

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL  
CAMPUS DESCALVADO**

**CARLOS HENRIQUE ANDRADE DE CARLI**

**DESEMPENHO DE GARROTES NELORE SUPLEMENTADOS COM  
CROMO ORGÂNICO INJETÁVEL**

PERFORMANCE OF NELORE STEERS SUPPLEMENTED WITH INJECTABLE  
ORGANIC CHROMIUM

Descalvado – SP

2021

**CARLOS HENRIQUE ANDRADE DE CARLI**

**DESEMPENHO DE GARROTES NELORE SUPLEMENTADOS COM  
CROMO ORGÂNICO INJETÁVEL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo  
**Orientador**

Prof. Dr. Wanderley José de Melo  
**Coorientador**

Descalvado –SP  
2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

C279d Carli, Carlos Henrique Andrade de  
Desempenho de novilhos Nelore suplementados com cromo orgânico  
injetável / Carlos Henrique Andrade de Carli. – Descalvado: Universidade  
Brasil, 2022.  
50f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Gradua-  
ção em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requi-  
sitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.  
Orientador: Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo.  
Coorientador: Prof. Dr. Wanderley José de Melo.

1. Ganho de peso. 2. Suplementação. 3. Quelatos. 4. Mineral. I. Título.

CDD 636.2085




**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

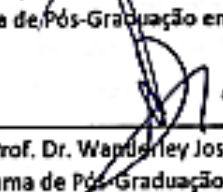
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

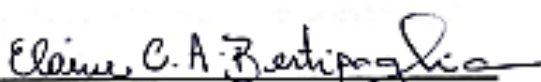
**Carlos Henrique de Andrade Carli**

**"Desempenho de garrotes nelore suplementados com cromo orgânico injetável."**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo  
(Orientador)  
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wanderley José de Melo  
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Elaine Cristina Abaker Bertipaglia  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - UNESP

Descalvado, 25 de março de 2022

Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo  
Presidente da Banca

Houve alteração do Título: sim ( ) não ( X )

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Campus Descalvado**

Avenida Hilário de Silva Passos, 950, Parque Universitário - Descalvado/SP | 13690-000

Central de Relacionamento com o Aluno - 08007807070

[www.ub.edu.br](http://www.ub.edu.br)



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do  
Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titulares dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizamos a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.


Título do Trabalho: **"Desempenho de garrotes nelore suplementados com cromo orgânico injetável"**

Houve alteração do Título: sim  não  (X)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Autores:

Discente: Carlos Henrique de Andrade Carli

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Data: 25 de fevereiro de 2022.

Campus Descalvado

Avenida Hilário de Silva Passos, 950, Parque Universitário - Descalvado/SP | 13690-000

Central de Relacionamento com o Aluno - 08007807070

[www.ub.edu.br](http://www.ub.edu.br)

## RESUMO

Os minerais desempenham papel fundamental em diversas reações no metabolismo animal, atuando nos mais diferentes sistemas orgânicos com diversidade de funções e influenciando diretamente no desempenho bovino. Nesse sentido, o uso de minerais orgânicos na alimentação de ruminantes tem proporcionado respostas positivas na produção, como é o caso do Cromo orgânico (Cr). O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de garrotes da raça Nelore quando suplementados com cromo orgânico injetável, formando uma fonte viável para nutrição e desenvolvimento dos garrotes destinados para corte. Foi realizado o experimento em delineamento inteiramente casualizado em esquema de análise de medidas repetidas no tempo, com três tratamentos (T1 – testemunha, sem suplementação de cromo orgânico; T2 - suplementação de cromo orgânico, 5 mL/animal aplicados em intervalos de 14 dias e T3 - suplementação de cromo orgânico, 5 mL/animal aplicados em intervalos de 28 dias) 10 repetições em período experimental de 56 dias. A suplementação com cromo orgânico promoveu melhora no desempenho ponderal dos garrotes (21,90% superior), o melhor desempenho pode ser explicado através das alterações promovidas no perfil metabólico dos animais suplementados, podendo concluir que a suplementação de cromo orgânico em bovinos machos recém desmamados, da raça Nelore, permite ganho de peso adicional sem comprometer o perfil metabólico de glicose destes animais.

**Palavras-chave:** Cromo, Perfil Metabólico, Quelato, Ruminantes, Glicose.

## **ABSTRACT**

Minerals play a fundamental role in several reactions in animal metabolism, acting in the most different organic systems with a diversity of functions and directly influencing bovine performance. In this sense, the use of organic minerals in ruminant feed has provided positive responses in production, as is the case of organic chromium (Cr). The objective of the study was to evaluate the physiological performance of Nelore yearling steers when supplemented with injectable organic chromium, as a viable source for nutrition and development of yearling steers intended for beef production. The experiment was conducted in an entirely randomized design, with three treatments (T1 - control, no organic chrome supplementation; T2 - organic chrome supplementation, 5 mL/animal applied at 14 day intervals and T3 - organic chrome supplementation, 5 mL/animal applied at 28 day intervals), 10 repetitions over a 56 day experimental period. Organic chromium supplementation improved the weight performance of yearling steers (21.90% higher). This better performance can be explained by changes in the metabolic profile of supplemented animals, and it can be concluded that organic chromium supplementation in Nelore male cattle recently weaned allows additional weight gain without compromising the metabolic profile of glucose in these animals.

**Keywords:** Chromium, Metabolic Profile, Chelate, Ruminant, Glucose.

## **DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

O objetivo foi avaliar o produto técnico tecnológico desenvolvido pela empresa NewAgri®, com o intuito de dar base técnica ao uso alternativo da suplementação mineral injetável. A divulgação e transferência de conhecimento da presente pesquisa será, na forma de artigo científico, em periódico de impacto na comunidade científica, além de texto em revista técnica.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se indicar o uso desse tipo de suplementação mineral do cromo orgânico para bovinos recém desmamados da raça Nelore, mantidos em sistema de pastejo, fato justificado pela melhoria no desempenho ponderal, resultando em maior produtividade animal.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
3.1 BOVINOCULTURA DE CORTE .....	15
<b>3.1.1. Importância da Pecuária de Corte</b> .....	17
<b>3.1.2. Cadeia produtiva</b> .....	17
3.2. SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE .....	18
<b>3.2.1. Minerais na Suplementação da dieta de Bovinos de Corte</b> .....	20
<b>3.2.2. Suplementação do cromo na dieta de ruminantes</b> .....	22
3.3 QUELATOS OU MINERAIS ORGÂNICOS .....	28
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
4.1. LOCAL DO EXPERIMENTO E ANIMAIS.....	31
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	32
4.3 DURAÇÃO EXPERIMENTAL .....	32
4.4 MANEJO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS .....	32
<b>4.4.1 Avaliação dos pesos dos animais</b> .....	32
<b>4.4.2 Avaliação da disponibilidade da massa de forragem</b> .....	33
<b>4.4.3 Amostragem e avaliações nas amostras de sangue</b> .....	34
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	35
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
5.1. DESEMPENHO PONDERAL .....	36
5.2. GLICOSE SANGUINEA .....	39
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem aproximadamente 80% de seu território concentrado na faixa tropical, área que apresenta potencial para produção de carne e leite conduzidos nos sistemas em pastejo (LOPES et al., 2004). No entanto, a maior dificuldade para a produção a pasto é a ocorrência da estacionalidade de produção de forragens. Estas variações no sistema extensivo de criação influem no desempenho dos animais contribuindo para que o crescimento ponderal seja interrompido (GALATI; EZEQUIEL, 2003). Portanto, há necessidade de se obter ganhos em produtividade, minimizando os efeitos negativos da sazonalidade de forrageiras tropicais (GÓES et al., 2003). Por isso, a suplementação mineral é considerada obrigatória na produção pecuária.

A adoção da técnica de suplementação em pastagens de alta digestibilidade é uma alternativa para aumentar a velocidade de crescimento dos animais através de um melhor balanceamento dos nutrientes da dieta e de um aumento do consumo total de matéria seca (ROCHA, et al., 2003).

A suplementação alimentar de animais em pastejo deve complementar o valor nutritivo da forragem disponível de forma a se atingir o ganho de peso desejado. Assim, é de fundamental importância conhecer a qualidade da forragem ofertada e as exigências nutricionais dos animais (TINOCO, 2007).

Os sistemas de suplementação de bovinos a pasto constituem em uma opção viável para o pecuarista, pois não precisam da atividade agrícola para a produção de volumoso, como requerem os confinamentos, permitindo significativas melhorias nos índices de produtividade do rebanho e melhorar as condições de manejo das pastagens (FREITAS, 2005).

Tinoco (2007) cita que em estratégias de suplementação a pasto, quando existe alta disponibilidade da forragem, com teor de proteína bruta baixo, se reveste de grande importância a utilização de fontes proteicas para a melhoria da degradação ruminal.

Bovinos criados em pastejo estão sujeitos a deficiências minerais e, para corrigir ou reduzir esses efeitos, a suplementação mineral é uma prática necessária para atender às exigências dos animais e garantir adequado suprimento para o desenvolvimento e a produção desejada. Micronutrientes

minerais, como cromo e níquel, têm sido estudados por participarem no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (FERNADO et al., 2008). Os minerais desempenham papel fundamental em diversas reações no metabolismo animal, atuando nos mais diferentes sistemas orgânicos com diversidade de funções e influenciando diretamente no desempenho bovino (MORAES, 2001).

Com o avanço da produção de bovinos de corte, as exigências nutricionais aumentaram e novos microelementos minerais e formas de suplementação entraram no cenário da produção (MORAES, 2001). Nesse sentido, o uso de minerais orgânicos na alimentação de ruminantes tem proporcionado respostas positivas na produção, como é o caso do Cromo orgânico (Cr).

As exigências de Cr ainda não são bem conhecidas. Só recentemente os ruminantes passaram a ser suplementados com Cr, mas ainda existem dúvidas quanto aos seus reais efeitos (ZANETTI et al., 2000). Sua suplementação pode ser realizada em animais de alta produção ou em animais sob condição de estresse, como na desmama (MORAES, 2001).

O Cr pode estar envolvido em várias funções biológicas, e como componente integral do Fator de Tolerância à Glicose (GTF), se liga à insulina, a qual é responsável pelo transporte da glicose e aminoácidos para o interior da célula por receptores da membrana celular. Tal otimização da atividade da insulina resulta na melhor regulação da glicose capturada pela célula e em consequência no melhor controle da concentração de glicose sanguínea e utilização máxima do potencial energético (PECHOVÁ et al., 2002), sendo, desta forma, um mineral traço essencial para o metabolismo normal de carboidratos, lipídios e hormônios do crescimento.

Alguns resultados de pesquisa, na literatura, têm demonstrado que o Cr é necessário para o crescimento e síntese de proteína e que a suplementação pode melhorar a performance devido ao aumento do metabolismo energético (MERTZ, 1993).

Como participa no metabolismo energético, o cromo pode influenciar na formação da carcaça dos animais. Mooney; Cromwell (1997) avaliaram o efeito da suplementação com cromo na carcaça de suínos e verificaram que não houve alteração no ganho de peso e na cobertura de gordura, contudo observaram

aumento da área de olho de lombo e da porcentagem de músculos e decréscimo na porcentagem de gordura total.

Já outros estudos demonstram que o uso de cromo na dieta pode reduzir a liberação de cortisol, o mais importante glicocorticoide no mecanismo do estresse e responsável pela queda na imunidade animal (PORTELLA, 2005). O efeito da suplementação de cromo para bovinos tem se destacado nos últimos tempos, como eficiente em situações de estresse (MORAES, 2001).

Observa-se que, por ocasião da desmama, com aproximadamente sete meses, os bezerros sofrem elevada redução no seu desenvolvimento, podendo apresentar expressiva perda de peso. Isto ocorre normalmente no outono e faz com que os animais demorem a se recuperar pois, logo a seguir, sofrem nova redução em seu ganho por ocasião da entrada do inverno. Estas reduções ou até mesmo perdas, quando subsequentemente repetidas, levam a um atraso na idade de abate resultando em um aumento do estoque de animais de várias idades na propriedade e reduzem o desfrute desta. Esta situação é frequentemente encontrada nas criações brasileiras de bovinos de corte, o que induz a redução da eficiência de nossa pecuária (PORTELLA, 2005).

O interesse em conhecer suplementos que melhorem o desempenho animal foi um estímulo para que pesquisadores do mundo todo que testaram o cromo percebessem que há muitas dúvidas quanto as respostas (SHIAU; CHEN, 1993; SHIAU; LIANG, 1995; FIGUEIREDO-GARUTTI et al., 1996; SHIAU; SHY, 1998; BALDAN, 2004; SELKUK et al., 2008; LIU et al., 2009).

Para suplementação do cromo, diferentes ligantes ao cromo formam um composto utilizado para suplementar as dietas de animais. As fontes testadas mais comuns são o cromo levedura (GUAN et al., 2000; GATTA et al., 2001; DEBSKI et al., 2004; MAGZOUN et al., 2009), óxido de cromo (SHIAU; CHEN, 1993; SHIAU; LIANG, 1995; FIGUEIREDO-GARUTTI, 1996; SHIAU; SHY, 1998; BALDAN, 2004; MAGZOUN et al., 2009), picolinato de cromo (LINDEMANN et al., 1995; BESONG et al., 2001; KUÇUKBAY et al., 2006; FIALHO et al., 2007; LIU et al., 2009; SELKUK et al., 2010) e o tripicolinato de cromo (AMOIKON et al., 1995; VAN DE LIGT et al., 2002).

Com crescimento do interesse da suplementação de cromo em dietas animais foi introduzido no mercado um composto de cromo aminoácido, denominado de quelato de cromo, com um custo menor comparado as demais

fontes, porém sem estudos da sua eficácia sobre o desempenho e metabolismo de animais (PIRES, 2010).

Elementos minerais quelatados são aqueles fixados com moléculas orgânicas de baixo peso molecular, cuja absorção é mais efetiva. Embora alguns resultados experimentais mostraram-se promissores, o uso onera o custo do sal mineral (MORAES, 2001).

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de bovinos machos, recém desmamados, da raça Nelore quando suplementados com cromo orgânico injetável, formando uma fonte viável para nutrição e desenvolvimento dos garrotes destinados para corte.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Especificadamente, objetivou-se:

- Avaliar a glicose sanguínea de bovinos da raça Nelore, recém desmamados;
- Avaliar o ganho de peso desses animais;

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 BOVINOCULTURA DE CORTE

O gado bovino está presente no Brasil desde os primeiros anos que se seguiram após a chegada dos portugueses. Os historiadores apontam a pecuária bovina como a principal atividade econômica que iria, ao longo do tempo, desenhar os principais contornos de sua atual extensão territorial (SCHLESINGER, 2008), estabelecendo assim, marcas no processo de ocupação e desenvolvimento do País. Nesse processo, desenvolveram-se aspectos socioeconômicos e culturais distintos ligados, sobretudo as necessidades de abastecimento dos principais centros urbanos em formação (ALMEIDA; MICHELS, 2012).

A cada ano, a participação brasileira no comércio internacional vem crescendo, com destaque para a produção de carne bovina, suína e de frango. Segundo o Ministério da Agricultura, até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial (MAPA, 2014).

A criação de bovinos no Brasil é, de longe, a atividade econômica que ocupa a maior extensão de terra. Segundo o censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2007), as áreas de pastagens ocupam no país aproximadamente 172 milhões, enquanto as destinadas a lavoura totalizam menos de 77 milhões de hectares (SCHLESINGER, 2008).

A produção de carne no Brasil tem crescido significativamente, observando-se que, a partir de 1990, com a globalização da economia e a abertura dos mercados, intensificou-se ainda mais o processo de modernização da atividade agropecuária em decorrência do aumento da competitividade e da forte pressão da relação desfavorável entre os preços de insumos e de produtos (FERNANDES et al, apud SILVA et al, 2010).

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O Brasil é dono do segundo maior rebanho efetivo do mundo, com cerca de 200 milhões de cabeças. Além disso, desde 2004, assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (MAPA, 2013).

O efetivo nacional de bovinos chegou a 212,8 milhões de cabeças, em 2012, com maiores concentrações no Centro-Oeste, Norte e Sudeste. Este efetivo encontra-se disperso por todo o Território Nacional, embora seja encontrado em maior número na Região Centro- Oeste do País (34,1%). As demais regiões apresentam os seguintes percentuais de participação: Norte (20,3%), Sudeste (18,5%), Nordeste (13,9%) e Sul (13,1%). O Estado de Mato Grosso possuía o maior efetivo de bovinos, 13,8%; seguido por Minas Gerais, com 11,2%; Goiás, com 10,2%; e Mato Grosso do Sul, com 10,1%. Salienta-se que os dez principais estados detentores de bovinos concentram 81,1% de todo o efetivo nacional (OLIVEIRA, 2013).

No comparativo entre 2011 e 2012, pode-se dizer que o crescimento do rebanho bovino ocorreu com maior intensidade nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste e, com a maior intensidade, nas regiões Centro-Oeste e Sul do País. Na região Norte, cabe destaque ao crescimento dos efetos bovinos nos Estado de Rondônia e do Pará (BEEF POINT, 2012).

As criações de animais nos estados do Norte apresentam características singulares em relação às demais regiões do Brasil. Primeiramente, chama atenção à estreita relação dos animais com áreas de florestas abertas, muitas vezes substituídas por pastagens cultivadas. Estas florestas são mundialmente conhecidas pela grande biodiversidade ainda pouco estudada (OLIVEIRA, 2009).

O Estado de Rondônia está localizado na Região Norte do país e ocupa uma área geográfica de 237.576 km, em grande parte ocupada pela floresta Amazônica. O estado passou por várias transformações econômicas e industriais desde a sua formação, iniciando com a atividade extrativista da borracha, passando pela extração de madeira, e atualmente como uma importante região produtora de carne bovina (OLIVEIRA, 2009), possui dois terços de sua área cobertos pela floresta Amazônica. O cerrado recobre os pontos mais altos do território – a chapada dos Parecis e a serra dos Pacaás, onde há um parque nacional. O clima predominante é o equatorial, com chuvas abundantes e temperatura média anual de 26°C (IBGE, 2013).

A atividade agropecuária, de baixo padrão tecnológico, ocupa 37% da área estadual e concentra-se, sobretudo na porção leste. Verificou-se redução da área destinada às lavouras, que ocorre paralelamente ao crescimento da

pecuária. O rebanho bovino, destinado principalmente ao corte, aumenta de 770,5 mil para 3,9

### **3.1.1. Importância da Pecuária de Corte**

A análise econômica da atividade gado de corte é importante, pois atualmente a pecuária brasileira ostenta o maior rebanho comercial do mundo. Para Zilioto et al (2010) de 170 milhões de bovinos, 72,5% são de corte, fazendo o Brasil o segundo maior produtor de carne bovina, sendo assim a eficiência de tal acontecimento faz com que o produtor passe a ter um conhecimento, com maiores detalhes sob os fatores que influenciam a sua produção.

O setor pecuário representou 6,5% do PIB brasileiro, gera 18% das exportações do agronegócio nacional e já passou por vários ciclos de expansão e retração, mas, em média, sempre cresceu, inovou, não deixando dúvidas que constitui um dos principais pilares econômicos (MAPA, 2014).

Para Zilioto et al (2010), conhecer o custo real de cada cabeça, de cada lote ou do rebanho a qualquer momento é uma informação imprescindível para a gerência, não só para apurar a rentabilidade após a venda, mas também, o que é mais importante, para determinar o ponto ótimo de venda, ou seja, não manter o gado quando os custos passam a ser maiores que o ganho de peso (caso o pecuarista esteja prevendo a alta de preços para breve poderá manter o rebanho com custo elevado).

### **3.1.2. Cadeia produtiva**

As dimensões da Cadeia Produtiva de Bovinos de Corte (CPBC) no Brasil são expressivas, apresentando importância em nível nacional e mundial, econômica e nutricional pois apresenta cerca de 160 milhões de cabeças, alimentadas, em sua maioria, a pasto (WIAZOWSKI, 2002).

Conforme Zilioto et al (2010), pode-se classificar as atividades da pecuária de corte em: a) cria; atividade principal é a produção de bezerros que é vendido após o desmame (período igual ou inferior a 12 meses). b) recria a partir do bezerro desmamado (período de 13 a 23 meses), produzir e vender o novilho magro para engordar. c) engorda: é atividade denominada de invernista,

que a partir do novilho magro, produz o novilho gordo o abate (o processo leva de 24 a 36 meses).

Em setembro de 2012, foram exportados pelo Brasil 91 mil toneladas de carne bovina, gerando receita de US\$421 milhões, com preço médio de US\$4.632 tonelada. Em reação ao mês anterior, as exportações permanecem praticamente estáveis sendo que o volume foi 0,3% maior e a receita foi 0,1% menor, deixando o preço médio de exportação menor em 0,4% (BEEF POINT, 2012).

Em relação ao mês de setembro de 2011, as exportações aumentaram 22,5% em volume e 7,7% em receita, nesse mesmo mês, em 2011, volume foi de 74 mil toneladas e a receita foi de US\$ 391 milhões (WHATELY, 2012).

### 3.2. SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE

Uma tendência natural dos sistemas de produção de carne nos trópicos seria explorar ao máximo o potencial de cada forragem durante o período favorável de crescimento, isto é, primavera/verão. Nessa época, além da maior produtividade, as pastagens poderiam ser consideradas como dietas completas, desde que suplementadas com água e mistura mineral (THIAGO; SILVA, 2001).

Os bovinos criados em pasto estão sujeitos a deficiências minerais. Para corrigir ou amenizar tais efeitos, a suplementação mineral é uma prática necessária, para atender às exigências dos animais, garantindo-lhes um suprimento adequado e desenvolvimento saudável (MORAIS, 2001).

O princípio básico na suplementação da dieta dos animais mantidos a pasto é evitar efeito substitutivo e promover aumento da ingestão e da digestibilidade das forragens (RUAS et al, 2000). Quando se suplementa dieta forrageira, deficiente em proteína, com alimentos ricos em proteína, como farelo de soja ou de algodão, aumenta-se, em grande parte, o consumo do volumoso (LUSBY; GILL, 1996).

A suplementação para bovinos em pastejo constitui no ato de fornecer fontes de nutrientes adicionais para o organismo animal, isso ocorre quando a uma queda considerável de nutrientes pelas forragens. Essa fonte de nutriente pode ser constituída de energia e proteína, precursores bioquímicos metabólicos, que contribui para o desempenho animal (PAULINO et al., 2004).

Os objetivos da suplementação a pasto (proteico ou proteico energética) devem ser definidos com clareza, podendo almejar níveis diferenciados de desempenho, desde a simples manutenção, ganhos moderados e até ganhos expressivos de peso, bem como categoria e número de animais (BERCHIELLI et al 2006).

A meta de um programa de suplementação para animais em pastejo é maximizar o consumo e a utilização de forragem. Pequenas quantidades de concentrados ricos em proteína podem aumentar o consumo de forragem, entretanto, pode haver situações onde suplementos que reduzem consumo de forragem seriam desejáveis como um meio de estender o suprimento de forragem ou possibilitar suporte a um maior número de animais por um dado período de tempo na unidade de pastejo (PAULINO et al., 2002).

Um procedimento que pode ser utilizado para otimizar o uso das pastagens, e manter níveis mais elevados de produção, é a suplementação alimentar com mistura balanceada de concentrados. Nesse caso, as taxas médias de ganho, serão em função da quantidade de suplemento oferecido (0,6% a 1% do peso vivo), do potencial do animal, da sua condição corporal e da forragem disponível. Esta mistura pode ser balanceada utilizando-se de alimentos energéticos e proteicos, e mistura mineral (EUCLIDES, 2001).

Segundo Corsi e Santos (1995), para animais em crescimento recriados a pasto, admite-se que durante a época favorável ao crescimento de plantas forrageiras (condição de calor, umidade e luminosidade) têm-se as exigências em energia, proteína e vitaminas atendidas. Porém, a nutrição mineral desses animais é frequentemente desbalanceada, se considerarmos a forragem como uma única fonte desses nutrientes ao gado.

Geralmente, os animais em crescimento costumam receber misturas minerais em suas dietas para assegurar que seus requerimentos por macro e microelementos minerais sejam satisfeitos diariamente pela dieta consumida. Por outro lado, animais em pastejo dificilmente têm seus requerimentos minerais satisfeitos devido ao fato de que a maioria das forragens contém quantidades aquém daquelas necessárias para um ótimo desempenho. Em muitos casos, a concentração de grande parte dos minerais em plantas forrageiras é inadequada para ruminantes, dado que plantas não requerem Se, Co ou I para crescer e produzir (SANTOS, 2006).

Na avaliação dos alimentos e suplementos nutritivos devem-se considerar a concentração e a biodisponibilidade do elemento. Essa biodisponibilidade diz respeito às formas como os minerais podem ser absorvidos no intestino e usados pelas células e tecidos animais. A presença do mineral na planta forrageira, usada como alimento, não garante a absorção dele, pelo organismo animal (UNDERWOOD, 1971).

### **3.2.1. Minerais na Suplementação da dieta de Bovinos de Corte**

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes para o desempenho reprodutivo, na manutenção do crescimento, no metabolismo energético, na função imune entre outras tantas funções fisiológicas, não só para a manutenção da vida, como também para aumento da produtividade animal, contudo os minerais nem sempre são encontrados em quantidades desejáveis nos alimentos, não sendo suficiente para a máxima resposta animal, havendo a necessidade de uma suplementação para compensar essa deficiência (JUNIOR, 2009).

Quando os bezerros se aproximam do desmame, suas exigências nutricionais aumentam. O aumento é maior em bezerros com bom potencial de crescimento (ex.: machos, cruzados etc.). Se as exigências nutricionais dos bezerros são maiores que os nutrientes supridos pelo leite e/ou pasto, obviamente, o crescimento será restringido (OLIVEIRA, 2006).

A produtividade determina em parte os níveis dos minerais exigidos pelos animais. Fica evidente não só a necessidade de suplementar minerais, como também a de suplementar proteína e/ou energia. Melhores práticas de manejo resultam em maiores taxas de natalidade e de crescimento dos bezerros, exigindo mais atenção quanto à nutrição mineral (MORAES, 2001).

A suplementação mineral correta é de suma importância para a fase de crescimento de bovinos, principalmente por causa da formação dos tecidos ósseo e muscular. Além de atuar em inúmeras reações enzimáticas no rúmen e no organismo animal, que possibilitem melhorias no processo fermentativo ruminal e no sistema imunológico (OSPINA et al., 2000).

No entanto, o tema “minerais” ainda é pouco abordado na nutrição de ruminantes e acredita-se que ele deve ser estudado a partir as exigências dos microrganismos do rúmen e das interações existentes entre eles (VAN SOEST, 1994). No que diz respeito à suplementação mineral, depara-se com as seguintes situações: Parte dos pecuaristas opta pela utilização de uma mistura mineral comercial (MMC); Parte compra uma MMC formulada com base no pressuposto de que análises de solo e de forrageiras de sua propriedade possam determinar com exatidão a quantidade de minerais necessária a ser suprida aos animais; Outra parte fornece apenas cloreto de sódio (NaCl); Uma pequena parcela dos pecuaristas não fornece qualquer suplemento mineral ao rebanho; Outro grupo de pecuaristas suplementam os animais de maneira muito irregular e descontínua com MMC ou com o cloreto de sódio; Como as misturas minerais são insumos caros, alguns proprietários diluem essas misturas com o sal comum, o que obviamente reduz a concentração dos outros minerais nesse preparado (PEIXOTO et al., 2005).

O NRC (2001) reconhece sete macroelementos minerais (enxofre, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio e cloro) e 17 microelementos minerais (cobre, cobalto, molibdênio, zinco, ferro, flúor, selênio, silício, alumínio, cromo, vanádio, níquel, iodo, arsênio, estanho e manganês) como essenciais na nutrição de ruminantes. No entanto, ainda existem algumas dúvidas com relação à recomendação dos níveis de exigências de alguns destes microelementos minerais na dieta de bovinos: Cd, Si, Cr, Va, As, Sn (OSPINA et al., 1999).

As exigências dos animais pelos elementos minerais podem ser supridas pelo fornecimento destes na forma inorgânica através da suplementação na forma de sulfatos, óxidos, carbonatos, hidróxidos, etc. (SPEARS, 1989).

Entretanto, algumas destas fontes de minerais, principalmente quando se trata de microelementos minerais; apresentam baixa metabolização no organismo animal ou baixa biodisponibilidade. A biodisponibilidade dos elementos minerais é influenciada por diferentes fatores: tamanho de partícula, reatividade ou solubilidade, origem do precursor, grau de calcinação e ligantes orgânicos. Trabalhos “in vivo” têm demonstrado que minerais sob a forma de sais inorgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno onde o pH ácido determina a solubilidade e, daí são ligados a proteínas

e incorporados pelas membranas das células da mucosa intestinal (ASHMEAD, 1993).

Os nutrientes minerais são importantes constituintes dos alimentos e desempenham várias funções vitais no organismo dos animais. Embora representando apenas cerca de 5 % do peso vivo de um animal, contribuem estruturalmente, fazendo parte do esqueleto (80% a 85%), fluídos e tecidos orgânicos, integrando e interagindo com várias substâncias indispensáveis ao funcionamento do organismo, como hormônios, enzimas, vitaminas e outras, assim como participando do metabolismo energético e da síntese de proteínas (VEIGA; LAU, 1998).

Além do mais, segundo os mesmos autores, os minerais fazem parte, em proporção relativamente alta, da carne e do leite produzidos e exportados pela propriedade. Por outro lado, alguns minerais são importantes também pela toxidez que podem causar ao animal quando ingeridos em excesso. Dessa maneira, o desequilíbrio dos minerais na dieta pode ocorrer tanto pela deficiência como pelo excesso

Em função da quantidade em que são requeridos pelos animais, os elementos minerais de interesse na nutrição animal são classificados em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são requeridos em maiores quantidades, ou seja, mais de 100 ppm (partes por milhão) na dieta, e os micronutrientes em menos de 100 ppm. Ressalte-se que o conceito de macro e micronutrientes não está relacionado à importância e sim à quantidade, sendo todos igualmente essenciais, independentemente da quantidade exigida (MCDOWELL, 1992).

Microelementos minerais (ou elementos traços, a  $10^{-9}$  µg/g), tais como cromo e níquel, vêm sendo estudados por sua participação no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas e o arsênio como essencial, principalmente para caprinos. Com o aumento do estresse e manipulação mais intensiva da dieta, a suplementação de alguns desses novos microelementos pode trazer benefícios em condições específicas (MORAES, 2001).

### **3.2.2. Suplementação do cromo na dieta de ruminantes**

Suplementações de bovinos com cromo são recentes e seus benefícios mostram-se associados ao desempenho, ao sistema imune, à redução de

desordens metabólicas e à redução dos efeitos do estresse (MORAES, 2001; CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003).

Dentre os alimentos componentes da dieta dos bovinos, de acordo com Oliveira; Soares Filho (2005), destacam-se as forragens e os cereais, por apresentarem grandes quantidades de cromo na sua composição. Dentre os suplementos minerais, o cloreto de cromo destaca-se como fonte inorgânica e o cromo-L-metionina, complexo cromo-ácido-nicotínico, cromo picolinato e levedura de cromo como fontes orgânicas do referido metal.

Carvalho et al. (2003) ao relatarem as ações e efeitos do cromo nos bovinos, indicaram que as principais ações são relacionadas a produção, proporcionando maiores ganhos de peso e produção de leite, em relação ao sistema imune no aumento dos níveis de imunoglobulinas e anticorpos e na redução de desordens metabólicas cetose subclínica, além da redução dos efeitos do estresse diminuição do cortisol sérico.

São considerados minerais orgânicos, segundo a Association Feed Control Oficial (2000) citada por Baruselli (2003), os íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade mineral.

Em relação a alguns estudos realizados, Moraes (2001) afirmou ser esta forma de suplementação mais eficiente e capaz de reduzir os riscos de toxidez. Estudos de Pesce (2002) indicaram maior taxa de absorção para o cromo orgânico (25 a 30% do total ingerido), quando comparado à forma inorgânica (menor que 2% do total ingerido).

O cromo é um metal de transição, de símbolo Cr, pertencente ao grupo 6B da tabela periódica (SCHAEFER, 2008). Seus estados de valência variam de -2 a +6. É o 21º metal mais abundante na crosta terrestre, não sendo encontrado livre na natureza, mas combinado a outros elementos, principalmente ao oxigênio (PECHOVA e PAVLATA, 2007; SCHIRMER et al., 2009).

Em relação à facilidade de se encontrar o cromo em diferentes valências, a forma trivalente (Cr+3) é natural no meio ambiente, enquanto a hexavalente (Cr+6) e a valência zero (Cr0) são produzidas por processos industriais, principalmente na fabricação de ligas metálicas (SCHIRMER et al., 2009).

O cromo está entre os 8 elementos metálicos mais abundantes do planeta Terra, sendo derivado do minério Cromita ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ ), que é utilizado

principalmente para a produção de aço inoxidável. A concentração de cromo nos alimentos, em geral, é muito pequena e variável (<100 ppb). Fontes inorgânicas de cromo são poucos absorvidas pelos animais (0,4 a 3,0 %), vindo daí o interesse na suplementação de cromo pelo uso de fontes orgânicas (cromo metionina, picolinato, leveduras...), de reconhecida maior biodisponibilidade (COOPERALFA, 2010).

A possibilidade de considerar o cromo como um mineral essencial à nutrição de organismos vivos se iniciou em 1954, quando foi demonstrado que a síntese de colesterol e ácidos graxos em células de ratos era maior na presença de íons de cromo (UNDERWOOD, 1971).

A partir de 1954 foram realizadas diversas pesquisas sobre as consequências da suplementação de cromo na dieta animal, gerando benefícios a diferentes atividades biológicas. Isto permitiu aos pesquisadores acreditar que a suplementação com cromo poderia ser um fator adicional de melhora em diversas ações metabólicas do organismo animal. Foram reportados efeitos do cromo sobre a insulina, demonstrando que esse mineral potencializa sua ação, induzindo uma melhor resposta dos animais em relação ao metabolismo de proteínas, lipídios e carboidratos (PAGE et al 1993; SHIAU e CHEN, 1993; UYANIK et al., 2002; DEBSKI et al., 2004; KUÇUKBAY et al, 2005).

Um novo foco em nutrição mineral está sendo colocada em prática, passando do foco do Fósforo e do Cálcio para também atenção aos micros minerais, pois os mesmos têm se mostrados muitos eficientes em diversas fases da criação dos bovinos. O Cromo é um mineral de estudos e utilização ainda relativamente recente, sendo que as pesquisas ainda estão descobrindo novas ações sobre este mineral. O Cromo é conhecido por duas ações principais nos organismos dos bovinos, sendo elas o chamado, fator de tolerância à glicose – FTG e o “fator antiestresse”. (FORNAZARI NETO, 2013).

O cromo funciona como componente integral e biologicamente ativo do fator de tolerância à glicose (GTF – Glucose Tolerance Factor) que potencializa a ação da insulina na célula (ANDERSON e MERTZ, 1977). O átomo de cromo, do GTF, facilita a interação entre a insulina e os receptores dos tecidos musculares e gordurosos (MERTZ, 1987). Assim, o GTF com o Cr+3 é um mensageiro químico que se liga a receptores na superfície das células dos

tecidos, estimulando sua capacidade de usar a glicose como combustível metabólico ou armazenar sob a forma de glicogênio (ANDERSON, 1987).

Devido a sua associação com o metabolismo de carboidratos, o efeito de sua suplementação é demonstrado através da investigação do metabolismo da glicose. A atuação do cromo no organismo animal se dá pela interação propiciada pelo átomo  $Cr^{+3}$  entre a insulina e seus receptores. Isto ocorre em tecidos específicos, como os tecidos musculares e adiposos. Na prática, o cromo facilita a união glicose/insulina, necessária para a penetração da glicose no interior das células, onde será utilizada como fonte de energia para as funções vitais do organismo. Portanto, reduz-se a concentração de glicose na corrente sanguínea (COOPERALFA, 2010).

Ainda segundo o autor acima, é sabido que os principais precursores de energia para os ruminantes são os ácidos graxos voláteis sintetizados no rúmen, a partir da digestão microbiana da dieta. Após sua absorção no rúmen, seguem pela corrente sanguínea até os diversos tecidos (muscular, mamário, etc.), abastecendo-os como fonte de energia. No fígado, são parcialmente transformados em glicose, num processo denominado gliconeogênese, servindo como uma reserva extra de energia para os animais. Bovinos de elevada performance, submetidos a qualquer situação de stress, apresentam necessidade de maior aporte energético, podendo mobilizar glicogênio pré-armazenado no fígado como fonte extra de energia. Daí a importância da constante reposição de glicose no fígado, facilitada pela presença do cromo.

Em ruminantes, a maior parte dos requerimentos de glicose é suprida pela gliconeogênese hepática antes do que pela sua absorção intestinal e seus tecidos são mais refratários à insulina do que os tecidos de não ruminantes. Os efeitos da deficiência de cromo nos tecidos sensíveis à insulina são dificilmente previsíveis em ruminantes (BROCKMAN, 1986).

Já em relação ao efeito chamado “fator antiestresse” promovido pelo Cromo, não vem a ser exatamente o que a expressão diz, pois ao suplementar corretamente este mineral o animal não vai “ficar livre do estresse”, o que vai acontecer é que em partes os “efeitos” negativos do estresse, principalmente relacionados a queda da imunidade, vão ser minimizados, ou seja com a suplementação do mineral a queda da saúde que normalmente acontece nas situações do estresse, por conta principalmente do aumento do cortisol, vai ser

diminuída, com ação maior das defesas humoral e celular (FORNAZARI NETO, 2013).

Segundo o Cooperalfa (2010), o requerimento de cromo para bovinos não foi definido, entretanto, sabe-se que quando submetidos a condições de estresse (parto, castração, transporte, desmame, adaptação ao confinamento, etc.) há clara resposta ao uso deste micromineral. O estresse provoca mudanças no metabolismo animal, liberando o hormônio cortisona na corrente sanguínea. Agindo principalmente no fígado, a cortisona provoca aumento da glicose circulante, como resultado do processo denominado de gliconeogênese. Entretanto, paralelamente, a cortisona também reduz a atividade da insulina nos tecidos gordurosos e musculares, provocando a inibição da absorção de glicose.

O aumento da glicose circulante induz a um maior requerimento de cromo, visto sua comprovada atividade estimuladora em promover a união entre a insulina e glicose, necessária para a penetração da glicose no interior das células, onde será utilizada como fonte de energia para funções vitais do organismo. Sendo assim, quanto melhor o status deste mineral mais rápida será a resposta do organismo, e com isso menor o tempo de permanência do hormônio cortisona na corrente sanguínea (COOPERALFA, 2010).

Segundo o autor citado acima, fontes inorgânicas de cromo apresentam baixíssima biodisponibilidade (0,4 a 3,0%), daí o interesse na suplementação de cromo através de fontes orgânicas. O uso de Cromo-metionina (MiCroplex 1.000/Zinpro) vem sendo uma das melhores opções.

Estudos da Universidade de Guelph (CHANG, 1991; MOWAT, 1997)) mostraram que o bovino pode ficar suscetível a deficiências de Cr, principalmente durante períodos de estresse. Animais em confinamento, desmamas, leilões, transporte, aclimatação em novos lotes de alimentação, partos e início de lactação em vacas leiteiras, quando suplementados com cromo orgânico, tem significativos aumentos em produção, resposta imune e ganhos de peso. Estes fatores podem alterar os requerimentos nutricionais de bezerros (COLE et al., 1988). Animais ingressos em confinamentos podem ter sua capacidade de fermentação ruminal reduzida em 75% durante 48hs de privação de água e alimentos, permanecendo reduzida por mais de 4 dias, depois de sua chegada no ambiente de confinamento (COLE e HUTCHESON, 1981).

O cromo é um elemento metálico encontrado nos estados de oxidação 0, +2, +3, +6, sendo a forma trivalente a mais estável. Os compostos inorgânicos do cromo têm baixíssima disponibilidade para os animais quando comparados com as formas orgânicas, tanto que o óxido crômico é rotineiramente utilizado como marcador indigestível nos estudos de digestibilidade dos alimentos “in vivo”. A bioatividade das várias fontes de cromo pode ser avaliada através da sua habilidade de alterar o metabolismo da glicose. (ANDERSON et al., 1978; VINSON e HSIAO, 1985).

O papel do cromo na nutrição animal foi revisto pelo National Research Council (NRC, 1997) onde vários estudos com bovinos demonstraram a importância do elemento em situação de estresse emocional, físico e metabólico, resultante da intensificação da produção, a qual propiciaria maior susceptibilidade a doenças e alterações metabólicas (HADDAD; ALVES, 2006).

Ainda segundo o autor, acima citado, a ação do cromo é basicamente de potencializador da insulina e sua ausência provoca alterações nos metabolismos dos carboidratos, aminoácidos e lipídeos em ação semelhante ao diabetes, e ainda um efeito supressor no sistema imunológico (BURTON, 1995). Em termos práticos, o cromo desempenharia ação positiva em situações de stress, tais como, marchas, longas jornadas, desmame, castração etc.

Nas situações de estresse ocorre uma baixa na disponibilidade sérica deste mineral, devido à sua excreção via urina, fato este exacerbado nos casos associados com infecções e gestação. Em estados crônicos em poucos dias as reservas de Cromo são exauridas rapidamente, acentuando-se assim a deficiência e quando da sua suplementação, proporcionará melhores resultados (FORNAZARI NETO, 2013).

A suplementação deste mineral deve ser prioritariamente na forma orgânica, pois é nesta forma que este nutriente é melhor absorvido, sendo cerca de 80 % de absorção no estado orgânico e de apenas 10 % a 25 % na forma de mineral inorgânico. A necessidade de Cromo nos bovinos segundo o Carvalho et al. (2003) é variável de 0,1 a 1 ppm da dieta, na forma complexada orgânica.

O NRC (2001), ao relatar a toxicidade do Cromo cita que a mesma é relacionada com a forma química da fonte, onde a inorgânica pode ser tóxica, dependendo das quantidades ingeridas, sendo relatadas pelo NRC, 3000 mg para óxidos e de 1000 mg na forma de cloridrato, por quilograma de matéria seca

ingerida. As formas trivalentes são menos tóxicas e a forma hexavalente, potencialmente mais tóxica, sendo mais segura e conseqüentemente indicada a forma orgânica. (FORNAZARI NETO, 2013)

### 3.3 QUELATOS OU MINERAIS ORGÂNICOS

Um aspecto bastante comentado sobre suplementação mineral diz respeito ao uso de minerais quelatados, que têm a absorção semelhante aos minerais presentes na dieta orgânica, como uma forma mais adequada para garantir a absorção de alguns microelementos minerais (MORAES, 2001).

Estudos com quelatados ou minerais orgânicos têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar em processo de competição iônica. Deste modo, o uso de minerais orgânicos promoveria a melhora no desempenho animal, como ganho de peso, eficiência de conversão alimentar, alteração na composição de carcaça, aumento na produção de leite, ou mesmo a percepção de melhorias na saúde e desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas (SANTOS, 2006).

São denominados quelatos, compostos formados por íons metálicos sequestrados por aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade. A palavra "quelatos" vem do grego "chele" que significa "garra", um termo adequado para descrever a maneira na qual íons metálicos polivalentes são ligados a compostos orgânicos ou sintéticos (MELLOR, 1964).

Para a formação dos quelatos pode-se lançar mão de numerosas moléculas como ligantes que têm função específica no metabolismo. Elas são de baixo peso molecular e a capacidade oxidativa ou "ligante" depende do tamanho da molécula e da presença de radicais carboxílicos (MORAES, 2001).

O modo de ação dos minerais orgânicos que os diferencia das fontes inorgânicas ainda é bastante desconhecido. Em muitos casos, a ideia de que as fontes orgânicas apresentam maior biodisponibilidade que suas formas inorgânicas, ou seja, resultam em maior digestibilidade aparente no trato digestivo, nem sempre é demonstrada experimentalmente. Acredita-se que, por estarem na forma de quelatos ou complexados com aminoácidos ou outros componentes orgânicos, esses microminerais acabam sendo protegidos da

formação de complexos insolúveis no rúmen, o que os tornaria mais disponíveis para o animal. Além disso, sua presença na forma de aminoácidos, aproveitaria o processo de absorção no intestino delgado, com seus transportes epiteliais específicos. Quando absorvidos na forma orgânica, sua capacidade de retenção no organismo estaria fortalecida, já que todos esses elementos têm sua atividade biológica associada a proteínas ou enzimas das quais eles fazem parte. (SANTOS, 2006).

Desta forma, os requerimentos dietéticos para minerais podem ser bem reduzidos pela adição de agentes quelantes à dieta animal, mas a relação benefício/custo precisa ser melhor estabelecida (PEIXOTO et al., 2005). Alguns resultados de pesquisa têm sido contraditórios quando se avalia a atuação dos complexos quelatados tanto na produção quanto na reprodução animal (OLIVEIRA, 2003).

Trabalhos "in vivo" têm demonstrado que minerais sob a forma de sais inorgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno, onde o pH ácido determina a solubilidade. Daí são ligados a proteínas e incorporados pela membrana das células da mucosa intestinal (ASHMEAD, 1993).

O transporte para o interior das células dá-se pela difusão passiva ou pelo transporte ativo. Nessas condições é que podem ocorrer perdas pela reação com compostos, como coloides insolúveis (HERRICK, 1993), ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas que inibem a absorção.

No caso de aminoácidos quelatados, o elemento mineral metálico na molécula é quimicamente inerte, por causa da forma de ligação. Então não é afetado pelos diferentes ânions como os íons metálicos livres. Os minerais quelatados são absorvidos no jejuno, atravessam as células da mucosa e passam diretamente para o plasma. A separação do aminoácido quelante dá-se no local onde o elemento mineral metálico é utilizado (ASHMEAD, 1993).

Microelementos sequestrados como aminoácidos ou complexos de polissacarídeos geralmente têm mais elevada biodisponibilidade e também a mais alta estabilidade e solubilidade. Uma vez alcançando o sistema circulatório, os minerais são ligados a proteínas para serem transportados pelo sangue a vários tecidos. A união dos minerais a aminoácidos antes da sua ingestão pelos

animais pode facilitar a sua ligação com proteínas de transporte do sangue. As formas orgânicas de minerais não interagem com vitaminas e outros íons e são eficientes a baixos níveis, comparado às formas inorgânicas (MCDOWELL, 1999).

Há necessidade de estudar melhor a seletividade dos agentes quelantes em relação aos minerais, à espécie e à quantidade mais efetiva, seu modo de ação e seu comportamento em diferentes espécies animais e interação com diferentes dietas. Os requerimentos dietéticos para minerais podem ser bem reduzidos pela adição de agentes quelantes à dieta animal, mas a relação custo e benefício precisa ser mais bem estabelecida (MORAES, 2001).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL DO EXPERIMENTO E ANIMAIS

O experimento foi desenvolvido no Sítio Iria Fachin, localizado na cidade de Cabixi, no estado de Rondônia, com coordenadas: latitude 13° 29' 52" sul e longitude 60° 33' 15" oeste, com altitude média de 230 metros.

O clima é caracterizado como Tropical, quente e semiúmido temperatura anual de aproximadamente 24 a 26°C. Durante os meses de junho, julho e agosto ocorrem o fenômeno da friagem, quando uma frente polar passa pela região registrando mínimos de até 8°C. Julho é o mês mais seco, e de setembro a maio o índice pluviométrico é superior a 2.000 mm no ano, no entanto, no ano da condução do experimento (2013), esse índice ultrapassou 2.500 mm.

Foram utilizados trinta bovinos machos, recém-desmamados, da raça Nelore, com idade média de 10 meses e peso médio de 205,9 kg (Figura 1). Ao início do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas, tiveram seus pesos aferidos.

Figura 1 – Animais experimentais, da raça Nelores com idade média de 10 meses.



Fonte: Autoria própria

Os animais experimentais foram mantidos em área de pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu, divididos em quatro (04) piquetes com área de 5,0 ha e produção média de matéria verde de 13.000 kg ha<sup>-1</sup>. Todos os animais

receberam suplemento mineral proteico (18 % de PB na matéria seca) de baixo consumo (0,3% do peso vivo).

## 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de análise de medidas repetidas no tempo, com três tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1. Testemunha, sem suplementação de cromo orgânico; T2. Suplementação de cromo orgânico (5mL.animal<sup>-1</sup>), a cada 14 dias; T3. Suplementação de cromo orgânico (5mL.animal<sup>-1</sup>), a cada 28 dias.

O tratamento com a suplementação de cromo orgânico foi caracterizado pela aplicação de solução injetável, via subcutânea, de solução contendo 5% de cromo na forma orgânica, glicerol como veículo, desenvolvido pela empresa NewAgri, Descalvado, SP.

## 4.3 DURAÇÃO EXPERIMENTAL

O período experimental teve duração de 56 dias, divididos em períodos de 14 ou 28 dias, de acordo com o tratamento experimental imposto.

Os animais foram divididos em três lotes de dez animais experimentais cada, sendo que um lote não recebeu aplicação de cromo (testemunha); um lote recebeu duas aplicações de Cromo (uma a cada 28 dias; 05 de março e 02 de abril de 2013), e outro lote recebeu quatro aplicações de cromo injetável (uma a cada 14 dias; 5 de março, 19 de março, 2 de abril e 16 de abril de 2013).

## 4.4 MANEJO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS

### 4.4.1 Avaliação dos pesos dos animais

Para aferir o peso dos animais e coleta das amostras de sangue, os mesmos foram submetidos a jejum durante 12 horas (Figura 2). Assim que os animais passaram por estes procedimentos, foram submetidos à primeira aplicação dos tratamentos com Cr.

Figura 2. Em A, animais sob jejum de sólidos por 12 horas no curral de manejo; Em B, pesagem dos animais em balança fixa, anexa ao curral de manejo.



Fonte: Autoria própria

#### 4.4.2 Avaliação da disponibilidade da massa de forragem

Para avaliação da quantidade de massa verde disponível aos animais, foram coletadas amostras de forragem foram, rente ao solo, utilizando-se moldura de quadrado de cano de PVC (1,00 m<sup>2</sup>) (Figura 3). As amostras foram pesadas para a determinação da matéria seca.

Figura 3. Amostragem de planta forrageira da pastagem, com o “método do quadrado”.

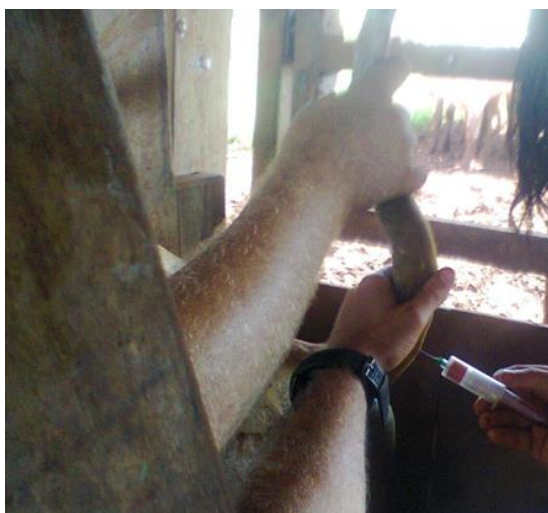


Fonte: Autoria própria

#### 4.4.3 Amostragem e avaliações nas amostras de sangue

Amostras de sangue foram obtidas no tempo zero (início do experimento) e, posteriormente, a cada 28 dias. A amostragem de sangue foi realizada antes da pesagem dos animais, evitando-se que este estresse adicional interferisse nas características bioquímicas do sangue. Foram coletadas as amostras da veia coccígea média por agulhas do calibre 40/12 e seringas de 10 mL estéreis. No momento da coleta do sangue, cuidou-se para deixar o sangue fluir pela parede do tubo sem turbilhonamento, evitando a hemólise (DIRKSEN et al, 1993). A amostra de sangue de cada animal foi dividida em 2 tubos, sendo um deles contendo anticoagulante EDTA-K3 a 15%.

Figura 4. Amostragem de sangue da veia coccígea média dos animais experimentais.



Fonte: Autoria própria

#### Avaliação do teor de glicose no plasma

O teor de glicose no plasma sanguíneo foi determinado através de kit enzimático DOLES (65). O método baseou-se na reação da glicose com a glicose oxidase, formando-se como produto ácido glicônico e peróxido de hidrogênio. Em uma segunda etapa, o peróxido formado, na presença de 4-aminoantipirina e peroxidase, deu origem a um complexo de coloração avermelhada, cuja absorvância foi medida a 510 nm, ou filtro verde.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada segundo GOMES (2000) através do programa SAS (*Statistical Analysis System*, 1996). Os dados foram inicialmente analisados com relação à normalidade do erro, sendo excluídos aqueles que não se enquadrassem dentro do modelo. Os dados considerados válidos foram submetidos à análise de variância através do procedimento PROC GLM (SAS, 1996). Para o teste F, considerou-se o nível de significância de 1% (\*\*) e de 5% (\*). Para a comparação de médias pelo teste SNK, considerou-se a significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

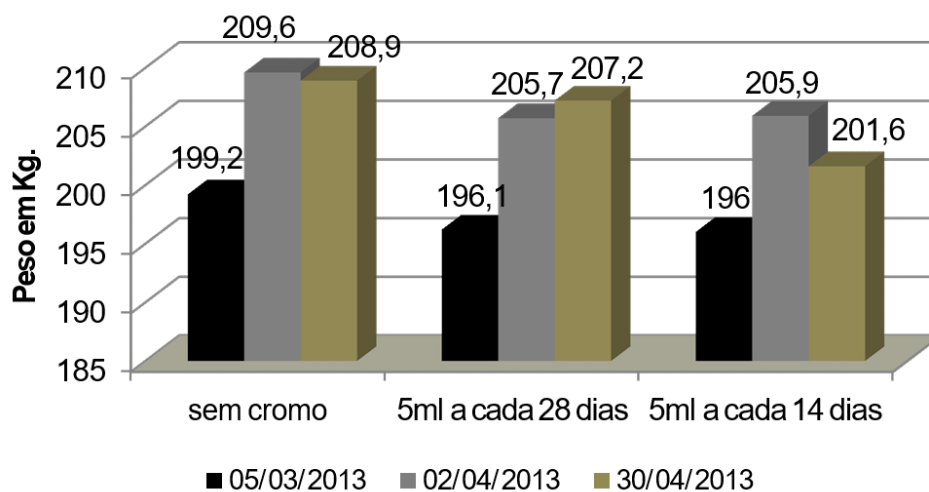
### 5.1. DESEMPENHO PONDERAL

Na Figura 5, encontram-se os resultados apresentados do peso médio, expressos em kg animal<sup>-1</sup>, em função da suplementação e da época de amostragem, intervalos de 14 e 28 dias.

Segundo os resultados obtidos, verificou-se que ao início do período experimental (05/03/2013) os animais sem cromo apresentaram peso mais elevado (3 kg) em comparação aos demais períodos experimentais (02/04/2013 e 30/04/2013).

Na suplementação injetável de cromo, independente do período experimental, os animais apresentaram peso superior em relação aos sem cromo (Figura 5).

Figura 5. Médias do peso de bovinos da raça Nelore, recém desmamados, suplementados ou não com cromo orgânico injetável de acordo com o período de avaliação.



Fonte: Autor.

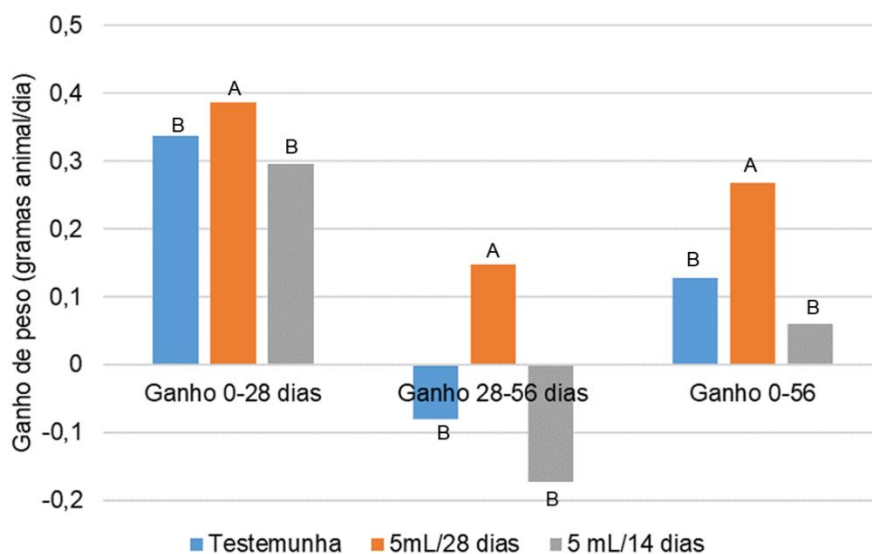
De acordo com Sousa (2014) quando os bezerros de corte foram submetidos a desmama forçada aos 6 meses, e suplementados com cromo orgânico, foi observado aumento de 3,5 % no desempenho, em comparação ao

tratamento que não utilizou o cromo, caracterizando a importância deste mineral para situação de estresse e desempenho animal.

No presente estudo, o resultado do ganho de peso médio a cada 28 dias, dos bovinos da raça Nelore, recém desmamados, suplementados ou não com cromo orgânico injetável, está apresentados na Figura 6.

Nos primeiros 28 dias da suplementação, independente do manejo da dosificação (14 ou 28 dias), o ganho médio foi superior em relação aos demais períodos avaliados (28-56 e total). Após 28 dias, um dos fatores que possivelmente pode ter afetado o ganho de peso foi a manipulação mais frequente dos animais no curral de manejo submetendo-os ao estresse. Essa tendência de menor ganho de peso nos animais suplementados a cada 14 dias foi observada até aos 56 dias do período experimental.

Figura 6. Dados de ganho de peso médio diário de bovinos da raça Nelore, recém desmamados, suplementados ou não com cromo orgânico injetável. Letras maiúsculas, em cada grupo de barras, comparam média pelo teste SNK a 5% de probabilidade.



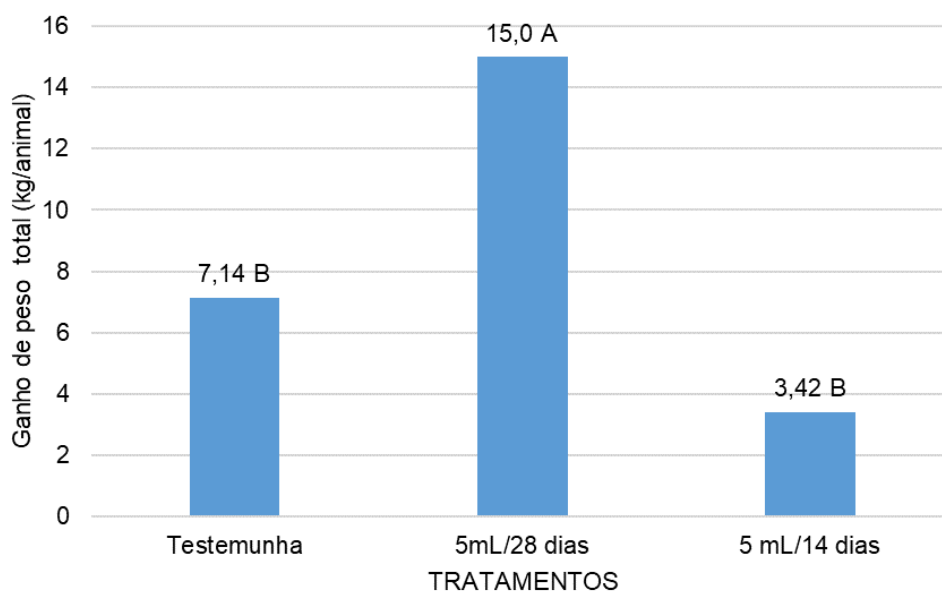
Fonte: Autor.

O fornecimento suplementar de cromo tem se mostrado muito positivo principalmente em situações de estresse. Em ruminantes o estresse aumenta os níveis sanguíneos de cortisol (BUNTING, 1999). O cortisol atua de forma antagônica à insulina, reduz a síntese de proteína (REILLY; BLACK, 1973), e reduz a absorção de glicose pelos tecidos periféricos (BURTON, 1995).

Resultados obtidos em pesquisa têm mostrado que a suplementação com cromo melhora a resposta imunológica de animais confinados, com redução nos níveis de cortisol e aumento na produção de imunoglobulinas (ALMEIDA; BARAJAS, 1999), melhora a resposta vacinal e diminui a morbidade em bezerros e novilhos (BURTON et al., 1995). Alguns estudos demonstram que o cromo diminui os níveis de cortisol em animais no período de estresse (VIJAYAN et al., 1997).

Na Figura 7, pode-se observar que, a suplementação com 5 mL/ 28 dias de cromo orgânico afetou significativamente o ganho em peso dos animais, em relação aos testemunha e com a suplementação em período de 14 dias. A média dos animais suplementados e não suplementados foi de 9,21 kg e 7,14 kg, respectivamente, sendo a diferença entre tratados e não tratados foi 2,07 kg (22,14% superior).

Figura 7. Dados de ganho de peso total de bovinos da raça Nelore, recém desmamados, suplementados ou não com cromo orgânico injetável. Letras maiúsculas comparam média pelo teste SNK a 5% de probabilidade



Fonte: Autoria própria.

De acordo com Martins (2016), a suplementação com 100 ou 200 mg de cromo orgânico afetou significativamente o ganho em peso de bezerros lactentes da raça Holandesa, sendo que os animais suplementados apresentaram ganhos

superiores em relação aos testemunha. A média dos animais para suplementados e não suplementados foi de 9,54 kg e 11,63 kg, respectivamente, sendo a diferença entre tratamentos de 2,09 kg (21,90% superior).

Outros trabalhos de pesquisa também demonstraram efeitos positivos da suplementação do cromo orgânico, como Bonomi; Bonomi; Orlandi (2000) ,que observaram ganhos de peso em média 6,00%, 7,50% and 11,00 % superiores em animais suplementados com 600, 800 e 1.000 ppb cromo orgânico (levedura) e Palhari (2014) que encontrou o resultado de 8,3 % superior para animais em recria, porém, no mesmo estudo, durante a fase de terminação não houve diferença significativa de desempenho entre animais suplementados e não suplementados.

## 5.2. GLICOSE SANGUINEA

A Tabela 1 representa os valores de glicose plasmática, expressos em mg/dL, em função da suplementação com cromo e da época de amostragem, pode-se observar que, na primeira amostra de sangue obtida, os níveis de glicose sérica não diferiram entre os animais dos três tratamentos. Os valores de glicose na segunda amostragem foram superiores nos animais pertencentes ao tratamento com suplementação de cromo. Aos 56 dias, independente da dose de cromo, os animais com suplementação apresentaram valores de glicose superiores aos sem suplementação.

Tabela 1. Valores de glicose plasmática de bovinos machos da raça Nelore, recém desmamados, suplementados ou não com cromo orgânico injetável.

Tratamentos	Períodos			Médias			
	0	28	56				
Testemunha	38,25	aB	52,41	bA	44,31	bA	44,99
5 mL 14 dias	34,24	aB	72,87	aA	71,40	aA	59,50
5 mL 28 dias	37,72	aB	75,27	aA	74,30	aA	62,43
Média	36,74		66,85		63,34		55,61
CV (%)	Cromo=15,51		Tempo=19,88				

Letras minúsculas comparam médias, na coluna, e maiúsculas na linha comparam medias pelo teste de Tukey P< (0,05).

A exigência em glicose, para animais ruminantes, é praticamente a mesma exigência de outras espécies, e o nível de glicose encontrado no sangue está em torno de 40 a 60 mg/dL, o que corresponde à metade do nível encontrado em outros animais (FRASER, 1993). Os valores séricos médios de glicose para ruminantes relatados por Quigley; Caldwell; Sinks (1994) são de 76 mg/dL. Para Kaneko et al., 1997, estes valores são de 45-75mg/dL.

Para gado de corte, a glicose continua sendo um componente de escolha no perfil metabólico, tornando possível identificar hipoglicemia quando ocorre um balanço de energia severamente negativo (PAYNE; PAYNE, 1987).

Espera-se uma redução dos níveis de glicose sérica com o avanço da idade, em razão da atividade fermentativa ruminal, os animais de até 14 semanas de idade, os níveis de glicose podem ser maiores, em decorrência da adaptação fisiológica da mudança de pré-ruminante para ruminante (VANDERGRIFT, 1993).

Fatores climáticos como a umidade e a temperatura relacionadas às estações do ano, também, podem influenciar os valores dos teores de glicose, pois em meses mais quentes há aumento da frequência respiratória causando rápida utilização da glicose sanguínea pelos músculos respiratórios e, assim, resultando em uma queda na glicemia sob stress do calor (MOONSIE; MOWAT, 1993).

## 6 CONCLUSÃO

O cromo orgânico injetável quando utilizado na suplementação de bovinos recém-desmamados da raça Nelore, em duas aplicações a cada 28 dias, apresentam bom desempenho em ganho de peso vivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. K.; MICHELS, I. L. O Brasil e a economia-mundo: o caso da carne bovina. *Ensaio FEE, Porto Alegre*, v. 33, n. 1, p. 207-230, 2012

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.

ALVARENGA, E.A.; MOREIRA, G.H.F.A.; FACURY FILHO, E.J.; LEME, F.O.P et al. Avaliação do perfil metabólico de vacas da raça Holandesa durante o período de transição. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.3, 2015.

AMOIKON, E.K.; FERNANDEZ, J.M.; SOUTHERN, L.L.; THOMPSON JR., D.L.; WARD, T.L.; OLCOTT, B.M. Effect of chromium tripicolinato on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. *Journal of Animal Science*, v.73, p. 1123-1130, 1995.

BALDAN, A.P. Suplementação de cromo na dieta, utilização de carboidrato e desempenho produtivo do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2004.

BEEF POINT, <https://www.beefpoint.com.br/brasil-exportacoes-carne-bovina-taxa-de-cambio/> (2012).

BENSONG, S. et al. Influence of supplemental chromium on concentration of liver triglyceride, blood metabolites and rumen UFA prolife in steers fed a moderately high fat diet. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.1679-1685, 2001.

BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.D.S. Nutrição de Ruminantes. In Berchielli, T.T., Pedreira, M.D.S. editores. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep; 2006. p. 583.

BONOMI, A.; BONOMI, B.M.; ORLANDI, A. Organic chromium in the feeding of milk fed veal. *Obiettivi e Documenti Veterinari*, v.21, n.6, p.51-60, 2000

BUNTING, L.D. Proceedings of Mid-South Ruminant Nutrition Conference, p.13-18, 1999.

BURTHON, J. L.; MALLARD, B. A.; MOWAT, D. N. Effects of supplemental chromium on antibody responses of newly weaned feedlot calves to immunization with Infectious Bovine Rhinotracheitis (IBR) and Parainfluenza 3 virus (PI-3). Canadian Journal of Veterinary Research, v.58, n.2, p.148-151, 1994.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do Panicum maximum. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1995 p.275-303.

CUNNHINGAM JG. Os processos fermentativos. In Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993. p. 454.

DEBSKI, B.; ZALEWSKI, W.; GRALAK, M.A.; et al. Chromium-yeast supplementation of chicken broilers in an industrial farming system. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, v.18, n.1, p.47-51, 2004.

DOLES. Catálogo de produtos Doles. Goiana: 2000.

EUCLIDES, VBP; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, FP et al. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de Brachiaria decumbens apresentados a diferentes regimes alimentares. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.2 p.470-481, 2001.

FIGUEIREDO-GUARUTTI, M.L. Carboidrato como fonte de energia, o efeito do cromo trivalente na dieta e ação da insulina em juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1996, 65p.

GALATI, R. L.; EZEQUIEL, J. B. Importância da suplementação mineral protéica durante a estação seca. 2003. Disponível em: <[http://www.serrana.com.br/n\\_boletins.asp?Tipo=n&id=3](http://www.serrana.com.br/n_boletins.asp?Tipo=n&id=3)>. Acesso em: maio, 2010.

GATTA, P.P; THOMPSON, K.D.; SMULLEN, R.; et al. Dietary organic chromium supplementation and its effect on the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish and Shellfish Immunology, n. 11, p.371-382, 2001.

GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; LANA, R. P.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C. ; LOPES, A. M. Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminais. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 214-221, jan./fev. 2003.

GUAN, X; MATTE, J.J.; KU, P.K., et al. High chromium yeast supplementation improves glucose tolerance in pigs by decreasing hepatic extraction of insulin. Journal Nutrition, n.130, p.1274-1279, 2000.

- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária. São Paulo: IBGE, 2013.
- JUNIOR, J. H. P.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, R. G. Gestão estratégica de custos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 1997. 5 ed. San Diego: Academic Press. 932p.
- KUÇUKBAY, F.Z.; YAZLAK, H.; SAHIN, N.; et al. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on serum glucose, cholesterol and minerals of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, p. 259-266, 2006.
- LINDEMANN, M.D. Use of chromium as an animal feed supplement. In: VINCENT, J, et al. *The Nutritional Biochemistry of Chromium (III)*. Hardbound, p. 85-118, 2007.
- LIU, T.; WEN, H.; JIANG, M.; et al. Effect of dietary chromium picolinate on growth performance and blood parameters in grass carp fingerling, *Ctenopharyngodon idellus*. *Fish Physiology Biochemistry*, 2009.
- LIU, T.; WEN, H.; JIANG, M.; et al. Effect of dietary chromium picolinate on growth performance and blood parameters in grass carp fingerling, *Ctenopharyngodon idellus*. *Fish Physiology Biochemistry*, 2009.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M.; DERESZ, F.; SAMPAIO, I. B. M.; PACIULLO, D. S. C.; VITTORI, A. Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 335-362, 2004.
- LUSBY, K., GILL, D. Suplementação de proteínas: a chave para obter ganhos de peso no gado ao final do verão. *Comp. Educ. Cont.*, v.1, n.1, p.59-69, 1996.
- MAGZOUB, M.B.; AL-BATSHAN, H.A.; HUSSEIN, M.F.; et al. The effect of source and level of dietary chromium supplementation on humoral antibody response and blood chemical parameters in hybrid tilapia fish (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Research Journal of Biological Sciences*, n.4 (7), p. 821-827, 2009.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boas práticas de manejo, bezerros ao nascimento. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/Bemestar26animal/Manual%20Bezerros%20WEB%20-%2009\\_05\\_2013.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Bemestar26animal/Manual%20Bezerros%20WEB%20-%2009_05_2013.pdf)>. Acesso em: Nov. 2013.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. *Journal Nutrition*, v.123, p.626-633, 1993.

MOONEY, K.W.; CROMWELL, G.L. Efficacy of chromium picolinate and chromium as potential carcass modifiers in swine. *Journal of Animal Science*, v.75, p.2661-2671, 1997.

MOONSIE-SHAGEER S, MOWAT DN. Effect of level supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. *Journal of Animal Science*. 1993: p. 232-238.

MORAES, S. S. Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Documento, n. 119).

MORAIS, S.S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. In; 2001; Campo Grande. p. 26.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.ed. Washington: Nacional Academy Press, 1988.

OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F.; LADEIRA, M.M. et al. Nutrição e Manejo de Bovinos de Corte na Fase de Cria. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 07, n. 01, p. 57-86, 2006.

OSPINA, H. et al. Efeito de quatro níveis de carboquelatos sobre o consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade em bezerros. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37., 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000.

PALHARI, C. Desempenho e qualidade de carcaça de garrotes Nelore e F1 Rubia Galega X Nelore suplementados com cromo picolinato. Dissertação (mestrado). Sinop: Universidade Federal do Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; 2014.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R. P. Soja Grão e Caroço de Algodão em Suplementos Múltiplos para Terminação de Bovinos Mestiços em Pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n.1, 2002).

PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura de ciclo curto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. Anais... Viçosa:UFV, 2004. p. 153–196.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.T.B.; et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa: SIMCORTE, 2004, p.93-139.

PECHOVA, A.; PODHORSK, A; LOKAJOV, E., et al. Metabolic Effects of Chromium Supplementation in Dairy Cows in the Peripartal Period. *Acta Veterinaria Brno*, n. 71, p. 9-18, 2002.

- PIRES, K.A. Efeitos de diferentes fontes e concentrações de cromo sobre aspectos metabólicos e desempenho em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação em zootecnia/ nutrição animal. escola de veterinária UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- PORTELLA, O. A. T. Efeitos da suplementação com cromo da dieta de bovinos nelore no período pós-desmama. Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2005.
- QUIGLEY JD, CALDWELL LA, SINKS DDea. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. *Journal of Dairy Science*. 1991: p. 150-257.
- REILLY, P.E.B.; BLACK, A.L. Early effects of cortisol on glucose and alanine metabolism in adrenal ectomized sheep. *American Journal of Physiology*, v.225, n.3, p.689-695, 1973.
- ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; SANTOS, D. T. Produção animal e retorno econômico da suplementação em pastagem de aveia e azevém. *Ciência Rural*, v. 33, n. 3, p. 573-578, 2003.
- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S. DE C.; PEREIRA, J.C.; BORGES, L.E.; MARCATTI NETO, A. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em fêmeas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.930-934, 2000.
- SANTOS, F.G. Aspectos morfológicos e índice climático de crescimento dos capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 E *Panicum maximum* cv. Tanzânia, para a região agropastoril de Itapetinga-BA. Doutorado. Paraíba: UESB. 2006.
- SCHLESINGER, S. Onde Pastar? - O gado bovino no Brasil. (2012). Fonte: <http://www.fase.org.br>. Acesso: maio de 2019.
- SELKUC, Z.; USTAOGLU, S.; ALAGIL, F.; et al. Effects of dietary l-carnitine and chromium picolinate supplementations on performance and some serum parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, n.18, p.213-221, dezembro, 2008.
- SHIAU, S.Y.; CHEN, M.J. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) as influence by different chromium sources. *American Institute of nutrition*, p.1747-1753, 1993.
- SHIAU, S.Y.; LIANG, H.S. Carbohydrate utilization and digestibility by tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, are affected by chromic oxide inclusion in the diet. *American Institute of nutrition*, p.976-982, 1995.
- SHIAU, S.Y.; SHY, S.M. Dietary chromic oxide inclusion level required to maximize glucose utilization in hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 161, p.357-364, 1998.

SILVA, N.A.M., LIMA, R.R., SILVA, F.F.E. et al. Modelo hierárquico Bayesiano aplicado na avaliação genética de curvas de crescimento de bovinos de corte. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, p.647-654, 2010.

SOUSA, I.K.F. Influência da suplementação com cromo orgânico no desempenho de bezerros de corte submetidos a desmama. Dissertação Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Departamento de Clínica Médica; 2014.

THIAGO, L. R. L.; SILVA, J. M. Suplementação de bovinos em pastejo. Embrapa – Documentos 108, ISSN 1517-3747, MS, 2001.

UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. Third edition. Academic Press, 1971.

VAN DE LIGT, C.P.A.; LINDEMANN, M.D.; CROMWELL, G.L. Assessment of chromium tripicolinate supplementation and dietary energy level and source on growth, carcass, and blood criteria in growing pigs. Journal Animal Science, v.80, p. 483-493, 2002.

VAN SOEST, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

VANDERGRIFT B. The role of mineral proteinates in immunity and reproduction. What do we really know about them? In: Symposium, 9., 1993, Proceedings of Altech, Ninth Annual symposium, Altech Annual Symposium; 1993.

VIJAYAN, M.M.; PEREIRA, C.; GRAU, E.G.; et al. Metabolic responses associated with confinement stress in Tilapia: the role of cortisol. Comp. Biochem. Physiol. Vol.116C, n.1, p.89-95, 1997.

WHATELY, Exportações 2012: Brasil tem receita recorde, com preço médio de venda crescente e volume estável. 2012. Fonte: <https://www.beefpoint.com.br/exportacoes-2012-brasil-tem-receita-recorde-mesmo-com-preco-medio-de-venda-crescente/>

WIAZOWSKI, B. A. Cadeia produtiva de bovinos de corte: uma análise sistêmica de sua competitividade. Monografia apresentada a Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.2002.

ZANETTI, M. A. et al. Desempenho e resposta metabólica de bezerros recebendo dieta suplementada com cromo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa.

ZILLOTTO, M. R. et al. Comparação do Custo de Produção de Bovinocultura de Corte: Pasto versus Confinamento. VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, p. 1–12, 2010.