

Determinación de algunos parámetros cardiovasculares como indicadores de rendimiento deportivo en caballos de carreras *purasangre-inglés (psi)* del hipódromo “los comuneros” de Guarne, Antioquia.

Determination of some cardiovascular parameters as indicators of endurance in thoroughbred horses of “los comuneros” race track from Guarne, Antioquia.

Maria Patricia Arias¹, Julián Gaviria², Isabel Cristina Vélez³,

Resumen

Se determinó mediante pruebas máximas de campo algunos parámetros cardiovasculares como indicadores del rendimiento deportivo en caballos Pura Sangre Inglés del Hipódromo Los Comuneros de Guarne, Antioquia. Se realizaron pruebas máximas en 20 caballos de carreras PSI en las que se midió con un pulsómetro para caballos *POLAR 810* la frecuencia cardiaca en reposo, la frecuencia cardiaca promedio y la frecuencia cardiaca máxima; a partir de estas variables se calculó la velocidad media, la velocidad 150 (V_{150}), la velocidad 200 (V_{200}) y el índice de recuperación.

Los datos se analizaron mediante el programa EXCEL, se aplicó estadística descriptiva para todas las variables estudiadas y se realizó un análisis de proyección lineal para determinar la V_{150} , la V_{200} . Se estableció la normalidad de los datos para determinar las medidas de tendencia central. Se encontró que el promedio de la frecuencia cardiaca en reposo fue de 33 latidos por minuto, durante la prueba máxima la frecuencia cardiaca promedio fue de 146 lpm, la frecuencia cardiaca máxima fue de 241 lpm, la velocidad media de carrera fue de 7,1 m/seg, la V_{150} promedio fue de 6,3 m/seg y la V_{200} promedio fue de 8,4 m/seg.

La frecuencia cardiaca promedio y la velocidad media de carrera indicaron que el estado físico de los caballos PSI del hipódromo Los Comuneros es óptimo y el entrenamiento se realiza a una intensidad adecuada. La V_{150} indica que los caballos mejoran su rendimiento a lo largo del entrenamiento y la V_{200} demuestra que el entrenamiento aumenta su capacidad física de trabajo. La recuperación de los caballos fue rápida lo cual corrobora su buen estado físico.

¹ Maria Patricia Arias, MV, MSc Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad CES, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tel: 4440555 ext 372. Fax: 311 35 05. Medellín. Email: marias@ces.edu.co

² Julián Gaviria, MVZ. Email: juliangaviria@hotmail.com

³ Isabel Cristina Vélez, MVZ. Email: cvj7hotmail.com

El análisis de las variables fisiológicas estudiadas es un buen método para evaluar la capacidad física de trabajo y el rendimiento deportivo de los caballos atletas.

Abstract

Some cardiovascular parameters were determined by maximal field tests as indicators of endurance in Thoroughbred horses from Los Comuneros race track from Guarne, Antioquia. It were made maximal tests in 20 PSI race horses in which was measured the heart rate at rest, the mean heart rate and the maximal heart rate with a heart rate monitor Polar 810; it was calculated from these variables the mean velocity, the 150 velocity (V_{150}), the 200 velocity (V_{200}) and the recuperation index. The data were analyzed in EXCEL program, it was applied descriptive statistics for all the studied variables and it was made a linear projection analysis to determine the V_{150} , and V_{200} . It was established the normality of the data to determine the central tendency measurements.

The mean heart rate at rest was 33 bpm, during the maximal test the mean heart rate was 146 bpm, the maximal heart rate was 241 bpm, the mean velocity was 7.1 m/seg, the mean V_{150} was 6,3 m/seg and the mean V_{200} was 8,4 m/seg.

The mean heart rate and mean race velocity indicated that the body fitness of the Thoroughbred horses from Los Comuneros race track is optimum and the training is made at an adequate intensity. The V_{150} indicate that the horses improve their endurance among the training and the V_{200} shows that the training increases the work physical capacity. The recuperation of the horses was quick which corroborates their good body fitness. The analysis of the physiological variables studied is a good method to evaluate the physical work capacity and the sport endurance in athletic horses.

Palabras Claves

Caballo atleta, capacidad física de trabajo, ejercicio, umbral anaeróbico, umbral aeróbico.

Key Words

Horse, power work capacity, exercise, aerobic threshold, anaerobic threshold.

Introducción

La aptitud física del caballo atleta está determinada por factores endógenos como la raza, la edad y el estado fisiológico y exógenos como el entrenamiento; éste último produce una serie de cambios fisiológicos, especialmente, del sistema cardiovascular, como resultado de esfuerzos repetitivos que incrementan la demanda metabólica y el trabajo cardíaco⁽⁶⁾.

La evaluación de los parámetros cardiovasculares de los caballos de carreras permite estimar el rendimiento deportivo y detectar trastornos subclínicos que interfieren con el mismo^(2,7). Se han desarrollado varias pruebas en pista y en laboratorio (en banda rodante) para evaluar la capacidad de trabajo de un caballo atleta; las pruebas en pista tienen la ventaja de poder evaluar al caballo en las mismas condiciones en las cuales éste se encuentra en la competencia real^(8,17).

Las mediciones que se pueden realizar en pruebas de carreras en campo para valorar la capacidad física de trabajo de los caballos atletas son:

La frecuencia cardíaca basal, que es el valor mínimo de frecuencia cardíaca medida bajo condiciones de reposo, es decir, antes de que al caballo haya comido, realizado ejercicio o haya sido sometido a estrés, por esta razón es más confiable medirla durante las primeras horas de la mañana. La frecuencia cardíaca promedio, estimada para establecer la intensidad de la actividad física e inferir las zonas de entrenamiento entre las cuales el caballo ha trabajado, ya que existe una correlación directa entre ambas variables.

La frecuencia cardíaca máxima, que es el mayor valor de la frecuencia cardíaca alcanzada en una prueba de máximo esfuerzo que se sostiene por más de cinco segundos y determina la capacidad de trabajo del animal⁽⁸⁾. La velocidad 150, que es la velocidad a la cual corre el caballo cuando su frecuencia cardíaca es de 150 latidos por minuto, esta coincide con el umbral aeróbico, esto es, el tiempo durante el cual comienza a acumularse el lactato en sangre por encima de 2 mmol/L⁽¹³⁾.

La velocidad 200, que es la velocidad que alcanza el caballo cuando su frecuencia cardíaca de 200

pulsaciones por minuto y coincide con el umbral anaeróbico, éste es, el tiempo durante el cual el lactato sérico empieza a acumularse por encima de 4 mmol/L⁽⁴⁾. El índice de recuperación (IR), que se determina midiendo la frecuencia cardíaca durante los cinco primeros minutos de la recuperación inmediatamente después de terminar la actividad física y es un reflejo del estado físico del animal⁽⁷⁾.

Los anteriores parámetros fisiológicos son los mínimos que se deben conocer en todo caballo atleta y deben ser evaluados cada tres meses en un programa de entrenamiento equino, para inferir el estado físico y la capacidad de trabajo máxima de un caballo de carreras, al igual que el progreso del entrenamiento al cual es sometido cada animal. También es importante diagnosticar tempranamente disfunciones subclínicas, tales como el sobreentrenamiento, las patologías cardiorespiratorias y otras alteraciones que limitan el rendimiento del caballo en el periodo competitivo⁽⁷⁾.

Hasta ahora, se han evaluado los parámetros fisiológicos que permiten inferir el rendimiento deportivo en los caballos de carreras PSI colombianos. Se han desarrollado varios protocolos en banda rodante para medir la capacidad de trabajo en caballos atletas; sin embargo, estas pruebas requieren de un equipo costoso y especializado. Por lo anterior, es necesario desarrollar pruebas de campo que permitan evaluar el rendimiento de los caballos de carreras PSI, de una manera práctica, económica y viable en el hipódromo y, posteriormente, en otros campos.

Materiales y Métodos

Entre una población de 400 caballo de carreras *Pura Sangre Inglés (PSI)* del Hipódromo *Los Comneros* situado en Guarne, Antioquia, a 2005 m. s.n.m., con un promedio de temperatura de 16 °C (SEM 0,8) y una humedad relativa ambiental de 59,5% (SEM 0,5), se estudiaron 20 caballos de carreras PSI, adultos, machos y hembras, con un peso promedio aproximado de 440 Kg., clínicamente sanos, activos o en periodo competitivo. A cada caballo se le realizó un examen clínico general antes de comenzar las

pruebas de campo, sólo los animales clínicamente sanos fueron incluidos en el estudio.

La realización de las pruebas de campo no implicó riesgos de salud para los animales del estudio. Los preparadores fueron informados del proyecto y del protocolo experimental y dieron su consentimiento para la realización del presente estudio.

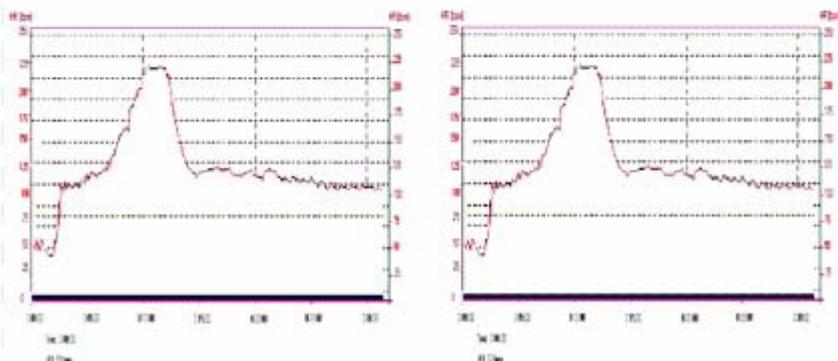
Se realizaron dos pruebas por ejemplar (con un intervalo de 8 días) en la pista del hipódromo, en la mañana, antes de ingerir la primera comida del día. El calentamiento consistió en una caminata del caballo con su jinete durante 10 minutos y luego un trote durante 5 minutos en la pista de arena, luego se dio inicio a una carrera de 800 m, con una velocidad creciente hasta terminar la distancia fijada. Al finalizar la carrera siguió una etapa de recuperación en la cual el caballo caminó durante diez minutos.

La frecuencia cardíaca se midió con un pulsómetro con dispositivo especial para caballos *Polar S 810* cada 5 segundos y se grabó para luego ser recuperados mediante una interfase de

rayos infrarrojos en el programa de computador *Polar Horse Trainer*. Se tomó la frecuencia cardíaca basal (FC_0) en la caballeriza para establecer los valores en reposo; la frecuencia cardíaca inicial (FC_1) antes del calentamiento en la pista, la frecuencia cardíaca durante el calentamiento y antes de comenzar la carrera para medir la respuesta anticipatoria al ejercicio; la frecuencia cardíaca durante toda la carrera para determinar la frecuencia cardíaca promedio (FC_s) y la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}), la Velocidad 150 (V_{150}) y la velocidad 200 (V_{200}) y la frecuencia cardíaca durante los primeros siete minutos de la recuperación (FC_r) para establecer el índice seriado de recuperación (cada 5 segundos). El tiempo total de carrera se midió con un cronómetro portátil *Casio*.

Una vez terminadas todas las pruebas, se recuperó la información del pulsómetro en el programa *Polar Horse Trainer*, se obtuvo una gráfica de la frecuencia cardíaca cada 5 segundos durante toda la prueba, es decir, el calentamiento, la carrera y la recuperación. Con base en la información de las graficas se obtuvo los siguientes valores: FC_0 , FC_1 , FC_s , FC_{max} y FC_r . (ver figura 1).

Figura 1. Registro de frecuencia cardíaca. Latidos por minuto cada 5 segundos.

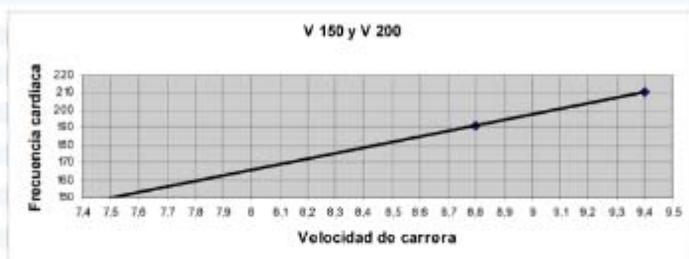


Evaluación de la frecuencia cardíaca en los períodos de: reposo, calentamiento, carrera y recuperación del individuo.

Con base en la distancia de carrera fijada y el tiempo de carrera se determinó la velocidad promedio de carrera mediante la siguiente fórmula: $\text{Velocidad} = \text{distancia} / \text{tiempo}$.

La velocidad a la cual el caballo alcanzó las frecuencias cardiacas de 150 pulsaciones por minuto y de 200 pulsaciones por minuto se calculó mediante una gráfica de proyección lineal en el programa *Microsoft Excel*, la cual muestra las pulsaciones por minuto en el eje de la Y y la velocidad promedio de carrera en el eje de la X. Con los resultados obtenidos de la velocidad promedio a partir de las dos pruebas de campo se trazó una línea de proyección lineal para determinar la velocidad alcanzada cuando la frecuencia cardiaca es de 150 ppm y la velocidad alcanzada cuando la frecuencia cardiaca es de 200 ppm. (ver figura 2).

Figura 2. Proyección lineal para cálculo de V_{150} Y V_{200} . Determinación de V_{150} Y V_{200} por medio de una gráfica de proyección lineal.



El índice de recuperación se calculó mediante la determinación de la disminución porcentual de la FC durante los primeros siete minutos de la recuperación con respecto a la FC máxima durante el ejercicio.

Resultados

Para cada uno de los parámetros cardiacos medidos se calculó el promedio y la desviación estándar. El promedio FC_0 fue de $33 \text{ lpm} \pm 5,5$, lo cual coincide con los valores de frecuencia cardiaca en reposo reportados en caballos de carrera PSI de otros países que está en el rango de 25 a 40 lpm⁽⁸⁾ como era de esperarse, ya que la frecuencia cardiaca en caballos de carreras está determinada genéticamente y los sementales PSI colombianos han sido importados de otros países.

La FC_1 fue de $109 \text{ lpm} \pm 5,6$, para este valor la

actividad física realizada se encuentra en la zona de entrenamiento 1 o actividad física de baja

intensidad, lo cual es adecuado para el calentamiento, actividad que iniciaron los caballos en ese lapso de tiempo.

El promedio de la FC_x durante la carrera fue de $146 \text{ lpm} \pm 11,6$, esto indica que el ejercicio fue intenso, sin embargo, este parámetro se tomó para trazar la gráfica de proyección lineal en EXCEL ya que como promedio o valor único no es de gran valor.

El promedio de la FC_{max} fue de $241 \text{ lpm} \pm 4,8$. Este valor concuerda con la frecuencia cardiaca máxima que se puede encontrar en un caballo de carreras durante una prueba de máximo esfuerzo^(10,19).

El promedio de la FC_T fue de $195 \text{ lpm} \pm 6,7$. Este indica que el descenso de la frecuencia cardiaca postejercicio se encontró dentro de los valores esperados para analizar o evaluar la capacidad física de trabajo de un equino por comprender la frecuencia cardiaca durante toda la prueba, es decir; calentamiento, prueba o carrera y recuperación (ver tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia cardiaca promedio durante la prueba. Latidos por minuto (lpm).

Parámetros	FC _r lpm	FC ₁ lpm	FC ₅ lpm	FC _m lpm	FC _f lpm
Promedio	33	109	146	241	195
DS	5.51	5.62	11.65	4.81	6.7

n = 20

La frecuencia cardiaca al minuto tres de la recuperación fue de 117 lpm \pm 10.1, al minuto cinco fue de 93 lpm \pm 10.7 y al minuto siete fue de 67 lpm \pm 5.3. Según estos valores, la disminución porcentual de la frecuencia cardiaca fue del 78%, la recuperación fue rápida si se considera que la intensidad del trabajo fue alta (ver tabla 2) ^(19, 18).

Tabla 2. Frecuencia cardiaca durante la recuperación. Latidos por minuto (lpm).

Parámetros	FC min 3 lpm	FC min 5 lpm	FC min 7 lpm
Promedio	117	93	67
DS	10.17	10.70	5.33

n = 20

El promedio de la V₁₅₀ fue de 6.3 m/s \pm 0.63, este valor se encuentra en los límites establecidos por la literatura para caballos de carreras en la primera etapa de entrenamiento ^(7,9). El promedio de la V₂₀₀ fue de 8.4 m/s \pm 0.37., este valor se encontró por debajo de los valores esperados para caballos de carreras PSI bajo un programa adecuado de entrenamiento y sometidos a una prueba máxima (ver tabla 3).

Tabla 3. V₁₅₀ y V₂₀₀ (lpm). Latidos por minuto (lpm).

Parámetros	V ₁₅₀ lpm	V ₂₀₀ lpm
Promedio	6.3275	8.4375
DS	0.63	0.37

n = 20

Discusión

Los 20 caballos de carreras que participaron en el estudio realizaron las pruebas máximas de campo en la pista del hipódromo donde son entrenados diariamente, lo cual es importante porque el transporte de un lugar a otro puede causar estrés y modificar las variables cardiovasculares estudiadas. No se observó gran variabilidad en los resultados, no obstante que el grupo fue elegido al azar, los caballos no tenían el mismo tiempo de entrenamiento y no fueron montados por el mismo jinete el día de la prueba, aunque la mayoría de los caballos tenían 2 años de edad y estaban empezando su programa de entrenamiento para entrar en la etapa competitiva.

Los valores encontrados de la frecuencia cardíaca en reposo (FC_0) se encuentran dentro de los parámetros esperados para la raza según lo descrito en la literatura, esto debido a que la frecuencia en reposo depende principalmente del tamaño del corazón y del estado de tranquilidad del individuo.

El estado de tranquilidad del individuo no se alteró en el momento de la medición de la FC_0 ya que este parámetro se tomó dentro de la pesebrera, donde los caballos habitualmente son ensillados y preparados para el entrenamiento.

Con respecto al tamaño del corazón, este está determinado genéticamente y no varía mucho en caballos PSI; se ha descrito que en los caballos de carreras que empiezan un programa de entrenamiento el peso del corazón corresponde al 1% de la masa corporal, mientras que después de

tres años de entrenamiento el peso del corazón corresponde al 1,1% de la masa corporal, de tal manera que el tamaño del corazón no sufre gran cambio por el entrenamiento en equinos PSI como sucede en humanos y la hipertrofia cardíaca del caballo atleta es un fenómeno que a diferencia de otras razas equinas se presenta en todos los caballos PSI de carreras aun cuando apenas comienza el entrenamiento; esto explica porque en caballos de carreras PSI de dos años de edad la frecuencia cardíaca en reposo es mucho menor que en otras razas, lo cual no se puede describir como un fenómeno de bradicardia^(14,16).

Se ha descrito que los caballos jóvenes presentan una frecuencia cardíaca en reposo mayor que los caballos adultos, sin embargo, en este estudio no se observó un relación entre la edad y la FC_0 ; algunos caballos de dos años presentaron frecuencias cardíacas más bajas que otros caballos de tres años; posiblemente, si se compara caballos de dos años con caballos de seis años o más se pueda corroborar esta relación, aunque según algunos investigadores la diferencia en los valores de la frecuencia cardíaca en reposo entre caballos jóvenes y adultos es una adaptación al tiempo y al tipo de entrenamiento más que un cambio relacionado con la edad^(8,15).

La frecuencia cardíaca inicial (FC_1) se determinó en el momento que el caballo salió a la pista justo antes de empezar el calentamiento, esta es el resultado de la respuesta anticipatoria al ejercicio, es decir, la excitación del caballo cuando va a correr la cual desencadena una estimulación simpática y una taquicardia aun antes de iniciar el ejercicio, aunque en estos momentos el jinete no exige al caballo y la intensidad del trabajo es mínima^(6,17).

En el presente estudio se observó que la respuesta anticipatorio al ejercicio es similar en caballos de dos y tres años de edad y el aumento de la frecuencia cardíaca antes de iniciar las pruebas obedece a la excitación, pero este valor no es tan alto como cuando el caballo compete, ya que el estrés del entrenamiento no se iguala al estrés que sufren los caballos cuando van a correr una carrera, pues los cambios de manejo, el bullicio en el hipódromo, el cambio de hábitos el mismo día de la carrera y la competencia con otros caballos estimulan una respuesta excitatoria mayor que la que presentan los caballos en un día de entrenamiento.

La frecuencia cardíaca promedio (FC_c) durante la prueba fue de 146 lpm. De este parámetro se puede inferir la intensidad del trabajo y la zona de entrenamiento en la cual se mantuvo el animal durante la prueba. Según el parámetro obtenido los caballos trabajaron en la zona tres, es decir, realizaron un trabajo intenso^(11, 20). Sin embargo, este parámetro por sí solo no tiene valor para evaluar el estado físico del animal pero es necesario para tomarlo como un control de la intensidad de trabajo durante toda la prueba.

La frecuencia cardíaca máxima (FC_m) fue de 241 lpm, lo cual indica que la prueba fue de alta exigencia y los caballos realizaron un esfuerzo máximo durante la misma. La FC_m presentó una fase de meseta en todos los caballos, es decir, el máximo valor se repitió o se mantuvo por más de cinco segundos, lo cual es indispensable para definir este valor como la FC_m ; si el valor de FC_m no se repite, el máximo valor de la frecuencia cardíaca medido durante la prueba es simplemente un pico de la frecuencia cardíaca⁽¹³⁾.

Se ha descrito que a diferencia de los humanos, en caballos no existe una relación entre la FC_m y la edad, los caballos adultos alcanzan una FC_m similar a los caballos de dos años de edad que apenas comienzan su período de entrenamiento; tampoco existe una relación entre la FC_m y el rendimiento del caballo en una prueba o en carrera, lo que realmente refleja el estado físico es el umbral anaeróbico o la V_{200} que aumenta a medida que incrementa el consumo de oxígeno^(8,16).

El valor de la V_{150} indica que los caballos alcanzaron el umbral aeróbico a una velocidad de 6,3 m/s, o cuando trabajan al 60% de su capacidad física de trabajo (zona de trabajo moderado)^(8,15).

El umbral aeróbico se alcanza cuando la concentración plasmática de lactato en plasma es de 2 mmol/L, es decir, cuando aun el caballo utiliza predominantemente su metabolismo oxidativo para obtener energía⁽⁴⁾. Este umbral es determinado por la intensidad del ejercicio, la cual aumenta drásticamente en una prueba máxima y explica porqué este umbral se alcanza tan temprano durante una carrera de velocidad ascendente⁽¹³⁾. Algunos autores han descrito que la V_{150} incrementa a lo largo de un programa de entrenamiento, como una adaptación del metabolismo, que se hace más eficiente como una respuesta al entrenamiento, ya que las fibras musculares de tipo IIa siendo predominantemente anaeróbicas, aumentan la velocidad de la actividad de sus enzimas oxidativas^(15,17); otros autores en cambio no han encontrado aumento de la V_{150} en

respuesta al entrenamiento⁽²¹⁾; y otros describen un aumento de la V_{150} solamente en caballos sometidos a un entrenamiento de resistencia, es decir, actividad física de baja intensidad y de larga duración⁽¹⁴⁾. Debido a las variadas respuestas de acuerdo con la duración y la intensidad del ejercicio, este valor no es tan utilizado para determinar el rendimiento deportivo en caballos de carreras.

El valor determinado de la V_{200} muestra que los caballos PSI del estudio alcanzaron el umbral anaeróbico cuando su velocidad de carrera fue de 8,4 m/s, este umbral se alcanza cuando la concentración plasmática de lactato es de 4 mmol/L o cuando el caballo trabaja a una intensidad de ejercicio por encima de la cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se intensifica de una manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido⁽¹³⁾.

El valor de la V_{200} encontrado en esta investigación no fue muy diferente a la V_{200} de caballos de carreras PSI de otros países que comienzan su primer año de entrenamiento, lo cual es un buen indicio y demuestra que los caballos de carreras preparados en Colombia tienen una capacidad de trabajo igual a la de los caballos de carreras de otros países; lo anterior se puede corroborar si se tiene en cuenta que los caballos de carreras colombianos han salido del país a competir en otros hipódromos del mundo. Sería interesante determinar la V_{200} seis meses o un año después de este estudio, para conocer como cambia la V_{200} en estos caballos y así poder inferir si los programas de entrenamiento son efectivos y mejoran el rendimiento físico.

Agadecimientos

Al hipódromo Los Comuneros, en especial a Arcángel Calle, Gustavo Martínez, Emilio Álvarez, y a los jinetes y palafreneros por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARIAS, P. 2001. Aspectos metabólicos del caballo atleta. *Rev Col Cienc Pec.* 1.
2. CHARLISH A. Adiestramiento. 1992. En: *Un Mundo de Caballos*. 1ª ed; Grolier International Inc España, p.384.
3. COUROUCÉ A, AUVINET B. 1995. Heart rate recording during trotting races: valuable data for trainers. *AESM meeting Proceedings*.
4. EATON MD, HODGSON DR, EVANS DL, ROSE RJ. 1999. Effects of low and moderate intensity training on metabolic responses to exercise in Thoroughbreds. *Equine Vet J Suppl. Jul; 30: 521- 7.*
5. FOREMAN JH, WARWICK M, BAYLY M, BARRIE DG AND PHILIP DG. 1990. Standardized exercise test and daily heart rate responses of Thoroughbreds undergoing conventional race training and detraining. *Am Jou Vet Res.*; 51:6-26.
6. GARCÍA A, CASTEJÓN F, DE LA CRUZ LF, GONZÁLEZ J, MURILLO MD Y SALIDO G. 1995. Fisiología del ejercicio. En: *Fisiología veterinaria*. 1a de; Mc Graw Hill- Interamericana de España, 1073p.
7. HODGSON D and ROSE R. 1994. Principles and Practice of Equine Sports Medicine. In: *The Athletic Horse Cap 7*. Ed.; WB Saunders Company. 145-178.
8. _____ 1994. Cardiovascular responses to exercise. In: *The Athletic Horse*. Cap 17. Ed.; WB Saunders Company. 145-178.
9. HOPKINS SR, BAYLY WM. 1998. Effect of prolonged heavy exercise on pulmonary gas exchange in horses. *Jou Appl Phys.* 84 (5): 1723-1730.
10. LANGSETMO J and POOLE C. 1999. Vo2 recovery kinetics in the horse following moderate, heavy and severe exercise. *Jour Appl Phys.* 86 (4): 1170-1177.
11. LELEU C, COTREL C, COUROUCE A. 2005. Relationship between physiological variables and race performance in French Standarbred trotters. *Vet Rec.* 156, 339 – 342.
12. LEWIS L. 1995. Feeding and care of horses for athletic performance. *Feeding and Care*. In: *Equine Clinical Nutrition*. 1ª ed; United States of America; Williams and Wilkins. 239-280.
13. LÓPEZ J y FERNÁNDEZ A. 1998. Adaptaciones cardiovasculares y respiratorias al ejercicio. En: *Fisiología del ejercicio*. 2ª ed; España; Panamericana, 11-46.
14. MUÑOZ A, SANTISTEBAN R, RUBIO MD, AGUERA EL, Escribano BM and, Castejon FM. *Locomotor*. 1999. Cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. *Res Vet Sci.* 66 (1): 25-31.

15. PELLETIER N and ROBINSON E. 1998. Regional differences in endothelial function in horses lungs: possible role in blood distribution. *J Appl Phys.* 85 (2): 537-542.
16. PHYSICK PW, SHEARD D. 1985. Cardiovascular Response to Exercise and Training in the Horse. *Vet Clin North Am. Equine Practice*, 1-2.
17. POTARD U, LEITH D and FEDDE R. 1998. Force, speed and oxygen consumption in Thoroughbred and draft horses. *J. Appl. Physiol.* 84(6): 2052-2059.
18. ROBERT C, BENAMOU A, LECLERC JL. 2002. Use of the recovery check in long-distance endurance rides. *Equine Vet J Suppl.* 9(34): p. 106-11.
19. SERRANO MG; EVANS DL; HODGSON JL. 2002. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition; *Equine Vet J Suppl.* 9 (34); p. 135-9.
20. VOTION D, Art T, and LELEUX P. 1995. Physiological measurements in horses after strenuous exercise in hot and humid conditions. *Eq Vet J Suppl.* 11-20: 120 – 4.
21. WHITE SLI. 1995. Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the speed and endurance phase of 3-day combined training events. *Eq Vet J Suppl.* 20: 52-56.