

SUPLEMENTAÇÃO COM CROMO PARA RUMINANTES

Daniel de Jesus Cardoso de Oliveira¹
Cecílio Viegas Soares Filho²

OLIVEIRA¹, D.J.C.; SOARES FILHO², C.V.S. Suplementação com cromo para ruminantes. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 71-77, 2005.

RESUMO: O interesse sobre o emprego do cromo como fonte suplementar na dieta de animais destinados à produção tem aumentado devido a possíveis fatores como desempenho, taxa de crescimento, resposta imune e alteração metabólica. A suplementação com cromo influencia a liberação de insulina e captação de glicose nas primeiras fases de vida de bezerros. As diferentes fontes de cromo podem influenciar de forma benéfica melhorando a capacidade imunológica de animais estressados. Em confinamento, nos primeiros 30 dias observa-se um maior ganho de peso e eficiência alimentar em bovinos recebendo cromo na dieta. O cromo, como um potencializador da insulina, afeta o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. Esta revisão teve por objetivo abordar aspectos teóricos e práticos relacionados à alimentação e ao desempenho de ruminantes suplementados com cromo na dieta.

PALAVRAS-CHAVE: cromo, dietas, estresse, ruminantes

CHROMIUM SUPPLEMENTATION FOR RUMINANTS

OLIVEIRA¹, D.J.C.; SOARES FILHO², C.V.S. J.R. Chromium supplementation for ruminants. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 71-77, 2005.

ABSTRACT: The interest on the use of chromium as a supplementation source in diets for animal production has increased due to its probable effect on animals, performance, growth rate, immune response and changes in the metabolism. Supplementation with chromium influences insuline release and glucose absorption in the first phases of bull-calf life. Different chromium source may cause positive effects on stressed animals. During the first 30 days of feedlot system, it is possible to see better weight gain and feed efficiency in the cattle fed chromium in the diet. The importance of chromium as an insuline improver affects sugars, lipids and proteins metabolism. This review deals with theoretical and practical aspects related to feeding and performance of ruminants fed chromium-supplemented diets.

KEY-WORDS: Chromium, feeding, stress, ruminants

Suplementacion con Cromo para los Rumiantes

OLIVEIRA¹, D.J.C.; SOARES FILHO², C.V.S. Suplementacion con cromo para los rumiantes. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 71-77, 2005.

RESUMEN: Lo interes del empleo do cromo como fuente suplementar en la dieta de los animales tiene sido ampliado debido a posibles factores como desempeño, tasa de crecimiento, respuesta inmune y alteraciones metabólicas. La suplementación con cromo influencia la liberación de insulina y la absorción de glicosa en las primeras fases de vida del becerro. Las diferentes fuentes de cromo pódén contribuir de forma positiva con los animales estressados. En confinamento, los primeros 30 días observa-se un mejor ganar de peso y eficiência alimentar en bovinos recibiendo cromo em la dieta. La importância del cromo en potenciar la insulina, afecta lo metabolismo de los azúcares, lípidos y proteínas. Esta revisión tiene por objetivo abordar aspectos teóricos y practicos relacionados con la alimentación y desempeño de los rumiantes suplementados com cromo em la dieta.

PALAVRAS-CLAVE: Cromo, dietas, estresse, ganhar de peso, rumiantes

Introdução

O Cr tem sido identificado como um nutriente essencial na alimentação de humanos e animais de laboratório (JOHNSON, 2001). Segundo o NRC (1996), as informações obtidas até o momento não foram suficientes para se determinar os requerimentos de Cr na alimentação de

ruminantes. A necessidade de Cr tem sido demonstrada em espécies como camundongos (SCHROEDER *et al.*, 1963), suínos (LINDEMANN *et al.*, 1995), coelhos (SAHIN *et al.*, 1998), aves (WARD *et al.*, 1993), ovinos (KITCHALONG *et al.* 1995) e bovinos (CHANG & MOWAT, 1992; HOSTETTLER-ALLEN *et al.*, 1994; KEGLEY & SPEARS, 1995; SUBIYATMO *et al.*, 1996; DEPEW *et al.*, 1998;

¹Pesquisador Científico I, Apta – Pólo Regional Noroeste Paulista, Doutorando pela FMVZ, USP, São Paulo, SP. Endereço para correspondência: Av. Waldir Felizola de Moraes, 1560 – Bairro Novo Umarama, Araçatuba, São Paulo, Brasil, CEP: 16011-155. E-mail: danielco@usp.br

²Prof. Ass. Dr. – Departamento de Apoio Produção e Saúde Animal – FOA – UNESP – Araçatuba, São Paulo, SP.

FAHEY & BERGER, 1998; KEGLEY *et al.*, 1999). O Cr é um elemento inorgânico, fazendo parte de um composto organometálico que potencializa a ação da insulina e influencia a captação de glicose pela célula e indiretamente o metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas (MERTZ, 1993).

Esta revisão teve como objetivo descrever a utilização, o efeito no desempenho e o papel metabólico do cromo na alimentação de ruminantes.

Revisão de Literatura

Fontes de cromo

O Cr é um elemento de transição encontrado nos estados oxidados 0, 2+, 3+, 6+, sendo o estado trivalente (Cr3+) o mais estável (McDOWELL, 1992). O estado hexavalente (Cr6+) apresenta a melhor taxa de absorção, mas não tem sido estudado por ser altamente tóxico. A forma biologicamente ativa do Cr é um composto organometálico chamado de fator de tolerância à glicose (GTF). A estrutura química do GTF ainda não foi definida, mas parece ser constituída por um átomo de Cr3+, ácido nicotínico e possíveis aminoácidos como glicina, cisteína e ácido glutâmico. Sem o Cr3+ como núcleo o GTF é inativo. O íon Cr3+ facilita a interação entre a insulina e seus receptores nos tecidos alvos, potencializando a atividade da insulina (MOORADIAN & MORLEY, 1987 e ANDERSON & MERTZ, 1997).

As forragens contêm mais Cr do que os grãos. Os cereais e as frutas apresentam concentrações variáveis de Cr. Algumas variedades de pimenta preta contêm um alto nível de Cr, mas contribuem muito pouco devido a seu baixo consumo (ANDERSON *et al.*, 1992). Na natureza, são encontradas diferentes fontes de Cr, orgânico e inorgânico. As fontes orgânicas incluem cromo-L-metionina, complexo cromo-ácido nicotínico, picolinato de cromo, e levedura de cromo. A fonte inorgânica mais comum é o cloreto de cromo. O Cr inorgânico apresenta uma menor absorção, na ordem de 1 a 3% (ANDERSON & KOZLOVSKY, 1985; OFFERBACHER *et al.*, 1986), e uma menor atividade biológica que o cromo orgânico. A taxa de absorção do Cr inorgânico fornecido para ratos em jejum variou de 0,5 e 3% (MERTZ, 1974; DAVIS *et al.*, 1995). Devido à sua baixa taxa de absorção, o Cr inorgânico tem sido utilizado como marcador em estudos de digestibilidade. Na forma de levedura, o Cr apresenta melhor biodisponibilidade e absorção, sendo o composto preferencial em estudos que visam suplementar Cr na dieta animal (LYONS, 1997).

Função do cromo na dieta animal

O aumento do interesse sobre o emprego do Cr como fonte suplementar na dieta de animais destinados à produção justifica-se por um possível efeito estimulatório sobre a taxa de crescimento, resposta imune, e alteração metabólica (CHANG & MOWAT, 1992; MOONSIE-SHAGEER & MOWAT, 1993; DEPEW *et al.*, 1998). MALLARD & BORGES (1997) ressaltaram a importância do Cr como parte de um composto organometálico, com função de potencializar a ação da insulina e facilitar a captação de glicose pelas células.

Segundo MOWAT *et al.* (1993), a suplementação

com Cr na dieta de bovinos aumenta a concentração de imunoglobulina, melhorando a resposta imunológica. De acordo com ANDERSON (1998), a resposta imunológica e o desempenho nutricional de bovinos submetidos a uma situação de estresse é melhorada com uma dieta contendo Cr.

SCHWARZ & MERTZ (1959), realizaram estudos laboratoriais com camundongos e constataram que a presença do Cr aumentou a eficiência da captação da glicose. Assim, a função primária do Cr consiste em manter a homeostase glicêmica, potencializando a ação da insulina. O Cr em sua forma fisiologicamente ativa diminui a quantidade de insulina necessária para manter o metabolismo normal, atua como cofator e melhora a eficiência de captação da glicose pelas células. O Cr é excretado através da urina e sua excreção é aumentada em decorrência do estresse. Segundo ANDERSON *et al.* (1991), a indução de uma deficiência experimental de Cr em animais de laboratório resultou no aparecimento de sintomas como hiperglicemia, glicosúria, elevação das taxas de colesterol e triglicéridios, diminuição do número de receptores e uma incapacidade da insulina se ligar às células.

O cromo e o metabolismo de carboidratos e proteínas

No metabolismo protéico a insulina apresenta um efeito direto, promovendo a captação de aminoácidos pelas células e convertendo-os em proteína. A insulina compartilha com o hormônio do crescimento a capacidade de aumentar a captação de aminoácidos para dentro das células e age diretamente sobre os ribossomos, aumentando a tradução do RNA mensageiro e formando novas proteínas. Na ausência de insulina, os ribossomos simplesmente param de trabalhar, o catabolismo protéico aumenta, a síntese protéica cessa e grandes quantidades de aminoácidos são liberadas para o plasma sanguíneo (GYTON & HALL, 1996).

Nos ruminantes, a relação simbiótica representada pela digestão fermentativa pode ser apreciada considerando o metabolismo dos ácidos graxos voláteis (AGV). O benefício obtido pelo hospedeiro está na energia química contida nos AGV. Em ruminantes e outros grandes herbívoros, os AGV são o principal combustível energético, desempenhando em larga escala o papel da glicose nos monogástricos onívoros (CUNNINGHAM, 1993).

Nos ruminantes, apenas uma pequena quantidade de glicose que não foi fermentada chega ao trato intestinal para ser absorvida. A gliconeogênese é um processo especialmente ativo nos ruminantes e se processa em velocidade muito alta. O propionato formado no rúmen pela fermentação bacteriana é absorvido e convertido em glicose, suprimindo tecidos importantes como o cérebro e servindo como fonte precursora de carboidratos como a lactose (açúcar do leite). Na maioria dos animais, a gliconeogênese ocorre principalmente no fígado, e em grau muito menor, no córtex renal. Segundo BROCKMAN (1986), o organismo dos ruminantes parece ser mais refratário à insulina que o dos não ruminantes. Após o nascimento, nos ruminantes, a principal fonte de glicose é a absorção intestinal. O aumento nos níveis da glicose sanguínea estimula a secreção de insulina e conseqüentemente a captação celular de glicose (FAHEY & BERGER, 1988). A insulina é importante para

manter a homeostase da glicose nas primeiras fases de vida dos ruminantes.

Segundo ANDERSON *et al.* (1987), o Cr quando presente na dieta aumenta a atividade da insulina. Em condições de baixas concentrações de insulina, a suplementação com Cr aumenta a atividade deste hormônio (ANDERSON, 1994).

A administração do cromo picolinato na dieta de bezerras diminuiu a concentração da glicose sanguínea e melhorou a taxa de resposta à insulina, indicando uma melhor eficácia da insulina e um aumento da sensibilidade dos tecidos ao absorverem mais glicose (BUNTING *et al.*, 1994). Bezerros suplementados com o complexo cromo-ácido nicotínico apresentaram melhor resposta à insulina quando submetidos a um desafio com infusão intravenosa de glicose (KEGLEY & SPEARS, 1995). Segundo KEGLEY & SPEARS (1999), a suplementação de bezerros com cloreto de cromo não apresentou efeito significativo no metabolismo dos carboidratos. Uma menor concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma foi observado em bezerras que após o nascimento foram suplementadas com Cr picolinato (DEPEW *et al.*, 1998). De acordo com KEGLEY *et al.* (1999), bezerras com rúmen funcional, quando suplementadas com cromo-L-metionina, aumentaram a taxa de absorção da glicose.

HAYIRLI *et al.* (2001) concluíram que vacas leiteiras no período pré-parto suplementadas com cromo-metionina apresentam aumento na concentração basal de insulina quando comparadas com o grupo controle. ZANETTI *et al.* (2003) registraram efeito significativo no teste de tolerância à glicose quando bezerros da raça Holandesa foram suplementados com levedura de Cr, embora os autores constatassem uma tendência de desaparecimento mais rápido da glicose sanguínea nos bezerros suplementados com cromo.

Cromo e a resposta imune

Animais submetidos a qualquer tipo de estresse, físico ou neurogênico, aumentam imediatamente a secreção do hormônio adrenocorticotrópico pela glândula hipofisária anterior, seguido dentro de alguns minutos por um aumento na secreção de cortisol (adrenal), que influencia fisiologicamente aumentando o metabolismo da glicose (CUNNINGHAM, 1993; BURTON, 1995). Pelo menos 95% da atividade dos glicocorticóides resulta da secreção de cortisol, também conhecido como hidrocortisona (GYTON & HALL, 1996). O principal efeito metabólico do cortisol e de outros glicocorticóides sobre o metabolismo celular é estimular a gliconeogênese. O cortisol mobiliza aminoácidos nos tecidos extra-hepáticos, sobretudo nos músculos, aumenta a quantidade de enzimas necessárias para que ocorra conversão dos aminoácidos em glicose, aumenta a absorção de glicose pelas células, reduz as reservas corporais de proteína, diminui a síntese proteica e aumenta o catabolismo protéico intracelular (BURTON, 1995).

Os animais quando submetidos a mudanças de manejo como transporte, vacinação e mudança alimentar, constituem uma categoria bastante susceptível ao estresse, tornam-se mais vulneráveis a doenças e podem apresentar deficiência de Cr (MOWAT *et al.*, 1993). Segundo JOHNSON

(2001), uma maior concentração de glicose sanguínea é capaz de mobilizar a reservas de Cr corporal e determinar perdas irreversíveis.

Recentemente vários estudos foram realizados com a finalidade de avaliar os efeitos da suplementação com Cr na dieta de ruminantes. Esses experimentos demonstraram que o Cr proporciona melhor desempenho, menor morbidade e aumenta a capacidade imunológica dos animais, associado a uma redução na concentração sérica de cortisol (BURTON *et al.*, 1993; MOWAT *et al.*, 1993; MONSIE-SHAGEER & MOWAT, 1993; ANDERSON, 1994; CHANG *et al.*, 1994, MOWAT, 1997).

Os primeiros estudos com Cr associado ao estresse bovino foram realizados por CHANG & MOWAT (1992). Nestes experimentos constatou-se que bovinos expostos ao estresse e alimentados com dietas contendo Cr como suplemento (na forma de levedura, 2 mg de cromo por grama de levedura) apresentam maior ganho de peso ($p \leq 0,05$), melhoraram a eficiência alimentar ($p \leq 0,05$) e tiveram uma menor ($p \leq 0,05$) concentração de cortisol plasmático. Segundo BURTON *et al.* (1993), a dieta de 10 vacas leiteiras da raça holandesa foi suplementada diariamente com 0,5 ppm de Cr na forma quelatada (2,68% Cr), no período de 6 semanas que antecedem o parto e nas 16 semanas pós-parto e permitiu um efeito significativo ($p \leq 0,05$) na resposta imunológica do tipo celular e humoral.

De acordo com MATHINSON & ENGSYTRON (1995), bovinos expostos ao estresse e suplementados com 3,04% de um complexo de Cr quelatado com aminoácidos, não melhoraram a eficiência alimentar nem o desempenho dos animais.

MOONSIE-SHAGEER & MOWAT (1993), suplementaram bovinos com Cr na forma de levedura (0,2% de Cr) e observaram um decréscimo linear na concentração de cortisol plasmático, uma diminuição da temperatura retal em 0,5o C e da taxa de morbidade entre os animais que receberam Cr. Segundo ANDERSON (1994), os sintomas da deficiência de Cr são observados somente em animais submetidos a fatores estressantes, resultando em uma menor eficiência alimentar e queda na resposta imunológica do animal. Em experimentos realizados por BUNTING *et al.* (1994), não foi observada diferença significativa na concentração sérica de glicose e insulina, utilizando 370 mg de picolinato de Cr.

CHANG *et al.* (1995) não recomendam a administração de formas inorgânicas de Cr para bovinos, uma vez que o alto nível destas formas na dieta pode levar a uma intoxicação. Nos experimentos conduzidos pelos autores, o desempenho dos animais e os parâmetros que avaliam o estresse permaneceram inalterados.

Na investigação conduzida por CHANG & MOWAT (1992), a taxa de morbidade não diferiu entre bezerras suplementadas ou não com Cr, porém, a concentração plasmática de imunoglobulina aumentou quando os animais receberam Cr na dieta. Novilhos suplementados com levedura de Cr apresentaram tendência de uma menor morbidade, aumento da imunoglobulina sérica, diminuição do cortisol sanguíneo (MOONSIE-SHAGEER & MOWAT, 1993) e aumento da resposta imunológica celular (KEGLEY *et al.* 1996). BORGS & MALLARD (1998) sugerem que animais

suplementados com Cr possuem menor concentração sérica de cortisol e são menos susceptíveis ao estresse.

BURTON *et al.* (1993) suplementaram vacas leiteiras com Cr quelatado, por um período de seis semanas no pré-parto e dezesseis semanas no pós-parto, e concluíram que a suplementação com Cr melhorou a imunossupressão causada pelo estresse do parto e aumentou a resistência a doenças infecciosas como a mastite. MOWAT *et al.* (1993) testaram duas fontes de Cr orgânico (levedura e cromo quelatado com aminoácidos) na dieta de bezerros e verificaram uma menor concentração sérica de glicose e cortisol. A morbidade de bezerros foi diminuída de 55,6% (controle) para 33,3% naqueles suplementados com levedura de cromo e 15,5% para o grupo que recebeu Cr quelatado com aminoácido.

BURTON *et al.* (1994) concluíram que bezerros recém desmamados suplementados com Cr tiveram uma melhor resposta imunológica humoral quando submetidos à vacina comercial contra IBR. Não houve efeito utilizando-se cepas do vírus da parainfluenza bovina tipo 3.

CHANG *et al.* (1996), após vacinarem bezerros contra a rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), parainfluenza, vírus sincicial respiratório bovino, diarreia viral bovina (BVD) e pasteuria hemolítica, suplementaram-nos com Cr e observaram uma melhor resposta imunológica humoral. O tratamento com Cr não afetou a secreção de ACTH e cortisol. Segundo ARTHINGTON *et al.* (1997), bezerros suplementados com levedura de Cr e submetidos experimentalmente à inoculação com herpesvírus bovino tipo I não tiveram alteração da resposta imunológica humoral.

ALMEIDA & BARAJAS (1999) avaliaram o efeito da vitamina E e Cr-L-metionina sobre a produção de imunoglobulina G (IgG) e imunoglobulina M (IgM) e da enzima aspartato aminotransferase em novilhos durante os primeiros 30 dias de confinamento. A suplementação com Cr-L-metionina aumentou a concentração sérica de IgM e diminuiu a atividade da enzima aspartato aminotransferase, enquanto que, a adição na dieta de vitamina E aumentou o nível sérico de IgG.

Segundo ARAGÓN *et al.* (2001), a administração da levedura de Cr na alimentação de fêmeas zebuínas no período pós-parto (12,4 mg de Cr/vaca/dia) reduziu a concentração do cortisol plasmático e tornou os animais tratados aptos a produzir em situações adversas. A suplementação de búfalas recém desmamadas com levedura de Cr determinou um aumento na resposta imunológica celular e diminuiu a agressividade dos animais (GRASSO *et al.* 2001).

Influência do Cr no desempenho animal

SUBIYATANO *et al.* (1996) verificaram uma maior produtividade ao adicionarem Cr na dieta de vacas leiteiras. ARAGÓN *et al.* (2001) obtiveram maior ganho de peso final (428,5 kg) em vacas da raça Nelore suplementadas com Cr quando comparado ao grupo controle (380,5 kg), não suplementado com Cr.

A adição do Cr orgânico já é usual em dietas de gado de corte e de leite. Em rebanhos destinados à produção de carne, muitos trabalhos demonstraram que a suplementação com Cr beneficia os animais através de melhoria na taxa de crescimento (ganho de peso). Em rebanhos leiteiros,

a suplementação com algumas fontes comerciais de Cr na forma de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) diminuiu o estresse decorrente da alta produção e indiretamente beneficiou o sistema imunológico dos animais (LYONS, 1997).

Em relação ao desempenho animal, a literatura se mostra bastante variável. CHANG & MOWAT (1992) observaram que o ganho de peso de bezerros no período inicial de confinamento foi maior quando os animais receberam 0,4 mg de levedura de Cr por kilograma (kg) de matéria seca ingerida (MSI); no entanto, o peso final dos animais não foi afetado. Segundo MOWAT *et al.* 1993, o ganho de peso de bezerros suplementados com 0,5 mg de levedura de Cr por kg MSI não foi estatisticamente superior ao do grupo controle quando avaliado por um período de 35 dias. Da mesma forma, a suplementação diária por animal com levedura de Cr na quantidade de 4,0 mg (LINDELL *et al.*, 1994), 0,75 mg (CHANG *et al.*, 1994), e 3,0 mg de Cr quelatado com aminoácidos (MATHISON & ENGSTROM, 1995) não afetou significativamente o desempenho de bezerros nos primeiros 28 dias do experimento. CLAEYS *et al.* (1994) avaliaram o efeito de diversas fontes de Cr como o cloreto de Cr, o picolinato de Cr e o complexo de Cr com ácido nicotínico, adicionando 4 e 8 mg na dieta de novilhos em fases de crescimento e terminação e constataram que o ganho de peso e a ingestão de MS não foram afetados pelo tipo da fonte nem pela quantidade de Cr utilizada, quer na fase de crescimento ou de terminação dos animais. POLLARD & RICHARDSON (1999) ao realizarem experimentos com bezerros constataram que a suplementação com 0,2 mg de levedura de Cr por kg de matéria seca ingerida (MSI) não melhorou o ganho de peso, a ingestão de matéria seca ou a conversão alimentar, enquanto que, no mesmo experimento, o emprego de 0,4 mg de levedura de Cr reduziu a MSI, sendo que o ganho de peso e a conversão alimentar aumentaram. Alguns trabalhos realizados durante um período próximo de 28 dias não revelaram qualquer efeito do Cr sobre o desempenho produtivo de bovinos (MOWAT *et al.*, 1993; CHANG *et al.*, 1994; LINDELL *et al.*, 1994; MATHISON & ENGSTROM, 1995).

De acordo com MOONSIE-SHAGEER & MOWAT (1993), novilhos que receberam 0,2 e 1,0 mg de levedura de Cr por kg de MSI durante um período inicial de 33 dias, responderam com aumento da ingestão de MS e apresentaram maior ganho de peso vivo diário, superior em 27% quando comparado com o grupo não suplementado. Segundo WRIGHT *et al.* (1994), nos primeiros vinte e oito dias de confinamento a suplementação com 0,14 mg de levedura de Cr por Kg de MSI aumentou o desempenho e o ganho de peso em 10%. Para condições semelhantes, MOWAT (1997) constatou um aumento médio de 21% no ganho de peso. SUBIYATNO *et al.* (1996) e YANG *et al.* (1996) demonstraram que a adição de Cr na dieta de vacas leiteiras aumentou a produção leiteira sem comprometer a eficiência reprodutiva.

Em período superior a vinte e oito dias, o fornecimento do Cr na dieta de bovinos de corte não proporcionou melhor desempenho (CHANG & MOWAT, 1992; CHANG *et al.*, 1994; CLAEYS *et al.*, 1994; LINDELL *et al.*, 1994; KEGLEY & SPEARS, 1995; MATHISON

& ENGSTROM, 1995; POLLARD & RICHARDSON, 1999 e SOARES FILHO & CAETANO, 2002). Alguns experimentos demonstram efeito positivo no ganho de peso por um curto período, principalmente quando os animais foram submetidos a mudanças de natureza ambiental e alimentar como o confinamento e que podem resultar em condições estressantes (CHANG & MOWAT, 1992; MOONSIE-SHAGEER & MOWAT, 1993; WRIGHT *et al.*, 1994 e MOWAT, 1997). A ação do Cr como suplemento em animais estressados explica a resposta positiva no período inicial de confinamento, observada por CHANG & MOWAT (1992), MOONSIE-SHAGEER & MOWAT (1993), WRIGHT *et al.* (1994) e MOWAT (1997). Outro fator importante a ser considerado é o nível nutricional dos animais, podendo influenciar diretamente o resultado dos experimentos. WARD *et al.* (1995), ao utilizarem cordeiros da raça Suffolk, observaram que o fornecimento de 0,4 mg de Cr por kg de MSI melhorou a resposta imunológica dos animais apenas quando 100% do requerimento de proteína bruta foi satisfeito.

Segundo MOWAT (1997), em situações de estresse a campo ou em confinamento, o Cr previne uma redução no ganho de peso. Seu principal efeito observado consiste na redução da taxa de morbidade entre bezerros. A adição de Cr na dieta deve ser de 2 a 3 mg/dia/ para animais com aproximadamente 250 kg de peso vivo. DANIELSSON & PEHERSON (1998) na Suécia, ao adicionarem 0,90 mg/kg MSI de levedura de Cr no grupo experimental, comparado com 0,72 mg/kg da dieta do grupo controle de novilhos em confinamento não observaram diferenças entre os grupos em relação ao ganho de peso (1,285 vs. 1,315 kg/dia) e qualidade da carcaça (267,2 vs. 263,6 kg). Os autores concluíram que na Suécia o Cr não deve ser indicado como suplemento para bovinos em estágio de crescimento.

ARAGÓN *et al.* (2001) suplementaram vacas zebus primíparas mantidas a pasto e verificaram que o número de animais gestantes na primeira, segunda e terceira inseminação não diferiram estatisticamente do grupo controle, embora ao final do experimento o ganho de peso dos animais que receberam Cr fosse estatisticamente superior. ZANETTI *et al.* (2003) avaliaram bezerros da raça holandesa suplementados com 0,4 mg por Kg de MS de cromo orgânico e verificaram que não houve diferença na ingestão diária de matéria seca, ganho diário, eficiência e conversão alimentar entre os grupos controle e tratados.

De acordo com ZANETTI *et al.* (2003), a suplementação da dieta de bezerros não submetidos a estresse, não influenciou o desempenho ou a resposta metabólica ao teste de tolerância à glicose.

Comentários

A partir da análise de diversos trabalhos pode-se considerar que:

- A suplementação com Cr influencia a liberação de insulina e a captação de glicose nas primeiras fases de vida do bezerro.
- As diferentes fontes de Cr, os diferentes níveis na alimentação e o período de suplementação podem produzir respostas variadas em relação ao estresse.
- A suplementação com Cr na dieta de bovinos nos primeiros

30 dias de confinamento pode melhorar o ganho de peso e a eficiência alimentar.

- Vacas leiteiras recebendo Cr na dieta podem apresentar maior capacidade produtiva.
- Após situações de estresse, a adição de Cr na dieta beneficia o desempenho e reduz o estresse dos animais.
- Novas pesquisas devem ser realizadas procurando compreender e elucidar os mecanismos envolvidos no metabolismo do cromo quando suplementado na dieta de ruminantes.

Referências

- ALMEIDA, L.; BARAJAS, R. Effect of vitamin E and chromium-L-methionine supplementation on serum levels of immunoglobulins G and M, and aspartate aminotransferase enzyme of calves recently arrived to feedlot. *Journal of Animal Science*, v. 77 (S.1), p. 218, 1999.
- ANDERSON, R.A.; KOZLOVSKY, A.S. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 41, n. 6, p. 1177-1183, 1985.
- ANDERSON, R.A. Chromium in tissues and fluids. In: MERTZ, W. *Trace elements in human and animal nutrition*. San Diego: Academic Press, 1987. p. 225-40.
- ANDERSON, R.A. *et al.* Effects of supplemental chromium on patients with symptoms of reactive hypoglycemia. *Metabolism*, v. 36, n. 4, p. 351-355, 1987.
- ANDERSON, R.A. *et al.* Supplemental chromium effects on glucose, insulin, glucagons, and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 54, n. 5, p. 909-916, 1991.
- ANDERSON, R.A.; BRYDEN, N.A.; POLANSKY, M.M. Dietary chromium intake. Freely chosen diets, institutional diets, and individual foods. *Biological Trace of Elements Research*, v. 32, p. 117-121, 1992.
- ANDERSON, R.A. Chromium nutrition in the elderly. In: WATSON, R.R. *Handbook of nutrition in the aged*. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 385-392.
- ANDERSON, R.A., MERTZ, W. Glucose tolerance factor: an essential dietary agent. *Trends Biochemical Science*, v. 2, n. 12, p. 277-79, 1997.
- ANDERSON, R.A. Recent advances in the clinical and biochemical manifestation of chromium deficiency in human and animal nutrition. *Journal of Trace Elements Experimental Medicine*, v. 11, n. 2-3, p. 241-250, 1998.
- ARAGÓN, V.E.F. *et al.* Suplementação com cromo e desempenho reprodutivo de vacas zebu primíparas mantidas a pasto. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 53, n. 5, p. 624-628, 2001.
- ARTHINGTON, J.D. *et al.* Supplemental dietary chromium does not influence ACTH, cortisol, or immune responses in young calves inoculated with bovine herpesvirus-1. *Journal of Animal Science*, v. 75, n.1, p.217-223, 1997.
- BORGS, P.; MALLARD, B.A. Immune-endocrine interactions in agricultural species: chromium and its effect on health and performance. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 15, n. 5, p. 431-438, 1998.
- BROCKMAN, R.P. Pancreatic and adrenal hormone regulation of metabolism. In: MILLIGAN, L.P., GROVUM, W.L., DOBSON, A. *Control of digestion and metabolism in ruminants*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1986. p.405-419.

- BUNTING, L.D. *et al.* Influence of chromium picolinate on glucose usage and metabolic criteria in growing Holstein calves. *Journal of Animal Science*, v. 72, n. 6, p. 1591-1599, 1994.
- BURTON, J.L.; MALLARD, B.A.; MOWAT, D.N. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 6, p. 1532-1539, 1993.
- BURTON, J.L.; MALLARD, B.A.; MOWAT, D.N. Effects of supplemental chromium on antibody responses of newly weaned feedlot calves to immunization with infections bovine rhinotracheitis and parainfluenza 3 virus. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 58, n. 2, p. 148-151, 1994.
- BURTON, J.L. Supplemental chromium: its benefits to the bovine immune system. *Animal Feeding Science and Technology*, v. 53, n. 2, p. 117-133, 1995.
- CHANG, X.; MOWAT, D.N. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 2, p. 559-565, 1992.
- CHANG, X.; MOWAT, D.N.; MALLARD, B.A. Supplemental organic and inorganic chromium with niacin for stressed feeder calves. *Journal of Animal Science*, v. 72 (S.1), p. 132, 1994.
- CHANG, X.; MOWAT, D.N.; MALLARD, B.A. Supplemental chromium and niacin for stressed feeder calves. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 75, n. 3, p. 351-358, 1995.
- CHANG, X. *et al.* Effect of supplemental chromium on antibody responses of newly arrived feeder calves to vaccines and ovalbumin. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 60, n. 2, p. 140-144, 1996.
- CLAYES, M.C.; SPEARS, J.W.; KEGLEY, E.B. Performance, blood metabolites and carcass characteristics of steers fed supplemental organic or inorganic chromium. *Journal of Animal Science*, v. 72 (S. 1), p. 132, 1994.
- CUNNINGHAM, J.G. Digestão: Os processos fermentativos. In: _____. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 454p.
- DANIELSON, D.A., PEHRSON, B. Effects of chromium supplementation on the growth and carcass quality of bull fed a grain-based diet during the finishing period. *Journal of Veterinary Medicine, Series A: Physiology, Pathology and Clinical Medicine*, v. 45, n. 4, p. 219-224, 1998.
- DAVIS, M.L. SEABORN, C.D.; STOECKER, B.J. Effects of over-the-counter drugs on chromium retention and urinary excretion in rats. *Nutrition Research*, v. 15, n. 2, p. 202-210, 1995.
- DEPEW, C.L. *et al.* Performance and metabolic responses of young dairy calves fed diets supplemented with chromium tripicolinate. *Journal Dairy Science*, v. 81, n. 11, p. 2916-2923, 1988.
- FAHEY, G.C.; BERGER, L.L. Los carbohidratos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. *El ruminante: Fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1988, p.305-338.
- GRASSO, F. *et al.*; Effect of space allowance and chromium supplementation on buffalo. *Zootécnica e Nutrizione Animale*, v. 27, n. 2, p. 55-63, 2001.
- GYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- HAYIRLI, A. *et al.* Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 84, n. 5, p.1228-1230, 2001.
- HOSTETTLER-ALLEN, R.L.; TAPPY, L.; BUM, J.W. Insulin resistance, hyperglycemia, and glucosuria in intensively milk-fed calves; dependency on age and effects of high lactose intake. *Journal of Animal Science*, v. 72, n. 1, p. 160-174, 1994.
- JOHNSON, B. Cromo: função na imunidade animal. In: ÁRIO INTERNACIONAL NUTRON SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3, 2001. *Seminário da Nutron...Goiânia: entidade*, 2001. p. 1-8.
- KEGLEY, E.B.; SPEARS, J.W. Immune response, glicose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic or organic chromium. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 9, p. 2721-2726, 1995.
- KEGLEY, E.B.; SPEARS, J.W.; BROWN, T.T. Immune response and disease resistance of calves fed chromium nicotinic acid complex or chromium chloride. *Journal of Dairy Science*, v. 79, n. 2, p. 1278-1283, 1996.
- KEGLEY, E.B.; SPEARS, J.W. Chromium and cattle nutrition. *Journal of Trace Elements in Experimental Medicine*, v. 12, n. 2, p. 141-147, 1999.
- KEGLEY, E.B.; GALLOWAY, D.L.; SOCHA, M.T. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef calves. *Journal of Animal Science*, v. 77 (S. 1), p. 268, 1999.
- KITCHALONG, L., FERNANDEZ, J.M., BUNTING, L.D. *et al.* Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 9, p. 2694-2705, 1995.
- LINDELL, S.A.; BRANDT, R.T.; MINTON, J.E. *et al.* Supplemental Cr and revaccination effects on performance and health of newly weaned calves. *Journal of Animal Science*, v. 72, (S. 1), p. 133, 1994.
- LINDEMANN, M.D. *et al.* Dietary chromium picolinate additions improve gain: feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 2, p. 457-465, 1995.
- LYONS, P. A new era in animal production: the arrival of the scientifically proven natural alternatives. In: SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 13, 1997. *Proceedings of Alltech...* Nottingham: Univ. Press, 1997. p. 1-13.
- MALLARD, B.A., BORGES, P. Effects of supplemental trivalent chromium on hormonal and immune responses of cattle. In: SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 13, 1997. *Proceedings of Alltech...* Nottingham: Univ. Press, 1997. p. 241-250.
- MATHISON, G.W.; ENGSTROM, D.F. Chromium and protein supplements for growing-finishing beef steers fed barley-based diets. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 75, n. 4, p. 549-558, 1995.
- McDOWELL, L.R. *Minerals in animal and human nutrition*. London: Academic Press, 1992.
- MERTZ, W. Chromium as dietary essential for man. In: W. G. *Trace elements metabolism in animals*. Baltimore: University Park Press, 1974. p. 185-198.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. *Journal of Nutrition*, v. 123, n. 4, p. 626-633, 1993.
- MOONSIE-SHAGEER, S.; MOWAT, D.N. Effect of level supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 1, p. 232-238, 1993.
- MOORADIAN, A.D., MORLEY, J.E. Micronutrient status in diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 45, n.5, p. 877-895, 1987.
- MOWAT, D.N., CHANG, X., YANGA, W.Z. Chelated chromium for stressed feeder calves. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 73, n. 1, p. 49-55, 1993.

- MOWAT, D.N. Supplemental organic chromium reviewed for cattle. *Feedstuffs*, v. 6, n. 43, p. 12-19, 1997.
- NRC. National Research Council. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington-USA: National Academic Press, 1996. 90p.
- OFFENBACHER, E.G. *et al.* Metabolic chromium balances in men. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 44, n. 1, p. 77-82, 1986.
- POLLARD, G.V.; RICHARDSON, C.R. Effects of organic chromium (Bio-Chrome) on growth, efficiency and carcass characteristics of feedlot steers In: SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 15, 1999. *Proceedings of Alltech...* Nottingham: Univ. Press, 1999. p.103-109.
- SAHIN, K. *et al.* Effect of chromium added to the basal diet on serum glucose, insulin, cortisol and phosphatase and feedlot performance in rabbits. *Nutrition Abstract Review*, v. 68, p.489, 1998.
- SCHROEDER, H.A.; VINTON, W.H.; BALASSA, J.J. Effect of chromium, cadmium and other trace metals on the growth and survival mice. *Journal of Nutrition*, v. 80, p. 39-47, 1963.
- SCHWARZ, K.; MERTZ, W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v. 85, p. 292-295, 1959.
- SOARES FILHO, C.V.; CAETANO, H. Desempenho de bovinos de corte suplementados com Cr-levedura e produto homeopático. *Boletim da Indústria Animal*, v. 59, n. 2, p. 177-184, 2002.
- SUBIYATNO, A.; MOWAT, D.N.; YAN, W.Z. Metabolite and hormonal responses to glucose or propionate infusions in preparturient dairy cows supplemented with chromium. *Journal of Dairy Science*, v. 79, n. 8, p. 1436-1445, 1996.
- WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L.; BOLEMAN, S.L. Effect of dietary chromium picolinate on growth, nitrogen balance and body composition of growing broiler chicks. *Poultry Science*, v. 72 (S. 1), p. 37, 1993.
- WARD, T.L. *et al.* Dietary protein and chromium tripicolinate in Suffolk lambs: II. Hematological and immunological measurements, and metabolic responses to feeding, glucose, and epinephrine. *Journal of Animal Science*, v. 73, (S. 1), p. 265, 1995.
- WRIGHT, A.J. *et al.* Chromium supplementation plus vaccines for stressed feeder calves. *Journal of Animal Science*, v. 72, (S.1), p. 132, 1994.
- YANG, W.Z. *et al.* Effects of chromium supplementation on early lactation performance of holstein cows. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p.221-230, 1996.
- ZANETTI, M.A. *et al.* Desempenho e resposta metabólica de bezerros recebendo dietas suplementadas com cromo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1532-1535, 2003.

Recebido para publicação em 17/06/2004

Received for publication on 17 June 2004

Recibido para publicación en 17/06/2004

Aceito para publicação em 21/09/2004

Accepted for publication on 21 September 2004

Acepto para publicación en 21/09/2004

