

BIOQUÍMICA SÉRICA E LEUCOMETRIA DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR SUPLEMENTADOS COM CROMO E SUBMETIDOS À PROVA DE MARCHA

SERUM BIOCHEMISTRY AND LEUKOMETRY OF MANGALARGA MARCHADOR HORSES SUPPLEMENTED WITH CHROMIUM AND SUBMITTED TO MARCHA TESTS

Heloisa Helena Capuano de REZENDE¹; Adalgiza Souza Carneiro de REZENDE²;
 Ângela Maria Quintão LANA³; Juliano Martins SANTIAGO⁴;
 Patrícia Carneiro Bernardes MOSS⁵; Raquel Silva MOURA⁶;
 Maria Lindomárcia Leonardo da COSTA⁷; Marília Martins MELO⁸

1. Médica Veterinária, Msc., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária – EV, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, *Campus* Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. helomvet@yahoo.com.br. 2. Médica Veterinária, Dsc., Professora Associada do Departamento de Zootecnia EV - UFMG. 3. Engenheira-Agrônoma, Dsc., Professora Associada do Departamento de Zootecnia, EV - UFMG. 4. Médico Veterinário, Dsc., Professor Auxiliar da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 5. Médica Veterinária. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, EV - UFMG. 6. Médica Veterinária. Dsc., Professora Adjunta da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. 7. Zootecnista. Dsc., Professora Adjunta da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil; 8. Médica Veterinária, Dsc., Professora Associada do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias, EV - UFMG.

RESUMO: O cromo na dieta de equinos Mangalarga Marchador pode incrementar seu metabolismo energético, melhorando seu desempenho atlético com redução do estresse. Avaliou-se o efeito da suplementação com cromo sobre a bioquímica sérica e leucometria de equinos Mangalarga Marchador submetidos ao treinamento para concurso de marcha. Foi realizado ensaio com 12 éguas Mangalarga Marchador no delineamento experimental inteiramente ao acaso com três tratamentos – 0, 5 e 10 mg/dia de Cromo-metionina com quatro repetições. O experimento foi dividido em duas etapas: a primeira composta por 24 dias de adaptação das éguas à dieta, e a segunda constituída por seis dias, onde os animais foram submetidos a três provas de marcha, com duração de 50 minutos cada, em dias alternados. Avaliou-se as concentrações plasmáticas de glicose e lactato; séricas de triglicerol, insulina e cortisol e a contagem de leucócitos totais. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos nos parâmetros avaliados. Após o exercício houve aumento ($P<0,05$) nas concentrações de lactato, insulina e cortisol e na contagem de leucócitos totais. A suplementação com cromo em equinos Mangalarga Marchador não alterou a via metabólica predominante para geração de energia, o estresse induzido pelo exercício e a resposta imune dos animais durante provas de marcha.

Palavras-chave: Cortisol. Equino. Insulina. Glucose. Triglicerol

INTRODUÇÃO

A raça nacional Mangalarga Marchador, responsável pelo maior rebanho de equinos do Brasil, apresenta como principal característica sua dinâmica de movimentação: a marcha. Dentre os objetivos de sua criação, destacam-se a utilização na lida com o gado e participação em cavalgadas, provas de enduro e concursos de marcha. Segundo Rezende (2006), o concurso de marcha pode ser definido como uma prova de longa duração, com grande gasto energético, no qual o animal desenvolve em círculo, longos percursos, sem descanso e em velocidade constante.

Nos mamíferos, a função primária do cromo é potencializar os efeitos da insulina (Jordão et al., 2011), além de ser componente ativo do oligopeptídeo cromodulina (Vincent, 2000). Supõe-

se que o cromo aumente a fluidez da membrana celular, facilitando a ligação da insulina ao seu receptor (EVANS; BOWMAN, 1992), e que a cromodulina funcione como um carreador de cromo para proteínas celulares deficientes neste mineral (Vincent, 1994). Segundo Vincent (1999), o cromo também faz parte do mecanismo de amplificação da sinalização intracelular de insulina, responsável pelo estímulo da translocação de GLUT-4, ou seja, um fator colaborador para o aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática.

Ott e Kivipelto (1999), avaliando o efeito da suplementação com cromo em potros durante um teste de tolerância à glicose, observaram que entre 5 e 120 minutos após administração de 0,2 g de glicose/kg de peso vivo, os grupos suplementados apresentaram concentrações plasmáticas de glicose menores que o grupo controle ($p<0,05$). Pagan et al.

(1995) ao avaliar a suplementação com 5 mg de cromo em equinos Puro-Sangue-Inglês (PSI) em treinamento, observaram que uma hora após o consumo de concentrado, a concentração de insulina do grupo suplementado foi menor. Durante o exercício, estes autores observaram menores concentrações plasmáticas de glicose e lactato e maiores concentrações de triglicerídeos nos equinos suplementados.

Outro efeito do cromo está relacionado à resposta imune, principalmente em animais submetidos a situações de estresse. O aumento da concentração sanguínea de cortisol, fator imunodepressivo, aparece como elemento constante nos casos de estresse. A suplementação com cromo em bovinos confinados resultou em estímulo do sistema imune e menor morbidade e mortalidade durante o transporte destes animais (JACKSON, 1997). Burton et al. (1995), avaliando o efeito da suplementação com cromo em vacas leiteiras, observaram efeito positivo deste micromineral sobre a resposta imune, com redução nos níveis séricos de cortisol durante a ordenha. Pagan et al. (1995) observaram menores concentrações de cortisol no período de aquecimento pré-exercício e nas fases iniciais do exercício em equinos suplementados com cromo. No entanto, Gentry et al. (1999) não observaram diferença na resposta imune de éguas suplementadas com cromo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação com cromo sobre a bioquímica sérica e leucometria de equinos Mangalarga Marchador submetidos a treinamento para provas de marcha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Helena - Haras Catuni, situada no município de Francisco Sá – MG, Brasil. Foram utilizadas 12 éguas Mangalarga Marchador, com faixa etária entre 4 e 8 anos e 350 a 450 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, composto por três tratamentos caracterizados pelo fornecimento de 0, 5 e 10 mg/dia de Cromometionina, com quatro repetições por tratamento.

O período experimental teve duração de 30 dias, sendo 24 dias de adaptação dos equinos à dieta e ao treinamento e seis dias para coleta de amostras. Os equinos permaneceram soltos em piquete de *coastcross* (*Cynodon dactylus*), com bebedouro e cocho coberto para fornecimento de água e sal mineral *ad libitum*. Os animais receberam 1,2% do peso vivo de concentrado (15% de proteína bruta), fornecido em unidades de serviço, duas vezes ao dia

e em quantidades iguais, as 6 e 13 horas. A suplementação com 0, 5 ou 10 mg de Cromometionina (MiCroPlex® - Zinpro) foi realizada diariamente, antes do primeiro fornecimento de concentrado, via oral, utilizando gel manipulado como veículo inoculador e seringas descartáveis de 3 mL.

O condicionamento físico dos animais foi realizado de acordo com protocolo adaptado de Meirelles (1997), onde os equinos foram montados diariamente, sendo dez minutos iniciais de aquecimento ao passo; cinco minutos de marcha; quatro minutos de galope; novamente cinco minutos de marcha e dez minutos finais de recuperação ao passo. A cada dois dias, em torno de 5 minutos após o exercício de treinamento, a frequência cardíaca (FC) dos equinos foi monitorada. Quando se apresentava abaixo de 60 batimentos por minuto (bpm), significava que não houve esforço suficiente para o condicionamento físico e a duração do exercício foi aumentada em 10 minutos no tempo de marcha. Se a FC estava entre 60 a 70 bpm, julgou-se que a recuperação era adequada e o tempo da marcha era mantido, mas quando a FC excedia 70 bpm, indicativo de excesso de trabalho o tempo de marcha era reduzido em 5 minutos, até que os batimentos atingissem entre 60 e 70 bpm.

Quando a frequência cardíaca estava igual ou abaixo de 52 batimentos por minuto (bpm), houve acréscimo de dez minutos no tempo de marcha, frequência cardíaca entre 63 e 71 bpm, a duração do exercício foi mantida e frequência cardíaca acima de 72 bpm o tempo de marcha foi reduzido na proporção de cinco minutos por dia, até que os batimentos cardíacos permanecessem entre 63 e 71 bpm.

Nos últimos seis dias do período experimental, os equinos foram submetidos a três provas de marcha, realizadas em dias alternados, de acordo com o regulamento da XXIII Exposição Nacional do Mangalarga Marchador. Nas provas de marcha, os animais foram mantidos em marcha cadenciada durante 50 minutos, sendo 25 minutos em cada sentido - horário e anti-horário, com velocidade média de 12 km/h controlada por GPS (Garmin®).

Antes e imediatamente após as provas de marcha, amostras sanguíneas foram coletadas através de punção da veia jugular, com agulhas para coleta a vácuo e tubos a vácuo com EDTA, para avaliação das concentrações plasmáticas de glicose e lactato e contagem total de leucócitos; e em tubos à vácuo sem anticoagulante para avaliação das concentrações séricas de triacilglicerol, cortisol e insulina. Em seguida, as amostras sanguíneas

coletadas em tubos sem anticoagulante foram centrifugadas a 1350 G, por 20 minutos, para separação do soro. Alíquotas de 1 mL de soro foram armazenadas em tubos de polipropileno tipo *epENDORF* e armazenados à -20°C , para posteriores análises.

As análises das concentrações sanguíneas de glicose e lactato foram realizadas imediatamente após as coletas sanguíneas, utilizando glicosímetro (MediSense Optimum[®] - Abbott) e lactímetro portáteis (Accutrend Lactate[®] - Roche). A contagem total de leucócitos foi realizada em câmara de Neubauer (Ferreira Neto et al., 1978). As análises das concentrações séricas de triacilglicerol foram realizadas por colorimetria, utilizando *kits* reagentes (Bioclin[®]). As análises das concentrações séricas de cortisol e insulina foram determinadas por radioimunoensaio de fase sólida utilizando *kits* reagentes (Coat-a-Count - DPC[®]).

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos grupos experimentais foi feita pelo teste T de Student com ($P < 0,05$). Realizou-se teste de Lilliefors para verificar a normalidade dos dados e teste de Bartlett para averiguar a homocedasticidade de variâncias, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos em nenhum dos parâmetros hematológico e bioquímicos avaliados (Tabela 1). Após o exercício observou-se aumento das concentrações plasmáticas lactato, das concentrações séricas de insulina e cortisol e da contagem total de leucócitos dos equinos de todos os grupos experimentais.

Tabela 1. Concentrações plasmáticas de glicose e lactato, séricas de triacilglicerol, insulina e cortisol e contagem total de leucócitos de equinos Mangalarga Marchador suplementados com 0, 5 ou 10 mg/dia de cromo, antes e após as provas de marcha e coeficientes de variação (CV)

Parâmetros	Antes			Após			CV (%)
	0	5	10	0	5	10	
Glicose (mg/dL)	114,3 ^a	102,0 ^a	114,8 ^a	110,9 ^a	100,9 ^a	113,4 ^a	14,9
Triacilglicerol (mg/dL)	45,08 ^a	47,97 ^a	49,40 ^a	49,58 ^a	45,98 ^a	50,38 ^a	20,1
Insulina ($\mu\text{U}/\text{mL}$)	10,91 ^b	29,21 ^b	30,25 ^b	46,41 ^a	45,25 ^a	67,41 ^a	21,8
Lactato (mmol/L)	1,74 ^b	1,74 ^b	1,70 ^b	1,97 ^a	1,84 ^a	1,89 ^a	12,6
Cortisol ($\mu\text{g}/\text{dL}$)	8,74 ^b	8,75 ^b	8,36 ^b	13,17 ^a	14,04 ^a	15,79 ^a	26,8
Leucócito ($\times 10^3$)	8,49 ^b	9,80 ^b	11,21 ^b	11,54 ^a	12,30 ^a	13,75 ^a	14,9

Letras distintas indicam diferença antes e após o exercício nos grupos experimentais suplementados com 0, 5 ou 10 mg/dia de cromo ($P < 0,05$)

Na espécie equina, os efeitos da suplementação com cromo sobre as concentrações de glicose são contraditórios. Pagan et al. (1995) observaram menores concentrações de glicose em equinos PSI suplementados com 5mg/dia de Cromo-levedura. Já Vervuert et al. (2005), avaliando equinos Standardbred suplementados com 4,15 e 8,3 mg/dia de Cromo-levedura e Uyanik et al. (2008), testando a suplementação de equinos Quarto-de-milha com 400 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de cromo-picolinato, não observaram efeito deste micromineral na concentração plasmática de glicose dos animais. A semelhança na concentração plasmática de glicose dos equinos, dos grupos placebo e suplementados, está de acordo com os resultados encontrados em outros trabalhos que avaliaram o efeito da suplementação com cromo em diferentes espécies domésticas. (MOWAT et al., 1993; LINDEMANN et al., 1995; WARD et al., 1995; CHANG et al., 1996; GENTRY et al., 1999; KEGLEY et al., 1997). Nestes trabalhos também era

esperado redução na concentração de glicose dos animais suplementados com cromo, devido a ação deste no metabolismo glicídico, estimulando a captação de glicose pelas células de tecidos-alvo.

Esperava-se que os equinos dos grupos suplementados apresentassem maior concentração sérica de triacilglicerol após o exercício, pois de acordo com Pagan et al. (2005), o cromo aumenta o metabolismo lipídico. Estes autores observaram maior concentração sérica de triacilglicerol nos equinos PSI suplementados com cromo, embora, Uyanik et al. (2008) tenham observado redução na concentração de triacilglicerol em equinos Quarto-de-milha também suplementados com esse micromineral.

As divergências encontradas nas concentrações de glicose e triacilglicerol, entre o presente estudo e outras pesquisas podem estar relacionadas às diferentes modalidades hípcas e nível de condicionamento físico dos animais.

Castejón et al. (1995), avaliando equinos de enduro observaram que quando esses animais estão pouco condicionados utilizam como substrato energético, principalmente, a glicose oriunda do glicogênio muscular. Já animais condicionados, também utilizam os ácidos graxos como fonte de energia para o esforço, além da glicose. O enduro é uma prova hípica de resistência e, provavelmente, apresenta metabolismo energético semelhante ao da prova de marcha.

As doses de cromo utilizadas no presente estudo (5 ou 10 mg/dia) não afetaram a concentração sanguínea de lactato dos equinos. Esperavam-se concentrações mais baixas de lactato nos animais suplementados com cromo, pois o aumento na captação da glicose sanguínea pelas células dos tecidos-alvo, promovida pela suplementação com cromo, reduziria a concentração de insulina, facilitando o aproveitamento dos lipídeos e poupando as reservas de glicogênio, o que, conseqüentemente, diminuiria a produção de lactato (GOMES et al., 2005).

Semelhante aos resultados obtidos para as concentrações de glicose e triglicerídeos, também é contraditória a resposta do lactato nos estudos que avaliaram a suplementação com cromo em equinos. Pagan et al. (1995) relataram menor concentração de lactato nos equinos PSI suplementados com 5 mg/dia de Cromo-levedura, enquanto, Vevuert et al. (2005) observaram maior concentração de lactato em equinos Quarto-de-milha suplementados com 4,5 e 8,3 mg/dia de Cromo-levedura.

O aumento da concentração sanguínea de cortisol, fator imunodepressivo, aparece como elemento constante nos casos de estresse, dentre esses o induzido pelo exercício. Tanto na espécie bovina quanto equina, a suplementação com cromo resultou em menores concentrações de cortisol sanguíneo (BURTON et al., 1995; PAGAN et al., 1995; JACKSON, 1997), porém, nos equinos marchadores que participaram desse experimento a suplementação com cromo não influenciou na concentração sérica de cortisol e a contagem de leucócitos totais.

No presente estudo, esperava-se que a suplementação com cromo reduzisse a concentração sérica de cortisol e, conseqüentemente, a contagem de leucócitos totais. Durante exercícios de longa duração e com intensidade de baixa a moderada, observa-se leucocitose resultante da ação da liberação de cortisol, que estimula a produção de neutrófilos e inibe a migração de granulócitos dos capilares para os tecidos (SANTOS, 2006).

Em relação à resposta dos parâmetros avaliados nos animais antes e após o exercício, não

houve diferença ($P>0,05$) na concentração de glicose e triacilglicerol nos dois momentos de provas de marcha. Segundo Pösö et al. (2004), alterações na concentração de glicose dependem do tipo de exercício. As concentrações sanguíneas de glicose tendem a diminuir no decorrer de exercícios prolongados, entretanto, durante exercícios de curta duração, tanto o aumento, quanto a redução têm sido observados. No início do exercício, a energia para a contração muscular é proveniente da glicose sanguínea e do glicogênio muscular, sendo observada redução da glicose sanguínea na fase inicial do trabalho. Em seguida, a concentração de glicose sanguínea tende a aumentar, devido à maior glicogenólise e gliconeogênese (GILL et al., 1987).

De acordo com Pagan et al. (2005), concentração elevada de triglicerol, após o exercício, está relacionada com o metabolismo da glicose e a produção de insulina, pois essa inibe a mobilização de lipídios do tecido adiposo. Assim, se o cromo acelerasse a passagem de glicose da corrente circulatória para os tecidos, levaria a redução da concentração de insulina na corrente circulatória, resultando em maior mobilização dos lipídeos para geração de energia.

Houve aumento ($P<0,05$) na concentração plasmática de lactato após o exercício. Segundo Eaton (1994), com o aumento da intensidade e/ou duração do exercício, grande parte da energia é gerada por meio da glicólise anaeróbia, com conseqüente produção de ácido láctico. À medida que aumenta a intensidade do exercício, maior quantidade de lactato e íons hidrogênio são produzidos devido à dissociação do ácido láctico.

Em equinos submetidos a exercícios de alta intensidade e predominantemente anaeróbicos, tais como corridas de PSI, *Standardbred* e Quarto-de-milha, ou em equinos destreinados, as concentrações de lactato atingem rapidamente valores superiores a 4 mmol/L. No presente estudo, embora a concentração de lactato tenha se mostrado maior após o exercício, este aumento foi inferior a 2 mmol/L. Tal fato está relacionado ao tipo de esforço exigido pelas provas de marcha, caracterizado por Prates et al. (2009) como sendo predominantemente aeróbio, de longa duração e de intensidade submáxima.

A concentração de lactato inferior a 2 mmol/L após as provas de marcha também indicou efeito positivo do treinamento utilizado neste trabalho sobre o condicionamento físico dos animais. Segundo Ferraz et al. (2008), o aumento do volume mitocondrial e da concentração das enzimas oxidativas mitocondriais das fibras musculares, promovido pelo treinamento aeróbio, potencializa a

utilização do piruvato pela via oxidativa, reduzindo a produção de lactato durante o exercício.

Segundo McArdle et al., (1998), a resposta do cortisol frente a um exercício varia muito conforme a intensidade e duração do esforço, além do condicionamento e estado nutricional do animal. Houve aumento ($P < 0,05$) na concentração sérica de cortisol e na contagem de leucócitos totais dos equinos após o exercício. Resultados semelhantes foram observados por Marques et al. (2002) e por Teixeira Neto et al. (2007) após o exercício de equinos PSI, e por Orozco et al. (2007) e Garcia et al. (1999), trabalhando com Árabe e Crioulo, respectivamente.

Em relação à leucocitose pós-exercício, nos equinos a contagem de leucócitos totais varia com a

intensidade e duração do exercício, podendo haver aumentos de 10 a 30%. O exercício promove liberação de leucócitos sequestrados pelo baço e provenientes do *pool* marginal. Esta leucocitose é transitória, retornando aos valores basais após algumas horas (KOWAL et al., 2006).

CONCLUSÃO

A suplementação com cromo em equinos Mangalarga Marchador não altera a via metabólica predominante para geração de energia, o estresse induzido pelo exercício e a resposta imune dos animais durante provas de marcha.

ABSTRACT: Chromium in the diet of Mangalarga Marchador horses can increase their energy metabolism, improving their athletic performance and reducing stress. The effect of chromium supplementation on serum biochemistry and leukocyte count of Mangalarga Marchador horses submitted to training for marching competitions was assessed. 12 Mangalarga Marchador mares were used in a completely randomized experimental design consisting of three treatments – 0, 5, and 10 mg/day of chromium-methionine – and four replicates per treatment. The research was divided into two stages: first a 24-day phase for adaptation to the diet, and a six-day stage when the animals were submitted to three marching tests, lasting 50 minutes each, on alternate days. The plasma levels of glucose and lactate, serum levels of triglycerol, insulin, and cortisol, and white blood cell count were evaluated. There was no difference ($P > 0,05$) among treatments in any of the parameters evaluated. After exercise, levels of lactate, insulin, and cortisol and white blood cell count increased ($P < 0,05$). The supplementation with chromium in Mangalarga Marchador horses did not alter the predominant pathway for energy generation, the exercise-induced stress, and the immune response of animals during marching tests.

KEYWORDS: Cortisol. Equine. Insulin. Glucose. Triglycerol

REFERÊNCIAS

- BURTON, J. L.; NONNECKE, B. J.; ELSASSER, T. H. Immunomodulatory activity of blood serum from chromium-supplemented periparturient dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 49, p. 29-38, 1995.
- CASTEJÓN, F.; RUBIO, M. B.; AGUERA, E. I. Respuesta hematológica y plasmática al ejercicio em cinta rodante. Córdoba: Egondi, 1995. 202 p.
- CHANG, X.; MALLARD, B. A.; MOWAT, D. N. Effects of chromium on health status, blood neutrophil phagocytosis and in vitro lymphocyte blastogenesis of dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 52, p. 37-52, 1996.
- EATON, M. D. Energetics and performance. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. The athletic horses: principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: Saunders, 1994. 497 p.
- EVANS, G. W.; BOWMAN, T. D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 48, p. 243-250, 1992.
- FERRAZ, G. C.; D'ANGELIS, F. H. F.; TEIXEIRA-NETO, A. R. Blood lactate threshold reflects glucose responses in horses submitted to incremental exercise test. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, p. 256-259, 2008.

FERREIRA NETO, J. M.; VIANA, E. S.; MAGALHÃES, L. M. Patologia Clínica Veterinária. Belo Horizonte: Rabelo Brasil, 1978. 279 p.

GARCIA, M.; GUZMAN, R.; CABEZAS, I. Evaluación del entrenamiento tradicional del caballo criollo chileno de rodeo mediante el análisis de variables fisiológicas y bioquímicas sanguíneas. Archivos de Medicina Veterinária, Valdivia, v. 31, p. 167-176, 1999.

GENTRY, L. R.; THOMPSON, D. L.; FERNANDES, J. M.; SMITH, L. A.; HOROHOV, D. W.; LEISE, B. S. Effects of chromium tripicolinate supplementation on plasma hormone and metabolite concentrations and immune function in adult mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, New York, v. 19, p. 259-265, 1999.

GILL, J.; JABLONSKA, E. M.; ZIOLKOWSKA, S. M. Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horse before and after exercise trials. **Journal of Veterinary Medical Education**, Washington, v. 34, p.609-616, 1987.

GOMES, M. R.; ROGERO, M. M.; TIRAPÉGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, Sao Paulo, v. 11, p.262-266, 2005.

HARKINS, J. D.; HINTZ, H. F.; ELDREDGE, D. L.; SCHRETER, V.; SODERHOLM, V. Effect of detraining on indices of performance and their correlation with athletic ability of polo horses. **Journal of Veterinary Science**, Suwon, v. 13, p. 348-354, 1993.

JACKSON, S. J. Trace minerals for the performance horses: Known biochemical roles and estimates of requirements. **Irish Veterinary Journal**, Dublin, v. 50, p. 668-674, 1995.

JORDÃO, L. R.; REZENDE, A. S. C.; BERGMAM, J. A. G.; MOURA, R. S.; MELO, M. M.; COSTA, M. L. L.; MOSS, P. C. B.; AQUINO NETO, H. M. Effect of feed at different times prior to exercise and chelated chromium supplementation on the athletic performance of Mangalarga Marchador mares. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, Cambridge, v. 7 p. 133-140, 2011.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W.; BROWN, T. T. Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response, and disease resistance of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1956-1964, 1997.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R. P.; CURY, L. J. Avaliação dos valores hematológicos em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 13, p. 25-31, 2006.

LINDEMANN, M. D.; KORNEGAY, E. T. Further assessment of the effects of supplementation of chromium from chromium picolinate on fecundity in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 185, 1995.

MARC, M.; PARVIZI, N.; KALLWEIT, E.; ELSAESSER, F. Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1993-1946, 2000.

MARQUES, M. S.; FERNANDES, W. R.; COELHO, C. S.; MIRANDOLA, R. Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e de cortisol sérico em cavalos de corrida. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, v. 129, p. 29-32, 2002.

McARDLE, W. D.; KATTCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do exercício. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 1172 p.

MEIRELLES, J. S. O cavalo de enduro. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária UFMG**, Belo Horizonte, v. 19, p. 5-10, 1997.

- MOWAT, D. N.; CHANG, X.; YANG, W. Z. Chelated chromium for stressed feeder calves. **Canadian Journal of Animal Science**, Québec, v. 73, p. 49-55, 1993.
- OROZCO, C. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE, L.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA-NETO, J.C. Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la raza pura sangre arabe. **Revista de Medicina Veterinaria**, Bogotá, v. 3, p. 77-82, 2007.
- OTT, E. A.; KIVIPELTO, J. Influence of chromium tripicolinate on growth and glucose metabolism in yearling horses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 3022-3030, 1999.
- PAGAN, J. D.; JACKSON, S. G.; DUREN, S. E. The effect of chromium supplementation on metabolic response to exercise in thoroughbred horses. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. *Biotechnology in the Feed Industry*. Nottingham: University Press Nottingham, 1995. 496 p.
- PÖSÖ, A. R.; HYYPPÄ, S.; GEOR, R. J. Metabolic responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. *Equine Sports Medicine and Surgery*. Philadelphia: Saunders, 2004. 1364 p.
- PRATES, R. C.; REZENDE, H. H. C.; LANA, A. M. Q.; BORGES, I.; MOSS, P. C. B.; MOURA, R. S.; REZENDE, A. S. C. Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chromium. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 916-922, 2009.
- REZENDE, A. S. C. Aditivos ou Suplementos? **Revista Oficial da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador**, Belo Horizonte, v. 18, p. 44-48, 2006.
- SANTOS, V. P. Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SISTEMAS PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS - SAEG versão 7.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- TEIXEIRA NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; D' ANGELIS, F.H.F.; LACERDA NETO, J.C.; QUEIROZ NETO, A. A intensidade de esforço mas não a reposição eletrolítica, altera as concentrações plasmáticas de cortisol e glicose de equinos em provas de enduro de 30 e 60km. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 740-743, 2007.
- UYANIK, F.; GÜÇLÜ, B. K.; BEKYÜREK, T. The effect of chromium supplementation on body weight, serum glucose, proteins, lipids, minerals and ovarian follicular activity in working horses. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 7, p. 771-776, 2008.
- VERVUERT, I.; CUDDEFORD, D.; COENEN, M. Effects of chromium supplementation on selected metabolic responses in resting and exercising horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, Cambridge, v. 3, p. 19-27, 2005.
- VINCENT, J. B. Mechanisms of chromium action: low-molecular-weight chromium-binding substance. **Journal American College Nutrition**, New York, v. 18, p. 6-12, 1999.
- VINCENT, J. B. Relationship between glucose tolerance factor and low-molecular weight chromium-binding substance. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 9, p. 124:117, 1994.
- VINCENT, J. B. The Biochemistry of chromium. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 715-718, 2000.
- WARD, T. L.; SOUTHERN, L. L.; ANDERSON, R. A. Effect of dietary chromium source on growth, carcass characteristics, and plasma metabolite and hormone concentrations in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 189, 1995.