

SUPLEMENTAÇÃO COM MINERAIS QUELATADOS EM BOVINOS: UMA REVISÃO

CHELATED MINERALS SUPPLEMENTATION IN CATTLE: A REVIEW

Camila Mottin^{1*}; Ivanor Nunes do Prado²; Daniele Maggioni Chefer³; Carlos Emanuel Eiras⁴; Dayane Cristina Rivaroli⁵

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá, Bolsista do CNPq. E-mail: camilamottin@hotmail.com.

²Professor Titular – Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá, Pesquisador nível I CNPq;

³Docente da Faculdade Integrado de Campo Mourão – PR.

⁴Doutorando em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá.

⁵Mestranda em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Resumo

Os minerais, embora exigidos em pequenas quantidades quando comparados com outros nutrientes da dieta, desempenham funções relevantes no metabolismo do animal. Uma das novas tecnologias no campo da nutrição e alimentação desses animais é a utilização de minerais na forma orgânica. De acordo com pesquisas o uso desses elementos minimiza a poluição ambiental, eleva a produtividade, além de possuírem ausência de problemas com interações entre os minerais visando melhoras no desempenho produtivo, sanidade e bem-estar animal. Esses fatores são possíveis devido à molécula quelatada possuir melhor biodisponibilidade, ter alta estabilidade elétrica e por ser absorvida de forma diferenciada quando comparada a molécula tradicional. Assim, este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso dos minerais quelatados na produção de bovinos.

Palavras chaves: biodisponibilidade, orgânicos, produtividade, ruminantes.

Abstract

The minerals, although required in small quantities compared to other nutrients, play important roles in animal metabolism. One of the new technologies in the field of nutrition and feeding of these animals is the use of minerals in organic form. According to research the use of these elements minimizes environmental pollution, boosts productivity, have no problems with interactions between minerals seeking improvements in production performance, animal health and animal welfare. These factors are possible due to chelated molecule has better bioavailability, have high electrical stability and be absorbed differently when compared to traditional molecule. The aim of this study was to do a literature review on the use of chelated minerals in cattle.

Key words: bioavailability, organic, productivity, ruminant.

Recebido em: 29/07/2013.

Aceito em: 24/09/2013.

Introdução

A população mundial apresenta constantes taxas de crescimento e juntamente com esse cenário aumenta a preocupação com a produção de alimentos, sendo necessários avanços na obtenção de proteína de origem animal. No entanto, para aumentar a produtividade dos animais, torna-se primordial melhoria na dieta dos mesmos (MORAES, 2001).

O rebanho bovino nacional em grande parte é formado por animais de origem zebuína, criados em sistema extensivo, caracterizados por pastagens degradadas e de baixo valor nutritivo, o que acarreta em insuficiente ingestão de nutrientes e conseqüentemente reflete em animais abatidos tardiamente, com cerca de 30 a 36 meses de idade (SALMAN et al., 2006). No

entanto, o manejo adequado associado à suplementação alimentar reduz a idade do abate, melhora o desempenho animal, além de produzir uma carcaça de melhor qualidade (SANTOS, 2011).

Os principais nutrientes que compõem a dieta dos bovinos são as proteínas e os carboidratos. Além destes, outros componentes da dieta têm relevância para os micro-organismos ruminais e para o bovino, entre eles estão os lipídeos, as vitaminas e os minerais (LANGWINSKI; OSPINA, 2001).

Os minerais compõem 4% do peso corporal dos animais, e exercem funções vitais no organismo. Assim o déficit desses elementos pode resultar em desempenho produtivo inferior ao potencial do animal (CONEGLIAN, 2006; OSPINA et al., 2000). A falta de um controle rigoroso no fornecimento dos elementos minerais pode levar a uma ingestão insuficiente de nutrientes, e com isso causar sinais subclínicos difíceis de serem observados e correlacionados com a deficiência mineral. Deficiência essa que pode ser responsável pela baixa produção de carne e leite, ocorrência de problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da imunidade (PEREIRA, 2002; MORAIS, 2001).

Em condições de pastejo os minerais são oriundos basicamente da ingestão de gramíneas e, em alguns casos, da água e do solo. Contudo, nem sempre são encontrados em quantidades suficientes nesses alimentos. Além disso, a microbiota ruminal pode contribuir para tornar os nutrientes indisponíveis. Quando os minerais são solubilizados podem ser absorvidos, eliminados nas excreções ou serem incorporados nas células microbianas, dependendo das exigências metabólicas (PEIXOTO et al., 2005; TOKARNIA et al., 2000).

As fontes de minerais mais comumente utilizadas na nutrição animal são as fontes inorgânicas de origem geológica ou industrial (óxidos, sulfatos, cloretos, carbonatos e fosfatos),

por representarem um custo menor que o dos minerais orgânicos (ARAÚJO et al., 2008).

No metabolismo animal, a exigência nutricional de minerais em grandes proporções é denominada de macrominerais, enquanto os que são exigidos em menores proporções são os microminerais. Os macrominerais são requeridos em quantidades maiores que 100 ppm enquanto os microminerais são requeridos em quantidades menores que 100 ppm (MENDONÇA JUNIOR et al., 2011). O National Research Council para bovinos de corte (NRC, 2001) reconhece sete macrominerais (enxofre, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio e cloro) e 17 microminerais (cobre, cobalto, molibdênio, zinco, ferro, flúor, selênio, silício, alumínio, cromo, vanádio, níquel, iodo, arsênico, estanho, vanádio e manganês) como essenciais na nutrição de ruminantes.

De acordo com Morais (2001), se faz necessária a suplementação mineral para compensar a deficiência destes elementos nas forrageiras com a finalidade de atender às exigências dos animais, garantindo-lhes um desenvolvimento saudável. No entanto, a União Europeia tem acrescentado novas limitações na produção de produtos cárneos, (principalmente na cadeia de aves e suínos) estimulando a conscientização do potencial poluidor dos minerais. Com isso tem-se gerado discussões sobre como reduzir os níveis de suplementação mineral na nutrição de animais de produção com ações que não comprometam a saúde e o desempenho produtivo, principalmente em termos de metais pesados (BARUSELLI, 2007).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da instrução normativa N° 42 de 20 de dezembro de 1999, aprovou o plano nacional de controle de resíduos em produtos de origem animal, vedando a presença de um grupo dos metais pesados nos produtos oriundos de proteína animal. São eles arsênio, cádmio, mercúrio e chumbo. Esse plano visa garantir a segurança alimentar, evitando contaminação de solos, da água e de alimentos.



O uso de minerais quelatados, ou minerais orgânicos, tem sido recomendado como uma provável solução aos problemas ambientais, com base nas evidências que possuem maior biodisponibilidade que os minerais inorgânicos. Este fato pode ser comprovado pela maior concentração de minerais nos tecidos e no sangue dos animais que consomem este tipo de mineral. Dessa forma, os minerais orgânicos podem ser adicionados a uma concentração menor na dieta do que os sais de rotina, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo, além de potencialmente reduzir à excreção de minerais e os riscos a saúde pública (FIGUEREDO JUNIOR, 2010; JUNQUEIRA, 2008).

Assim, o objetivo deste trabalho foi de realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso dos minerais quelatados na produção de bovinos.

Revisão Bibliográfica

Embora produzidos pela indústria brasileira desde a década de 70, só nos últimos anos os minerais quelatados voltaram a despertar o interesse da pesquisa e da indústria. Isso em virtude do desenvolvimento de novos equipamentos e métodos analíticos, que possibilitam determinações dos teores minerais com precisão e o desenvolvimento dos produtos denominados de minerais orgânicos, minerais quelados ou complexos minerais (MORAES, 1998). Rutz; Murphy (2009) relatam que a química da complexação ou quelatação, como é difundida, tem criado muita confusão na indústria animal. Esta começa na tradução dos termos em inglês para o português, tais como complexos entre metais e aminoácidos, quelatos de aminoácidos com metais, complexos de polissacarídeos com metais e proteinados são definições oficiais, mas vagamente esclarecedoras. Nesse contexto, é necessário distinguir complexo e quelato.

Um complexo é o produto formado pela reação de um íon metálico com uma molécula que contenha um átomo com um único par de elétrons. Os ligantes com um único átomo

doador são chamados de monodentados, quando se tem dois ou mais átomos doadores capazes de se ligar a íons metálicos são chamados de bi, tri ou polidentados. Por outro lado, quando um cátion metálico se liga a uma substância que possui dois ou mais grupos doadores de pares de elétrons (oxigênio, nitrogênio, amino, hidroxila), de maneira que se forma uma ou mais estruturas em anel por meio da combinação de ligações coordenadas covalentes e iônicas com o mesmo átomo de metal, o composto resultante é chamado de quelato e a substância doadora de elétrons é denominada de agente quelante (LAVORENTI, 2002).

Moraes (2001) define minerais quelatados como elementos fixados com moléculas orgânicas de baixo peso molecular, cuja absorção é mais efetiva. A disponibilidade biológica desses elementos é dependente da forma de ligação com o metal, do peso molecular da forma quelatada e da constante de estabilização do quelato.

Segundo Miles; Henry (2000), um quelato de metal é formado por uma estrutura cíclica produzida por uma atração entre cargas positivas e alguns cátions polivalentes com dois ou mais sítios de alta atividade eletronegativa.

Os quelatos são formados pela reação entre sais, tais como misturas de aminoácidos ou peptídeos obtidos através de reação enzimática, sob condições controladas. Esses aminoácidos e peptídeos se ligam a metais em mais de um ponto, assegurando que o átomo de metal se torne parte de uma estrutura biologicamente estável. Somente os chamados minerais de transição, tais como o cobre, o ferro, o manganês e o zinco apresentam as características físico-químicas que possibilitam a formação de ligação covalente coordenada com aminoácidos e peptídeos e, desta forma, os complexos biologicamente estáveis (RUTZ; MURPHY, 2009).

Mecanismo de ação

A inter-relação entre os vários elementos minerais no trato digestivo do animal pode ser



tanto sinérgica quanto antagônica. Os íons minerais podem interferir entre eles entrando em competição seletiva a respeito dos sítios de absorção. Existem íons minerais capazes de reduzir a biodisponibilidade de um ou mais íons de outra natureza. Parte dos casos relacionados com a capacidade de inibição dos micro-minerais já foi quantificada e a competição entre os íons minerais cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe) que disputam a mesma via de absorção. Dessa forma, uma dieta com altos níveis de cobre pode bloquear a absorção do zinco e do ferro, levando a deficiências destes últimos (BARUSELLI, 2000).

Baruselli (2000) ainda descreve que existem outros fatores capazes de interferir na absorção dos sais minerais, como por exemplo, álcool, a gordura e a fibra. Esse motivo se dá devido à formação de complexos insolúveis, esses prejudicam o crescimento da microbiota ruminal e diminuem a digestibilidade dos elementos da dieta, e, portanto, a biodisponibilidade dos minerais.

O mecanismo de ação dos minerais quelatados dentro do organismo animal é pouco elucidado. Possivelmente por apresentarem maior biodisponibilidade e conseqüente maior solubilidade, estrutura química estável e natureza eletricamente neutra no trato digestivo, logo estes não participariam de reações que poderiam transformar o íon metálico livre em complexos insolúveis indesejáveis. Estas características permitem melhoria da absorção, o que irá refletir na performance do animal (ORTOLANI, 2002).

Segundo Moraes (1998) um mineral deve fazer uma ligação com os aminoácidos na forma livre presentes no estômago e intestino para que possa ser absorvido, sendo assim, pode haver competição de diferentes minerais para se ligarem aos mesmos aminoácidos. Contudo, no caso dos minerais quelatados o processo de ligação é realizado industrialmente anulando as chances de inter-relação com outros nutrientes (FONSECA, 2005). E é justamente pelo fato dos minerais estarem ligados às substâncias orgânicas que os minerais quelatados apresentam absorção

superior aos inorgânicos. Como geralmente os minerais orgânicos usam as vias de absorção das moléculas orgânicas que os ligam, isto faz com que não tenham problemas de interações com outros minerais (KRATZER; VOHRA, 1996).

A absorção dos minerais quelatados é garantida por meio de um mecanismo de transporte passivo em nível de jejuno passando diretamente ao plasma sanguíneo (FONSECA, 2005). A absorção destes minerais pode ocorrer de duas formas: o mineral pode ser ligado a borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial ou, como ocorre na maioria das vezes, onde o agente quelante é absorvido levando junto a si o metal (KRATZER; VOHRA, 1996).

Após a absorção a separação do aminoácido quelante se dá no local onde o elemento mineral metálico é utilizado (ASHMEAD, 1993 apud GUIMARÃES, 2006).

Biodisponibilidade

A biodisponibilidade é definida como o valor estimado do mineral que realmente é absorvido e torna-se disponível para o metabolismo animal. Dessa forma, existem fatores que interferem na absorção no lúmen intestinal como nível de consumo do mineral, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interações com outros minerais e nutrientes, agentes quelantes, inibidores, estado fisiológico do animal, qualidade da água, idade e a espécie animal (PASA, 2010; MILES; HENRY, 2000).

Os minerais quando na forma orgânica possuem neutralidade elétrica, fator esse que contribui para aumentar sua biodisponibilidade quando comparados às fontes inorgânicas (Tabela 1). De acordo com Kiefer (2005), a disponibilidade dos minerais quelatados é superior, em muitas vezes, a 90%. Já os suplementos minerais que não têm molécula transquelatada, são absorvidos em média de 10 a 18% pelos animais. Embora os minerais quelatados apresentem maior biodisponibilidade, o seu uso onera o custo do sal mineral.



A ausência de carga faz com que sejam tolerados pelo organismo animal livrando-os das possíveis interferências dos demais componentes da dieta, que poderia torná-lo insolúvel. Além disso, os microminerais que chegam ao intestino

delgado na forma quelatada não formam complexos insolúveis no lúmen intestinal e consequentemente são mais rapidamente absorvidos e liberados para a corrente sanguínea (BARUSELLI, 2000).

Tabela 1. Biodisponibilidade de minerais orgânicos e inorgânicos.

Elemento mineral	Orgânico	Inorgânico
Cálcio	92-96%	22-53%
Magnésio	85-94%	26 - 48%
Ferro	85-94%	26-48%
Zinco	87-94%	15-35%
Cobre	91-98%	15-29%
Cobalto	85-89%	30-36%
Manganês	83-87%	12-24%
Selênio	88 - 90%	9 - 26%

Fonte: Adaptada de Baruselli, (2000).

A manipulação da fermentação ruminal com a utilização de minerais requer cuidados, pois uma concentração deficiente ou excessiva de um mineral pode afetar a utilização de outros minerais pelos microrganismos e hospedeiro. Estes atuam numa série de reações enzimáticas no rúmen e no organismo animal, que possibilitam melhorias no processo fermentativo ruminal e em todo o sistema imunológico desde que em quantidades ideais (CONEGLIAN, 2006; OSPINA et al., 2000).

Classificação dos minerais quelatados

Segundo a Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2000) que estabelece padrões de qualidade e segurança aos alimentos destinados a nutrição dos animais, os minerais orgânicos podem ser classificados como:

- ❖ **Quelato metal aminoácido:** produto resultante da reação de um íon metálico de um sal solúvel com aminoácidos em uma proporção molar de 1 mol de metal para 1 a 3 moles de aminoácidos com formação de ligações covalentes. O peso molecular dos aminoácidos hidrolisados deve ser entre 150 e 800 para que o quelato possa ser absorvido intacto (estômago ou intestino delgado);

- ❖ **Complexo metal aminoácido:** produto obtido da complexação de um sal metálico solúvel e um ou mais aminoácidos;
- ❖ **Complexo metal aminoácido específico:** produto obtido da complexação de um sal metálico solúvel com um aminoácido específico;
- ❖ **Metal proteinado:** produto resultado da quelação de um sal metálico solúvel com uma proteína parcialmente hidrolisada e/ou aminoácidos formando uma estrutura em anel aberto;
- ❖ **Complexo metal-polissacarídeo:** produto obtido através da complexação de um sal metálico solúvel e uma solução de polissacarídeos.

Dentro deste último grupo está incluída uma molécula denominada carboaminofosfoquelato ou como é conhecida comercialmente - carboquelato (GARCIA, 2002).

Em uma formulação mineral o elemento quelatado pode substituir integral ou parcialmente o elemento inorgânico. Porém, essa alteração na mistura deve ser estipulada no rótulo do produto. Além disso, o elenco dos produtos disponíveis no mercado não é classificado só como minerais quelatados, sendo



o grupo de complexos de minerais orgânicos classificados como transquelatos e carboaminofosfoquelatos mais comercializados. O que diferencia um composto do outro, além da complexidade do processo industrial, é o tamanho da molécula e a estrutura molecular na qual o mineral está ligado (JUNQUEIRA, 2008; POLIZEL NETO, 2007).

Os carboaminofosfoquelatos, também conhecidos como complexo metal polissacarídeo, são compostos provenientes da reação de fosforilação. Podem ser conceituados como sendo um produto proveniente da lise enzimática de leveduras específicas (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentado sobre um substrato aditivado com fósforo e outros íons metálicos, formando complexos orgânicos muito ricos em metabólicos e de alta biodisponibilidade (BARUSELLI, 2005).

Os transquelatos ou metal proteinado pode favorecer alguns processos, uma vez que a relação mineral-aminoácido pode indicar o tipo de tecido no qual o mineral será introduzido. O aminoácido ligante do mineral funciona como um transportador, direcionando-o a receptores específicos em cada órgão alvo, visto que os aminoácidos atendem às necessidades específicas de tecidos e sistemas. Por esta razão, minerais proteinados contendo amplo espectro de aminoácidos, são mais efetivos em algumas situações quando comparados a um simples aminoácido quelatado (BARUSELLI, 2005; OLIVEIRA, 2004; BORGES et al., 2003).

Atualmente, encontram-se disponíveis no mercado na forma orgânica, vários minerais para uso na alimentação animal, os principais comercializados mundialmente estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Principais minerais quelatados disponíveis no mercado

Classificação	Tipo de mineral
Quelato metal aminoácido	Cálcio
	Cobalto
	Cobre
	Ferro
	Zinco
Complexo metal aminoácido	Cobre
	Ferro
	Manganês
	Zinco
Complexo metal aminoácido específico	Cobre lisina
	Zinco lisina
	Ferro metionina
	Zinco metionina
Metal proteinado	Cálcio
	Cobalto
	Cobre
	Zinco
Complexo metal polissacarídeo	Cobre
	Ferro
	Zinco
	Magnésio

Fonte: AFFCO, (2000)



Resultados da utilização dos minerais quelatados na produção de bovinos

Nos últimos anos têm surgido muitas pesquisas em torno dos minerais orgânicos. No entanto, as inúmeras publicações não são conclusivas quanto ao mecanismo de absorção e atuação no organismo animal. Em contrapartida obteve-se muitas respostas produtivas por parte dos animais, principalmente em situações de altas exigências nutricionais, interações com outros minerais e fatores estressantes, levando o despertar de dúvidas quanto à utilização da molécula quelatada (LANGWINSKI, 2002).

Atualmente, o enfoque das pesquisas é determinar as exigências de minerais pelos animais visando redução dos níveis desses elementos na dieta. Com o intuito de diminuir os custos de produção e também a excreção de elementos inorgânicos para o meio ambiente sem alterar a resposta animal (ARAÚJO, 2009; SANTOS, 2008).

Particularmente a suplementação mineral se torna um desafio para os pesquisadores, técnicos e nutricionistas, uma vez que os animais necessitam de maior quantidade para manifestarem todo o seu potencial zootécnico (MELO et al., 2008).

A inclusão de minerais quelatados na mistura mineral (30, 60 e 90mg/Kg PV) de bezerros machos não castrados em fase de crescimento pesando cerca de 70 kg aumentou a digestibilidade aparente da hemicelulose e fibra em detergente neutro (FDN), além do consumo de matéria seca em comparação ao tratamento controle. Provavelmente, alguns minerais que são prontamente indisponibilizados no rúmen quando na forma inorgânica, podem ser limitantes para a fermentação das frações que compõem a fibra. O fornecimento da forma quelatada pode diminuir este problema, atuando como ativadores da fermentação ruminal (LANGWINSKI, 2002).

O autor ressalta que observou menor excreção fecal de nitrogênio, enxofre, cobre e

zinco nas fezes de animais suplementados com a molécula quelatada em comparação a dieta na forma iônica. A excreção fecal de nitrogênio pode ser afetada por vários fatores que promovem a atividade microbiana pós-ruminal. Baseado nas informações anteriores de aumento de consumo de matéria seca e na digestibilidade da hemicelulose e da fibra em detergente neutro, pode-se sugerir que com um consumo de aproximadamente 45 mg de minerais na forma orgânica por kg de peso vivo causou diminuição da fermentação pós-gástrica. Já um consumo superior com níveis de 60 e 90 mg de carboquelatos por kg de peso vivo aumentou a fermentação pós-gástrica semelhantes a valores da dieta controle. Esse é um indicio de que o fornecimento de minerais orgânicos pode aumentar a solubilidade de alguns minerais importantes para a fermentação ruminal, porém, se suplementados na proporção superior do que as exigências podem interferir a fermentação ruminal.

A influência da suplementação do cromo orgânico na resposta imunológica e nos casos de estresse, (seja por desmama, transporte, castração, além de outros tipos de situações estressantes comum no manejo geral) tem sido alvo de várias pesquisas. A justificativa para o melhor desempenho dos animais suplementados com o mineral orgânico está associada com a diminuição da concentração sérica de cortisol em animais sob condições de estresse estimuladas pelo cromo orgânico (BARUSELLI, 2000).

Polizel Neto (2007) avaliando a suplementação mineral protéica com e sem adição de cromo orgânico (2 mg/dia) em bovinos machos castrados em fase de terminação á pasto (16 meses e média de 377 kg), constatou maior ganho de peso e rendimento de carcaça nos animais que receberam dieta com adição do mineral orgânico 471,33 vs. 457,10 do controle. Da mesma forma, Montemór; Marçal (2009) também observaram efeito positivo sobre o ganho de peso de machos não castrados ao

utilizarem carboaminofosfoquelato de cromo na dose de 1 mg/dia demonstraram que a suplementação com a molécula quelatada influenciou o peso corporal aos 210 dias, sendo 258,2 e 252,28kg para o grupo suplementado com cromo orgânico e controle, respectivamente. A sugestão de exigência pelos animais é de 1 mg de cromo por 100 kg de PV (NRC, 2001). Contudo, a forma orgânica do cromo apresenta uma absorção de 10 a 15% do total ingerido contra 1 a 3% da forma inorgânica (CHANG et al.,1992).

Além do aumento de massa muscular como evidenciado pelos trabalhos dos autores citados anteriormente (Montemór; Marçal, 2009; Polizel Neto, 2007), de acordo com Baruselli (2000) a utilização de cromo orgânico também é responsável pela redução da gordura corporal. Dessa forma, o autor sugere que bovinos em fase de acabamento não devem receber suplementação mineral contendo cromo, para não prejudicar a deposição de gordura de cobertura da carcaça.

Os efeitos da utilização de minerais orgânicos também têm sido avaliados em animais em fase de reprodução. A viabilidade da produção pecuária está diretamente ligada aos índices reprodutivos do rebanho. Quanto maior for a eficiência reprodutiva das vacas, menores serão os custos por bezerro nascido, menor percentual de vacas vazias, ou seja maiores os lucros (GUIMARÃES, 2006).

Zanetti et al. (2005) avaliaram vacas prenhas da raça Nelore divididas em dois grupos experimentais: A) Suplementação quelatada e B) Suplementação inorgânica durante o período pré e pós-parto composta dos seguintes minerais Zn, Mn, Cu, Se, S e Cr. Os pesquisadores constataram que os animais do grupo A apresentaram maior diâmetro folicular no pós-parto precoce, tendo 25,7% de vacas em ciclicidade contra, 23,5% dos animais suplementados com minerais inorgânicos. Ainda foram avaliados os pesos pós-parto, sendo a média de 442 Kg no grupo A e média de 409 Kg no grupo B. Houve também um melhor desenvolvimento dos bezerros e estes

foram pesados aos 30, 60 e 120 dias, sendo o grupo A com peso de 34, 82 e 138 Kg, respectivamente, e o grupo B com 33, 76 e 129 Kg, respectivamente.

Benedetti et al. (2003) demonstraram efeito positivo do uso de minerais quelatados sobre a eficiência reprodutiva de novilhas. Os autores avaliaram diferentes concentrações do suplemento carboaminofosfoquelato (5; 10 e 15g/dia) e observaram que doses crescentes do suplemento contribuiu significativamente para redução da taxa de primeiro serviço, ganho de peso e diminuição da retenção dos anexos embrionários.

Viana et al. (2009) suplementaram por quatro meses antes da inseminação artificial por tempo fixo novilhas da raça Nelore, divididas em três grupos com os seguintes tratamentos: A) Suplemento mineral orgânico para a fase reprodutiva; B) Suplemento mineral inorgânico e C) Ausência de suplementação. As novilhas que receberam suplemento mineral orgânico apresentaram melhor desempenho reprodutivo, pois, apresentaram maior número de bezerros desmamados aos 210 dias em comparação ao grupo que recebeu suplemento mineral inorgânico e daquele que não teve suplementação (86,27; 64,71 e 60,78%, respectivamente).

Oliveira et al. (2007) avaliaram o desempenho e características seminais de touros nelores jovens por 12 meses criados a campo, onde a recomendação do NRC (2001) do mineral é de 30mg/Kg. As dietas utilizadas foram: A) Sem zinco; B) 30 mg Zn/Kg orgânico mistura mineral; C) 30mg Zn/Kg inorgânico mistura mineral e D) 60 mg Zn/Kg inorgânico mistura mineral. Animais que não receberam zinco na dieta apresentaram espermatozoides com menor motilidade e vigor, e com defeitos de cabeça, peça intermediária e gota citoplasmática proximal. Animais suplementados com 60 mg/Kg de Zn inorgânico apresentaram menores defeitos de cabeça, peça intermediária e gota citoplasmática proximal. Quanto ao consumo da mistura mineral verificou-



se que os animais do tratamento A apresentaram maior consumo do que os animais dos demais tratamentos. Os animais do tratamento D obtiveram melhores resultados na qualidade espermática, enquanto os tratamentos B e C não apresentaram diferenças significativas.

Semelhante a dados obtidos por Range Cattle (2002) em estudo realizado na Universidade da Flórida, onde se comparou o efeito de três diferentes suplementações de zinco sobre a qualidade do sêmen de 167 touros Angus em um período de 126 dias. As dietas foram: A) 40 mg/Kg zinco inorgânico (sulfato); B) 40 mg/Kg de uma mistura de sulfato de zinco e zinco-proteinado e C) 60 mg/Kg de sulfato de zinco. Os autores relatam maior porcentagem de espermatozoides viáveis nos ejaculados de touros que receberam o tratamento B, seguida pelo tratamento C. A menor porcentagem de espermatozoides normais foi encontrada no tratamento A.

Referências

ARAÚJO, R. F. S. S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* mill).** 2009. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

ARAÚJO, J. A. et al. Fontes de Minerais para Poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**. Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL (AAFCO). Official Publication. Atlanta, 2000.

BARUSELLI, M. S. Minerais orgânicos: o que são, como funcionam e vantagens do seu uso em ruminantes. In: Simpósio Internacional de Patologia Clínica Veterinária, 2., 2000, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Associação Brasileira de Buiatria, 2000.

BARUSELLI, M. S. **Perspectivas do uso de minerais orgânicos e promotores de crescimento na dieta de bovinos confinados.** 2007. Disponível em: www.multiweb.ufsm.br/web/prosul/slides/ap15 Acesso em: 26 out. 2012.

BARUSELLI, M. S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte, 1., Brasília, 2005. **Anais...** Brasília: UPIS, 2005. p. 7-22.

BENEDETTI, E. et al. Avaliação da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas recebendo diferentes níveis de carboaminofosfoquelatos. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 40., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003, p. 1-3.

Conclusões

Os resultados com o uso dos minerais quelatados na produção de bovinos é promissor, porém, é necessário um maior número de estudos para eliminar as contradições e o ceticismo sobre esses elementos. A adoção de novas tecnologias para o desenvolvimento de ingredientes de melhor biodisponibilidade permite formular dietas adequadas para atender as necessidades nutricionais de bovinos e obter alto desempenho zootécnico. Desta forma, melhora a absorção dos ingredientes e redução do impacto ambiental.

Sendo assim, são imprescindíveis mudanças no sistema tradicional de produção de bovinos, lançando mão de ferramentas de excelente custo/benefício para melhorar os índices de produtividade e ser mais eficientes e competitivos na atividade pecuária.



- BORGES, F. M. O et al. Recentes avanços na nutrição de cães e gatos. In: Simpósio sobre nutrição e animais de estimação, 3., 2003, São Paulo. **Anais...** Campinas, 2003. p. 21-60.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Portaria n. 42 de 20 de dezembro de 1999. Aprova o plano nacional de controle de resíduos em produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 22 set., 1999. Seção 1, p. 213.
- CHESTER-JONES, H. **Organic mineral program may improve reproduction.** Feedstuffs, december 13, 2004, p.11-15
- CONEGLIAN, S. M. **Diferentes proporções de fosfato bicálcico e fosfato de rocha em dieta de bovinos.** 2006, 81 f., Dissertação (Mestrado em medicina veterinária)- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- FIGUEREDO JUNIOR, J. P. **Níveis de minerais orgânicos na dieta de poedeiras semi-pesadas.** 2010, 42 f., Dissertação (Mestrado em zootecnia)- Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- FONSECA, C. A. **Fontes e níveis de zinco no desempenho de bovinos terminados em confinamentos e relativa biodisponibilidade.** 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) – Faculdade de medicina veterinária – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.
- GARCIA, O. S. Nutrição mineral de bovinos com complexos orgânicos. In: Encontro Nacional do Boi Verde, 4., 2002, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: Sindicato Rural de Uberlândia, 2002.
- GUIMARAES, R. F. **Ganho médio de peso e desempenho reprodutivo de novilhas leiteiras suplementados com minerais orgânicos e inorgânicos.** 2006. 42 f. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) – Faculdade de medicina veterinária – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- JUNQUEIRA, O. M. et al. **Nutrição animal – Quelatos na alimentação animal** – Boletim técnico. 2008. Disponível em: http://www.pedrovvet.com.br/trabalhosC/Quelatos_na_Alimentacao.doc Acesso em 25 set. 2012.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista eletrônica Nutritime.** 2005.
- KRATZER, F. H.; VOHRA, P. **Chelates and Chelation.** In: KRATZER, F. H.; VOHRA, P. Chelates in nutrition. Boca Raton, Florida: CRC Press, p. 5-33. 1996.
- LANGWINSKI, D. **Consumo de nutrientes digestíveis e excreção de minerais com a inclusão de carboaminofosfoquelatos em sais mineralizados para bezerros.** 2002. 98 f. Dissertação (Pós-Graduação em zootecnia) – Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- LANGWINSKI, D.; OSPINA, H. Terneiros Desmamados Precocemente Alimentados com Dois Níveis de Suplementação e Duas Formas de Sais Mineralizados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.
- LAVORENTI, A. **Equilíbrio dos complexos e quelatos.** 2002. Disponível em: <http://ce.esalq.usp.br/arquimedes/Atividade08.pdf> Acesso em: 26 out. 2012.
- MELO, G. M. P. et al. Cromo suplementar no desempenho de bezerros submetidos ao estresse. In: Congresso nordestino de produção animal, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2008, p. 1-3.
- MENDONÇA JUNIOR, A. F. et al. Minerais: Importância do uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica do Semi-Árido**, Patos, v. 7, n.1, p. 01-13, jan/mar. 2011.



- MILES, R.D.; HENRY, P.R. Relative trace mineral bioavailability. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, n.2, p.73-93, 2000.
- MONTEMOR, C. H.; MARÇAL, W. S. Desempenho de bovinos a raça nelore suplementados com cromo orgânico. **Revista Semina**, Londrina, v. 30, n.3, p. 701-708, jul/ set. 2009.
- MORAES, S. S. **Elementos minerais quelatados em suplementos para bovinos de corte. Curso sobre suplementação mineral em bovinos**. Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1998, p.126-135.
- MORAES, S. S. Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc119/> Acesso em: 26 out. 2012.
- MORAIS, S. S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc114/06exigencias.html> Acesso em: 26 out. 2012.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Dairy Cattle nutrition. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D. C. National Academy of Sciences, 7 ed., 420 p., 2001.
- OLIVEIRA, R. V. **Dinâmica da absorção, retenção e excreção de zinco nas formas orgânica e inorgânica em gatos**. 2004, 58 f., Dissertação (Mestrado em zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- OLIVEIRA, A. R. et al. Efeito de diferentes fontes e concentrações de zinco na mistura mineral sobre o desempenho e características seminais de touros jovens criados em campo. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 465-477, jul./set. 2007
- ORTOLANI, E. I. Macro e microminerais. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNADI, M. M. **Farmacologia aplicada a medicina veterinária**, 3 ed. Rio de Janeiro: [Guanabara Koogan](http://www.guanabara.com.br), 2002. Cap. 16, p.641-651.
- 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.
- PASA, C. Relação reprodução animal e os minerais. **Revista Biodiversidade**, Sinop, v.9, n.1, p. 101-122, 2010.
- PEIXOTO, P. V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Revista Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 25, n. 3, p. 195-200, jul/set. 2005.
- PEREIRA, M. N. Minerais orgânicos em dietas para ruminantes. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p.193-206.
- POLIZEL NETO, A. **Suplementação mineral protéica com cromo orgânico sobre o desempenho produtivo e qualidade da carne de bovinos nelores e F1 brangus x nelore terminados em pastagem no centro-oeste do Brasil**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestre em zootecnia) – Faculdade de medicina veterinária e zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- RANGE CATTLE NEWSLETTER, **University of Florida**, v. 5, n.3, p. 4-5, oct. 2002. Disponível em: <<http://rrecr-ona.ifas.ufl.edu>.> Acesso em: 22 set. 2012.



RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: Congresso Nacional sobre o Uso da Levedura na Alimentação Animal, 1., 2009, Campinas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009, p. 21-36.

SALMAN, A. K. D. et al. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2006. Disponível em: <http://www.cpafrro.embrapa.br/portal/publicacao/109/> Acesso em: 26 out. 2012.

SANTOS, C. C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate.** 2011. 168 f. Tese (Doutorado em ciência animal e pastagens) – Faculdade de medicina veterinária, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SANTOS, K. L. L. **Balanço de minerais e função renal em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja.** 2008. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2008.

VIANA, R. B. et al. Suplementação mineral de novilhas da raça nelore no período peri-parto e o desenvolvimento ponderal de suas crias. In: Congresso Brasileiro de Buiatria, 8., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Buiatria, 2009.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.20, n.3, p.127-138, 2000.

ZANETTI, M. A. et al. Atividade ovariana pós-parto e eficiência reprodutiva em vacas nelore suplementadas com minerais quelatados. **Revista A hora veterinária**, São Paulo, v. 24, n. 143, p. 23 – 26, jan/fev. 2005.

