



INSTITUTO FEDERAL
Triângulo Mineiro

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TRIÂNGULO MINEIRO - Campus Uberaba
CURSO SUPERIOR DE ZOOTECNIA**

KÁRYMA SILVEIRA FERREIRA VALDO

Níveis de cromo na terminação de bovinos de corte em confinamento

UBERABA, MG

2023

KÁRYMA SILVEIRA FERREIRA VALDO

Níveis de cromo na terminação de bovinos de corte em confinamento

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Moreno Salvador

UBERABA, MG

2023

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM -
Campus Uberaba - MG

V233n Valdo, Káryma Silveira Ferreira
Níveis de cromo na terminação de bovinos de corte em confinamento /
Káryma Silveira Ferreira Valdo - 2023.
32 f.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Moreno Salvador
Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Instituto
Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba-MG, 2023.

1. Consumo. 2. Engorda. 3. Ganho de peso. 4. Minerais. 5. Ruminantes
I. Salvador, Flávio Moreno. II. Título.

CDD 636.213

TERMO DE APROVAÇÃO

KÁRYMA SILVEIRA FERREIRA VALDO

Níveis de cromo na terminação de bovinos de corte em confinamento

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, como exigência parcial para obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Flávio Moreno Salvador.

Aprovado em 23 de junho de 2023.

Prof. Dr. Flávio Moreno Salvador (Orientador)

Prof. Dr. Dawson José Guimarães Faria - IFTM, Campus Uberaba

Zootecnista MSc. Rodrigo Furtado Machado Guimarães - IFTM, Campus Uberaba

UBERABA, MG

2023

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Flávio Moreno Salvador, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Ao Zootecnista Antônio Inácio dos Santos Júnior, sócio proprietário da empresa AZ consultoria, por ter disponibilizado os dados que permitiram escrever meu trabalho.

RESUMO

O confinamento de bovinos se destaca como uma prática intensiva que permite encurtamento do ciclo produtivo de animais para o abate, melhorando a produtividade e a lucratividade. Para otimizar os resultados, a inclusão de aditivos promotores de crescimento e nutrientes específicos nas dietas se tornou comum, como é o caso do cromo (Cr). Embora a exigência nutricional do Cr ainda não esteja totalmente estabelecida, ele tem sido utilizado devido às suas respostas positivas no desempenho animal, metabolismo e resposta imune. Objetivou-se investigar os efeitos de doses de suplementação de cromo em bovinos de corte terminados em confinamento. Foram utilizados 2.886 bovinos Nelore machos não castrados, com idade média de 22 meses e peso inicial médio de 407 kg, distribuídos aleatoriamente em 22 currais. Os animais foram alimentados com cana-de-açúcar e bagaço de cana-de-açúcar como volumosos, além de concentrado, perfazendo uma proporção volumoso:concentrado de 18:82, em base de matéria seca. Durante os primeiros 52 dias do confinamento, todos os animais receberam a mesma dieta, com o mesmo nível de cromo (0,70 ppm). A partir do 53º dia, metade do grupo dos animais (total de 11 currais) passou a receber uma dieta com um teor maior de cromo orgânico (1,40 ppm). A fonte suplementar foi o propionato de cromo. Não se verificou diferença entre as doses para as variáveis estudadas: peso final (582,84 e 583,75 kg), consumo alimentar (11,07 e 10,42 kg), ganho médio diário de peso (1,85 e 1,80 kg) e conversão alimentar (6,00 e 5,78), respectivamente para as doses 0,70 e 1,40 ppm de cromo suplementar. Doses elevadas de cromo não resultam em melhor desempenho em bovinos de corte confinados.

Palavras-chave: consumo. engorda. ganho de peso. minerais. ruminantes.

ABSTRACT

Cattle confinement stands out as an intensive practice that increases the holding capacity of the property and improves productivity and profitability. In order to optimize the results, the inclusion of growth promoting additives and specific nutrients in the diets has become common, as is the case of chromium (Cr). Although the nutritional requirement of Cr is not yet fully established, it has been used due to its positive responses in animal performance, metabolism and immune response. The present study aimed to investigate the effects of different doses of chromium supplementation in feedlot finished beef cattle. A total of 2,886 non-castrated male Nellore cattle, with an average age of 22 months and an average initial weight of 407 kg, were used, randomly distributed in 22 pens. The animals were fed sugarcane and sugarcane bagasse as roughage, in addition to concentrate, making a roughage:concentrate ratio of 18:82, on a dry matter basis. During the first 52 days of confinement, all animals received the same diet, with the same chromium level (0.70 ppm). From the 53rd day, half of the group of animals (total of 11 pens) began to receive a diet with a higher content of organic chromium (1.40 ppm). The supplemental source was chromium propionate. There was no difference between treatments for the variables studied: final weight (582.84 and 583.75 kg), food consumption (11.07 and 10.42 kg), average daily weight gain (1.85 and 1.80 kg) and feed conversion (6.00 and 5.78), respectively for doses of 0.70 and 1.40 ppm of supplemental chromium. High doses of chromium do not allow better performance in confined beef cattle.

Key words: consumption. fattening. minerals. ruminants. weight gain.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO	9
2.1.1 A "sofisticação" na composição das dietas de bovinos em confinamento	11
2.2 O CROMO NA NUTRIÇÃO ANIMAL	13
2.2.1 Importância e funções do cromo	13
2.2.2 Fontes e dosagens de cromo na dieta de bovinos	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 LOCALIZAÇÃO, PERÍODO EXPERIMENTAL E ESTRUTURA DO CONFINAMENTO	16
3.2 ANIMAIS EXPERIMENTAIS	16
3.3 MANEJO ALIMENTAR	17
3.4 TRATAMENTOS	18
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS AVALIADAS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 CONSUMO ALIMENTAR.....	20
4.2 GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO, PESO FINAL E CONVERSÃO ALIMENTAR .	23
5. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A análise histórica da pecuária de corte no Brasil demonstra o seu desenvolvimento através da expansão das áreas de pastagem na fronteira agrícola, especialmente em regiões desprovidas de infraestrutura, esgotadas pela exploração agrícola ou com menor fertilidade do solo. Se, no passado, a pecuária de corte caracterizava-se como atividade pioneira no processo de expansão da fronteira agrícola, atualmente, com as pressões exercidas pela agricultura tecnológica e pela preservação ambiental, a ocupação de novas áreas tende a ser substituída pela produtividade e lucratividade de uma pecuária mais tecnificada, deixando evidências concretas de que a pecuária tradicional apresenta poucas condições de competir no cenário atual.

No entanto, é evidente que a competitividade com outras alternativas de uso do solo, como a agricultura, tem forçado a pecuária a buscar maior eficiência produtiva e econômica. Nesse contexto, a terminação de bovinos em regime de confinamento se destaca como uma atividade intensificadora da terminação de animais, na busca por produzir carne em quantidade e qualidade, respeitando os aspectos sanitários, nutricionais, comportamentais dos animais e do meio ambiente.

Esta prática, eminentemente adotada no período seco, transformou-se em poderosa ferramenta que implica na redução da idade de abate dos animais, melhor qualidade da carne, aumento da taxa de desfrute, aumento do giro de capital, sem deixar de mencionar, como benefício secundário, a diminuição dos problemas intrínsecos à oferta de forragem no período seco, com a possibilidade de aumentar a capacidade de suporte da propriedade.

Com base na adoção do confinamento de bovinos como estratégia para alcançar a terminação dos animais com maior qualidade e quantidade, tornou-se essencial o uso de aditivos promotores de crescimento e nutrientes específicos. Assim, a inclusão de substâncias que auxiliam no direcionamento adequado dos nutrientes nas dietas animais, como os ionóforos e de determinadas classes de antibióticos, tem se tornado praticamente indispensável. Neste cenário, com o objetivo de alcançar melhores resultados, alguns nutrientes específicos passaram a ser incluídos nas dietas de bovinos confinados, os quais propiciaram a manifestação de respostas positivas, quer seja na melhoria da eficiência alimentar, quer seja no incremento do desempenho animal (ganho médio diário de peso).

O cromo (Cr), micromineal que ainda não teve a comprovação de sua exigência nutricional definida pelas instituições de pesquisa, é tido como "não essencial" às dietas de ruminantes, mas tem sido amplamente utilizado por promover respostas positivas no

desempenho da produção, resposta imune, metabolismo de glicose e ácidos graxos e status antioxidante dos bovinos. Entretanto, as doses administradas ainda carecem de mais estudos e investigações para a definição de valores economicamente viáveis e que assegurem as máximas respostas possíveis.

O objetivo neste trabalho foi o de investigar doses de cromo suplementar adicionados às dietas de bovinos de corte terminados em confinamento quanto a desempenho animal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

A bovinocultura de corte desempenha papel fundamental no Brasil, na geração de divisas e no enriquecimento do país. O país está situado entre os maiores produtores de carne bovina do mundo há vários anos, destacando-se na quantidade de carne exportada anualmente (ADAMS et al., 2021). Segundo o IBGE (2022), o rebanho de bovinos do Brasil encerrou o ano de 2022 com um contingente total ao redor 224,60 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho do mundo, seguido pela Índia com 186,1 milhões, e Estados Unidos com 94,3 milhões de cabeças.

No tocante à produção de carne bovina (em toneladas equivalente carcaça - TEC), o Brasil ocupa a segunda posição no mundo, com um total de 10,1 milhões TEC (14,3% da produção mundial). Os Estados Unidos, embora com um rebanho significativamente menor, ocupam a primeira posição, com um total de 12,3 milhões TEC (17,4% da produção mundial). Por outro lado, no tocante às exportações de carne bovina, em 2020 o Brasil contabilizou um volume de 2.690,9 mil TEC, sendo o maior exportador do planeta, o que representou 26,42% de sua produção (ABIEC, 2021). Esta conjuntura coloca a atividade da pecuária de corte como representando 10% do PIB brasileiro, com um crescimento contabilizado no ano de 2020 ao redor de 20,8% (R\$ 747,05 bilhões) (ABIEC, 2021).

No quesito da produção de carne bovina, é digno de nota o crescimento do abate de animais terminados em regime de confinamento. Em 2020, 15,62% dos abates se referiram ao abate de animais confinados (ABIEC, 2021), o que representa um crescimento de aproximadamente 20% na última década. A prática de realizar a terminação de bovinos em confinamento no Brasil se expandiu a partir dos anos 1980, quando esta atividade possibilitava a oferta de animais para o abate em períodos de escassez de oferta e se constituía

em uma forma de investimento financeiro especulativo pelos pecuaristas (FERREIRA; FERREIRA; EZEQUIEL, 2004).

No entanto, no decorrer dos últimos 50 anos, a pecuária de corte passou do alcance de margens de lucro de 50 a 70%, para margens de 10 a 20%, exigindo que as propriedades passassem a ser mais bem gerenciadas, com foco na maximização da produtividade, otimização dos recursos e redução consciente dos custos (ROSSONI, 2020).

A tecnologia de confinamento, em si, de modo geral, trás benefícios diretos e indiretos, tais como:

- Melhoria da eficiência produtiva do rebanho, por meio da redução da idade ao abate e melhor aproveitamento do animal produzido, resultando em maior rentabilidade do capital investido nas fases iniciais (cria-recria);
- Garantia da disponibilidade contínua de gado para o abate ao longo do ano, promovendo uma receita constante, agregando valor ao animal na entressafra. Para os frigoríficos, essa oferta mais estável de animais reduzirá as flutuações no processo de abate e minimizará a ociosidade de suas unidades;
- Produção de carne de qualidade, caracterizada por carcaças maiores, padronizadas, com cobertura de gordura adequada e maior maciez;
- Utilização da forragem excedente no verão e liberação de áreas de pastagens para outros fins durante o período de confinamento;
- Produção de volumoso na propriedade, possibilitando a recuperação de áreas de pastagens degradadas, que poderão ser reutilizadas para pastejo, resultando em níveis de produtividade mais elevados;
- Aproveitamento de resíduos provenientes da agroindústria devido à capacidade dos ruminantes em digerir esses alimentos, tornando viável o uso de subprodutos como fonte de proteína, energia e fibra;
- Aproveitamento do adubo orgânico produzido, podendo ser utilizado na lavoura ou comercializado, aumentando a receita (GOMES et al., 2015)

Embora a adoção da terminação de bovinos de corte em regime de confinamento agregue um considerável número de vantagens, e que por esta razão sua adoção tem crescido no cenário do País (VIANA et al., 2020), como já referido, a atividade em si é tida por consultores e pesquisadores como uma atividade de risco, do ponto de vista econômico (SANTOS et al., 2018).

O custo da operação tem no quesito "alimentação dos animais" o segundo fator participativo mais importante na construção do custo total (precedido pela "aquisição dos animais") e é esse o principal fator de maior risco operacional para o insucesso da atividade. São inúmeros os fatores relativos à forma de alimentar os animais, sujeitos a variações tanto de ordem técnica (padrões corretos de composição de alimentos, resultados duvidosos de análises bromatológicas, uso adequado dos insumos, etc), como de ordem mercadológica. A análise acurada desse e de outros fatores é fundamental para a consecução de rentabilidade econômica da atividade (LOPES et al., 2022).

2.1.1 A "sofisticação" na composição das dietas de bovinos de corte em confinamento

A necessidade de tornar a atividade de confinamento de bovinos de corte financeiramente sustentável implicou na busca por recursos de tecnologias intensivas com foco no uso de animais selecionados com maior potencial genético, aprofundamento no conhecimento de alimentos e processos de alimentação e, também, melhoria substancial na melhor adequação da infraestrutura (WEDEKIN; BUENO; AMARAL, 1994). A ênfase em todo esse foco permite uso mais ajustado de recursos, garante melhor resultado econômico e, concomitantemente, menor impacto ambiental (GUERRA; MORA, 2020).

Neste contexto, a adoção de medidas baseadas no conceito de nutrição de precisão passa a ser prioritária, com a aplicação de padrões rigorosos de qualidade nas operações de alimentação a fim de evitar desperdícios, tornando mais eficiente a utilização dos nutrientes e contribuindo para redução de emissão de poluentes (BRANCO; OSMARI, 2010). Essas tecnologias têm papel fundamental para a manutenção e sustentabilidade dos sistemas produtivos, permitindo melhorar a capacidade de controle sobre as fontes de variabilidade individual e maximizar o retorno dos investimentos, contribuindo para reduzir a variabilidade das fontes de entrada e saída do sistema produtivo, fazendo melhor uso da coleta, análise e uso dos dados nutricionais (RIBAS et. al., 2017). A ingestão de nutrientes de modo acertado, com elevada biodisponibilidade ao metabolismo, é a maneira mais eficiente de melhorar a performance produtiva dos animais (SHIBATA; TERADA, 2010). Sob essa ótica, pode-se citar, por exemplo, a possibilidade de assegurar a ingestão de energia para o alcance da performance desejada, sendo assegurada pelo uso de "gordura protegida" na composição alimentar de bovinos confinados que, além de permitir o adensamento energético da dieta, não implica em elevação da ingestão de matéria seca (PINTO, 2022).

Graminha et al. (2012) ressaltaram que o avanço do conhecimento científico sobre as exigências dos animais e sobre os valores nutritivos dos alimentos disponibilizou aos nutricionistas o conhecimento técnico e as informações necessárias para o balanceamento de dietas precisas de acordo com cada categoria e nível de produção desejado. Além disso, os autores ressaltaram que o estudo e o desenvolvimento de compostos que intervêm no metabolismo, aumentando a eficiência de utilização de alimentos e nutrientes, proporcionando uma maior produção animal, resultou no incremento da utilização dessa classe de substâncias denominadas de aditivos alimentares.

Dentre as diversas substâncias classificadas como aditivos alimentares para ruminantes, destacam-se aquelas que facultam modular a fermentação ruminal tais como os antimicrobianos ionóforos (salinomicina, lasalocida e monensina sódica) e os antimicrobianos não ionóforos como a cloretaciclina, a virginiamicina e outros (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2005). Também é digna de menção a inclusão dietética de culturas microbianas vivas, especialmente leveduras (prébióticos) e seus extratos (probióticos), além de enzimas, especialmente as fibrolíticas (GUBBELS et al., 2023). O uso de ácidos orgânicos, como por exemplo o ácido láurico, e de óleos funcionais obtidos de plantas e frutos diversos, bem como derivados animais como a própolis (OLIVEIRA et al., 2019), além dos aditivos homeopáticos (GEMELLI, 2020), também merecem destaque. Todos esses compostos são conhecidos e utilizados, em graus variados de adoção e de intensidade, nos sistemas de terminação de bovinos de corte em confinamento sempre com o intuito de melhorar os padrões fermentativos, controlando o pH ruminal, reduzindo a produção de metano, direcionando a produção de ácidos graxos voláteis mais desejáveis, além de promover saúde e evitar a ocorrência de transtornos ruminais (SILVA, 2018).

Outro aspecto importante relativo à precisão das dietas diz respeito à inclusão de nutrientes específicos, como por exemplo, de certos minerais e vitaminas. É notório o crescimento verificado nos últimos 30 anos quanto à preocupação com a inclusão nas dietas de bovinos em confinamento, de nutrientes minerais distintos dos comumente utilizados (GIACOMEL et al., 2022). Dentre esses minerais, o cromo tem se destacado na alimentação de bovinos de corte, especialmente nas dietas de animais em terminação.

2.2. O CROMO NA NUTRIÇÃO ANIMAL

2.2.1 Importância e funções do cromo

O Cromo (Cr) foi primeiramente demonstrado como essencial nas dietas de mamíferos por Schwarts e Mertz (1959). Desde então, tem sido demonstrada sua influência no metabolismo de carboidratos (MERTZ, 1993), no metabolismo de lipídeos (BERNHARD et al., 2012) e na absorção e metabolismo de proteínas (KORNEGAY et al., 1997). Mais recentemente, a suplementação de cromo foi apontada como redutora do estresse térmico em vacas holandesas por meio de mecanismos antiinflamatórios (ZHANG et al., 2014).

Segundo o NASEM (2016), as informações obtidas até o momento não foram suficientes para se determinar as exigências nutricionais mínimas 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; DEPEW et al., 1998; HOSTETTLER-ALLEN; TAPPY; BUM, 1994; KEGLEY; GALLOWAY; SOCHA, 1999; KEGLEY; SPEARS, 1995; SUBIYATNO; MOWAT; YAN, 1996).

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). Sendo um elemento de transição, ocorre em diferentes estados de oxidação, incluindo 0, 2+, 3+, 6+. Dentre esses estados, o Cr trivalente (Cr³⁺) é o mais estável (McDOWELL, 1992). Embora o estado hexavalente (Cr⁶⁺) apresente uma taxa de absorção mais elevada, mas não tem sido estudado devida a sua alta toxicidade. 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. Na ausência do núcleo de Cr³⁺, o GTF não exibe atividade. O íon Cr³⁺ desempenha um papel importante ao facilitar a interação entre a insulina e seus receptores nos tecidos alvos, resultando em uma potencialização da atividade da insulina (ANDERSON; MERTZ, 1997; MOORADIAN; MORLEY, 1987).

Na natureza, são encontradas diferentes fontes de Cr, orgânicas e inorgânicas. Nos alimentos, o Cr é encontrado em concentrações maiores em forragens, quando comparada aos

grãos. Cereais e frutas exibem variações nas concentrações de Cr. Embora algumas variedades de pimenta-preta possuam níveis elevados de Cr, sua contribuição é limitada devido ao consumo reduzido dessas variedades (ANDERSON; BRYDEN; POLANSKY, 1992). Dentre as fontes orgânicas utilizadas na suplementação de dietas animais podem ser citadas o cromo-L-metionina, complexo cromo-ácido nicotínico, picolinato de cromo, e levedura de cromo. Já a fonte inorgânica mais comum é o cloreto de cromo. O Cr inorgânico demonstra uma taxa de absorção inferior, variando de 1% a 3% (ANDERSON; KOZLOVSKY, 1985; OFFENBACHER et al., 1986), além de apresentar uma atividade biológica menor em comparação ao cromo orgânico. Devido à sua reduzida taxa de absorção, o Cr inorgânico é usado como marcador em estudos de digestibilidade. Por outro lado, a levedura de Cr é reconhecida por sua melhor absorção e biodisponibilidade, tornando-se o composto preferido em estudos voltados para a suplementação de Cr na dieta de animais (LYONS, 1997).

2.2.2 Fontes e dosagens de cromo na dieta de bovinos

A crescente atenção em relação ao uso do Cr como suplemento na dieta de animais destinados à produção é justificada pela possibilidade de um efeito estimulante no crescimento, resposta imune e alterações metabólicas (CHANG; MOWAT, 1992; DEPEW et al., 1998).

Kegley, Spears e Eisemann (1997) observaram que a suplementação de bezerros leiteiros com o complexo cromo-ácido nicotínico resultou em melhora na resposta à insulina durante um desafio com infusão intravenosa de glicose. Segundo os autores, a suplementação de 0,4 mg de Cr por kg de matéria seca (MS), nas formas de levedura Cr-enriquecida ou complexo cromo-ácido nicotínico, promoveu melhorias em alguns aspectos da resposta imunológica. No entanto, não foram observados efeitos no desempenho dos animais.

De acordo com Bunting et al. (1994), a inclusão de 0,37 ppm de picolinato de Cr na dieta de bezerras holandesas resultou em redução da concentração de glicose no sangue e melhora na resposta à insulina, evidenciando maior eficácia da insulina e aumento da sensibilidade dos tecidos para absorverem glicose. No estudo realizado por Depew et al. (1998), observou-se uma menor concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma de bezerras suplementadas com 1 ppm de picolinato de Cr após o nascimento. E bezerros com rúmen funcional apresentaram incremento na taxa de absorção de glicose ao serem suplementados com 0,8 ppm de cromo-L-metionina (KEGLEY; GALLOWAY; SOCHA,

1999). Zanetti et al. (2003) constataram impacto significativo no teste de tolerância à glicose em bezerros da raça holandesa, que receberam suplementação de 0,4 ppm Cr, na forma de levedura Cr-enriquecida. Os autores observaram uma tendência de redução mais rápida nos níveis de glicose sanguínea nos bezerros que receberam a suplementação de Cr.

A suplementação de vacas Holandesas na fase inicial da lactação (produção média acima de 32 kg leite/dia) com 6 mg diários de Cr orgânico acarretou redução na perda de peso corporal e aumento na ingestão de MS, acarretando diminuição no déficit de balanço energético durante o período pós-parto inicial, em comparação com o grupo não suplementado. No entanto, não houve efeito nas concentrações de glicose, cálcio e fósforo no soro sanguíneo (SOLTAN, 2010).

Em relação a bovinos de corte, a suplementação realizada na forma de fonte orgânica, com doses de 0,2 ou 1,0 ppm na MS da dieta, reduziu os níveis de cortisol sérico em 40% e 60% respectivamente (ALMEIDA; BARAJAS, 2001). A suplementação de 0,4 ppm de Cr na forma de leveduras com alto teor de Cr foi investigada em bezerros cruzados Charolês alimentados com dietas de silagem de milho, resultando na redução do cortisol sérico e melhora da resposta imune (CHANG; MOWAT, 1992). Novilhos (peso inicial de 332 kg) que tiveram suas dietas suplementadas com 0,4 e 0,8 ppm de Cr, nas formas de cloreto de Cr (CrCl_3 - inorgânico), picolinato de Cr e complexo cromo-ácido nicotínico, não promoveram diferença significativa no ganho médio diário de peso e na conversão alimentar (CLAEYS; SPEARS; KEGLEY, 1994).

Os estudos analisados demonstraram que os efeitos da suplementação de Cr variam conforme as diferentes formas e doses utilizadas. De modo geral, os estudos apresentam respostas mais evidentes no que se refere ao metabolismo glicídico dos animais, não sendo identificado um padrão estabelecido para doses e formas orgânicas de suplementação de Cr. Os efeitos no desempenho animal não são muito evidentes e/ou unânimes nos diversos estudos.

Um importante aspecto a ser ressaltado é o fato de que o U.S. FDA (United States Food and Drugs Administration - órgão governamental dos EUA que faz o controle dos alimentos, suplementos, medicamentos, cosméticos, tanto humano como animal) aprovou o Cr orgânico na forma de Cr-propionato como a fonte suplementar deste mineral (a mesma utilizada neste estudo), tanto para animais como para seres humanos, sendo definida como dose suplementar a proporção de 0,50 ppm na dieta para animais (BAGGERMAN et al., 2020; SPEARS; LLOYD; KRAFKA, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO, PERÍODO EXPERIMENTAL E ESTRUTURA DO CONFINAMENTO

O experimento foi conduzido na Fazenda Baixios Santo Inácio (22°16'39.7"S 51°40'05.6"W), localizada no município de Presidente Bernardes, Estado de São Paulo, cuja área é de aproximadamente 1.200 hectares. O período experimental perdurou entre abril até de julho de 2019. A atividade desenvolvida na propriedade é a bovinocultura de corte, compreendendo as fases de cria, recria e terminação (em regime de confinamento). A fazenda possui estrutura para confinamento de bovinos que totaliza 200 currais, com capacidade para alojamento total de 20.000 animais.

Os currais apresentam as seguintes características:

- Piso de terra batida;
- Cercamento dos currais feita com arame eletrificado;
- Dois bebedouros por curral
- Cochos de cimento, todos cobertos, tendo cada cocho o comprimento de 32 metros, proporcionando 32 cm lineares por animal, quando da ocupação plena de cada curral (100 animais em cada curral).

O presente estudo utilizou um total de 22 currais.

3.2 ANIMAIS EXPERIMENTAIS

Foram utilizados 2.889 bovinos de corte machos não castrados, da raça Nelore, com idade e pesos iniciais médios de 22 meses e 400 kg, respectivamente, os quais foram distribuídos em 22 currais de confinamento.

Foi realizada uma pesagem inicial dos animais, com o objetivo de homogeneizar os pesos dos animais por ocasião da distribuição dos animais aos currais. Ao final do experimento, quando então os animais alcançaram ao redor de 580 a 600 kg de peso vivo, estes foram pesados, para a obtenção dos pesos finais, e então conduzidos ao abate.

3.3 MANEJO ALIMENTAR

Os animais foram alimentados em cinco tratos diários, às 06h00; 09h00; 14h00; 18h00 e sendo o último às 21h00. Foi realizada a leitura dos cochos duas vezes ao dia, antes do primeiro e do último trato.

A alimentação dos animais consistiu de cana-de-açúcar *in natura* triturada e bagaço de cana-de-açúcar cru, como alimentos volumosos, e concentrado preparado em fábrica de rações da própria fazenda (Tabela 1). Os alimentos (volumosos e concentrado) foram misturados em vagão forrageiro e ofertados aos animais ao longo dos cinco tratos diários.

Tabela 1. Composição da dieta experimental dos animais

Alimentos	% (base 100%MS)
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> triturada	4,87
Bagaço de cana-de-açúcar cru	12,72
Milho grãos úmidos	37,26
Farelo de gérmen de milho	6,20
Farelo proteínoso de milho (High Protein)	10,93
Farelo proteínoso de milho (Normal)	10,93
Farelo de algodão	2,48
Ureia	0,99
Calcário calcítico	1,87
Sal comum (cloreto de sódio)	0,29
Melaço de soja	8,55
Óleo de milho	2,82
Sulfato de cálcio	0,05
Núcleo mineral-vitamínico (com aditivos)	0,04
TOTAL	100,00

A dieta foi formulada por empresa de consultoria técnica, especializada em terminação de bovinos em confinamento, sendo utilizado o software para formulação de dietas de bovinos de corte da Universidade de Cornell, Estados Unidos (CNCPS Model System). A dieta foi formulada para ganhos de peso estimados de 1,800 kg diários. A composição nutritiva da dieta está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição nutritiva da dieta experimental dos animais

Componentes / Nutrientes	Valores	Unidades
Matéria seca	67,00	%
Energia metabolizável	2,85	Mcal/kg
Energia líquida	1,84	Mcal/kg
Proteína bruta	13,10	%
Proteína degradável no rúmen	10,61	%
Fibra em detergente neutro	29,50	%
Carboidratos não fibrosos	46,90	%
Extrato etéreo total	8,00	%
Cálcio	0,84	%
Fósforo	0,35	%
Magnésio	0,19	%
Potássio	0,74	%
Sódio	0,17	%
Cloro	0,45	%
Enxofre	0,16	%
Cobalto	0,32	ppm
Cobre	14,77	ppm
Iodo	0,75	ppm
Ferro	169,38	ppm
Manganês	30,15	ppm
Selênio	0,41	ppm
Zinco	92,33	ppm
Cromo (orgânico)	0,70	ppm
Vitamina A	2.500	UI/kg
Vitamina E	35	UI/kg
Metionina	122,60	% das exig.
Lisina	108,10	% das exig.
Monensina sódica	25	ppm
Virginiamicina	22	ppm

3.4 TRATAMENTOS

A fonte de cromo (Cr) orgânico suplementar utilizada na formulação das dietas foi o Cr-propionato, que foi incorporado às dietas por meio de um núcleo mineral-vitamínico. Os

tratamentos experimentais consistiram de duas dosagens de Cr, a partir do 53º dia de confinamento.

Durante os primeiros 52 dias do confinamento todos os animais receberam a mesma dieta (Tabela 1), contendo 0,7 ppm de Cr. A partir do 53º dia de confinamento, a metade dos animais (total de 11 currais - 1.437 animais - "grupo teste") passaram a receber a mesma dieta com acréscimo no teor de cromo orgânico, passando este a 1,40 ppm (dose dobrada) na dieta total. O incremento desse "cromo extra" se deu por meio da incorporação de um outro núcleo mineral-vitamínico (com dosagem maior de cromo), diferente do utilizado no "grupo controle", no momento da confecção do concentrado destinado ao grupo teste.

Todos os demais manejos (sanitários, alimentação e monitoramento dos animais) foram idênticos entre os dois grupos de animais.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS AVALIADAS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e os dados foram submetidos a análise de variância. As variáveis estudadas foram:

- Consumo alimentar
- Peso vivo final
- Ganho médio diário de peso
- Conversão alimentar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONSUMO ALIMENTAR

O aumento da dosagem de Cr suplementar não interferiu no consumo alimentar dos animais ($P>0,20$), tanto quando se considerou os dois períodos de dosagem (do 1º a 52º dia e do 53º dia até o final), bem como quando se considerou todo o período de duração do confinamento (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo médio de matéria seca (kg/animal/dia) em relação aos períodos experimentais, ao longo do confinamento.

Período do confinamento	Nível de cromo suplementar		<i>P</i> -valor
	0,70 ppm	1,40 ppm	
Do início até 52 dias	10,34	9,78	0,2144
De 53 dias até o final	11,97	11,24	0,3219
Todo o período	11,07	10,42	0,2269

Quando o consumo alimentar foi avaliado em termos de percentual de ingestão em relação ao peso dos animais (Tabela 4), observou-se que os animais que não tiveram acréscimo na dosagem do Cr suplementar apresentaram consumo alimentar maior ($P<0,04$).

Tabela 4. Consumo médio de matéria seca em relação ao peso vivo médio (%).

Variável	Nível de cromo suplementar		<i>P</i> -valor
	0,70 ppm	1,40 ppm	
Consumo alimentar em % do peso vivo	2,2398 ^a	2,1014 ^b	0,0345

Médias seguidas de letras sobrescritas distintas diferem entre si pela ANOVA.

Experimentos visando avaliar a influência da suplementação de Cr sobre parâmetros produtivos de bovinos foram realizados nas últimas décadas e os resultados mostraram-se variáveis. Isto pode estar relacionado à hipótese levantada por alguns pesquisadores envolvidos no estudo do Cr que apontam a presença de fatores estressantes (longas viagens, exercícios prolongados e restrição alimentar, desafios imunológicos) como componente essencial para a ocorrência de respostas benéficas ao desempenho produtivo associados à

suplementação do mineral (CHANG; MOWAT, 1992; KEGLEY; SPEARS; BROWN, 1997; MOONSHAGGER; MOWAT, 1993).

Pesquisas com ruminantes tem apresentado uma diversidade de respostas, no que concerne ao fato da suplementação de Cr afetar o consumo alimentar. Quando ovinos (cordeiros) foram os animais em estudo, o consumo alimentar não foi afetado (DALLAGO, 2008; KITCHALONG et al, 1995; SAMSELL; SPEARS, 1989; SANO; KONNO. SHIGA, 2000) ou manifestou incremento (DOMINGUEZ-VARA et al., 2009; MOUSAIE et al., 2014) para os animais que receberam suplementação de Cr. Em estudos que envolveram bezerros como animais experimentais não se verificou aumento do consumo alimentar (KEGLEY; GALLOWAY; FAKLER, 2000; KEGLEY; SPEARS; EISEMANN, 1997; ZANETTI et al, 2003). Entretanto, vacas leiteiras em início de lactação (HAYIRLI et al, 2001; SOLTAN, 2010) responderam positivamente no tocante ao consumo alimentar quando da suplementação com fontes orgânicas de Cr.

Considerando as pesquisas realizadas com bovinos confinados (recria ou terminação), nos experimentos que consideraram a "não suplementação" (grupos controle) *versus* a suplementação (grupos teste), em uma única dosagem de Cr, ou mesmo naquelas em que se investigou diferentes dosagens de Cr suplementar, os resultados alcançados não são conclusivos. Em pesquisa que considerou a utilização de 105 novilhos cruzados (Angus-Hereford-Charolês-Simental), com peso vivo médio de $283 \pm 22,6$ kg, distribuídos em padrões dietéticos com três níveis de Cr suplementar (0; 0,2 e 0,4 ppm), sendo a suplementação de Cr realizada por intermédio de leveduras Cr-enriquecidas, o consumo alimentar não foi afetado pelas dosagens de Cr suplementar, quer seja nos períodos avaliados: 1 a 56 dia; 57 a 196 dias e mesmo considerando o intervalo de tempo total de duração do confinamento (1 a 196 dias). O consumo alimentar médio de MS para os três níveis de Cr, considerando o período total, foi de 8,32 kg/animal/dia (POLLARD; RICHARDSON; KARNEZOS, 2002), menores do que os auferidos no presente trabalho mas condizentes com o peso daqueles animais experimentais. Adicionalmente, Baggerman et al (2020) utilizando novilhos cruzados confinados, ($367 \pm 2,5$ kg), recebendo doses de 0; 0,15; 0,30 e 0,45 ppm da MS das dietas, também não verificaram diferenças entre valores relativos ao consumo alimentar. Vale destacar o fato de que naquela pesquisa adotou-se uma única refeição ao dia como manejo alimentar (08:00h), sendo que o consumo médio de matéria seca, para todos os tratamentos e em todo o período experimental (147 dias) foi de 8,73 kg MS/animal/dia.

Há, entretanto, trabalhos que verificaram respostas com aumento dos consumos alimentares de bovinos quando suplementados com Cr. O trabalho de Sánchez-Mendoza et al.

(2015), com suplementação (0,4 ppm da MS) ou não de Cr, demonstrou efeito positivo (incremento) da suplementação sobre o consumo alimentar de novilhos cruzados zebu-taurino confinados (peso vivo médio de 245 ± 1 kg), ao menos nos primeiros 112 dias do experimento. Bezerros cruzados Charolês desmamados, com pesos médios de 236 kg, após serem submetidos propositalmente a condições de estresse por transporte (duas viagens quase seguidas com duração de 18 e 26 horas, cada uma), foram alimentados com dietas considerando a suplementação de Cr nas doses 0; 0,2; 0,5 e 1 ppm (Cr ofertado como levedura enriquecida) e se verificou aumento no consumo alimentar para os animais suplementados nos níveis de 0,2 e 1 ppm, sendo que todos os animais suplementados alcançaram consumos maiores do que os não suplementados (MOONSIE-SHAGEER; MOWAT, 1993). O resultado positivo verificado naquela pesquisa (aumento no consumo) pode ser indicativo ratificador da hipótese levantada por alguns pesquisadores envolvidos no estudo do Cr de que fatores estressantes podem ser condicionantes para a ocorrência de respostas benéficas ao desempenho produtivo associadas à suplementação.

Bernhard et al (2012) avaliaram 180 novilhos cruzados (peso vivo médio de 229 kg), alocados em baias de confinamento e distribuídos em quatro padrões de Cr suplementar, que constituíram os tratamentos: 0; 0,1; 0,2 e 0,3 ppm, em base de matéria seca (MS) da dieta. A oferta de alimento deu-se em uma refeição única (entre 07:00 e 08:00h), em proporções que garantissem uma ingestão *ad libitum*. As avaliações de consumo foram consideradas a cada 28 dias e os pesquisadores verificaram diferenças entre os consumos, com resposta linearmente positiva para as doses de Cr suplementar, apenas no período compreendido do dia zero (0) até 28 dias de confinamento, sem diferenças entre os demais intervalos de tempo de confinamento. É possível considerar que as respostas tenham sido manifestas nos primeiros dias do confinamento devido ao estresse promovido pelo próprio sistema de confinamento (localidade diferente da de origem, manejo alimentar envolvendo maquinários, agrupamento e contenção dos animais às baias). Os valores médios de consumo de MS observados foram de aproximadamente 6,85 kg MS/animal/dia.

Deve ser ressaltado que os confinamentos comerciais não adotam prática de manejos alimentares de uma única refeição ao dia por intentarem promover crescimento no consumo e, por conseguinte, permitirem ganhos de peso elevados. Pesquisa em que se considerou mais de uma refeição ao dia (ao menos, duas) demonstrou influência positiva na suplementação do Cr quando os níveis eram "0" (zero) ou 0,4 ppm (SÁNCHEZ-MENDOZA et al., 2015).

A menor dose neste trabalho foi de 0,70 ppm, superior a adotada em muitas pesquisas já citadas. Há a possibilidade de se considerar que esta dosagem (menor do que a do grupo

teste) já tenha sido suficiente para a manifestação de provável resposta máxima no que diz respeito a promover ou não elevação de consumo alimentar.

4.2 GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO, PESO FINAL E CONVERSÃO ALIMENTAR

Não foram observadas diferenças entre as dosagens de Cr, para os pesos vivos iniciais e finais ($P>0,93$) e, por conseguinte, para os valores de ganhos médios diários de peso ($P>0,45$) e para conversão alimentar ($P>0,40$) (Tabela 5).

Tabela 5. Pesos vivos inicial e final, ganho médio diário e conversão alimentar.

Variáveis	Nível de cromo suplementar		<i>P-valor</i>
	0,70 ppm	1,40 ppm	
Peso vivo inicial (kg)	406,36	407,91	0,9371
Peso vivo final (kg)	582,84	583,75	0,9556
Ganho médio diário (kg)	1,848	1,804	0,4564
Conversão alimentar	6,004	5,788	0,4092

Os valores de ganhos de peso obtidos nas duas condições de dosagens de Cr testadas estão dentro da meta proposta por ocasião da elaboração das dietas (1,800 kg) e podem ser considerados valores adequados e desejados no contexto de terminação de bovinos confinados. Os pesos vivos finais alcançados, já próximos de 600 kg (acima de 20 arrobas de carcaça), também são valores considerados os comumente desejados em confinamentos de sistemas produtivos (pecuária de terminação de bovinos).

O Cr é conhecido por desempenhar um papel na regulação do metabolismo energético (BERNHARD et al., 2012; MERTZ, 1993), uma vez que é componente do composto organometálico conhecido como fator de tolerância à glicose (GTF) o qual desempenha um papel importante ao facilitar a interação entre a insulina e seus receptores nos tecidos alvos, incrementando a entrada de glicose para o interior das células. Assim, atividades celulares como deposição de tecidos (ganho médio diário de peso, em última instância) ficam potencializadas, e assim, seria esperado que em circunstância em que ocorre a suplementação de Cr houvesse melhoria do desempenho (ganho médio diário de peso) dos animais. Entretanto, esse efeito não foi verificado neste trabalho.

As respostas de bovinos no tocante a se verificar aumentos nos ganhos de peso, quando da suplementação de Cr, não são corriqueiramente observadas na literatura, e não existem indicativos de que uma determinada categoria animal possa ser mais responsiva do que outra. Se a abordagem tiver como foco o uso de Cr suplementar em dietas bezerros jovens, ainda lactentes, pode ser citado o estudo de Kegley, Spears e Einsemann (1997) que trataram bezerros (peso médio de 39 kg), em dieta restrita a sucedâneo lácteo, com doses de 0 ou 0,4 ppm de Cr e somente se verificou ganhos de peso superiores no período compreendido entre 28 e 42 dias de idade para os animais que receberam o Cr na forma orgânica (complexo cromo-ácido nicotínico), comparativamente aos não suplementados ou aos que receberam a suplementação com fonte inorgânica (CrCl_3). Os ganhos diários verificados foram de 0,660 kg diários.

Considerando a utilização de animais com mais idade, já com rúmen plenamente funcional, há trabalhos que verificaram incremento no ganho médio diário de peso como resposta à suplementação com Cr quando os animais experimentais eram bezerros desmamados, recriados em sistemas confinados. Moonsie-Shageer e Mowat (1993) trabalharam com novilhos jovens cruzados (Charolês, peso vivo médio de 236 kg), que foram submetidos a situação de alto estresse (longa viagem), e observaram ganhos de peso maiores (0,840 kg/animal/dia) para as doses de 0,2 e 1,0 ppm de Cr suplementar (levedura Cr-enriquecida), comparativamente aos não suplementados (0,660 kg/animal/dia). Outra pesquisa, também utilizando bezerros cruzados desmamados (Charolês, peso inicial de 233 kg), testando três fontes de Cr (Cr-aminoácido quelatado; levedura Cr-enriquecida e um blend de Cr-Zn-Cu-Mn-aminoácido quelatado - dose de 0,4 ppm da MS, para todas as fontes) verificaram maior ganho médio diário de peso nos primeiros 21 dias do experimento por parte dos animais suplementados com fontes quelatadas de Cr (0,605 kg/animal/dia) em comparação aos que receberam Cr na forma de levedura Cr-enriquecida (0,460 kg/animal/dia) ou mesmo sem suplementação de Cr (0,430 kg/animal/dia) (MOWAT; CHANG; YANG, 1993). No estudo de Bernhardt et al. (2012), utilizando 180 bezerros machos cruzados, recriados em confinamento (pesos iniciais e finais de 230 e 320 kg, respectivamente), verificou-se crescimento linear nos ganhos de peso dos animais, conforme se deu a elevação dos níveis suplementares de Cr (0; 0,1; 0,2 e 0,3 ppm), alcançando ganhos de peso, respectivamente, de 1,570; 1,610; 1,680 e 1,740 kg/animal/dia. Obtenção de maiores ganhos de peso para novilhos jovens recriados em confinamento e suplementados com Cr são também reportados por Sánchez-Mendoza et al. (1995) e por Pollard, Richardson e Kanezos

(2002). Respostas em bezerros recriados a pasto (com ganhos de peso menores) também são encontrados na literatura (MONTEMOR; MARÇAL, 2009; POLIZEL NETO et al., 2009).

Em contrapartida, respostas na obtenção de maiores ganhos de peso alcançados por bezerros desmamados suplementados com Cr, não foi constatada em outras pesquisas como a de Kegley e Spears (1995), com bezerros cruzados Angus (peso vivo médio de 215 kg), com ganhos de peso médio de 0,860 kg/animal/dia (tanto entre os suplementados - 0,40 ppm da MS - como entre os não suplementados). A ausência de respostas em ganhos de peso maiores, advindas de suplementação com Cr em animais desmamados, também foi reportada por Chang e Mowat, 1992; Depew et al, 1998 e Spears et al., 2012.

Em pesquisa com bovinos terminados em confinamento (pesos iniciais semelhantes aos do presente estudo: 424 ± 24 kg), se avaliou o uso combinado de Cr e zinco (Zn) orgânicos suplementares associado ou não ao uso de um aditivo β -adrenérgico (ractopamina) nos últimos 35 dias finais do confinamento. Os tratamentos foram: 1) grupo controle, sem nenhuma suplementação; 2) apenas ractopamina (300 mg/animal/dia), e 3) ractopamina associada à suplementação de Cr (30 mg/animal/dia) e Zn (1,0 g/animal/ia) orgânicos. Os pesquisadores consideraram a hipótese de que a suplementação "extra" com Cr e Zn orgânicos poderiam maximizar o desempenho animal além do efeito da ractopamina. No trabalho verificou-se expressivo aumento no ganho médio diário de peso dos animais suplementados com ractopamina (com ou sem Cr e Zn orgânicos) relativamente aos do grupo controle. Entretanto, não verificaram efeito vantajoso na suplementação com minerais orgânicos, frente à suplementação exclusiva com o β -adrenérgico (BOHER et al., 2014).

Faz-se importante ressaltar que em muitos dos trabalhos realizados com bovinos, em diferentes fases ou categorias, nos quais não se identificaram ganhos de peso distintos entre animais suplementados ou não com Cr (independentemente do uso de fontes diferentes de Cr), registraram evidente influência em parâmetros sanguíneos (insulina, cortisol, níveis glicêmico e de ácidos graxos não esterificados), respostas imunológicas e queda das taxas de morbidade (BERNHARDT et al., 2012; CHANG; MOWAT, 1992; DEPEW et al, 1998; MOWAT; CHANG; YANG, 1993; KEGLEY; SPEARS, 1995; SPEARS et al., 2012).

Em levantamento de revisão bibliográfica a respeito do papel da suplementação com Cr na nutrição de ruminantes (LASHKARI; HABIBIAN; JENSEN, 2018), estudos realizados com bovinos de corte, bovinos leiteiros, ovinos e caprinos, em diferentes condições produtivas e utilizando várias fontes e dosagens de Cr, está reportado que apenas em 30% das pesquisas (6 estudos em um total de 20) se observou vantagem no tocante ao ganho médio diário de peso, como decorrente da adoção de suplementação. Por outro lado, respostas

verificadas quanto a alterações positivas em parâmetros sanguíneos e imunológicos, decorrentes da suplementação, são mais presentes na literatura (43% - 13 trabalhos em um total de 30).

Em face da diversidade de respostas verificadas nas pesquisas parece claro entender que o mecanismo de atuação do cromo no metabolismo e fisiologia dos animais, especialmente no concernente ao desempenho, necessita ainda de maior clareza e estudos.

5. CONCLUSÃO

As diferentes doses de cromo suplementar adicionadas às dietas dos bovinos de corte terminados em confinamento não promoveram impacto significativo no consumo alimentar, ganho médio diário de peso, nos pesos vivos finais e na conversão alimentar dos animais.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, S. M.; KLEIN, J. L.; COCCO, J. M.; SILVA, M. B.; VOLPATTO, R. S.; GINDRI, R. G.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; PIZZUTI, L. A. D. Brazilians meat production systems and the environmental viability: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e212101220401, 2021.
- ALMEIDA, L.; BARAJAS, R. Effect of chromium-methionine level supplementation on immune response of bull calves recently arrived to feedlots. **Journal of Animal Science**, v. 79 (Suppl.1) 390, 2001.
- 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.; 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., MERTZ, W. Glucose tolerance factor: an essential dietary agent. **Trends Biochemical Science**, v. 2, n. 12, p. 277-79, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). **Beef Report - Perfil da Pecuária do Brasil**. São Paulo. 2021. 60p.
- BAGGERMAN, J. O.; SMITH, Z. K.; THOMPSON, A. J.; KIM, J.; HERGENREDER, J. E.; ROUNDS, W.; JOHNSON, B. J. Chromium propionate supplementation alters animal growth performance, carcass characteristics, and skeletal muscle properties in feedlot steers. **Translational Animal Science**, v.4, p.1-14, 2020.
- BERNHARD, B. C.; BURDICK, N. C.; ROUNDS, W.; RATHMANN, R. J.; CARROLL, J. A.; FINCK, N. D.; JENNINGS, M. A.; YOUNG, T. R.; JOHNSON, B. J. Chromium supplementation alters the performance and health of feedlot cattle during the receiving period and enhances their metabolic response to a lipopolysaccharide challenge. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 3879-3888, 2012.
- BOHER, B. M.; EDENBURN, B. M.; BOLER, D. D.; DILGER, A. C.; FELIX, T. L. Effect of feeding ractopamine hydrochloride (Optaflexx) with or without supplemental zinc and chromium propionate on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 3988-3996, 2014.
- BRANCO, A. F.; OSMARI, M. P. Nutrição de Precisão e Impacto Ambiental. In: Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal, 4., 2010, **Anais...** Campinas - SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 2010, v. 600, p. 307-316.
- BUNTING, L. D.; FERNANDEZ, J. M.; THOMPSON JR, D. L.; SOUTHEN, L. L. 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.

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.

CLAEYS, 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, p. 132, 1994.

DALLAGO, B. S. L. **Efeitos da suplementação de cromo (Cr) sobre o desempenho produtivo, a população de protozoários e a resposta imunitária em ovinos**. 2008. 65 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de Brasília/UnB, Brasília.

DEPEW, C. L.; BUNTING, L. D.; FERNANDEZ, J. M.; THOMPSON, D. L.; ADKINSON, R. W. Performance and metabolic responses of young dairy calves fed diets supplemented with chromium tripicolinate. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 11, p. 2916-2923, 1998.

DOMINGUÉZ-VARA, I. A.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, S. S.; PINOS-RODRÍGUEZ, J. M.; BÓRQUEZ-GASTELUM, J. L.; BÁRCENA-GAMA, R.; MENDONZA-MARRÍNEZ, G.; ZAPATA, L. E.; LANDOIS-PALENCIA, L. L. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics and blood hormones and metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v. 152, p. 42-49, 2009.

FERREIRA, M. M., FERREIRA, A. C. M., EZEQUIEL, J. M. B. Avaliação econômica da produção de bovinos confinados: estudo de caso. **Informações Econômicas**, v.34, n.7, p.7-20. São Paulo, 2004.

GIACOMEL, A.; FREITAS, T. C.; COSATA, A. L. B.; SBARDELOTTO, E. M.; BERGMANN, E.; DEBORTOLI, E. C. Suplementação mineral de bovinos de corte - uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v.1, n.3, e39211326616, 2022.

GOMES, R. C.; NUÑEZ, A. J. C.; MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Eds.) **Nutrição de bovinos de corte - fundamentos e aplicações**. EMBRAPA: Campo Grande, MS, 2015. p.119-139.

GRAMINHA, C. V.; MARTINS, A. L. M.; FAIÃO, C. A.; BALSALOBRE, M. A. A. **Aditivos na produção de bovinos confinados**. Disponível em: <http://www.grupoapb.com.br/pdf/bovinos_confinados.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2023.

GUBBELS, E. R.; RUSCHE, W. C.; BLOCK, E.; REHRBERGER, T.; THOMSON, J. S.; SMITH, Z. K. Evaluation of long-term supplementation of a direct-fed microbial and enzymatically yeast cell culture product on feedlot growth performance, heat stress measures and carcass characteristics in beef steers. **Translational Animal Science**, v. 7, p. 1-9, 2023.

GUERRA, F. G.; MORA, P. A. H. N. **Diagnóstico econômico em sistema de confinamento bovino**. Revista Eletrônica Interdisciplinar. Barra do Garça – MT. v. 12, 2020.

GEMELLI, J. L. **Ação de aditivos homeopáticos sobre o desempenho, saúde ruminal, hepática e qualidade de carne de bovinos Nelore terminados em confinamento**. 2020. 102 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo/FZEA, Pirassuninga.

HAYIRLI, A.; BREMMER, D. R. BERTICS, S. J.; SOCHA, M. T.; GRUMMER, R. .R Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1218-1230, 2001.

HOSTETTLER-ALLEN, R. L.; TAPPY, L.; BUM, J. W. Insulin resistance, hyperglycemia, and glycosuria in intensively milkfed calves; dependency on age and effects of high lactose intake. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 1, p. 160-174, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Pecuária Municipal de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KEGLEY, E. B.; GALLOWAY, D. L.; FAKLER, T. M. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 12, p. 3177-3183, 2000.

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.

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**, v. 75, n. 7, p. 1956-1964, 1997.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W.; EISEMANN, J. H. Performance and glucose metabolism in calves fed a chromium-nicotinic acid complex or chromium chloride. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p.1744-1750, 1997.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W. Immune response, glucose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic or organic chromium. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2721-2726, 1995.

KITCHALONG, L.; FERNANDEZ, J. M.; BUNTING, L. D.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D. 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.

KORNEGAY, E. T.; WANG, Z; WOOD, C. M.; LINDEMANN, N. D. Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility and carcass traits in growing and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1319-1323, 1997.

LASHKARI, S.; HABIBIAN, M.; JENSEN, S. K. A review on the role of chromium supplementation in ruminant nutrition - effects on productive performance, blood metabolites, antioxidant status and immunocompetence. **Biological Trace Element Research**, v. 186, p. 305-321, 2018.

LINDEMANN, M.D.; WOOD, C. M.; HARPER, A. F.; KORNEGAY, E. T.; ANDERSON, R. A. 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

LOPES, L. O.; NOGUEIRA, C. H.; JAYME, C. G.; ALMEIDA, P. S. F. Financial efficiency in the confinement system for beef cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 74, n.5 p. 913-918, 2022.

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.

McDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. London: Academic Press, 1992.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, v.123, p.626-633, 1993.

MONTEMOR, C. H.; MARÇAL, W. S. Desempenho de bovinos da raça Nelore suplementados com cromo orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 701-708, 2009.

MOONSIE-SHAGEER, S.; MOWAT, D. N. Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents and immune status of stressed feeder calves. **Journal of Animal Science**, v. 71, 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.

MOUSAIE, A.; VALIZADEH, R.; NASERIAN, A. A.; HEIDARPOUR, M.; MEHRJERDI, H. K. Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status and physiological responses to transportation stress of Baluchi ewe lambs. **Biological Trace Elements Research**, v. 162, p. 1113-1123, 2014.

MOWAT, D. N.; CHANG, X.; YANG, W. Chelated chromium for stressed feeder calves. **Journal of Canadian Animal Science**, v. 73, p. 49-55, 1993.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM) - **Nutrient Requirements of Beef Cattle**: Eighth Revised Edition. The National Academies Press, Washington, DC, USA, 304p. 2016.

OFFENBACHER, E.G.; SPENCER, H.; DOWLING, H. J.; PI-SUNYER, F. X. Metabolic chromium balances in men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 77-82, 1986.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.6, n.11, nov/2005.

OLIVEIRA, O. A. M.; AMARAL, A. G.; PEREIRA, K. A.; CAMPOS, J. C. D.; TAVEIRA, R. Z. Utilização de aditivos modificadores da fermentação rumina em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v.12, n.1, p.287-311, 2019.

PINTO, T. M. S. **Fontes de gordura e óleo essencial de orégano na dieta de bovinos: fermentação ruminal e produção de metano.** 2022. 42 f. Monografia de graduação (Zootecnia) - Universidade Federal do Norte do Tocantins /UFNT, Araguaína.

POLLARD, G. V.; RICHARDSON, C.R.; KARNEZOS, T. P. Effects of supplemental organic chromium on growth, feed efficiency and carcass characteristics of feedlot steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, p. 121-128, 2002.

POLIZEL NETO, A.; JORGE, A. M.; MOREIRA, P. S. A.; GOMES, H. F. B.; PINHEIRO, R. S. B. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus x Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação à pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 737-745, 2009.

RIBAS, M. N.; CAVALCANTI, L. F. L.; MACHADO, F. S.; PAIVA, C. A. V.; PEREIRA, L. G. R. Pecuária de precisão: uso de tecnologias para tomada de decisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 27. **Anais...** Santos-SP: ABZ, 2017.

ROSSONI, C. **Como garantir margem de lucro na pecuária de corte?** 2020. Rehagro Blog. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/garantindo-margem-de-lucro-na-pecuaria-de-corte/#:~:text=Estima%2Dse%20que%20ao%20longo,pr%C3%B3ximas%20a%2010%20e%2020%25>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

SAHIN, K.; CERÇİ, I. H.; GÜLER, T. SAHIN, N.; ERKAL, N. 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.

SAMSELL, L. J.; SPEARS, J. W. Chromium supplementation effects on blood constituents in lambs fed high or low fiber diets. **Nutrition Research**, v. 9, p. 889-899. 1989.

SÁNCHEZ-MENDOZA, B.; MONTRELONGO-TERRIQUEZ, A.; PLASCNECIA, A. TORRENTA, N.; WARE, R. A.; ZINN, R. A. Influence of feeding chromium-enriched enzymatically hydrolyzed yeast on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics in feedlot cattle under conditions of high ambient temperature. **Journal of Applied Animal Research**, v. 43, n. 4, p. 390-395, 2015.

SANO, H.; KONNO, S.; SHIGA, A. Chromium supplementation does not influence glucose metabolism or insulin action in response to cold exposure in mature sheep. **Journal of Animal Science**, v. 78, p.2950-2956, 2000.

SANTOS, G.; BOTELHO, F. J.; MENEGHEL, J. M. M.; FAUSTO, D. A. Resultado econômico de confinamento de bovinos de corte em diferentes cenários. **Revista iPecege**, v. 4, n. 2, p. 15-22, 2018.

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.

SCHWARTZ, K.; MERTZ, W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.85, p.292-295, 1959.

SHIBATA, M.; TERADA, F. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. **Animal Science Journal**, v. 81, p. 2-10, 2010

SILVA, M. T. **Principais aditivos zootécnicos utilizados na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento**: revisão de literatura. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Clínica e Cirurgia de Ruminantes) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SOLTAN, M. A. Effect of dietary chromium supplementation on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows under heat stress. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 94, n. 2, p. 264-272, 2010.

SPEARS, J. W.; LLOYD, K. E.; KRAFKA, K. Chromium concentrations in ruminant feed ingredients. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 3584-3590, 2017.

SPEARS, J. W.; WHISNANT, C. S.; HUNTINGTON, G. B.; LLOYD, K. E.; FRY, R. S.; KRAFKA, K.; LAMPTEY, A.; HYDE, J. Chromium propionate enhances insulin sensitivity in growing cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 2037-2045, 2012.

SUBIYATNO, A.; MOWAT, D.N.; YAN, W.Z. Metabolite and hormonal responses to glucose or propionate infusions in periparturient dairy cows supplemented with chromium. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 8, p. 1436-1445, 1996.

VIANA, C. H. R.; VALENTIM, J. K.; RESENDE, G. A.; CASTILHO, V. A. R.; PANTOJA, J. C.; PIETRAMALE, R. T. R.; PRZYBULINSKI, B. B.; ZIEMNICZAK, H. M. Utilização de aditivos para bovinos de corte em confinamento. **Ensaio e Ciência**, v. 24, n. 5, p. 536-543, 2020.

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.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações econômicas**. v.24, n.9, p.123-131. 1994.

ZANETTI, M. A.; SALLES, M. S. V.; BRISOLA, M. L.; CERQUEIRA CÉSAR, M. Desempenho e resposta metabólica de bezerros recebendo dietas suplementadas com cromo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1532-1535. 2003.

ZHANG, F. J.; WENG, X. G.; WANG, J. F.; ZHOU, D.; ZHAI, C. C.; HOU, Y. X.; ZHU, Y. H. Effects of temperature-humidity index and chromium supplementation on antioxidant capacity, heat shock protein 72, and cytokine response of lactating cows. **Journal of Animal Science**, v. 92: p. 3026-3034, 2014.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://www.iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **C1B208F** e o código CRC **4933A2F0**.