

## Macrominerais séricos em equinos atletas da raça Puro Sangue Inglês, antes e após exercício físico de alta intensidade

*Serum macro minerals in adults thoroughbred horses, before and after the high intensity exercise*

CROCOMO, Letícia Ferrari<sup>1\*</sup>; BALARIN, Mara Regina Stipp<sup>2</sup>; TAKAHIRA, Regina Kiomi<sup>3</sup>; LOPES, Raimundo Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Londrina, Paraná, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Clínica Veterinária, Botucatu, São Paulo, Brasil.

\*Endereço para correspondência: lfcrocomo@hotmail.com

### RESUMO

Com o objetivo de analisar o efeito da atividade física de alta intensidade sobre os valores séricos dos macrominerais, 19 equinos adultos, com idade entre três e cinco anos, machos e fêmeas, clinicamente saudáveis da raça Puro Sangue Inglês, foram submetidos ao galope de corrida em pistas de areia, na distância de 2000 metros. De cada animal foram colhidas duas amostras de sangue, uma antes e outra após a realização do exercício físico de alta intensidade. A análise dos resultados obtidos demonstrou que houve alterações significativas nos valores séricos do cálcio e magnésio, que apresentaram elevação, e do sódio e cloreto, que apresentaram redução, enquanto não foram verificadas variações significativas nos teores séricos do fósforo e potássio. Conclui-se, portanto, que a atividade física de alta intensidade (galope de corrida) altera, transitória e fisiologicamente, a concentração sérica dos macrominerais.

**Palavras-chave:** cavalos, eletrólitos, galope, minerais

### SUMMARY

In order to analyze the effect of high intensity physical activity on the serum values of macro minerals, 19 clinically healthy adults thoroughbred horses, males and females from 3 to 5 years of age, were submitted to a galloping in a 2,000 meters sand track. Two blood samples were collected from each animal, one before and another after the high intensity exercise. The results showed some significant changes with an increase in the serum values of calcium and magnesium and a decrease in serum values of sodium and potassium. Meanwhile, there were no alterations in the concentration of phosphorus and potassium. It was concluded, therefore, that the high intensity exercise leads to transitory and physiologic changes in the serum concentration of macro minerals.

**Keywords:** horses, electrolytes, minerals, physical activity

## INTRODUÇÃO

Os equinos atletas são extremamente solicitados fisicamente nas atividades esportivas, sendo expostos a longos períodos de treinamento com intensidades variadas e pequenos intervalos de repouso. Além disso, participam de competições em que velocidade e resistência são fatores de grande importância, pela alta exigência fisiológica, o que promove um desgaste físico exacerbado (JACKSON, 1997).

De acordo com Lewis (1995), o desempenho desses animais atletas pode ser prejudicado pela deficiência ou excesso de elementos inorgânicos ou minerais. Os macrominerais cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre são necessários em quantidades relativamente altas na dieta do animal, pois estão envolvidos com a estrutura do animal e são perdidos diariamente durante a execução das atividades físicas (KOBLUCK et al., 1995; LEWIS, 1995; JACKSON, 1997). Esses macroelementos inorgânicos estão envolvidos na capacidade de oxigenação pulmonar, no trabalho cardíaco, no metabolismo energético, na função neuromuscular e na proteção celular, sofrendo alterações decorrentes da atividade física, com evidentes reflexos no desempenho do animal (CUNHA, 1991; KOBLUCK et al., 1995).

Segundo Santos et al. (2001), certa quantidade de eletrólitos e fluido é perdida através da sudorese durante a atividade física, culminando em alterações transitórias na constituição plasmática. Portanto, a intensidade e duração do exercício ao qual o animal é submetido e as condições ambientais como temperatura e umidade relativa influenciam diretamente os resultados obtidos.

O conhecimento dessas alterações eletrolíticas e suas conseqüências são indispensáveis para o estudo da fisiologia do exercício e estabelecimento de programas de suplementação nutricional. Esses aliados aos manejos sanitário e reprodutivo, possibilitam não somente o aprimoramento do desempenho e a exteriorização da total capacidade genética do equino atleta como também a manutenção desses animais em condições adequadas de saúde. Dessa forma, permite a continuidade das atividades físicas e o desenvolvimento de uma performance com menos estresse, menos riscos de lesões, evitando fadiga e diminuindo o tempo de recuperação (HINTZ & CYMBALUK, 1994).

O objetivo do presente estudo foi determinar as alterações decorrentes da atividade física de alta intensidade nos teores séricos de cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloreto e magnésio em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) adultos, com idade entre 3 e 5 anos, machos e fêmeas, clinicamente saudáveis.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 19 equinos adultos (com idade entre 3 e 5 anos), machos e fêmeas, clinicamente saudáveis da raça Puro Sangue Inglês (PSI), submetidos à galope de corrida em pistas de areia, na distância de 2000 metros. De cada animal, foram colhidas duas amostras de sangue, a primeira obtida antes do teste, com o mínimo de estresse possível, e a segunda logo após o exercício físico de alta intensidade.

A coleta do material foi realizada nos meses de julho e agosto no Centro de Treinamento de Campinas, que pertence

ao Jockey Club de São Paulo, situado na cidade de Campinas, numa região de clima subtropical e sob temperatura ambiente média de 24°C e umidade relativa de 70%. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Clínico Veterinário Dra. Aguemí Kohayagawa, do Departamento de Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista - Unesp - Campus de Botucatu – São Paulo.

Para avaliar o estado de higiene dos equinos, foi realizado, antes do exercício, o exame físico, que envolve inspeção das mucosas aparentes, auscultação dos batimentos cardíacos e dos movimentos respiratórios, aferição da temperatura retal, além de exames complementares: hemograma, coproparasitológicos e pesquisa de hematozoários.

Todos os equinos receberam aproximadamente 3,0litros de ração balanceada Purina®, três vezes ao dia, acrescentando-se, ainda, feno, porções de cenoura, dez gramas (g) de sal mineral para equinos e três litros de aveia em cada tratamento. A água foi fornecida à vontade, ao longo do período experimental.

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular, com agulhas de calibre 25,0x8,0mm, no total de 10mL em tubos a vácuo siliconados sem anticoagulantes.

Os tubos foram mantidos sob refrigeração em isopor com gelo reciclável para transporte até o laboratório, onde foi realizada centrifugação (3000r.p.m. durante 5 minutos) para fracionamento do sangue e obtenção do soro no mesmo dia. O material foi distribuído em alíquotas em tubos de Eppendorf e, em seguida, congelado à temperatura de menos 20° C até o momento do processamento.

As concentrações séricas do cálcio foram obtidas por meio do método colorimétrico da cresolfaleína complexona; do fósforo, pelo método colorimétrico do molibdênio em meio ácido; do cloreto, através do método colorimétrico do tiocianato de mercúrio; do magnésio, pelo método colorimétrico do magon sulfonado; do sódio e do potássio, através do método do eletrodo íon-seletivo (ISE).

Os valores obtidos referentes aos teores dos macrominerais séricos foram submetidos à análise de variância conforme o delineamento inteiramente casualizado com 2 momentos (antes e após o exercício físico) e 19 repetições. As médias foram comparadas por meio do teste T de Student para populações dependentes, a 5% de probabilidade (VIEIRA, 1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da concentração sérica do cálcio com a atividade física de alta intensidade (Tabela 1). Do mesmo modo, Snow et al. (1983), em seus estudos com equinos da raça Puro Sangue Inglês, relataram modesto aumento na concentração sérica de cálcio após curto percurso de exercício físico intenso. Essa alteração foi transitória, com retorno ao nível basal em 1 hora.

Durante o galope (exercício de alta intensidade) uma severa acidose metabólica pode ocorrer (GOMIDE et al., 2006), devido ao acúmulo de lactato intra e extracelular, decorrente da glicólise anaeróbica para geração de energia (AGUILERA-TEJERO et al., 2000; BRANDI et al., 2009). Na acidose metabólica, ocorre aumento da concentração sérica de cálcio ionizado devido à diminuição da fração de cálcio

ligado à proteína (FLAMINIO & RUSH, 1998). Além disso, a quantidade de cálcio perdida através do suor num exercício intenso de curta duração é pequena com relação à quantidade de fluido perdido (TITTO et al., 2009). Esses fatores justificam o resultado observado no presente estudo.

Piccione et al. (2007), após submeterem cavalos da raça Puro Sangue Inglês a exercício físico de alta intensidade, num percurso de 1800 metros, observaram significativo aumento dos valores séricos de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, cloreto e sódio. Para esses autores, a estimulação adrenérgica durante o exercício físico intenso induz a secreção do paratormônio (PTH), que pode influenciar as concentrações séricas de cálcio, fósforo e magnésio.

Em provas de enduro, os resultados diferem dos obtidos neste experimento. Carlson et al. (1976) e Santos et al. (2001) relataram decréscimo na concentração sérica de cálcio após provas de enduro, justificado pelo longo período de esforço físico a que os animais foram submetidos, pelo fluxo intracelular de íons cálcio para eficiente contração muscular e pela perda progressiva de cálcio através da intensa sudorese.

Com relação à concentração sérica do fósforo, não houve alteração significativa ( $p > 0,05$ ) após o exercício de alta intensidade (Tabela 1). Do mesmo modo como relatado por Aguilera-Tejero et al. (2000), porém, após uma competição de saltos. No entanto, Snow et al. (1983) e Piccione et al. (2007), ambos em trabalhos com equinos da raça Puro Sangue Inglês, verificaram elevação da concentração sérica de fósforo após o exercício físico intenso. Carlson et al. (1976), Inoue et

al. (2002) e Santos et al. (2001) também relataram aumento dos valores séricos de fósforo após provas de enduro.

Segundo Rose et al. (1983), essa elevação é decorrente da desfosforilação do ATP para prover fosfato de alta energia para contração muscular. Para Gêiser et al. (1995), a elevação na concentração sérica de fósforo é devido não apenas ao aumento da utilização de compostos de alta energia, mas, também, à perda de fluido do compartimento vascular em maior proporção que a perda de íons fósforo. O decréscimo significativo na concentração sérica do sódio foi observado após a atividade física de alta intensidade (Tabela 1). Provavelmente decorrente da perda de eletrólitos e fluido através da sudorese, como constatado por Matsui et al. (2002), que relataram elevada perda de íons sódio através do suor, em equinos da raça Puro Sangue Inglês, após percurso de 2000 metros a 700m/minuto. Além disso, segundo McKenna (1995), o decréscimo do sódio sérico pode ser justificado pelo influxo de sódio e fluido nas células musculares.

Piccione et al. (2007) verificaram aumento da concentração sérica de sódio em equinos da raça Puro Sangue Inglês após curto percurso de exercício físico de alta intensidade e atribuíram-no ao desvio de fluido do meio extracelular para o meio intracelular. O sódio juntamente com o cloreto e o potássio são responsáveis pelo equilíbrio osmótico e, dessa forma, alterações nas concentrações séricas de tais eletrólitos influenciam a concentração de água no meio extra e intracelular (MCDOWELL, 1999).

Tabela 1. Características estatísticas (médias e erros padrão) dos valores dos macrominerais séricos antes e após a atividade física de alta intensidade de equinos atletas, adultos (com idade entre 3 e 5 anos), machos e fêmeas, clinicamente saudáveis, da raça Puro Sangue Inglês

Itens	Cálcio (mg/dL)	Fósforo (mg/dL)	Sódio (mEq/L)	Cloreto (mEq/L)	Potássio (mEq/L)	Magnésio (mg/dL)
Antes da atividade física	9,01± 0,15 <sup>a</sup>	5,80± 0,12 <sup>a</sup>	134,05 ± 0,48 <sup>b</sup>	101,47± 1,54 <sup>b</sup>	4,16± 0,09 <sup>a</sup>	1,87± 0,03 <sup>a</sup>
Após a atividade física	9,83 ± 0,18 <sup>b</sup>	5,96± 0,10 <sup>a</sup>	132,68± 0,41 <sup>a</sup>	96,37± 1,48 <sup>a</sup>	4,08± 0,07 <sup>a</sup>	1,96± 0,04 <sup>b</sup>
N	19	19	19	19	19	19
s	0,73	0,474	1,95	6,59	0,34	0,14
CV	7,74	8,048	1,46	6,66	8,34	7,34
t	-7,13	-1,45	4,44	3,18	0,71	-3,40
p	<0,001	0,16	<0,001	0,005	0,48	0,003

<sup>a,b</sup>Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

N = numero de animais, s = desvio padrão, CV = coeficiente de variação, t = valores de t, p = probabilidade.

Santos et al. (2001), em seus estudos com equinos em provas de enduro, e Cohen et al. (1993), ao avaliar as alterações eletrolíticas decorrentes do esforço físico durante uma rotina de treinamento de equinos da raça Puro Sangue Inglês, também observaram aumento dos valores séricos de sódio durante a prova. Segundo esses autores, tal elevação é indicativo da diminuição de fluido extracelular. Além disso, a desidratação aumenta a reabsorção renal de sódio para o restabelecimento do equilíbrio osmótico (RAMÓN et al. 2000).

Martins et al. (2005) verificaram que a concentração sérica de sódio não sofreu alterações significativas durante e após a prova de enduro, na qual equinos da raça Mangalarga e Árabe foram submetidos a um percurso de 40km de extensão, provavelmente devido à quantidade equivalente de sódio e água perdida através do suor (FLAMINIO et al., 1996).

A atividade física intensa também promoveu decréscimo significativo na concentração sérica do cloreto (Tabela 1), concordando com o relatado por Cohen et al. (1993) que também observaram redução da taxa de excreção urinária de cloreto. Do mesmo modo, Santos et al. (2001) em seus trabalhos com equinos em provas de enduro e Aguilera-tejero et al. (2000), em estudos com equinos em competição de saltos, verificaram decréscimo do teor sérico de cloreto.

Essa redução da concentração sérica de cloreto após o exercício físico intenso e/ou prolongado é decorrente da perda de grande quantidade de íons cloreto através da sudorese, uma vez que a concentração desse eletrólito no suor é muito elevada (FLAMINIO & RUSH, 1998).

Diferindo dos resultados obtidos no presente estudo, Piccione et al. (2007)

relataram significativo aumento da concentração sérica de cloreto após a atividade física intensa e atribuíram-no ao deslocamento de cloreto para o interior das células musculares e de eritrócitos. Desse modo, o aumento da quantidade de eritrócitos decorrente do exercício influencia o teor sérico de cloreto (GEOR et al., 1994).

Harris & Snow et al. (1988), após submeterem equinos da raça Puro Sangue Inglês a curto percurso de exercício de alta intensidade, e Puoli Filho et al. (2007), em estudo com equinos em uma prova de enduro totalizando 60km de percurso, não observaram alteração significativa no teores sérico de cloreto.

Os valores médios da concentração sérica de magnésio sofreram significativo aumento decorrente do exercício físico intenso (Tabela 1). Esses valores concordam com o relatado por Piccione et al. (2007), que atribuíram tal elevação à ação do paratormônio, como já abordado anteriormente. Segundo Flaminio & Rush (1998), a concentração de magnésio no suor é proporcionalmente maior do que no plasma, no entanto, a desidratação pode afetar a interpretação dos resultados obtidos.

Em provas de resistência, como enduro, Carlson et al. (1976) e Stockham (1995) verificaram diminuição na concentração sérica magnésio em equinos PSI, provavelmente devido ao longo período de atividade física ao qual os animais foram submetidos e à intensa sudorese. Segundo Stockham (1995), as alterações da concentração de magnésio não foram muito estudadas em equinos, o que dificulta a interpretação dos resultados.

Em humanos, as alterações eletrolíticas, particularmente do magnésio, decorrentes do exercício físico, têm sido melhor estudadas. Segundo

Westmoreland et al. (2006), a atividade física de alta intensidade tende a induzir aumento na concentração sérica de magnésio, enquanto exercícios submáximos apresentam efeito oposto. No entanto, dependendo dos aspectos metodológicos empregados, da concentração sérica de magnésio pré-exercício e das condições às quais os indivíduos foram submetidos, podem ocorrer exceções a essa tendência.

A concentração sérica do potássio, não apresentou alteração significativa decorrente do exercício físico intenso (Tabela 1). Isso também foi observado por Cohen et al. (1993), após uma rotina de treinamento com equinos da raça Puro Sangue Inglês, provavelmente devido ao equilíbrio entre a perda de íons potássio através do suor e o fluxo desse eletrólito das células musculares e dos eritrócitos para o compartimento vascular, durante o exercício físico.

Significativo aumento da concentração sérica de potássio foi verificado por Harris & Snow et al. (1988) e Piccione et al. (2007), em equinos da raça PSI após curto percurso de galope e também por Aguilera-Tejero et al. (2000) após uma competição de saltos. Essa elevação, segundo Rose et al. (1983), é decorrente da liberação de potássio das reservas intracelulares e da perda de fluido através da sudorese.

Em provas de enduro, nas quais os animais são submetidos a longos percursos de atividade física de baixa intensidade, vários autores relataram significativo decréscimo da concentração sérica de potássio e atribuíram-no à elevada perda desse eletrólito através do suor, decorrente do longo período de atividade física (CARLSON et al., 1976; SANTOS et al., 2007; FERNANDES & LARSSON, 2000; MARTINS et al., 2005; PUOLI FILHO et al., 2007)

Outro fator a ser considerado é que as maiores reservas de potássio são intracelulares, e, desse modo, a mobilização desse elemento para o plasma e o restabelecimento do equilíbrio eletrolítico é mais demorado (LACERDA NETO & MARQUES, 1999). Além disso, a desidratação aumenta a reabsorção renal de sódio às custas da excreção de potássio e íons hidrogênio, que contribui para uma hipocalemia (RAMÓN et al., 2000).

De acordo Flaminio & Rush (1998), o potássio está presente em baixas concentrações no fluido extracelular, mas sua concentração é alta nos eritrócitos e fibras musculares. Durante o exercício, o potássio passa da musculatura para o plasma, sendo que, em exercícios intensos, a concentração sérica de potássio pode rapidamente alcançar altos níveis. Já, em exercícios de baixa intensidade e longa duração, o potássio atinge menor valor sérico. Após o término da atividade física, esse eletrólito retorna para as células musculares. Portanto, a concentração sérica de potássio varia de acordo com a intensidade do exercício e tempo de recuperação, de modo que baixos valores não necessariamente indicam perda de potássio. Além disso, quando a colheita da amostra sanguínea não é feita imediatamente após o exercício, os resultados podem ser subestimados ou permanecer dentro da faixa de normalidade (AGÜERA BUENDIA et al., 1994).

O exercício físico de alta intensidade em equinos Puro Sangue Inglês atletas promove aumento das concentrações séricas de cálcio e magnésio, redução dos teores séricos de sódio e cloreto e não altera os valores séricos de fósforo e potássio.

## REFERÊNCIAS

- AGUERA BUENDIA, E.I.; RUBIO SUQUE, M.D.; AGUERA CARMONA, S.; ESCRIBANA DURÓN, B.M.; CASTEJÓN MONTIJANO, F. Efecto de una prueba de ejercicio de intensidad creciente en parámetros bioquímicos sanguíneos de potros pura raza española sin entrenamiento. **Archivos de Zootecnia**, v.43, n.162, p.153-164, 1994. [ [Links](#) ].
- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRÍGUEZ M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, v.68, n.2, p.103-108, 2000. [ [Links](#) ].
- BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E.; MARTINS, E.N.; FREITAS, E.V.V.; LACERDA NETO, J.C. Desempenho de equinos submetidos a enduro alimentados com níveis de óleo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.311-321, 2009. [ [Links](#) ].
- CARLSON, G.P.; OCEN, P.O.; HARROLD, D. Clinic-pathologic alterations in normal and exhausted endurance horses. **Theriogenology**, v.6, n.2-3, p.93-104, 1976. [ [Links](#) ].
- COHEN, N.D.; ROUSSEL, A.J.; LUMSDEN, J.H.; COHEN, A.C.; GRIFT, E.; LEWIS C. Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred racehorses following strenuous exercise during training. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.57, n.1, p.9-13, 1993. [ [Links](#) ].
- CUNHA, T.J. Mineral requirements. In: CUNHA, T.J. **Horse Feeding and Nutrition**. California: Mosby, 1991, p.84-164. [ [Links](#) ].
- FERNANDES, W. R.; LARSSON, M. H. M. A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina, em equinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, v.30, n.3, p.393-398, 2000. [ [Links](#) ].
- FLAMINIO, M.J.B.M., GAUGHAN, E.M. E GILLESPIE, J.R. Exercise intolerance in endurance horses. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v.12, n.3, p.565-578, 1996. [ [Links](#) ].
- FLAMINIO, M.J.B.F.; RUSH, B.R. Fluid and electrolyte balance in endurance horses. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v.14, n.1, p.147-156, 1998. [ [Links](#) ].
- GEISER, D.R.; ANDREWS, F.M.; ROHRBACH, B.; WHITE, S.L.; MAVKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; PROVENZA, M.K. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**, v.56, n.11, p.1502-1505, 1995. [ [Links](#) ].
- GEOR R.J., WEISS, D.J.; SMITH, C.M. Hemorheologic alterations induced by incremental treadmill exercise in Thoroughbreds. **American Journal of Veterinary Research**, v.55, p.854-861, 1994. [ [Links](#) ].

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R.C. L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; NETO, J. C. L. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.509-513, 2006. [ [Links](#) ].

HARRIS, P.; SNOW, D.H. The effect of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and the other electrolytes. **Equine Veterinary Journal**, v.20, n.2, p.109-113, 1988. [ [Links](#) ].

HINTZ, H.F.; CYMBALUK, N.F. Nutrition of the horse. **Annual Review of Nutrition**, v.14, p.243-267, 1994. [ [Links](#) ].

INOUE, Y.; OSAWA, T.; MATSUI, A.; ASAI, Y.; MURAKAMI, Y.; MATSUI, T.; YANO, H. Changes of serum mineral concentrations in horses during exercise. **Asian-australasian Journal of Animal Science**, v.15, n.4, p.531-536, 2002. [ [Links](#) ].

JACKSON, S.G. Trace minerals for the performance horse know biochemical roles and estimates of requirements. **Continuing Education**, v.50, p.668-674, 1997. [ [Links](#) ].

KOBLUCK, C.N.; AMES, T.R.; GEOR, R.J. **The horse: diseases & clinical management**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1995.1336p. [ [Links](#) ].

LACERDA NETO, J. C.; MARQUES, L. C. Utilização de parâmetros clínicos e bioquímicos na avaliação de equinos submetidos a exercício de baixa intensidade e média duração. **Veterinária Notícia**, v.5, n.1, p. 77-82, 1999. [ [Links](#) ].

LEWIS, L.D. Minerals for horses. In.: LEWIS, L.D. **Equine clinical nutrition: feeding and care**. Philadelphia: Saunders Company, 1995 p.25-60. [ [Links](#) ].

MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; D'ANGELIS, F.H.F.; FREITAS, E.V.V.; CHRISTOVÃO, F.G.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J. C. Determinação de variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.12, n.1-3, p. 62-65, 2005. [ [Links](#) ].

MATSUI, A.; OSAWA, T.; FUJIKAWA, H.; ASAI, Y.; MATSUI, T.; YANO, H. Estimation of total sweating rate and mineral loss through sweat during exercise in 2-years old horses at cool ambient temperature. **Journal of Equine Science**, v.13, n.4, p.109-112, 2002. [ [Links](#) ].

MCDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3.ed., Illinois: Agrico Feed Ingredients, 1999. 92p. [ [Links](#) ].

MCKENNA.M.J. Effects of training on potassium homeostasis during exercise. **Journal of Molecular on Cellular Cardiology**, v.27, n.4, p.941-949, 1995. [ [Links](#) ].

PICCIONE, G.; GIANNETTO, C.; COSTA, A.; FAZIO, F.; CAOLA, G. Effects of high intensity exercise on serum electrolytes and protein in thoroughbred horses. **Magyar Allatorvosok Lapja**, v.129, n.4, p. 208-213, 2007. [ [Links](#) ].

PUOLI FILHO, J. N.P.; BARROS NETO, T. L.; RODRIGUES, P. H. M.; GARCIA, H. P. L. Parâmetros fisiológicos do desempenho de cavalos de alta performance hidratados voluntariamente com água ou solução isotônica contendo carboidrato.

**Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n.2, p.122-131, 2007. [ [Links](#) ].

RAMÓN-SCAGLIONE, M.M.C.; MARTÍNEZ, P. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances en Ciencia Veterinaria**, v.15, n.1-2, p.19-30, 2000. [ [Links](#) ].

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R.; HODGSON, D.R.; STEWART, J.H. Responses to sumaximal treadmill exercise in the horses: changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **The Veterinary Record**, v.113, n.26-27, p.612-618, 1983. [ [Links](#) ].

SANTOS, S.A.; SILVA, R.A.M.S.; AZEVEDO, J.R.M.; MELLO, M.A.R.; SOARES, A.C.; SIBUYA, C.Y.; ANARUMA, C.A. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.3, 2001. [ [Links](#) ].

SNOW, D.H.; MASSON, D. K.; RICKETTS, S.W. Post race blood biochemistry in Thoroughbreds. SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine Exercise Physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983. [ [Links](#) ].

STOCKHAM, S.L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics of North América Equine Practice**, v.11, n.3, p.393-408, 1995. [ [Links](#) ].

TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M. F.; TOLEDO, L. R. A.; PASSINI, R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; GOBESSO, A. A. O.; ETCHICHURY, M.; TITTO, C. G. Concentração de eletrólitos em equinos submetidos a diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.236-244, 2009. [ [Links](#) ].

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 2.ed. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1991. 203p. [ [Links](#) ].

WESTMORELAND, D.; ANDERSON, D.; PORTA, S. Effects of maximal and submaximal exercise on plasma electrolyte shifts. **Trace Elements & Electrolytes**, v.23, n.4, p.312-317, 2006. [ [Links](#) ].

Data de recebimento: 15/06/2008

Data de aprovação: 13/09/2009