

SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM CROMO TRIVALENTE EM EQUINOS: REVISÃO DE LITERATURA

[Dietary supplementation with trivalent chromium in horses: literature review]

Lilian de Rezende Jordão^{1*}, Adalgiza Souza Carneiro de Rezende², Hélio Martins de Aquino Neto³

¹Médica Veterinária, Mestre em Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG.

²Médica Veterinária, Doutora, Professora Associada do Departamento de Zootecnia, UFMG.

³Médico Veterinário, Mestre em Clínica e Cirurgia Veterinárias – UFMG, Professor Assistente da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Pólo Viçosa.

RESUMO - Diversos suplementos nutricionais são utilizados de forma empírica nos equinos. O cromo trivalente (Cr), ao fazer parte da cromodulina, potencializa a insulina e sensibiliza os tecidos onde ela age, otimizando sua ação em diferentes mamíferos. Contudo, existem poucos trabalhos referentes à suplementação dietética de equinos com Cr. O objetivo dessa revisão foi destacar da literatura dados concretos sobre os possíveis benefícios ergogênicos do cromo no desempenho dessa espécie. O Cr possui o potencial de atuar como agente ergogênico nutricional efetivo e lícito em cavalos de diferentes modalidades atléticas, principalmente nos de duração prolongada, em que a dependência da lipólise é maior.

Palavras-Chave: Aditivo nutricional, cavalo, exercício, glicose, insulina, mineral.

ABSTRACT - Several nutritional supplements are used empirically in horses. Trivalent chromium (Cr) potentiates insulin and sensitizes the tissues where it acts, to be part of chromodulin, optimizing its action in different mammals. However, there are few studies relating to dietary supplementation of horses with Cr. The objective of this review was to highlight from the scientific literature on the possible ergogenic benefits of Cr on performance of this species. Cr has the potential to act as an effective and licit nutritional ergogenic agent in athletic horses of different modalities, especially in prolonged duration, in which the dependence of lipolysis is increased.

Keywords: Exercise, glucose, horse, insulin, mineral, nutritional additive.

INTRODUÇÃO

Com a evolução da ciência do esporte equino tem-se buscado diversas vantagens competitivas e econômicas que não sejam consideradas ilegais, dentre os quais estão os recursos ergogênicos. Para a Medicina Esportiva “agente ergogênico” é todo e qualquer mecanismo de efeito fisiológico, nutricional ou farmacológico que seja capaz de melhorar o desempenho nas atividades físicas esportivas, ou mesmo ocupacionais. Os agentes ergogênicos nutricionais são caracterizados pela aplicação de estratégias e pelo uso de suplementos nutricionais (Neto, 2001; Geor, 2006). Sua ação inclui incrementar a capacidade para o exercício, retardando a depleção de energia ou o acúmulo de lactato, aumentando o desempenho. Como exemplo de ergogênico tem-se a suplementação dietética com o cromo trivalente (Cr). Desta forma, o manejo

nutricional de equinos em exercício e em trabalho pode influenciar no desenvolvimento do desempenho físico e consequentemente melhorar sua atuação.

O fornecimento de Cr na dieta de equinos submetidos a uma atividade atlética pode trazer benefícios, pois ao fazer parte da cromodulina, pode potencializar os efeitos da insulina e aumentar a tolerância à glicose, alterando o metabolismo de carboidratos, lipídios e aminoácidos (NRC, 1997). A suplementação dietética com Cr pode permitir maior mobilização dos lípidos durante o exercício, facilitando a utilização de outras vias de fornecimento de energia além da oxidação de carboidratos, prevenindo assim a fadiga. Também, em equinos submetidos ao exercício, o Cr reduziria o pico de insulina, diminuindo a relação insulina : glicose, reduzindo as concentrações de lactato e

* Autor para correspondência. E-mail: lilianjordao@gmail.com.

cortisol sanguíneos, sendo capaz de aumentar a imunidade e minimizar o estresse (Pagan et al., 1995; Ott & Kivipelto, 1999).

Os suplementos nutricionais na espécie equina muitas vezes são utilizados de forma indiscriminada e sem embasamento científico. Em função disso, o objetivo dessa revisão é identificar na literatura dados concretos sobre os possíveis benefícios ergogênicos do cromo no desempenho dessa espécie.

REVISÃO DE LITERATURA

Até o momento, existe pouca informação esclarecendo a necessidade nutricional de Cr para os equinos (NRC, 2007), embora de acordo com Geor (2006), um suplemento pode ser um nutriente essencial ou uma substância que tenha uma função reconhecida no metabolismo ou função tecidual, mas não seja reconhecida como nutriente essencial, assim como o Cr. Jackson (1997) sugeriu que a necessidade de Cr seja maior para equinos em exercício do que quando sedentários. Este dado é reforçado pelo trabalho de Lukaski (2000), com humanos, em treinamento de enduro.

O cromo é um micromineral que ocorre nas valências de -2 a +6, sendo a forma hexavalente (Cr^{6+}) ligada a problemas de toxicidade, como ulceração nasal e bronquite crônica após inalação. A forma trivalente (Cr^{3+}) é a que realmente interessa nutricionalmente, sendo mais estável, de baixa toxicidade e de maior margem de segurança (McDowell, 1992). Dentre as fontes alimentares encontram-se as oleaginosas, aspargos, cerveja, cogumelo, ameixa, pimenta-do-reino, cereais integrais, carnes, vísceras, forragens, leite, chocolates mais escuros, leguminosas e vegetais (Clarkson, 1997). As concentrações são de miligramas por quilo e, em adultos humanos, a ingestão diária e segura está estimada entre 50 e 200 $\mu\text{g}/\text{dia}$ e embora seja um elemento essencial nessa espécie, não existe uma ingestão dietética recomendada específica para o cromo (Anderson & Kozlovsky, 1985; Lukaski, 2000). Já nos equinos, não há evidências de sua essencialidade (Vervuert et al., 2005; NRC, 2007).

A biodisponibilidade do cromo geralmente é baixa, apresentando valores de 0,5% a 3% (Offenbacher et al., 1986) e a absorção do Cr inorgânico parece ser inversamente proporcional à sua quantidade na dieta (Pechova & Pavlata, 2007). O cromo é absorvido essencialmente no intestino delgado e em ratos, a principal região de absorção é o jejuno. As formas

inorgânicas, como o cloreto crômico (CrCl_3) e o óxido crômico (Cr_2O_3) são mal absorvidos (NRC, 1997).

Vários fatores interferem na sua absorção no intestino delgado, nos quais os inibidores são agentes quelantes como o fitato e minerais como ferro, zinco e vanádio em maior quantidade, além de quantidades subótimas de ácido nicotínico. Os estimuladores são os aminoácidos, o oxalato, a vitamina C e o amido (NRC, 1997; Kobla & Volpe, 2000). O cromo na forma de complexos orgânicos, como cromo picolinato (CrPic), cromo nicotinato (CrNic), cromo-aminoácido, cromo-levedura e cromo-quelato, possui maior absorção. Formas naturais de cromo, como leveduras originárias de cervejarias (cromo-levedura), podem atingir níveis de absorção de 10 a 25% (Anderson & Kozlovsky, 1985).

Após a absorção, o Cr circula pelo plasma na concentração de 0,01 a 0,3 $\mu\text{g}/\text{L}$, ligado à transferrina e possivelmente albuminas. Por se ligar à transferrina, o cromo possui um efeito significativo no transporte de ferro. A concentração do Cr^{3+} no plasma pode estar diminuída no caso de uma infecção ou sobrecarga de glicose. O cromo pode ser armazenado em vários tecidos do organismo, sem possuir um local específico. A maior quantidade de cromo parece estar localizada no fígado, rins, baço e epidídimo, porém já se observou maior concentração de Cr no coração e rins de ratos (Vallerand et al., 1984; Anderson, 1987).

Desde o final da década de 50, definiu-se a necessidade da ingestão de cromo para a manutenção da tolerância normal à glicose em mamíferos, o que desencadeou diversas pesquisas relacionadas à relação do cromo com o metabolismo dos carboidratos. A necessidade em ratos foi identificada em 1957 por Schwart & Mertz e desde então, a suplementação de cromo na dieta de humanos e outros mamíferos vem despertando uma busca incessante de evidências biológicas que assegurem seu uso e validade.

Ao cromo são atribuídas diversas funções biológicas. Sua função primária é potencializar os efeitos da insulina e, desse modo, alterar o metabolismo de carboidratos, lipídios e aminoácidos. Esse metal é o componente ativo de um oligopeptídeo de baixo peso molecular, cromodulina. Em mamíferos é formado pelo Cr^{3+} e por resíduos de glicina, cisteína, glutamato e aspartato (Vincent, 2000). Até o momento, este complexo orgânico foi isolado em coelhos, suínos,

bovinos, caninos, ratos, camundongos e no colostro, e parece estar amplamente distribuídos entre os mamíferos (Vincent, 2000).

Sobre seu mecanismo de ação, supõe-se que o Cr aumente a fluidez da membrana celular para facilitar 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). Também, o cromo pode aumentar o número de receptores de insulina e a sensibilidade das células β do pâncreas. Recentemente, o Cr foi caracterizado como componente do mecanismo de amplificação da sinalização intracelular de insulina, responsável pelo estímulo da translocação de GLUT-4, ou seja, um fator colaborador do aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática (Vincent, 1999).

Embora os mecanismos de ação do Cr não tenham sido demonstrados bioquimicamente, sinais de sua deficiência marginal em roedores incluem diminuição da tolerância à glicose, menor longevidade e aumento das concentrações plasmáticas de insulina, colesterol e triacilgliceróis, o que demonstra que o Cr além de estar ligado ao metabolismo dos carboidratos, interfere no metabolismo lipídico e protéico simultaneamente. Sua deficiência em humanos parece estar relacionada à maior incidência de diabetes, hiperinsulinemia, redução do número e da ligação a receptores de insulina, altos níveis sanguíneos de placas formadoras de colesterol e doença coronariana (NRC, 1997; Lukaski, 2000).

Por estar diretamente ligado à ação insulínica, o Cr participa do metabolismo protéico, estimulando a captação de aminoácidos pelas células e consequentemente a síntese protéica. Existem ainda, evidências sobre a função do Cr no metabolismo lipídico, sendo atribuído a ele um efeito lipolítico (Kreider, 1999.). Devido a isso, a suplementação com cromo tem sido utilizada para aumentar a massa muscular e diminuir a gordura corporal em atletas e pacientes humanos.

A suplementação com CrPic a potros de cerca de 1 ano, durante 112 dias, não obteve efeito em sua taxa de crescimento e desenvolvimento e nem em sua composição corporal. No entanto, essa suplementação aumentou a taxa de metabolização de glicose nestes equinos e reduziu mais rapidamente o pico glicêmico, após o teste intravenoso de tolerância à glicose e resposta à insulina (Ott & Kivipelto, 1999). Já em Gentry et al.

(1999), no mesmo teste, éguas adultas suplementadas com CrPic não apresentaram diferença quanto à concentração de glicose e apresentaram maior concentração de insulina plasmática ($P < 0,002$).

Um efeito do cromo que tem sido bastante pesquisado é na resposta imune, principalmente em animais submetidos às situações de estresse. O aumento da concentração sanguínea de cortisol, que é um fator de imunodepressão, aparece como elemento constante nos casos de estresse. Nos bovinos, a excreção de Cr é maior durante o estresse e sua suplementação resultou no estímulo do sistema imune e menor morbidade e mortalidade no transporte de bovinos em confinamento (Jackson, 1997). Contudo, em Gentry et al. (1999), CrPic não afetou a função imune de éguas adultas não submetidas a uma atividade atlética.

Durante o exercício, o cromo é mobilizado de seus estoques orgânicos para aumentar a captação de glicose pela célula muscular, mas sua secreção é muito mais acentuada na presença de insulina. O aumento da concentração de glicose sanguínea induzida pela dieta estimula a secreção de insulina que, por sua vez, provoca maior liberação de cromo. O cromo em excesso no sangue não pode ser reabsorvido pelos rins sendo então excretado na urina. É rotina encontrar maiores concentrações de Cr na urina após o fornecimento de carboidratos, principalmente na forma de açúcares (Anderson, 1987; Clarkson, 1997).

A concentração plasmática de Cr aumenta durante exercícios aeróbicos prolongados e mantém-se elevada duas horas após o fim da atividade (Clarkson, 1997). E o exercício físico provoca maior excreção de Cr pela urina nos dias de competição atlética (Anderson, 1987; Rubin et al., 1998). As perdas urinárias de Cr não são restabelecidas rapidamente, em função de sua absorção intestinal não ser suficiente para suprir o mineral perdido. Além disso, o Cr^{3+} inorgânico é incorporado lentamente à cromodulina, nos rins e fígado (Schwarz & Mertz, 1959). Exercícios tanto aeróbicos quanto o treinamento de força aumentam a absorção do Cr intestinal, mas a perda urinária ainda é prioritária, resultando em um balanço negativo de Cr, depleção e redistribuição dos estoques corporais após o exercício. Diante disso, especula-se que atletas possam apresentar deficiência de Cr com mais facilidade que indivíduos sedentários ou moderadamente ativos (Rubin et al., 1998), o que já justificaria sua suplementação.

Equinos exercitados intensamente e alimentados com dieta rica em grãos provavelmente excretam mais Cr em sua urina do que equinos sedentários, o que poderia explicar porque num determinado estudo, animais sedentários não responderam à suplementação com cromo (Pagan, 2000).

Vervuert et al. (2005) especularam que a suplementação com cromo não possui efeitos benéficos em equinos saudáveis submetidos ao exercício. Em seu trabalho, o fornecimento de 4,15 ou 8,30 mg Cr/dia de Cr levedura não apresentou efeito nos parâmetros bioquímicos e clínicos avaliados. No entanto, em equídeos submetidos a competições e a trabalhos pesados o cromo pode minimizar o estresse, contribuindo para a homeostase e melhorando o desempenho de equinos em treinamento para as competições. Mertz et al. (1965) citaram que nos ratos os sintomas de deficiência de Cr são agravados por infecções, dietas de baixa proteína, exercícios excessivos e perdas sanguíneas.

Pagan et al. (1995) realizaram um estudo controlado onde equinos PSI treinados foram suplementados por 14 dias com 5 mg de cromo-levedura (CROM). Eles foram exercitados numa esteira 3 horas após receberem 1,81 Kg de concentrado e 5 horas após ingerirem 1,36 Kg de volumoso. Essa suplementação não afetou as concentrações de glicose, insulina, cortisol ou triacilgliceróis, após um jejum de 8 horas. Após 1 hora do fornecimento do concentrado, a concentração de insulina tendeu a ser menor no grupo suplementado com cromo. Durante o exercício, a glicose plasmática tendeu a ser menor e as concentrações de triacilgliceróis no período de recuperação foram maiores no grupo CROM ($P<0,05$). A concentração do lactato plasmático tendeu a ser menor e a concentração do cortisol foi menor logo antes e nos estágios iniciais do exercício.

Zero, 5 ou 10 mg de cromo quelato foram adicionados na dieta de éguas Mangalarga Marchador submetidas a três provas de marcha em dias alternados, tendo cada uma 50 minutos de duração. A frequência cardíaca (FC) do grupo que não recebeu cromo na dieta foi maior do que os grupos que receberam 5 ou 10 mg de Cr ($P<0,05$). Também, o fornecimento de 10 mg de Cr na dieta reduziu a frequência respiratória após o exercício ($P<0,05$) (Prates, 2007; Prates et al., 2009).

Em Jordão (2009) e Jordão et al. (2010), éguas Mangalarga Marchador suplementadas com 10 mg de cromo quelato receberam ração concentrada em três diferentes intervalos antes de três provas de

marcha, com 50 min de duração e intervalo semanal. A suplementação com este mineral aumentou a glicemia antes e logo após a segunda prova de marcha ($P<0,01$). Em adição, Cr reduziu a FC durante o segundo teste de marcha e diminuiu a primeira FC de recuperação após o exercício ($P<0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados de Prates et al. (2009) e Jordão et al. (2010), está claro que a suplementação dietética de equinos com cromo pode prevenir a fadiga e ser usada como agente ergogênico nutricional, pois é conhecido que a rápida recuperação da FC após uma competição é um indicativo de que o animal está bem condicionado para o exercício realizado. Além disso, a menor FC durante a atividade atlética de equinos suplementados com Cr é um indicativo de maior eficiência do metabolismo energético, já que existe uma forte relação entre a FC e o consumo de oxigênio em intensidades submáximas de exercício (Eaton et al., 1995).

Apesar do Cr não ter afetado a resposta imunológica de éguas em repouso (Gentry et al., 1999), devido à redução da cortisolemia de equinos em exercício (Pagan et al., 1995), este mineral possui o potencial de melhorar a imunidade desses animais. O cortisol é considerado um hormônio do estresse e um fator de imunossupressão e possui ação antagônica sobre a insulina (Hyypä, 2005), que por sua vez, é potencializada pela cromodulina.

Contudo, o Cr não é uma panacéia e nem uma droga, mas um nutriente. A complexidade da regulação neuroendócrina durante a atividade atlética (inerente ao tipo de exercício e o status alimentar) e as diferentes condições metodológicas e ambientais podem explicar resultados tão controversos observados na literatura.

REFERÊNCIAS

- Anderson R.A. & Kolozlovsky A.S. 1985. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 41:1177-1183.
- Anderson R.A. 1987. Chromium, p.225-244. In: Mertz W. (ed.) Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, New York.
- Clarkson P.M. 1997. Effects of exercise on chromium levels: is supplementation required? *Sports Med.* 23:341-349.
- Eaton MD., Evans D.L., Hodgson D.R. & Rose R.J. 1995. Effect of treadmill incline and speed on metabolic rate during exercise

- in Thoroughbred horses. *J. Appl. Physiol.* 79:951-957.
- Evans G. & Bowman T.D. 1992. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. *J. Inorg. Biochem.* 6:243-250.
- Gentry L.R., Thompson D.L., Fernandez J.M., Smith L.A., Horohov D.W. & Leise B.S. 1999. Effects of chromium tripicolinate supplementation on plasma hormone and metabolite concentrations and immune function in adult mares. *J. Equine Vet. Sci.* 19:259-265.
- Geor R.J. 2006. The role of nutritional supplements and feeding strategies in equine athletic performance. *Equine Comp. Exerc. Physiol.* 3:109-119.
- Hyypää S. 2005. Endocrinal responses in exercising horses. *Livest. Prod. Sci.* 92:113-121.
- Jackson S.G. 1997. Trace minerals for the performance horses: known biochemical roles and estimates of requirements. *Ir. Vet. J.* 50:668-674.
- Jordão L.R. 2009. Manejo nutricional e suplementação dietética com cromo em equinos Mangalarga Marchador em prova de marcha. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 101f.
- Jordão L.R., Rezende A.S.C., Costa M.L.L., Moss P.C.B., Silva V.P. & Pereira RVG. 2010. Efeitos do cromo sobre a glicemia e a frequência cardíaca de éguas Mangalarga Marchador alimentadas com concentrado em três diferentes intervalos antes da prova de marcha. Anais 47^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27-30 jul., Salvador, BA. 1 CD-ROM.
- Kobla H.V. & Volpe S.L. 2000. Chromium, exercise and body composition. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40:291-308.
- Kreider R.B. 1999. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Med.* 27:97-110.
- Lukaski H.C. 2000. Magnesium, zinc, and chromium nutritive and physical activity. *Am. J. Clin. Nutr.* 72(2):585s-593s.
- McDowell L.R. 1992. Minerals in animal and Human Nutrition. San Diego: Academic Press, San Diego. p.524.
- Mertz W.E., Roginski E.E. & Schroeder H.A. 1965. Some aspects of glucose metabolism of chromium deficient rats raised in a strictly controlled environment. *J. Nutr.* 86:107-112.
- National Research Council – NRC. 1997. The Role of Chromium in Animal Nutrition. The National Academies Press, Washington, p.96.
- Neto T.L.B. 2001. A controvérsia dos agentes ergogênicos: estamos subestimando os efeitos naturais da atividade física? *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* 45:121-122.
- Offenbacher E. G., Spencer H., Dowling H. & Pi-Sunyer F.X. 1986. Metabolic chromium balances in men. *Am. J. Clin. Nutr.* 44:77-82.
- Ott E.A. & Kivipelto J. 1999. Influence of chromium tripicolinate on growth and glucose metabolism in yearling horses. *J. An. Sci.* 77:3022-3030.
- Pagan J.D., Jackson S.G. & Duren S.E. 2000. The effect of chromium supplementation on metabolic response to exercise in Thoroughbred horses. Capturado em 8 abr. 2010. Online. Disponível na Internet www.ker.com/library/advances/130.pdf
- Pagan J.D., Rotmensen T. & Jackson S.G. 1995. The effect of chromium supplementation on metabolic response to exercise in Thoroughbred horses. Proceedings 14th The Equine Nutrition and Physiology Symposium, 19-21 jan, Ontario, CA. 1 CD-ROM.
- Pechova A. & Pavlata L. 2007. Chromium as an essential nutrient: a review. *Veterinari Medicina.* 52:1-18.
- Prates R.C. 2007. Parâmetros fisiológicos de éguas Mangalarga Marchador em provas de marcha e alimentadas com dietas suplementadas com cromo. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 47p.
- Prates R.C., Rezende H.C., Lana A.M.Q., Borges I., Moss P.C.B., Moura R.S.M. & Rezende A.S.C. 2009. Heart rate of Mangalarga Marchador mares under march test and supplemented with chrome. *Rev. Bras. Zootec.* 38:916-922.
- Rubin M.A., Miller J.P., Ryan A.S., Treuth M.S., Patterson K.Y., Pratley R.E., Hurley B.F., Veillon C., Moser-Veillon P.B. & Anderson R.A. 1998. Acute and chronic resistive exercise increase urinary chromium excretion in men as measured with an enriched chromium stable isotope. *J. Nutr.* 128:73-78.
- Schwarz K. & Mertz W. 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. *Arch. Biochem. Biophys.* 85:292-295.
- Vallerand A.L., Currier J.P., Shapcott D., Vallerand R.J. & Gardiner P.F. Influence of exercise training on tissue chromium concentrations in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.* 39:402-409.
- Vervuert I., Cuddeford D. & Coenen M. 2005. Effects of chromium supplementation on selected metabolic responses in resting and exercising horses. *Equine Comp. Exerc. Physiol.* 3:19-27.
- Vincent J.B. 1994. Relationship between glucose tolerance factor and low-molecular weight chromium-binding substance. *J. Nutr.* 124:117-119.
- Vincent J.B. 1999. Mechanisms of chromium action: low-molecular-weight chromium-binding substance. *J. Am. Coll. Nutr.* 18:6-12.
- Vincent J.B. 2000. The biochemistry of chromium. *J. Nutr.* 130:715-718.