

## DETERMINACIÓN DE SODIO, POTASIO, CALCIO Y CLORO EN EQUINOS ENTRENADOS PARA PARTICIPAR EN PRUEBA DE RESISTENCIA

### SODIUM, POTASSIUM, CALCIUM AND CHLORIDE DETERMINATION IN HORSES IN TRAINING FOR TO PARTICIPATE IN ENDURANCE COMPETITIONS

ARMANDO ISLAS L.<sup>1</sup> (MV, MSC); VICTORIA MERINO M.<sup>1</sup> (BQ, MSC); GUILLERMO MORA R.<sup>1</sup> (MV, MSC); MANUEL QUEZADA O.<sup>1</sup> (MV, DM); RICARDO KRAUSHAAR L. (MV); MABEL FIGUEREDO X.<sup>2</sup> (MV)

#### SUMMARY

*Serum electrolytes and chloride were determined in 12 mixed horses between 6-10 years old in training to participate in endurance competitions.*

*For the determination of sodium, potassium, ionised calcium and chloride blood of jugular vein was obtained from the horses after 5 and 6 month of training. The horses in training were submitted for two test in field conditions one of this consisted in galloping during 15 minutes at 360 m/min, the other test was galloping at 360 m/m during 60 minutes. Blood samples in rest conditions, 5 and 15 minutes after exercise were obtained during each test.*

*The results obtained showed that exercises produce a significant decrease of sodium, 5 and 15 minutes post exercise, potassium increased significantly at 5 minutes post exercise. During 60 minutes exercise, ionised calcium decreased at 5 and 15 minutes after exercise and chloride decreased significantly at 5 and 15 minutes post exercise in the 15 and 60 minutes test.*

*The results obtained showed that the exercise during 60 minutes produce more changes in the electrolyte balance that are important to evaluate and to consider in maintaining the electrolyte balance.*

**KEY WORDS:** *Horses, electrolytes, exercise.*

**PALABRAS CLAVE:** *Caballos, electrólitos, ejercicio.*

Financiamiento. Proyecto FONDECYT 1040415.

#### INTRODUCCIÓN

Durante el ejercicio se han determinado diversos cambios en la distribución y composición de los líquidos y electrólitos del plasma, que están dirigidos principalmente a favorecer la disipación del calor producido por la contracción muscular.

En el caballo, el principal mecanismo fisiológico de eliminación de calor durante el ejercicio es el sudor a través del cual se producen importantes pérdidas de líquido y electrólitos que pueden llevar a una deshidratación, con un aumento relativo de

las proteínas plasmáticas, siendo estos cambios influidos por la temperatura y humedad ambiental (Roce, 1986; Valberg *et al.*, 1989; Hogdson *et al.*, 1994).

El sudor del equino es hipertónico respecto al plasma, contiene una alta concentración de sodio, cloro y potasio. La pérdida de líquido desde el medio intracelular disminuye el volumen circulante que resulta en una hemoconcentración y aumento de la viscosidad de la sangre (Martínez *et al.*, 2001).

El sodio, es el principal soluto del fluido extracelular y determinante de la osmolaridad plasmática, por lo tanto, refleja la concentración de agua tanto del fluido intracelular como del fluido extracelular (Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, 1994) y la mayoría de los casos de hipernatremia son por un déficit relativo de agua, producto de la pérdida de ella a través del sudor, asociado a una redistribu-

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

<sup>2</sup> Escuela de Equitación, Regimiento de Caballería Blindada, Quillota, Chile.

ción de los fluidos producida por los ejercicios de larga duración (Martínez *et al.*, 2001).

En el balance interno del potasio, son varios los factores que intervienen, la aldosterona, la insulina y las catecolaminas. La acción de estas hormonas sobre receptores específicos de diferentes tejidos aumenta la captación de potasio por ellos (White *et al.*, 1990, 1992). Durante la contracción muscular el potasio es liberado desde el músculo hacia el líquido extracelular y la magnitud de este aumento en el plasma depende de la intensidad del ejercicio y de la respuesta individual de cada animal, retornando a concentraciones basales al final del ejercicio (Harris y Snow, 1992; Martínez *et al.*, 2001).

El calcio plasmático se encuentra en un 50% ionizado, un 40 a 45% ligado a proteínas, principalmente la albúmina plasmática y un bajo porcentaje formando complejos con elementos orgánicos o inorgánicos. En el proceso de contracción muscular hay movilización del calcio hacia el intracelular de la Fibra muscular, provocando hipocalcemia (Geisser *et al.*, 1995). Por otra parte, el calcio se pierde por el sudor, siendo estos cambios más intensos en equinos en las pruebas de resistencia. (Roce, 1986).

El cloruro es el principal anión extracelular que se pierde en la sudoración después de una carrera de resistencia, con una marcada disminución en la concentración sérica (Martínez *et al.*, 2001). Al igual que el sodio, las pérdidas de cloro son a expensas del fluido extracelular, ya que su concentración intracelular es muy baja, como un mecanismo compensatorio a estas pérdidas, el cloro es retenido a nivel renal, disminuyendo su excreción.

El objetivo de este estudio fue determinar en caballos mestizos FSC en entrenamiento para participar en pruebas de resistencia si la duración del ejercicio produce cambios en el balance electrolítico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Animales.** En este estudio se utilizaron 12 equinos adultos de ambos sexos (hembras y machos castrados) mestizos Fina Sangre Inglés, entre 6 a 10 años, pertenecientes a la Escuela de Caballería Blindada del Ejército de Chile, ubicada en la ciudad de Quillota, V Región. Estos equinos se sometieron a un programa de adiestramiento para competencias de resistencia y la toma de muestras se llevó a efecto durante los meses de noviembre y diciembre des-

pués de haber realizado 5 (M1) y 6 (M2) meses de entrenamiento.

### Prueba de Evaluación

A los 5 meses de entrenamiento se sometió a los animales a un calentamiento de 5 minutos y posteriormente a un trabajo dentro de un picadero circular, galopando a 360 m/min durante 15 minutos.

### Prueba de resistencia

A los 6 meses de entrenamiento se realizó una prueba de resistencia en la pista de la Escuela de Equitación en Quillota sobre un recorrido de 20 kilómetros a una velocidad de 360 m/min por 60 minutos.

*Ambas evaluaciones se realizaron entre las 8.30 y 13 horas para evitar el efecto de temperaturas ambientales sobre los parámetros en estudio.*

### Obtención de muestras

Se tomaron muestras de sangre en condiciones basales (T0) a los 5 minutos (T1) y 15 minutos (T2) después de terminar las pruebas de evaluación y de resistencia.

Las determinación de sodio, potasio y calcio ionizado se realizó en un equipo analizador portátil de laboratorio i-STAT® (Laboratorio Abbott).

La concentración de cloro se determinó mediante un método colorimétrico, utilizando un reactivo comercial (Valberg mr®), leyendo los valores en un espectrofotómetro (microlab 200®) y expresándolos en (mEq/L).

### Análisis estadístico

Los resultados de los parámetros en estudio se expresan como promedio y desviación estándar. Éstos fueron obtenidos mediante procedimientos estadísticos convencionales utilizando un programa computacional SAS. La variación conjunta de los datos se analiza a través de varianza multifactorial, seguido por una prueba de rango múltiple.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración plasmática de sodio estuvo dentro de los rangos descritos para la especie (Kaneko, 1997). En la Tabla 1 se muestran los valores promedio  $\pm$  desviación estándar de la concentración de sodio, concordando con las publicaciones que señalan que no se producen cambios significativos de este electrólito en los animales con entrenamiento (Martínez *et al.*, 1987). En la prueba realizada en

TABLA 1  
 PROMEDIO  $\pm$  DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA CONCENTRACIÓN DE SODIO PLASMÁTICO VENOSO (MEQ/L) EN CABALLOS MESTIZOS FINA SANGRE DE CARRERA EN REPOSO, Y A LOS 5 MINUTOS Y 15 MINUTOS POSTERIORES AL TÉRMINO DE UNA PRUEBA DE RESISTENCIA DURANTE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO (N = 12)

Tiempo	Mes de muestreo	
	T1	T2
T <sub>0</sub>	134,11 $\pm$ 1,69 <sup>a</sup>	136,44 $\pm$ 2,789 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	134,75 $\pm$ 1,56	133,68 $\pm$ 2,238*
T <sub>15</sub>	133,428 $\pm$ 1,56 <sup>a</sup>	130,18 $\pm$ 5,92 <sup>b*</sup>

<sup>a-b</sup> Letras diferentes indican diferencias entre los muestreos ( $p < 0.05$ ).

\* Indican diferencias entre T1 y T2.

TABLA 2  
 PROMEDIO  $\pm$  DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO PLASMÁTICO VENOSO (MEQ/L) EN CABALLOS MESTIZOS FINA SANGRE DE CARRERA EN REPOSO, Y A LOS 5 MINUTOS Y 15 MINUTOS POSTERIORES AL TÉRMINO DE UNA PRUEBA DE RESISTENCIA DURANTE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO (N = 12)

Tiempo	Mes de muestreo	
	T1	T2
T <sub>0</sub>	3,98 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	3,60 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	3,93 $\pm$ 0,32	4,02 $\pm$ 0,26*
T <sub>15</sub>	4,01 $\pm$ 0,30	3,77 $\pm$ 0,47

<sup>a-b</sup> Letras diferentes indican diferencias entre los muestreos ( $p < 0.05$ ).

\* Indican diferencias entre T1 y T2.

pista (M2) el sodio plasmático venoso disminuyó significativamente ( $p < 0.05$ ) en (T1) y (T2) al compararlos con los valores basales (T<sub>0</sub>). Los descensos en las concentraciones de sodio durante el ejercicio estarían relacionados con la actividad muscular más prolongada, ya que la intensidad del ejercicio fue similar, lo que concuerda con trabajos realizados en equinos de enduro en los que se producen cambios significativos en la concentración del sodio durante la prueba (Rose *et al.*, 1983b; Lindenger *et al.*, 1995). La regulación del sodio es ejercida por la acción del cortisol y la aldosterona, las cuales están incrementadas durante el ejercicio (Snow *et al.*, 1982; Rose, 1986; White *et al.*, 1990). Al respecto un trabajo paralelo con los mismos equinos determinó un aumento significativo del cortisol durante las dos pruebas, siendo más alta en la prueba de 60 minutos (Álvarez, 2005). Hay que considerar que el organismo trata de mantener los niveles de sodio a expensas de las reservas intracelulares, principalmente desde las células musculares y de los eritrocitos que aumentan en circulación durante el ejercicio (Ferrante *et al.*, 1995).

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio  $\pm$  de la desviación estándar de la concentración de potasio plasmático venoso, encontrándose los valores basales dentro del rango normal para la especie (Kaneke, 1997). En la prueba de evaluación (M1) el potasio plasmático no presentó variaciones significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, en la prueba de resistencia (M2) el potasio plasmático aumentó en T1 ( $p < 0.05$ ) y luego disminuyó en T2 a un valor cercano al valor basal ( $p < 0.05$ ). El incremento es concordante con trabajos realizados en equinos de deporte (Snow *et al.*, 1982; Schott *et al.*, 2002). El aumento de la concentración de potasio plasmático durante la contracción muscular se debe a la salida desde la fibra muscular hacia el exterior de la célula incrementado a una mayor intensidad del ejercicio (Harris y Snow, 1992; Lindenger y Ecker, 1995; Schott *et al.*, 2002). Posterior al ejercicio se produce una rápida disminución de las concentraciones de potasio en el plasma hasta lograr los valores basales por reingreso de éste a las células musculares (Schott *et al.*, 2002).

El efecto combinado de descenso intracelular e incremento extracelular de potasio en el ejercicio,

TABLA 3  
 PROMEDIO  $\pm$  DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO PLASMÁTICO VENOSO (MEQ/L) EN CABALLOS MESTIZOS FINA SANGRE DE CARRERA EN REPOSO, Y A LOS 5 MINUTOS Y 15 MINUTOS POSTERIORES AL TÉRMINO DE UNA PRUEBA DE RESISTENCIA DURANTE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO (N = 12)

Tiempo	Mes de muestreo	
	T1	T2
T <sub>0</sub>	2,27 $\pm$ 0,18	2,55 $\pm$ 0,47
T <sub>5</sub>	1,93 $\pm$ 0,49	2,03 $\pm$ 0,69
T <sub>15</sub>	2,23 $\pm$ 0,38 <sup>a</sup>	1,50 $\pm$ 0,11 <sup>b*</sup>

<sup>a-b</sup> Letras diferentes indican diferencias entre los muestreos (p < 0.05).

\* Indican diferencias entre T1 y T2.

TABLA 4  
 PROMEDIO  $\pm$  DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO PLASMÁTICO VENOSO (MEQ/L) EN CABALLOS MESTIZOS FINA SANGRE DE CARRERA EN REPOSO, Y A LOS 5 MINUTOS Y 15 MINUTOS POSTERIORES AL TÉRMINO DE UNA PRUEBA DE RESISTENCIA DURANTE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO (N = 12)

Tiempo	Mes de muestreo	
	T1	T2
T <sub>0</sub>	110,76 $\pm$ 6,46 <sup>a</sup>	99,0 $\pm$ 7,7 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	107,20 $\pm$ 8,34 <sup>a</sup>	82,73 $\pm$ 9,49 <sup>b*</sup>
T <sub>15</sub>	95,42 $\pm$ 14,42 <sup>*+</sup>	86,96 $\pm$ 12,0*

<sup>a-b</sup> Letras diferentes indican diferencias entre los muestreos (p < 0.05).

\* Indican diferencias entre T1 y T2.

asociado a los cambios en concentración de sodio en ambos compartimentos, es un factor importante en la fatiga muscular durante el ejercicio (Harris y Snow, 1992).

En la Tabla 3 se presentan los valores de calcio ionizado, encontrándose los valores basales dentro de los rangos normales para la especie (Kaneko, 1977). En M1 no se presentaron variaciones significativas del calcio (p > 0.05). En M2, disminuyó en T1 y T2 (p < 0.05). Estos resultados son similares a los obtenidos por Andrews *et al.* (1994); Martínez *et al.* (2001); Foreman *et al.* (2004) en diferentes actividades o en ejercicios en treadmill (Veruert *et al.*, 2002), quienes obtuvieron una disminución del ion posterior al ejercicio. Esto se debería a la entrada del ion calcio a la fibra muscular durante la contracción muscular y además a la unión del calcio con las proteínas y aniones orgánicos e inorgánicos de la sangre, disminuyendo su concentración (Geisser *et al.*, 1995). Sin embargo, algunos autores no han encontrado cambios significativos en la concentración de calcio, lo que se debería al tipo de ejercicio realizado por los caballos, duración

e intensidad de él (Pérez *et al.*, 1997; Hyypä y Särkijarvi, 2002).

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio  $\pm$  de la desviación estándar de la concentración de cloruro plasmático venoso. En M1, el cloro desciende después de terminado el ejercicio en T2 (p < 0.05) y en M2 se produce un descenso significativo del cloro en T1 y T2 (p < 0.05). En los equinos durante el ejercicio frecuentemente se observa disminución de los niveles plasmáticos de cloruro similares a los encontrados en este estudio, durante y posterior a la realización de diversas disciplinas (Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan *et al.*, 1991; Pérez *et al.*, 1991, 1997; Martínez *et al.*, 2001). Dado que junto con el sodio el cloruro es un ion importante para la mantención de la funcionalidad celular del organismo (Lindinger y Ecker, 1995), esta pérdida se compensa aumentando la retención de él en el riñón. Además las pérdidas de agua y electrolitos que se produce por el sudor pueden ser minimizados por el transporte de agua y electrolitos hacia el intersticio y espacio vascular desde el líquido transcelular digestivo, el que representa un valioso recur-

so para la homeostasis hidrosalina del caballo. Sumado a todo esto, la movilización de eritrocitos desde el bazo mediada por estimulación alfa-adrenérgica también representa un aporte importante para compensar las pérdidas de electrolitos durante el ejercicio y así mantener los niveles sanguíneos dentro de los rangos fisiológicos normales (Ferrante *et al.*, 1995).

En caballos poseedores de una gran aptitud física, las concentraciones de electrolitos sanguíneos como el sodio, potasio, calcio y cloruro presentan un estrecho rango de variación durante el ejercicio. En el presente trabajo los cambios más importantes se observaron durante la prueba de resistencia; sin embargo, en T2 los parámetros en estudio retornan a los valores basales, lo que indica que los equinos tienen un entrenamiento adecuado para las pruebas a las que fueron sometidos.

Durante el ejercicio hay gran producción de calor que se disipa por el sudor y la hiperventilación pulmonar con la consiguiente pérdida de agua y electrolitos, pérdida que aumenta si el ejercicio se realiza a alta temperatura y humedad ambientales. (Oldruitenborgh-Oosterbaan, 1994 ; Hodgson *et al.*, 1994; Hargreaves *et al.*, 1999).

Por estas razones las pruebas de evaluación y resistencia siempre se desarrollaron en la mañana, con temperaturas inferiores a 25 °C y humedad relativa entre el 50-60%.

## RESUMEN

Electrolitos séricos y cloro se determinaron en 12 caballos Fina Sangre Inglés mestizos entre 6 y 9 años de edad en entrenamiento para participar en competencias de resistencia.

Al quinto y sexto mes de entrenamiento se obtuvo sangre de la vena yugular que se depositó en tubos sin anticoagulante para la determinación de sodio, potasio, calcio ionizado y cloro. Los caballos se sometieron a dos pruebas en condiciones de campo, una de 15 minutos a 360 m/min y otro de 60 minutos a la misma velocidad. Las muestras de sangre se tomaron en condiciones basales y a los 5 y 15 minutos después de terminada cada prueba.

Los resultados obtenidos muestran que el ejercicio realizado durante una hora produce una disminución significativa del sodio y calcio ionizado a los 5 y 15 minutos post-ejercicio y un aumento significativo del potasio a los 5 minutos posterior al ejercicio. El cloro disminuye significativamente

a los 5 y 15 minutos después de los ejercicios de 15 y 60 minutos de duración.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el ejercicio de 60 minutos altera la concentración de los electrolitos séricos, indicando que son importantes de evaluar y debe ser considerado en la recuperación de sus concentraciones para mantener el equilibrio electrolítico.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, JOSÉ. Determinación del Hemograma, Proteínas Plasmáticas Totales y Cortisol en Equinos Mestizos FSI de Carrera en entrenamiento para participar en pruebas de resistencia. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Concepción. Sede Chillán.
- ANDREWS, F. M., S. L. RALSTON, C. S. SOMMARDI, P. L. MAYKUTH, E. M. GREEN, S.L. WHITE, L. H. WILLIAMSON, C. A. HOLMES AND R. GEISER. 1994. Weight, water, and cation losses in horses competing in a three-day event. *J.A.V.M.A.* 205(5): 721-724.
- FERRANTE, P. L., L. E. TAYLOR, J. A. WILSON AND D. S. KRONFELD. 1995. Plasma and erythrocyte ion concentrations during exercise in Arabian horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 306-309.
- GEISSER, D. R., F. M. ANDREWS, B. W. ROHRBACH, S. L. WHITE, P. L. MAYKUTH, E. M. GREEN AND M. K. PROVENZA. 1995. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of.
- FOREMAN J. H., WALDSMITH, J. K., LALUM, R. B. 2004. Physiological, acid base and electrolyte changes in horses competing in training, preliminary, and Intermediary horse trials. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 1(2): 99-105.
- HARGREAVES, B., D. KRONFELD AND J. NAYLOR. 1999. Ambient temperature and relative humidity influenced pakeg cell volume, total plasma protein and other variables in horses during a incremental submaximal exercise. *Equine Vet. J.* 31(4): 314-318.
- HARRIS, P., D. H. SNOW. 1992. Plasma potassium and lactate concentrations in Thoroughbred horses during exercise of varying intensity. *Equine Vet. J.* 23(3): 220-225.
- HODGSON, D. R., R. E. DAVIS AND F. F. MC CONAGHY. 1994. Thermoregulation in the horse in response to exercise. *British Vet. J.* 150(3): 219-235.
- KANEKO, J. J., J. W. HARVEY AND M. L. BRUSS. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals.* (5<sup>th</sup> ed.). Academic Press. California, U.S.A.
- LINDINGER, M. I., G. L. ECKER. 1995. Ion and water losses from body fluids during a 163 km endurance ride. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 314-322.
- MARTÍNEZ, R., CITAR, J., MATTIOGLI, G., CAVAGLIA, J., GIULIODORI M., DESMARÁS E. Fisiología del ejercicio equino. Análisis de una experiencia sobre treadmill de alta velocidad. *Av. Cien. Vet.* 16(1/2): 58-67.
- MARTÍNEZ, R., M. C. SCAGLIONE, C. LUNEBURG, E. HERNÁNDEZ, O. ARANEDA, M. GONZÁLEZ, M. ESTRADA, Y. A. WHITE. 2001. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. *Av. Cien. Vet.* 16(1/2): 58-67.

- PÉREZ, R., A. ISLAS, G. MORA, S. RECARRENN, C. BARAHONA, C. JARA y M. IBÁÑEZ. 1991. Electrolitos séricos y proteínas plasmáticas en caballos mestizos de tiro sometidos a ejercicio de tracción. *Av. Cien. Vet.* 6(1): 29-35.
- PÉREZ, R., M. GARCÍA, R. GUZMÁN, V. MERINO, S. VALENZUELA, C. GONZÁLEZ. 1997. Actividad física y cambios cardiovasculares y bioquímicos del caballo chileno a la competencia de rodeo. *Arch. Med. Vet.* 29(2) 221-234.
- ROSE, R. J., R. ALLEN, D. R. HOODGSON, J. H. STEWART AND W. CHAN. 1983 A. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in hematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. *Vet. Rec.* 113: 612-618.
- ROSE, R. J., D. R. HODGSON, D. SAMPSON AND W. CHAN. 1983B. Changes in plasma biochemistry in horses competing in a 160 Km. Endurance ride. *Aust. Vet. J.* 60(4): 101-105.
- ROSE, R. J. 1986. Endurance exercise in the horse: a review. *British Vet. J.* 142: 532-552.
- SCHOTT H. C., G. V. BOHART, S. W. EBERHART. Potassium and lactate uptake by noncontracting tissue during strenuous exercise. *Eq. Vet. J Suppl.* 34:532-538.
- SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. 1994. The treatment of the exhausted horse under field conditions. *Equine Pract.* 16(8): 27-33.
- SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M., TH. WENSING, A. BARNEVELD AND H. J. BREUKINK. 1991. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 Km. Endurance ride. *Vet. Rec.* 128: 175-179.
- SNOW, D. H., M. G. KEER, M. A. NIMMO AND E. M. ABBOT. 1982. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. *Vet. Rec.* 110: 377-384.
- VALBERG, S., B. E. GUSTAVSON, A. LINDHOLM AND S. G. B. PERSSON. 1989. Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses during and after different speeds and durations of trotting. *Equine Vet. J.* 21(2): 91-95.
- VERLVEURT I., M. COENENE, J. HARMAYER, U. WEDEMEYER, C. CHOBROCK AND H.P. SPORLEDER. 2002. Changes in plasma PTH and calcium during different types of exercise and training in young horses. Conference on Equine Sport Medicine and Science. Arno Lindner Ed. Sicilia Italia 169-172.
- WHITE, A., A. REYES, A. GODOY Y R. MARTÍNEZ. 1990. Herraje y competencia como factores que alteran el equilibrio hidrosalino en equinos fina sangre de carrera. *Av. Cien. Vet.* 5(2): 100-105.
- WHITE, A., A. REYES, M. S. PENNA Y R. MARTÍNEZ. 1992. Cambios sanguíneos en equinos F.S.C. en reposo inducidos por el entrenamiento. *Monograf. Med. Vet.* 14(2): 75-80.