

## SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA BOVINOS DE CORTE SOB PASTEJO - Revisão

### Mineral supplementation for grazing beef cattle - Review

Andreane Filappi<sup>1</sup> Danívia Prestes<sup>1</sup> Marcelo Cecim<sup>2</sup>

#### RESUMO

As inter-relações entre solo-planta-animal, no que se refere a minerais, são complexas e devem ser consideradas para atingir melhores índices de produtividade animal. A suplementação mineral é requerida para correção das deficiências minerais em bovinos sob pastejo. As análises de pastagem, assim como as de solo constituem um dado complementar para definir a carência mineral. No entanto, é imprescindível o estudo do estado mineral, a partir de material proveniente dos animais, sobretudo, quando ocorrem carências subclínicas. Tem-se sugerido a administração de misturas pretensamente completas, as quais, devido aos mecanismos de antagonismo entre os minerais em sua absorção, podem induzir à deficiência. O antagonismo pode aparecer como consequência da formação de complexos insolúveis entre os minerais ou, simplesmente, por competição na absorção. Conclui-se que a suplementação mineral formulada e fornecida sem conhecimento do perfil mineral representa, na realidade, um ônus econômico e produtivo à pecuária.

**Palavras-chave:** suplementação, mineral, bovino de corte.

#### ABSTRACT

The soil-plant-animal interrelations in mineral metabolism although complex and of difficult analyses, must be considered in order to improve production. Mineral supplementation is required to correct deficiencies in cattle maintained exclusively on pasture. Plant and soil analysis can provide

useful additional information. However, the study of mineral profile from animal samples is mandatory to diagnose subclinical deficiencies. Complete mineral mixtures have been extensively used, even though such mixtures, due to mineral antagonism can actually lead to deficiencies. Mineral antagonism can be expressed by the formation of insoluble complexes within the gastrointestinal tract or by competitive absorption. We conclude that supplementation without knowledge of the animal's mineral status can induce productive and economic losses in the beef industry.

**Keywords:** supplementation, mineral, beef cattle.

#### INTRODUÇÃO

Os minerais são nutrientes fundamentais pelo fato de atuarem em funções primordiais; participam de todo metabolismo animal, compõem estruturas de biomoléculas, interferem no crescimento e na manutenção dos tecidos, participando como cofatores enzimáticos, ativadores da ação hormonal e como responsáveis pela pressão osmótica e pelo equilíbrio ácido-básico. Portanto, influenciam na produção, acarretando acréscimos ou decréscimos na produtividade do sistema. Cerca de 5% do peso total do corpo do animal é constituído de minerais (McDOWELL, 1999; GONZÁLEZ, 2000a). Os animais têm necessidades específicas de minerais, sendo vários os fatores que influenciam, incluindo estado fisiológico, raça, idade, nível e forma química do mineral no alimento, suas inter-relações com outros nutrientes da dieta, consumo de suplementos minerais e o grau de adaptação dos animais (McDOWELL, 1999; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

<sup>1</sup> Méd. Veterinário, Aluno do Programa de Pós-graduando (Doutorado) em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista CNPq.

<sup>2</sup> Méd. Veterinário, PhD., Prof. Adjunto, Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM. Santa Maria, RS, 97105-900. E-mail: [mcecim@hcv.ufsm.br](mailto:mcecim@hcv.ufsm.br). Autor para correspondência.

Os minerais podem ser divididos em macrominerais, presentes em maior concentração no organismo animal, incluindo cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K), e enxofre (S); microminerais ou oligoelementos, presentes em quantidades bem menores no organismo, entre os quais estão o cobre (Cu), zinco (Zn), iodo (I), selênio (Se), ferro (Fe), cobalto (Co), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e flúor (F) (McDOWELL, 1992; MARTIN, 1993; GONZÁLEZ, 2000a).

Muitos minerais essenciais são encontrados em quantidades suficientes para o gado de corte em praticamente todos os alimentos utilizados. Entretanto, alguns estão em quantidades insuficientes nas dietas e a suplementação torna-se obrigatória. Entre as deficiências minerais mais comuns em bovinos de corte estão, na ordem, as de Na, P, e S, no que se refere a macrominerais, e as de Cu, Zn, Co, Se e I, entre os microminerais (HERNÁNDEZ, 1999; GONZÁLEZ, 2000a).

Os desequilíbrios da nutrição mineral dos bovinos devem ser considerados como verdadeiras enfermidades metabólicas. Podem expressar-se com transtornos funcionais, por vezes imperceptíveis, afetando negativamente a produção dos rebanhos (WITTEWER, 2000).

A presente revisão de literatura tem o propósito de abordar os fatores que interferem na nutrição mineral e como a suplementação mineral vem sendo utilizada para bovinos de corte sob pastejo.

## MINERAIS NOS SOLOS E FORRAGENS

### Fatores que influenciam no conteúdo mineral

As inter-relações entre solo-planta-animal são bastante complexas e merecem uma atenção especial, a fim de se poder atingir os melhores índices de produtividade das plantas forrageiras e conseqüentemente, na produção animal (UNDERWOOD, 1969; TOKARNIA et al., 1999). Sob condições de pastagens tropicais, o gado bovino dificilmente consegue obter das forragens todos os nutrientes essenciais para um bom desempenho. Este déficit nutricional se intensifica à medida que as forragens amadurecem (CAVALHEIRO; TRINDADE, 1992b; HALE; OLSON, 2001). Em estudo realizado por Espinoza et al. (1991), foram encontrados níveis críticos de Na, P e K nas forragens, perfazendo, respectivamente, 89%, 85% e 47% do total de amostras analisadas.

A maioria das deficiências minerais, que ocorre naturalmente em ruminantes, está associada com regiões específicas e diretamente relacionada com as características do solo. O conteúdo mineral do solo não reflete, necessariamente, os minerais presentes nas plantas, pois já foram observadas variações significativas no conteúdo mineral de diferentes espécies forrageiras implantadas no mesmo solo (WITTEWER et al., 1988; SENGER et al., 1996). O nível de minerais nas pastagens depende de vários fatores, incluindo espécie forrageira, estágio de maturação da planta, produção e manejo das forragens, estação do ano, tipo e fertilidade dos solos e condições climáticas (UNDERWOOD, 1969; McDOWELL; TIFFANY, 1998).

Nas regiões de alta precipitação pluviométrica e altas temperaturas, ocorre lixiviamento e perda de minerais por percolação das águas, tornando os solos deficientes em minerais. Por outro lado, solos mal drenados geralmente aumentam a disponibilidade de alguns microelementos como por exemplo, Co, Mn e Fe e, conseqüentemente, aumentam a absorção desses minerais pelas plantas (CAVALHEIRO; TRINDADE, 1992b).

No Rio Grande do Sul, normalmente, a umidade do solo durante o inverno e primavera é elevada. Nessas condições, segundo Mengel e Kirby (1982), a concentração de Fe nas forrageiras pode elevar-se substancialmente, devido à redução do Fe<sup>+++</sup> para Fe<sup>++</sup>, forma assimilável pelas raízes das plantas. Deste modo, a presença elevada de Fe na planta pode interferir na absorção de outros elementos, como o Cu e o P pelo animal (TRINDADE; CAVALHEIRO, 1990).

Outros fatores a considerar incluem a forma química do elemento mineral no solo e o pH do solo; à medida que esse alcaliniza (pH >7,0), a disponibilidade e absorção de Mn, Zn, Cu, Fe e Co pelas forragens, diminui, enquanto as concentrações de Mo e Se na planta, aumentam. Em solos ácidos (pH <7,0), ocorre favorecimento das interações entre os elementos minerais (ESPINOZA et al., 1991; McDOWELL, 1999). O P combina-se facilmente com o Al, Fe e, possivelmente, com o Mn, formando fosfatos insolúveis. Ele é o primeiro fator limitante do pleno desenvolvimento das plantas, mesmo que essas estejam implantadas em solos com quantidades aparentemente suficientes desse elemento. Essa indisponibilidade pode ser devido ao nível de acidez do solo (TRINDADE; CAVALHEIRO, 1990).

## Estudo do estado mineral

A interpretação de dados obtidos por análises químicas de solos e pastagens, em geral, é difícil. Em amostras de pastagens, os dados encontrados em relação a alguns dos elementos somente têm valor relativo, pois devem ser confrontados com os de outros minerais da mesma amostra, visto que existe probabilidade de interferência na assimilação pelo animal (TOKARNIA et al., 1999; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Há de se considerar as variações dos teores dos elementos nas amostras da mesma pastagem, nas diferentes épocas do ano, variações estas que, relativamente à maioria dos elementos, são maiores que as variações do material proveniente do animal. Por isso, as amostras têm que ser colhidas em número elevado e, vários minerais têm que ser analisados. Também deve-se levar em consideração a quantidade do mineral, que é assimilável pelo animal, a contaminação das amostras pelo solo e a circunstância de os animais ingerirem alguma quantidade de terra juntamente com a pastagem.

As análises de pastagem, assim como as de solo constituem um dado complementar e podem, às vezes, fornecer indícios sobre a deficiência mineral em um rebanho (TOKARNIA et al., 1999). Porém, dados acumulados de um grande número de países tropicais indicam que as correlações minerais entre solo-planta-tecidos/fluídos animais são altamente variáveis de acordo com o local e, freqüentemente, baixas ou inexistentes (McDOWELL, 1999). Cavalheiro e Trindade (1992a) mencionaram que a concentração de Ca nas pastagens está correlacionada com o nível deste mineral no solo, o mesmo sendo constatado para o elemento Mg. Contudo, os elementos Na e K não apresentam correlação entre os níveis de mineral no solo e na forrageira.

Outrossim, evidencia-se a importância da pesquisa do estado mineral a partir de material proveniente dos animais. Em um estudo realizado por Wittwer et al. (1988), não foram verificadas correlações significativas entre as concentrações de Cu e Zn no soro sanguíneo e no pasto. A baixa correlação obtida entre os níveis séricos e de forragens dever-se-ia ao fato de que, os animais são capazes de ajustar seu balanço mineral mediante seus mecanismos homeostáticos, reduzindo a excreção fecal, incrementando a absorção ou eliminação ou, mobilizando suas reservas. Todos estes fatores atuam dentro de certos limites, porque para determinar um adequado balanço mineral é importante conhecer o ingresso, a circulação e egressos do organismo animal (GONZÁLEZ, 2000b).

## Interações minerais

A consideração sobre as interações entre os minerais, as quais permitem antagonizar ou potencializar sua utilização, é muito importante (UNDERWOOD, 1981; McDOWELL, 1999). Por exemplo, o Fe e o Al apresentam um efeito sinérgico, que poderá estar relacionado com o metabolismo antagonico que ambos os elementos apresentam em relação ao P. Tanto o Fe como o Al podem combinar com o P no trato digestivo, tornando-o inabsorvível. Isto explica porque as dietas com níveis altos em Fe e/ou Al, demandam maiores requerimentos dietéticos de P (TRINDADE; CAVALHEIRO, 1990).

Neste contexto, insere-se o conceito de suplementação mineral, que visa, por definição, adicionar à dieta dos animais, os minerais nela presentes em concentrações inadequadas a um determinado nível de desempenho. Deve-se considerar que ao suplementar os animais com os minerais deficientes nas forrageiras, não apenas se está corrigindo a dieta deles, como também contribuindo, em certa medida, para restituir ao solo parte dos mesmos nutrientes perdidos pelo pastejo ou por outros meios. Isto se deve a que, uma parcela dos minerais suplementados passa pelo trato intestinal sem ser absorvido e soma-se às perdas endógenas do organismo animal, sendo incorporados ao solo por meio das fezes e/ou da urina (UNDERWOOD, 1981). As pastagens constituem a mais barata fonte de quase todos os minerais, respeitadas as condições de clima, solo, planta e manejo (McDOWELL, 1999).

## ANÁLISES DE FLUÍDOS E TECIDOS CORPÓREOS

### Diagnóstico de deficiências ou desequilíbrios minerais

Os sinais de deficiência, excesso e as inter-relações de minerais podem ser confundidos com outros tipos de distúrbios, carências ou patologias. As análises de tecidos ou fluídos animais, além das concentrações de certas enzimas, metabólitos ou compostos orgânicos com os quais determinados minerais estão funcionalmente associados, constituem importantes indicadores da condição mineral dos animais (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999; WITTEWER, 2000). Para o estudo do estado de Ca e P, o uso de tecido ósseo é indicado (READ; ENGELS; SMITH, 1986; SHUPE et al., 1988; WADSWORTH et al., 1990). Análises de sangue,

soro e plasma são úteis no diagnóstico de deficiências de Mg, Zn, Cu, P e Ca (ENGELS, 1981; HERNÁNDEZ, 1999). Para determinação de certas deficiências minerais, ainda, outros materiais provenientes do animal, podem ser analisados, como: pêlos, saliva, urina e fezes (TOKARNIA et al., 1998, UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

Para estudar e diagnosticar as enfermidades metabólicas nutricionais têm sido empregados, desde 1970, os Perfis Metabólicos, exame que permite estabelecer, por meio de análises sanguíneas de grupos representativos de animais de um rebanho, seu grau de adaptação nas principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteína e minerais (PAYNE et al., 1970). O critério de escolha individual de animais para diagnóstico não é, na maioria das vezes, suficiente para identificar adequadamente as deficiências minerais.

### **Caracterização do processo carencial de minerais**

O conhecimento atualizado permite classificar três fases durante um processo carencial: fase de depleção, fase de deficiência subclínica e fase clínica da carência. O aparecimento de sinais clínicos é dependente da exposição dos animais à dieta com baixos teores minerais, por longo tempo (UNDERWOOD, 1969). Porém, segundo Timm (1998), uma dieta deficiente não leva, necessariamente, à enfermidade clínica. Vários fatores afetam a predisposição do animal a desenvolver a doença: idade, na qual a deficiência ocorre; diferenças de requerimento em função do genótipo; ocorrência concomitante de infecções ou outras enfermidades; aumento das necessidades por fatores fisiológicos como crescimento, gestação e lactação; volume das reservas orgânicas e variações individuais na resposta à carência mineral.

A seqüência de eventos durante o desenvolvimento de uma deficiência varia consideravelmente de mineral para mineral, dependendo da magnitude do déficit entre o requerimento diário do animal e o suprimento diário proveniente das reservas endógenas ou de fontes minerais na dieta (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). A presença de níveis marginais de determinado mineral na dieta, na maioria das vezes, produz em efeitos de difícil percepção, que atuam limitando a produção dos animais de um modo persistente, provocando uma diminuição na rentabilidade da atividade pecuária.

A depleção da reserva tissular/orgânica de um mineral ocorre quando a concentração do mesmo, no alimento, é insuficiente para satisfazer

os requerimentos durante determinada etapa do ciclo produtivo. Isto também é verdade quando esses requerimentos estão aumentados: durante o crescimento e desenvolvimento, a gestação e a lactação ou, quando a excreção supera a absorção do elemento (McDOWELL, 1992; GONZÁLEZ, 2000b). Por exemplo, a diminuição do Zn sérico no início da lactação poderia associar-se a maior demanda devido à produção de leite; de maneira similar verifica-se a diminuição significativa dos valores séricos de Cu nas vacas em avançada gestação. Resultados consonantes com observações que atestam que durante o último mês de gestação, os requerimentos diários aumentam em 70% em relação aos de manutenção (WITTWER et al., 1988).

Nas deficiências minerais, o exame clínico, estudos histopatológicos e o histórico ajudam consideravelmente. Porém, na maioria dos casos e, sobretudo, quando não são acentuadas, o diagnóstico é feito por dosagens químicas dos tecidos/fluídos do animal, amostras de pastagem e de solo e por experimentação (TOKARNIA et al., 1999, UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). No entanto, verifica-se que as análises químicas, apesar de muito úteis, não são definitivas para o diagnóstico das deficiências minerais. A suplementação mineral experimental é o meio diagnóstico, que permite conclusões mais seguras e corretas (TOKARNIA, 1998).

### **ASPECTOS RELACIONADOS À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL**

#### **Suplementação mineral para bovinos sob pastejo**

A administração de suplementos minerais pretensamente completos tem sido sugerida, acreditando-se que essa prática prescindiria todo o trabalho de diagnóstico e evitaria quaisquer omissões. Seria o uso indiscriminado dessas misturas minerais, de maneira geral, para todos os bovinos. A suplementação mineral deve basear-se no diagnóstico da deficiência de um ou mais elementos no rebanho e, em caso positivo, suplementar os minerais deficientes (TOKARNIA, 1998).

Alguns problemas envolvidos nos programas de suplementação mineral incluem os insuficientes dados de análises químicas e biológicas para determinar quais minerais são requeridos e em que quantidades; a imprecisa e/ou incorreta informação sobre os minerais no rótulo das embalagens; os



suplementos que contém inadequadas quantidades ou imbalanços; a padronização de misturas minerais, que são inflexíveis para diversas regiões geográficas; o procedimento inadequado na diluição das misturas nas propriedades rurais; a oferta de suplemento mineral de forma descontínua e o custo dos suplementos minerais (McDOWELL; TIFFANY, 1998).

Ainda que se reconheça a imperiosa necessidade de suplementar minerais a bovinos, sob dieta exclusiva de pasto, há que fazer distinção entre o que atualmente se considera uma adequada suplementação mineral e a suplementação correta do ponto de vista técnico-científico. A idéia de suplementação mineral adequada até recentemente difundida e aceita pela maioria, era aquela em que os bovinos recebiam uma mistura mineral "completa", 365 dias por ano, sem considerações quanto ao tipo de pastagem, época do ano, categoria animal e natureza e nível de desempenho. Este conceito de suplementação mineral parte da premissa de que cada animal consome da mistura mineral à sua disposição, a quantidade aproximadamente necessária para atender às suas demandas metabólicas, o que pressupõe uma sabedoria nutricional instintiva por parte do animal (McDOWELL, 1999).

Atualmente, sabe-se que o consumo de determinado suplemento é muito mais uma função de sua palatabilidade do que de sua capacidade em satisfazer demandas nutricionais específicas (NICODEMO et al., 2000). Um problema sério quando se usam misturas minerais *ad libitum* é a variação individual no consumo do produto. As pesquisas têm mostrado que os ruminantes não manifestam um apetite particular por minerais, a não ser para o sal comum (NaCl). Esse é um valioso veículo de outros minerais por causa de sua palatabilidade (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Misturas contendo 40 a 60% de sal comum são normalmente consumidas em quantidades adequadas ao suprimento dos requerimentos minerais dos animais (PAMP; GOORICH; MEISKE, 1976; ORTOLANI, 1999). Quando o NaCl compõe 80% da mistura ou mais, o consumo é nitidamente inferior (McDOWELL, 1999).

O método de suplementação mineral mais utilizado é o do fornecimento das misturas minerais colocadas em cochos à disposição dos animais. Por ele é possível conseguir uma boa resposta na produção animal, desde que as misturas fornecidas sejam balanceadas corretamente para suprir as exigências nutricionais dos animais criados nas diferentes regiões do Estado (CAVALHEIRO; TRINDADE, 1992b). Nenhum aspecto do manejo de

animais sob pastejo tem sido mais freqüentemente negligenciado do que a adoção de uma rotina semanal de inspeção dos cochos dos minerais. A importância desta prática tem respaldo no estudo de Ortolani (1999), o qual verificou que a forma física do suplemento mineral influencia o seu consumo pelos bovinos. O suplemento mineral ofertado na forma empedrada, por ocasião de exposição à umidade, teve redução de 55% de ingestão, quando comparado a um suplemento polvilhento. McDowell (1999), mencionou que suplementos, adequadamente formulados e ofertados são capazes de produzir resultados benéficos somente quando estão à disposição permanente aos animais, sob forma fresca e seca.

As misturas minerais usadas para suplementação dos bovinos, normalmente, são adquiridas no comércio, em casas especializadas. O uso de suplementos minerais deve estar amparado na reputação e integridade do fabricante, que deve proporcionar determinados nutrientes de maneira a complementar o que falta nas dietas de forrageiras. Análises de misturas minerais colhidas na América Latina têm, muitas vezes, demonstrado pouca relação entre a quantidade de elemento listado na embalagem e a real quantidade do suplemento. Outra complicação na avaliação do suplemento mineral é que alguns fabricantes recomendam que o produto seja misturado com certa quantidade de NaCl. A percentagem dos elementos na mistura final deve ser calculada pelo usuário e, muitas vezes, a adição de sal dilui a mistura original a ponto de quantidades insignificantes de alguns elementos minerais serem ofertadas (McDOWELL, 1993).

### Valor biológico de fontes minerais

A fonte de minerais na dieta pode afetar o desempenho dos animais e o custo efetivo do programa de suplementação. Um exemplo é o P, que corresponde a 50 a 70% do custo da mistura mineral. A suplementação mineral pode representar, aproximadamente, 20% das despesas de custeio de uma fazenda de cria e recria de bovinos (McDOWELL, 1999; NICODEMO et al., 2000). A relativa biodisponibilidade do elemento e a quantidade do mineral no suplemento são importantes fatores a considerar quando se escolhe um suplemento.

Os minerais orgânicos, também denominados de quelatados, são caracterizados pela presença de um elemento mineral ligado a um composto orgânico (aminoácidos, polissacarídeos ou carboidratos), o qual serve como suporte para o elemento atingir seu destino sem sofrer reações

químicas durante o processo de absorção. Apenas os minerais Fe, Zn, Mn, Cu e Cr formam quelatos verdadeiros. As fontes de minerais orgânicos têm maior biodisponibilidade que os minerais inorgânicos; contudo os minerais quelados são usualmente mais dispendiosos que as fontes inorgânicas. Uma avaliação cuidadosa dos benefícios esperados para performance animal em relação à adição de custos deve ser feita (McDOWELL, 1999; HALE; OLSON, 2001). Stanton et al. (1999) mencionaram que o uso de suplementação mineral com elementos traço orgânicos, quando comparado à suplementação com minerais inorgânicos, elevou a performance reprodutiva de vacas de cria (taxa de prenhez por inseminação artificial de 75% e 56%, respectivamente) bem como o ganho de peso médio diário dos bezerros, aos 134 dias de tratamento (1,10 kg e 1,06 kg, respectivamente).

### **Resposta animal à suplementação mineral**

A complexidade do trinômio solo-planta-animal torna difícil uma previsão exata do consumo de forragem pelo animal. Isso é particularmente importante quando se objetiva a suplementação mineral de bovinos em condições de pastejo, baseando-se no consumo de matéria seca pelo animal (McDOWELL, 1999). Como a concentração de minerais nas forrageiras tropicais é reduzida durante o período seco do ano, parece lógico inferir que ruminantes sob pastejo estão mais propensos a sofrer deficiências minerais durante esse período. Porém, ao contrário de relatos em vários países, incluindo o Brasil, dão conta de que as deficiências minerais específicas são mais prevalentes durante a estação chuvosa. Essa incidência está menos relacionada ao conteúdo de minerais nos tecidos da planta do que ao grande aumento da demanda de minerais pelos ruminantes nesse período. Durante o período chuvoso, as concentrações de energia e proteína são adequadas, os animais ganham peso rapidamente e seus requerimentos minerais são dramaticamente aumentados. Durante a época seca, os níveis inadequados de energia e proteína nos pastos resultam em perda de peso dos animais. Portanto, não é econômico suplementar minerais para animais sob essas condições, pois o fornecimento de suplementação não produz qualquer benefício e pode mesmo resultar em efeitos negativos (ROSA et al., 1993).

A única condição em que se justifica o uso de uma mistura mineral completa é quando não se dispõe de quaisquer dados de composição dos pastos da região, todavia, mesmo nesses casos, há que fazer distinção entre as várias categorias de

bovinos, em razão de suas demandas nutricionais diferenciadas (McDOWELL, 1999). Normalmente, é citado em trabalhos que um bovino consome 2% de matéria seca em relação ao peso vivo. No entanto, não é raro se encontrarem resultados negativos no consumo da mistura mineral, ocasionado por falhas na formulação e/ou no cálculo do consumo de forragem pelo animal. Logicamente, o próprio manejo da mistura mineral afeta o seu consumo e, muitas vezes, pode mascarar o efeito dessa. Conhecendo-se o status mineral do animal e a composição média aproximada das pastagens da região, as formulações minerais regionais devem basear-se nesses dados, omitindo de suas formulações elementos minerais desnecessários, evitando gastos adicionais e eventuais interações nocivas com outros nutrientes da dieta (UNDERWOOD, 1981).

### **Concentração dos elementos na mistura mineral**

Prover níveis minerais em excesso pode ser mais prejudicial para produção dos ruminantes do que os benefícios oriundos desta prática (HERNÁNDEZ, 1999). Stanton et al. (1999), analisando o ganho de peso médio diário de bezerros e a taxa de prenhez de vacas de corte, verificaram resultados superiores na suplementação com baixos níveis de minerais inorgânicos, quando comparado a níveis mais elevados. Cavalheiro e Trindade (1992b) mencionaram que os minerais podem apresentar interações entre si e com outros nutrientes (vitaminas, proteínas, gorduras, etc). Essas interações podem ser sinérgicas ou antagônicas e elas podem acontecer nas misturas alimentares, no aparelho digestivo, nos tecidos ou no metabolismo celular. Os processos de antagonismo dos minerais são complexos e podem ocorrer pela inibição simples de absorção de um mineral por outro (através de reações químicas entre elementos) ou por adsorção em superfícies de partículas coloidais. Ainda, por competição entre íons, que atuam nos mecanismos de transporte através das paredes intestinais e pelo efeito de íons inibidores com uma função anti-metabólica, que interfere com a digestão dos alimentos e a absorção de íons inorgânicos essenciais. O número de interações sinérgicas é bastante inferior ao número de antagônicas entre macro e microminerais (UNDERWOOD, 1969).

### **Métodos de suplementação mineral**

Os métodos indiretos de prover minerais para os rebanhos referem-se, principalmente, a animais sob pastejo e incluem o uso de fertilizantes minerais,

a mudança do pH do solo e o estímulo ao crescimento de determinadas espécies forrageiras. Underwood e Suttle (1999) sugeriram que o enfoque indireto para controlar as deficiências minerais apresenta problemas resultantes da grande complexidade das inter-relações solo-planta-mineral e dificuldades relacionadas a irregularidades de clima e de custos.

O método mais eficiente de fornecer minerais é pelo uso de suplementos minerais combinados com concentrados. Essa técnica representa o sistema ideal de suplementação mineral, mas não se aplica aos ruminantes sob condições de pastejo, que dependem exclusivamente de uma dieta de forrageiras. A quantidade e a proporção de suplemento mineral na dieta dependerão da natureza e do grau de deficiência, da forma e intensidade de produção. A utilização de suplementos minerais seguros, biologicamente disponíveis, palatáveis e de preço justo, permite, tanto ao usuário quanto ao fabricante, lucratividade com o seu emprego, quando fornecidos *ad libitum* isoladamente de acordo com os requerimentos dos animais.

## COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indisponibilidade de informações regionalizadas sobre os requerimentos na suplementação mineral dos bovinos de corte sob pastejo, acaba por induzir ao uso de misturas minerais completas, calculadas para atender a uma ampla variação de ambiente e regimes alimentares, assegurando proteção contra deficiências. Prover níveis minerais adequados é importante, mas minerais desnecessários ou em excesso, podem causar mais malefícios à produção animal do que os benefícios oriundos desta prática. A suplementação mineral formulada e fornecida sem conhecimento do perfil metabólico mineral dos animais representa, na realidade, um ônus econômico e produtivo à pecuária. Pesquisas devem ser realizadas no intuito de dispor informações sobre o efeito da suplementação mineral completa, considerando a eficiência no suprimento mineral, desempenho produtivo dos animais e análise do custo-benefício desta prática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. Concentrações de cálcio, magnésio e potássio em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, Viçosa, v.21, n.3, p.418-428, 1992a.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1992b. 142 p.
- ENGELS, E.A.N. Mineral status and profiles (blood, bone and milk) of the grazing ruminant with special reference to calcium, phosphorus and magnesium. **S. Afr. J. Anim. Sci.**, Hatfield, v.11, n.171, 1981.
- ESPINOZA, J.E.; McDOWELL, L.R.; WILKINSON, N.S.; CONRAD, J.H.; MARTIN, F.G. Forage and soil mineral concentrations over a three-year period in a warm climate region of central Florida. I. Macrominerals. **Liv. Res. Rural Develop.**, Cali, v.3, n.1, 1991.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000a. p.31-51.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000b. p.63-74.
- HALE, C.; OLSON, K.C. **Mineral supplements for beef cattle**. 2001. [On line]: <<http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/ansci/go2081>>. [Data de acesso: 22 maio 2001].
- HERNÁNDEZ, F.I.L. **Deficiências minerais em bovinos de corte sob pastejo**. 2001. [On line]: <[www.vicosa.com.br/tds/td/paginas/artigos/def\\_min\\_bov.html](http://www.vicosa.com.br/tds/td/paginas/artigos/def_min_bov.html)>. [Data de acesso: 20 dez 2001].
- MARTIN, L.C.T. **Nutrição mineral de bovinos de corte**. São Paulo : Nobel, 1993. 173 p.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic, 1992. 524 p.
- McDOWELL, L.R. Free choice mineral supplementation for grazing ruminants. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, Mayagüez, v.1, n.1 p. 1-8, 1993.
- McDOWELL, L.R.; TIFFANY, M.E. **Mineral deficiencies in Florida and supplementation considerations**. 2001. [On line]: <[www.animal.ufl.edu/befcattle/pubis/short98/mcdowell](http://www.animal.ufl.edu/befcattle/pubis/short98/mcdowell)>. [Data de acesso: 22 maio 2001].

McDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. São Paulo: UNESP, 1999. 93p. (Boletim Técnico, 3).

MENGEL, K.; KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1982. 655p.

NICODEMO, M.L.; MORAES, S.S.; ROSA, I.V.; MACEDO, M.C.M.; THIAGO, L.R.L.S, ANJOS, C.R. Uso de parâmetros ósseos, plasmáticos e fecais na determinação da deficiência de fósforo em bovinos. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.29, n.3, p. 840-847, 2000.

ORTOLANI, E.L. The mineral consumption and weight gain of grazing steers fed mineral supplements with different sodium contents and physical forms. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p. 711-716, 1999.

PAMP, D.E.; GOORICH, R.D.; MEISKE, J.C. A review of the practice of feeding mineral free choice. **World Ani. Revi.**, Rome, v.12, n.4, p. 13-18, 1976.

PAYNE, J.M.; DEW, S.M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Vet. Rec.**, London, v.87, p.150-158, 1970.

READ, V.P.; ENGELS, E.A.N.; SMITH, W.A. Phosphorus and the grazing ruminant. 3. Rib bone samples as an indicator of the P status of cattle. **S. Afr. J. Anim. Sci.**, Hatfield, v.16, n.1, p.13-17, 1986.

ROSA, I.V.; REIS, R.A.T.; MORAES, S.S.; NICODEMO, M.L.F. **Efeito da restrição mineral no período seco sobre o desempenho de bovinos de recria**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 4p. (Boletim Técnico).

SENGER, C.C.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G.; KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.13, n.12, p.897-904, 1996.

SHUPE, J.L.; BUTCHER, J.E.; CALL, J.W.; OLSON, A.E.; BLAKE, J.T. Clinical signs and bone changes associated with phosphorus deficiency in beef cattle. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.49, n.9, p.1629-1636, 1988.

STANTON, T.L.; WHITTIER, J.C.; GEARY, T.W.; KINBERLINC, C.V.; JOHNSON, A.B. Effects of trace mineral supplementation on cow-calf performance,

reproduction, and immune function. **Profes. Anim. Scient.**, Savoy, v.16, p. 121-127, 1999.

TIMM, C.D. Carências minerais. In: RIET-CORRÊA, F.; SHILD, A.L.; MENDÉZ, M.D.C. **Doenças de ruminantes e eqüinos**. 2.ed., São Paulo: Varela, 1998. Cap. 9. p.505-513.

TOKARNIA, C.H. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo. In: GONZÁLEZ, F.D.; OSPINA, H.; BARCELLOS, J.O. **Nutrição mineral em ruminantes**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p.11-22.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S.S.; PEIXOTO, P.V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos - revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v.19, n.2, 1999.

TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A.C.L. Concentrações de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, Viçosa, v.19, n.1, p.44-57, 1990.

UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la alimentación del ganado**. Zaragoza: Acribia, 1969. 320 p.

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 180 p.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3 ed., London: CAB Internacional, 1999. 664 p.

WADSWORTH, J.C.; McLEAN, R.W.; COATES, D.B.; WINTER, W.H. Phosphorus and beef production in northern Australia. 5. Animal phosphorus status and diagnosis. **Trop. Grassl.**, Sant Lucia, v.24, n.3, p.185-196, 1990.

WITTWER, F.; CONTRERAS, P.A.; BRÖHMWALD, H.; ANRIQUE, R.; FUCHSLOCHER, R. Concentraciones de zinc y cobre en forrajes y suero sanguíneo de 40 predios lecheros de la X Region-Chile. **Arch. Med. Vet.**, Valdivia, v.20, n.2, p.118-125, 1988.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre : UFRGS, 2000. p.53-62.