

# VARIACIONES EN EL PATRÓN BIOCINEMÁTICO BÁSICO DEL PASO DE CABALLOS DE TRES RAZAS GUIADOS DE LA MANO

## VARIATIONS IN THE BASIC BIOKINEMATIC PATTERN IN THREE BREEDS OF HORSES AT THE HAND-LED WALK

Galisteo, A.M., J. Vivo, F. Miró, J.L. Morales, J.G. Monterde y M.R. Cano

Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Edificio de Sanidad Animal. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba. España.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Locomoción equina.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Equine locomotion.

### RESUMEN

En este estudio se compararon los parámetros lineales y temporales del tranco de paso de caballos adultos de Pura Raza Española (n=10), Angloárabe (n=6) y Árabe (n=7). Las velocidades fueron similares en las tres razas ( $1,63 \pm 0,10$  m/s), por lo que las comparaciones estadísticas se realizaron mediante un análisis de la varianza y un test de comparación de medias (Test de Tukey).

La amplitud de tranco fue más corta en Árabes y Españoles que en Angloárabes, mientras que la longitud de sobrehuella fue mayor en los Árabes.

La duración del ciclo del miembro torácico fue mayor en Angloárabes debido a una mayor duración en esta raza de la fase de apoyo. La posición de apoyo medio (expresada porcentualmente a la duración total del ciclo) difirió entre las tres razas, indicando que cada raza presenta tiempos de frenada y propulsión del miembro torácico diferentes a las demás; no así en el instante en el que el casco alcanza el punto más alto de su trayectoria. En el miembro pelviano las diferencias fueron mucho menos marcadas, ya que se detectaron pequeñas diferencias en la duración del

ciclo entre Árabes y Angloárabes, mientras que la duración del tranco fue mayor en Españoles y Angloárabes que en los Árabes; los tiempos de frenada y propulsión (determinada por la posición a lo largo del tranco del apoyo medio) no difirió entre razas, lo mismo que el instante en que el casco pelviano se encuentra en el punto más alto de su trayectoria.

Se puede concluir que existen marcadas diferencias entre razas equinas en los parámetros lineales del tranco al paso, al igual que sucede con los parámetros temporales del miembro torácico, mientras que en el pelviano son menos marcadas, probablemente porque este miembro está funcionalmente más comprometido que el torácico en la propulsión del caballo.

### SUMMARY

In this study the lineal and temporal parameters of the stride of andalusian (n=10), angloarabian (n=6) and arabian (n=7) mature horses were compared at the walk. The speeds were similar in the three breeds ( $1.63 \pm 0.10$  m/s), for what the

*Arch. Zootec. 48: 327-335. 1999.*

statistical comparisons were carried out by an analysis of the variance, and a means comparison test (Tukey test).

The stride length was shorter in arábians and andalusians than in angloarábians, while the overtracking length was bigger in the arábians.

The duration of the forelimb cycle was bigger in angloarábians due to a bigger duration in this breed of the stance phase. The midstance position (expressed as a percentage of the stride duration) differed among the three breeds, indicating that each one shows times of braking and propulsion of the forelimb different to the other ones; but not in the instant in which the hoof reaches the highest point in its trajectory. In the hind limb the differences were much less marked, since small differences were detected in the duration of the cycle between arábians and angloarábians, while the stride duration was longer in andalusians and angloarábians than in the Arábians; the braking and propulsion phases (determined by the position along the stride of the midstance position) didn't differ among breeds, the same with the instant in which the hindhoof reach the highest point in its trajectory.

It can be concluded that marked differences exist between equine breeds in the lineal parameters of the stride at the walk, and the temporal parameters of the forelimb, while in the hind limb are less marked, probably because this member is functionally committed in the propulsion of the horse.

## INTRODUCCIÓN

Una raza de animales domésticos es un grupo de animales que, como consecuencia de los métodos de reproducción y de selección, poseen algunas características perceptibles, ya que la selección practicada durante generaciones suele fijar algunas que posteriormente se transmiten a las generaciones sucesivas (BRIGGS, 1969).

En el libro de registro-matrícula de caballos y yeguas de Pura Raza Española (1995) se establece el método de valoración por puntos para los individuos que se inscriben como reproductores. Con él se juzgan los animales individualmente tomándose como referencia un ideal imaginario que se considera que debe coincidir con el tipo o modelo racial (Aparicio, 1994).

En el citado libro se describen los caracteres morfológicos que deben poseer los animales de esta raza; aunque en estos sistemas de valoración se otorga mayor relevancia a la valoración morfológica, pues los rasgos funcionales son de difícil apreciación (Aparicio, 1994).

Hoy en día existen técnicas objetivas (histoquímica muscular, pruebas fisiológicas, etc.) que permiten cuantificar algunas de las características funcionales. Así se han descrito ciertas diferencias en patrones de fibras musculares (López-Rivero *et al.*, 1989) y en relación a algunos parámetros fisiológicos (Castejón *et al.*, 1994) entre algunas razas más o menos implicadas en diferentes modalidades deportivas, aunque hasta hoy estos aspectos no se tienen en consideración en la selección de reproductores. Además existen hoy en día pruebas biomecánicas que pueden valorar de forma objetiva el movimiento (Degueurce *et al.*, 1997).

Hasta el momento no se han realizado comparaciones en el patrón locomotor básico de diferentes razas al paso, aunque Galisteo *et al.* (1997) compararon el patrón biocinemático del miembro torácico de caballos Pura Raza Española y Sangre caliente Holandeses al trote guiado de la mano, y Muñoz *et al.* (1995) lo hicieron sobre

algunos parámetros del movimiento entre caballos de pura raza española y angloárabes al galope de carrera.

El objetivo de este estudio es cuantificar las características biocinemáticas lineales y temporales del paso de caballos de diferentes razas, manifestando las diferencias que se produzcan, de modo que puedan servir de referencia para establecer en el futuro un patrón de locomoción del paso en caballos guiados de la mano.

### MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron 23 sementales inscritos en los libros de registro-matrícula de tres razas: 10 de Pura Española (PRE), siete de Pura Raza Árabe (AR) y seis Angloárabes (AA), todos ellos sementales sanos, y ninguno incluido en ningún tipo de programa de trabajo o entrenamiento específico. Todos los sementales pertenecían al Centro de Reproducción Equina nº 3, situado en Ecija (Sevilla, España) y vivían bajo las mismas condiciones ambientales, de alimentación y manejo.

En cada caballo se midió la altura a la cruz con un bastón hipométrico y posteriormente fue grabado al paso guiado de la mano empleando una videocámara fijada al suelo (Sistema Hi8), con una frecuencia de muestreo de 25 cuadros por segundo colocada a 11 m perpendicular a la pista por la que pasaron. La posición de la lente de la videocámara permitía un campo de visión de 7 m de anchura para así poder registrar al menos dos trancos completos consecutivos en cada pasada. La velocidad de obturación de la cámara

se colocó tan alta como lo permitieron las condiciones ambientales (1:4000 a 1:10000) para así obtener imágenes estables en el modo de reproducción cuadro a cuadro.

La pista era de 20 m de longitud por 1.5 m de anchura; las grabaciones de efectuaron en el centro de la pista con el fin de obtener movimientos equilibrados de los caballos. Se colocaron marcadores en la pista para servir como referencia para la posterior calibración del sistema y para calcular las velocidades de desplazamiento de los caballos.

Se seleccionaron seis pasadas de cada uno de los caballos para su posterior análisis. Cada pasada fue almacenada como un fichero en un ordenador personal compatible en formato de vídeo empleando una tarjeta digitalizadora (Movie Machie Pro®) acoplada a una tarjeta compresora de vídeo (MJPG®) a tiempo real (25 cuadros al segundo, 726\*560 píxeles). Las pasadas se analizaron con la ayuda de un analizador de movimiento (SMVD 1.0<sup>o</sup>, Miró *et al.*, 1996; Galisteo *et al.*, 1997). La resolución lineal del sistema se obtiene dividiendo por 726 la longitud del campo de visión de la cámara; en este caso fue de 7 m. Los valores temporales fueron determinados como el tiempo transcurrido ente dos sucesos consecutivos contando el número de cuadros y multiplicando por 0,04 segundos que es la resolución temporal del sistema (25 cuadros por segundo).

Los parámetros analizados fueron la velocidad, amplitud del tranco, calculado como la media de las distancias cubiertas entre dos contactos consecutivos de los miembros torácico y

**Tabla I.** Parámetros biocinemáticos básicos de caballos de tres razas al paso guiado de la mano. (Basic biokinematic parameters from horses of three breeds at the hand-led walk).

	Pura raza árabe (a)	Angloárabe (b)	Pura raza español (c)
Velocidad (m/s) <sup>ns</sup>	1,63±0,09	1,64±0,11	1,63±0,13
Amplitud de tranco (cm) <sup>**</sup>	178,5±14,9 <sup>b</sup>	187,0±6,0 <sup>ac</sup>	180,7±10,2 <sup>b</sup>
Sobrehuella (cm) <sup>***</sup>	18,6±14,7 <sup>bc</sup>	9,0±10,6 <sup>a</sup>	5,0±11,8 <sup>b</sup>
<b>MIEMBRO TORÁCICO</b>			
Duración total (s) <sup>**</sup>	1,098±0,067 <sup>b</sup>	1,152±0,085 <sup>ac</sup>	1,109±0,073 <sup>b</sup>
Duración del apoyo (s) <sup>***</sup>	0,689±0,049 <sup>b</sup>	0,742±0,080 <sup>ac</sup>	0,685±0,066 <sup>b</sup>
Duración del vuelo (s) <sup>*</sup>	0,409±0,028 <sup>c</sup>	0,411±0,027	0,424±0,030 <sup>a</sup>
Fase de frenada (p.100) <sup>***</sup>	21,5±2,1 <sup>bc</sup>	19,9±2,9 <sup>ac</sup>	24,9±2,8 <sup>ab</sup>
Fase de propulsión (p.100) <sup>***</sup>	41,5±2,5 <sup>bc</sup>	44,1±2,6 <sup>ac</sup>	36,7±3,6 <sup>ab</sup>
p.100 de apoyo <sup>*</sup>	62,7±1,6 <sup>b</sup>	64,2±2,9 <sup>ac</sup>	61,6±2,8 <sup>b</sup>
Máx. elevación casco (p.100) <sup>ns</sup>	71,4±5,2	71,5±4,0	72,1±3,8
<b>MIEMBRO PELVIANO</b>			
Duración total (s) <sup>*</sup>	1,092±0,069 <sup>b</sup>	1,147±0,086 <sup>a</sup>	1,123±0,064
Duración del apoyo (s) <sup>***</sup>	0,665±0,047 <sup>b</sup>	0,711±0,074 <sup>a</sup>	0,693±0,043 <sup>a</sup>
Duración del vuelo (s) <sup>ns</sup>	0,426±0,039	0,429±0,026	0,430±0,313
Fase de frenada (p.100) <sup>ns</sup>	29,9±2,7	30,0±2,0	30,0±2,4
Fase de propulsión (p.100) <sup>ns</sup>	30,8±2,8	32,2±2,1	31,8±2,8
p.100 de apoyo <sup>*</sup>	61,0±2,3 <sup>b</sup>	62,3±2,4 <sup>a</sup>	61,7±1,7
Máx. elevación casco (p.100) <sup>ns</sup>	69,8±4,7	70,8±6,1	71,5±6,4

Nota: Resultados de un ANOVA entre razas: no significativo (ns), p<0,05 (\*), p<0,01 (\*\*) y p<0,001 (\*\*\*). Se presenta también el resultado de un Test de Tukey: a, b y c indican diferencias entre árabes, angloárabes y PRE respectivamente.

pelviano derechos; la longitud de sobrehuella, calculada como la distancia en que el miembro pelviano precede la huella del torácico del mismo lado (Clayton, 1995); la duración del ciclo del miembro, como el tiempo transcurrido entre dos pisadas del mismo miembro considerando el impacto del casco con el suelo como el primer cuadro en el que cualquier parte del casco toca el suelo y la elevación del miembro como el cuadro en el que el casco está claramente separado del

suelo (Clayton, 1994). Este ciclo se descompuso en las fases de apoyo y de vuelo, expresadas tanto en valores absolutos (segundos) como porcentualmente respecto a la duración total del ciclo del miembro correspondiente. Dentro de la fase de apoyo se diferenciaron entre las fases de frenada y de propulsión, limitadas por la posición de apoyo medio, que fue definida por Drevemo *et al.* (1980) como el instante en el que el metacarpo se encuentra en posición vertical o la articulación de

## BIOCINEMÁTICA DEL PASO EN TRES RAZAS DE CABALLOS

la cadera se encuentra en la vertical del casco pelviano. Finalmente, se determinó el instante en el que el casco alcanza el punto más alto de su trayectoria, siendo expresado como porcentaje de la duración total del tranco. Todos estos parámetros temporales de calcularon tanto en el miembro torácico como en el pelviano.

Se calcularon los estadísticos básicos (media y desviación típica) en cada raza. Con el fin de detectar diferencias entre razas se realizó un ANOVA, comparando las medias raza a raza mediante un test de comparación de medias (Test de Tukey) fijando el nivel de significación estadística en el 95 p.100. También se realizaron correlaciones entre algunas variables, calculándose en su caso el coeficiente de correlación de Pearson y su nivel de significación estadística. Todo el tratamiento estadístico se realizó empleando el *Statistical Analysis System* (SAS; SAS Inc, 1982).

### RESULTADOS

La altura a la cruz fue significa-

tivamente diferente entre los caballos de las tres razas estudiadas (AR=147,2±2,1 cm, AA=161±3,1 cm y PRE=158,2±3,4 cm;  $p<0,001$ ). Los estadísticos descriptivos de las variables lineales y temporales analizadas en las tres razas se presentan en la **tabla I**. El ANOVA no detectó diferencias entre las velocidades a las que pasaron los caballos de las tres razas ( $p>0,05$ ), si bien la amplitud de tranco fue significativamente más corta en AR y PRE que en AA. La longitud de sobrehuella (overtracking) fue mayor en AR ( $p<0,001$ ).

La mayoría de las variables analizadas en el miembro torácico mostraron diferencias entre las razas; únicamente el instante en el que el casco alcanza el punto más alto de su trayectoria no fue significativo, y solamente el p.100 de apoyo medio fue significativamente diferente entre las tres razas, situándose la mayoría de las diferencias en los AA respecto de los AN y AR en las otras variables.

En el miembro pelviano las diferencias entre razas fueron escasas, ninguna variable mostró marcadas diferencias respecto a las otras, siendo más

**Tabla II.** Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables lineales en las tres razas. Sólo se presentan aquellos coeficientes que son estadísticamente significativos ( $p<0,05$ ). (Pearson's correlation coefficient between linear variables from three breeds of horses. Only are presented those that have a significative ( $p<0.05$ ) Pearson's correlation coefficient).

	Tres razas	Angloárabe	Árabe	PRE
Alzada vs Amplitud	-----	0,398*	-----	-0,374**
Alzada vs Sobrehuella	-0,324***	-----	-----	-----
Amplitud vs Sobrehuella	0,630***	0,576***	0,884 ***	0,750***

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$ .

bien de carácter puntual las diferencias detectadas entre las razas.

Los resultados de un análisis de correlación de las variables lineales entre sí y frente a la alzada se presentan en la **tabla II**.

## DISCUSIÓN

En el método de valoración por puntos las características funcionales valoradas constituyen un 15 p.100 de la puntuación total en los machos y un 10 p.100 en las hembras. La descripción de las características funcionales apuntan a que el P.R.E. ha de *poseer movimientos ágiles, elevados, extensos, armónicos y cadenciosos*, sin indicar en qué condiciones se han de valorar, ni los parámetros de referencia; sino que únicamente se basan en la experiencia de un juez.

Partiendo de la base de que los caballos cuando son examinados en condiciones similares tienden a repetir su patrón de movimiento (Degueurce *et al.*, 1997), el método de análisis de la locomoción normal puede estandarizarse, y aplicando métodos de análisis apropiados se pueden determinar diferencias en el comportamiento locomotor de animales de diferentes características, como la raza.

Un modelo idealizado del paso es aquel en el que las fases de apoyo de los cuatro miembros tienen la misma duración, al igual que las fases de vuelo (Pratt, 1983), o bien las pisadas se encuentran fuera de fase un cuarto de tranco (Clayton, 1995).

A pesar de que el paso es un aire en el que no se requieren esfuerzos del caballo, ya que es el aire más lento,

existen diferencias entre caballos de distintas razas en los parámetros lineales del tranco y los temporales de los miembros. Entre ellos destaca que a velocidades iguales los caballos que poseen mayor alzada son los que alcanzan una mayor longitud de tranco, como es el caso de los AA, mientras que los PRE y AR no mostraron diferencias en las amplitudes de sus trancos respectivos. Clayton (1995) encontró diferencias en la amplitud de tranco de diferentes tipos de paso en caballos montados debidas a un incremento de la longitud de sobrehuella, ya que la distancia lateral no varió entre los tres tipos de paso.

De todas maneras es destacable el hecho de la gran variabilidad que presentaron los individuos de las tres razas en cuanto a la longitud de sobrehuella, a pesar de las cuales la prueba estadística detectó diferencias significativas entre ellas. Esta marcada variabilidad, expresada por los valores relativamente altos de la desviación estándar, se puede apreciar en caballos montados al paso reunido, medio y extendido, de los datos aportados por Clayton (1995), aunque no fueron comentados por la autora.

Resulta sorprendente que la raza que alcanza mayor longitud de tranco no presentase mayor longitud de sobrehuella, con lo que la aseveración tradicional de que los caballos que más sobrepasan la huella son más andadores no puede ser explicada en este estudio a la vista de los resultados, ya que precisamente fue la raza con menor amplitud de tranco la que demostró mayor capacidad para adelantar la huella de los pelvianos a la de los respectivos torácicos. Probablemente sean

otros los factores que dominen este hecho. En realidad es fácil justificar tales diferencias en base a cuestiones morfológicas, además de justificarse en el papel desempeñado en este aire por determinadas articulaciones, sobretodo del miembro pelviano, aunque esto merecería un estudio aparte más detallado.

Destaca el diferente comportamiento que se detecta en cuanto a la correlación entre la alzada y la amplitud del tranco, ya que en los caballos AA es de signo positivo y en los PRE es de signo negativo, ambas significativas, lo que implica un comportamiento diferente en cada una de las dos razas; lo esperable sería lo que hace el AA, resultando muy sorprendente y difícil de explicar lo que muestra el PRE, y por ello es por lo que probablemente el AA posee mayor amplitud de tranco.

Por otra parte, en las tres razas existe una correlación significativa entre la amplitud de tranco y la longitud de sobrehuella (**tabla II**). Clayton (1995) señaló que una mayor amplitud de tranco se logra mediante un incremento de la distancia de sobrehuella; nuestros resultados vienen a confirmar dicha afirmación, hecho que se refleja en la correlación significativa entre amplitud y sobrehuella al incluir todos los caballos, si bien hay que destacar la diferente magnitud de los coeficientes de correlación al considerar las razas por separado, sobretodo en los AR.

Un factor conformacional importante que diferencia a las tres razas es la alzada a la cruz; Galisteo *et al.* (1998) analizaron la influencia que ejerce la altura a la cruz sobre las variables biocinemáticas del tranco y de los

miembros al trote en un grupo homogéneo de caballos (igual raza, sexo y edad), y afirmaron que en un grupo de caballos de la misma raza (PRE), únicamente se encontró una correlación significativa (positiva) entre la altura a la cruz y las variables lineales (longitud del tranco y longitud de sobrehuella), pero nunca con las variables temporales. En nuestro estudio, la raza más alta (AA) mostró la mayor longitud de tranco, pero por otra parte la de menor alzada (AR) mostró una mayor longitud de sobrehuella, probablemente debido a un mayor grado de retracción del torácico y protracción del miembro pelviano en el tranco, aunque este hecho merece ser investigado.

A lo largo del ciclo de cada miembro hay varios instantes fácilmente identificables como la fase de apoyo medio, el momento de inicio de la fase de vuelo o el instante en el que el casco alcanza el punto más alto de su trayectoria; y estos pueden ser expresados en relación a la duración total del ciclo del miembro de manera porcentual.

Nuestros resultados muestran por lo general mayores diferencias respecto a los parámetros temporales en el miembro torácico que en el pelviano. El único parámetro que no se muestra diferente entre las razas es el instante de máxima elevación del casco, que es un parámetro indicativo de su trayectoria.

La duración del ciclo del miembro torácico y pelviano fue mayor en AA que en las otras dos razas. Es destacable el hecho de que estas diferencias son debidas a la mayor duración del apoyo en ambos miembros, sobretodo en los pelvianos, en los que los tiempos de vuelo no difieren entre

las 3 razas y es por un incremento en la duración del apoyo por lo que el porcentaje de apoyo se ve incrementado.

La posición de apoyo medio establece el límite entre las fases de frenada y de propulsión de cada uno de los miembros. Drevemo *et al.* (1980) definieron la fase de frenada como aquella entre el contacto del casco con el suelo hasta la posición de apoyo medio, y fase de propulsión desde ahí hasta que el miembro es levantado del suelo. Esta posición es fácil de determinar a lo largo del tranco en ambos miembros. Es destacable que mientras en el miembro pelviano no se detectaron diferencias entre las razas, en el torácico las tres razas presentan la duración del periodo de frenada diferente, siendo en orden de mayor a menor PRE, AR y AA, mientras que el de propulsión a la inversa.

En la valoración de las características del movimiento en potros para ser inscritos en el libro de registro matrícula se juzgan los animales al paso y al trote a velocidades y en condiciones semejantes a las utilizadas en este estudio para el paso, y las presentadas

por Galisteo *et al.* (1997, 1998) para el trote. Por otro lado, como ya señalaron estos autores y Miró *et al.* (1996) el sistema de videografía asistido por ordenador es objetivo y útil en la valoración del movimiento equino, por lo que los valores obtenidos para cada variable, especialmente aquellos en los que se han detectado diferencias entre razas (amplitud de tranco, distancia de sobrehuella, y duración de la fase de frenada en el miembro torácico) pueden servir de punto de partida en el establecimiento de un patrón para cada raza, requiriendo naturalmente de un mayor número de registros, para servir como orientación a los jueces encargados de las citadas evaluaciones.

Por todo ello, se puede concluir que existen diferencias entre razas en algunos de los parámetros básicos que definen el tranco de paso. Entre estas diferencias destacan los parámetros lineales y temporales del miembro torácico, mientras que en el pelviano tales diferencias son menos marcadas, motivado quizás porque este miembro está más comprometido que el torácico en la propulsión del caballo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, J.B. 1994. Clasificación del caballo de Raza Española en concursos morfológicos nacionales. *El caballo Español*, 4: 30-32.
- Briggs, H.M. 1969. Razas modernas de animales domésticos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Castejón, F., D. Rubio, P. Tover, M. Vinuesa and C. Riber. 1994. A comparative study of aerobic capacity and fitness in three different horse breeds (Andalusian, Arabians and Anglo-Arabian). *J. Vet. Med. A.*, 41: 645-652.
- Clayton, H.M. 1994. Comparison of the stride kinematics of the collected, working, medium and extended trot in horses. *Equine Vet. J.*, 26: 230-234.
- Clayton, H.M. 1995. Comparison of the stride kinematics of the collected, medium and extended walks in horses. *Am. J. Vet. Res.*, 56: 849-852.
- Degueurce, C., F. Pourcedot, F. Audigie, J.M. Denoix and D. Geiger. 1997. Variability of the limb joint patterns of sound horses at the trot. *Equine Vet. J. Suppl.*, 23: 89-92.



## BIOCINEMÁTICA DEL PASO EN TRES RAZAS DE CABALLOS

- Drevemo, S., G. Dalin, I. Fredricson and G. Hjertén. 1980. Equine locomotion 1. The analysis of linear and temporal stride characteristics of trotting standardbreds. *Equine Vet. J.*, 12: 60-65.
- Galisteo, A.M., J. Vivo, M.R. Cano, J.L. Morales, F. Miró and E. Agüera. 1997. Differences between breeds (Dutch warmblood vs Andalusian purebred) in forelimb kinematics. *J. Equine Sci.*, 8: 43-47.
- Galisteo, A.M., M.R. Cano, J.L. Morales, J. Vivo and F. Miró. 1998. The influence of speed and height at the withers on the kinematics of sound horses at the hand-led-trot. *Vet. Res. Comm.*, 22: 415-423.
- López-Rivero, J.L., E. Agüera, J.G. Monterde, M.V. Rodríguez-Barbudo and F. Miró. 1989. Comparative study of muscle fiber type composition in the middle gluteal muscle of Andalusian, Thoroughbred and Arabian horses. *J. Equine Vet. Sci.*, 9: 337-340.
- Miró, F., J.L. Morales, J. Vivo, E. Agüera, M.R. Cano and A.M. Galisteo. 1996. Videography computer aided: A useful method in horse locomotion. *Procc. Third International Workshop in Animal Locomotion*. Pp: 11.
- Muñoz. A., R. Santisteban, D. Rubio, E. Agüera, B.M. Escribano and F.M. Castejón. 1995. Locomotion differences between Andalusian and Anglo-Arabian horses. 27<sup>th</sup> Congreso de la Sociedad Española de Fisiología y la *Physiological Society*, 2-5 de Octubre, Salamanca, España.
- Pratt, G.W. 1983. Remarks on gait analysis. En: *Equine Exercise Physiology 1*. Snow, D.H., Persson, S.G.B. and Rose, R.J. (Eds). Burlington Press Ltd., Foxton, Cambridge; pp: 245-262.

*Recibido: 5-5-99. Aceptado: 4-11-99.*

*Archivos de zootecnia vol. 48, núm. 183, p. 335.*