferencias muy significativas entre los animales de 6 años y los demás, siendo estos los que obtienen peores puestos clasificatorios y cometen más errores durante el recorrido. Esto se debe a que, posiblemente, el incremento en el nivel de dificultad de la prueba (relacionado con el grupo de edad), es demasiado elevado y no va acorde con el desarrollo de la capacidad fisiológica y la técnica deportiva que va alcanzando el animal.

Los dos factores relacionados con la localización del concurso (centro y tipo de pista) han sido significativos para ambas variables (tabla 1), probablemente al condicionar los movimientos del animal y la forma de saltar los obstáculos (Proudman et al., 2004). Por otra parte, diversos autores han demostrado que factores climatológicos, como la temperatura y la humedad, influyen consi-

Tabla 1. ANOVA univariado para los factores analizados (Proc Mixed)
 Table 1. Univariate ANOVA for the analysed factors (Proc Mixed)

Factor	Ranking			Penalización		
	F	p	% C. Var.	F	p	% C. Var.
Efectos fijos						
Sexo	7,61	0,006**	0,44	6,91	0,009**	0,38
Edad	19,16	0,000***	2,40	12,72	0,000***	1,57
Centro						
Tipo pista	2,13	0,002**	0,49	2,60	0,000***	1,09
	3,96	0,019*	0,35	5,62	0,004**	0,76
Estación						
Ambiente	1,07	0,344		1,11	0,329	
Temperatura	14,59	0,000***	1,36	13,02	0,000***	0,95
Estado pista	0,30	0,738		0,39	0,678	
	3,61	0,013*	0,31	1,84	0,138	
Transporte						
Duración del viaje	3,77	0,023*	0,48	2,05	0,129	
Hora de llegada	2,45	0,032*	0,16	2,75	0,017*	0,27
	1,62	0,181		1,33	0,261	
Duración entrenamiento						
Competiciones previas	5,34	0,001**	0,60	5,62	0,001***	0,68
Horas de entrenamiento	2,32	0,073		3,02	0,029*	0,68
	1,31	0,268		2,10	0,098	
Covariable						
Orden Salida	0,92	0,338		0,65	0,419	
Efectos aleatorios						
Padre	4,35	0,000***	9,25	1,61	0,034*	1,64
Jinete	4,36	0,000***	8,38	4,12	0,000***	7,03

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

derablemente en el rendimiento deportivo del animal (Ott, 2005). En nuestro caso, sólo el "ambiente" resultó significativo para ambas variables, obteniendo el ambiente nublado peor ranking y más puntos de penalización, probablemente ligado a una menor visibilidad del recorrido. Entre los ambientes lluvioso y soleado, sin embargo, solo se han encontrado diferencias significativas para las penalizaciones (tabla 2), obteniendo menos penalizaciones con sol que con lluvia. Esto va ligado a las condiciones de la pista, que están muy condicionadas

por el ambiente, siendo más resbaladizas y blandas en ambientes lluviosos, lo que favorece la ejecución de errores (derrisos, caídas, etc.) durante el ejercicio.

De los factores relacionados con el nivel de cansancio/estrés previo al concurso, sólo la duración del viaje resultó significativa para el ranking y los puntos de penalización, mientras que el medio de transporte, lo fue para el ranking. Diversos estudios demuestran que el estrés producido por el transporte puede alterar el rendimiento del animal (Giovagnoli et al., 2002; Jones, 2003).

Tabla 2. Medias mínimos cuadráticas para los principales factores analizados en Salto de Obstáculos
 Table 2. Least squares means for main factors analyzed in Show Jumping

Factor	Clase	Ranking		Penalización	
Sexo	Hembra	72,43	a	10,64	a
	Macho	70,45	b	12,01	b
Edad	4 años	77,40	a	9,19	a
	5 años	71,84	b	10,60	a
	6 años	65,08	c	14,18	b
Ambiente	Nublado	68,66	a	12,70	a
	Lluvioso	73,79	b	11,46	a
	Soleado	71,87	b	9,81	b
Duración Entrenamiento	< 6 meses	64,67	a	14,78	a
	6-12 meses	71,17	b a	11,32	b
	12-24 meses	73,51	b a	10,41	b
	>24 meses	76,40	a	8,79	b

Significant differences were found between letters.

Existen diferencias significativas entre clases con distintas letras.

De los 3 factores que miden el nivel de entrenamiento previo, han resultado significativos la duración del entrenamiento (ranking y penalizaciones), y el nº de competiciones previas (penalizaciones). Autores como Kununose *et al.* (2002) y Visser *et al.* (2003) demostraron la influencia del entrenamiento sobre el rendimiento deportivo del animal, haciendo especial hincapié en los beneficios de un entrenamiento progresivo y continuado desde que el animal es joven. Nuestros resultados (tabla 2) muestran que los animales que han sido entrenados durante un período inferior a 6 meses presentan una clara diferencia con respecto a los demás, obteniendo peores resultados, tanto en el ranking, como en el número de errores cometidos durante el recorrido, mientras que los que llevan entrenando más de 24 meses, son los que mejores resultados deportivos obtienen.

Como era de esperar, los 2 factores aleatorios (jinete y padre), han sido significativos

para las dos variables, explicando los mayores porcentajes de varianza del modelo (8,38% y 7,03% el jinete; 9,25% y 1,64% el padre, para el ranking y las penalizaciones, respectivamente). El componente genético aditivo del animal sería equivalente a un 37% y 6,56% para ranking y penalizaciones, respectivamente. La influencia del jinete sobre el rendimiento deportivo del animal ha sido ampliamente constatada en diversos estudios, afectando desde la amplitud y elevación del salto en el animal (Peham *et al.*, 2004), la capacidad para saltar obstáculos (Murray *et al.*, 2005), hasta incluso su comportamiento (Hausberger *et al.*, 2004).

Finalmente, se evaluó otro modelo Mixed en el que se incluyeron los principales factores que habían resultado significativos de forma concatenada (*Localización, Nivel de Entrenamiento* del animal, *Nivel de Estrés* antes de la competición, y *Condiciones Climáticas*), resultando todos significativos,

tanto para las penalizaciones como para el ranking (resultados no mostrados). Los mayores porcentajes de la varianza se explicaban en el caso del ranking, con el clima y la edad y para las penalizaciones, con el clima y el nivel de estrés.

Por lo tanto, según los resultados obtenidos en este estudio, para obtener una evaluación adecuada del rendimiento deportivo del animal para esta disciplina, sería necesario incluir en el modelo de valoración la edad del animal, los factores relacionados con el clima, el nivel de estrés y el lugar de celebración del concurso, así como el efecto jinete.

Bibliografía

- Aldridge LI, Kelleher DL, Reilly M, Brophy PO, 2000. Estimation of the genetic correlation between performances at different levels of show jumping competitions in Ireland. *J. Anim. Breed. Genet.*, 117, 65-72.
- Giovagnoli G, Trabalza Marinucci M, Bolla A, Borghese A, 2002. Transport stress in horse: an electromyographic study on balance preservation. *Livest. Prod. Sci.*, 73, 247-254.
- Hausberger M, Bruderer C, Le Scolan N, Pierre JS, 2004. Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *J. Compar. Psycho.*, 118(4), 434-446.
- Jones J, 2003 Transporting Horses: Minimizing the stress. *J. Equine Vet. Sci.*, 23(12), 543-545.
- Kununose R, Ymanobe A, 2002. The effect of training schedule on learned tasks in yearling horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 78, 225-233.
- Mota MDS, Abrahão AR, Oliveira HH, 2005. Genetic and environmental parameters for racing time at different distance in Brazilian Thoroughbreds. *J. Anim. Breed. Genet.*, 122, 393-399.
- Murray JK, Singer ER, Morgan KL, Proudman CJ, French NP, 2005. Risk factors for cross-country horse falls at one-day events and at two-/three-day events. *The Vet. J.*, 170, 318-324.
- Ott EA, 2005. Influence of temperature stress on the energy and protein metabolism and requirements of the working horse. *Livest. Prod. Sci.*, 92, 123-130.
- Peham C, Licka T, Schobesberger H, Meschan E, 2004. Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Hum. Mov. Sci.*, 23, 663-671.
- Proudman C, Pinchbeck G, Clegg P, French N, 2004. Risk of horses falling in the Grand National. Analysis of past tumbles in this gruelling steeplechase points to ways of making it safer. Brief communication. *Nature*, 428, 385-386.
- Santamaría SA, Bobbert MF, Back W, Barneveld A, Van Weeren PR, 2006. Can early training of show jumpers bias outcome of selection events? *Livest. Sci.*, 102, 163-170.
- Skinner JS, 2001 Do genes determine champions?. *Gatorade Sports Science Institute*, 14, 83-86.
- Snell EJ, 1964. *Biometrics*, 20, 592-607.
- Valera Córdoba M, Gómez MD, Cervantes I, Bartolomé Medina E, Peña F, Molina A, 2006. Evaluación de los factores que condicionan el comportamiento evaluador de los jueces en las pruebas de calificación equinas. A Coruña, España.
- Visser EK, van Reenen CG, Schilder MBH, Barneveld A, Blokhuis HJ, 2003. Learning performances in young horses using two different learning tests. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 80, 311-326.
- Wallin L, Strandberg S, Philipsson J, 2003. Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-year-olds and lifetime performance results in dressage and show jumping. *Livest. Prod. Sci.*, 82, 61-71.

(Aceptado para publicación el 28 de abril de 2008)