



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-3747

Dezembro, 2001

Documentos 114

Importância da Suplementação Mineral para Bovinos de Corte

Sheila da Silva Moraes

Campo Grande, MS
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262, km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS
Caixa Postal 154
Fone: (67) 368 2064
Fax: (67) 368 2180
<http://www.cnpqgc.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpqgc.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Cacilda Borges do Valle*
Secretário-Executivo: *Osni Corrêa de Souza*
Membros: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima, Ezequiel Rodrigues do Valle, José Raul Valério, Manuel Cláudio Motta Macedo, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Tênisson Waldow de Souza, Valéria Pacheco Batista Euclides*

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*
Revisor de texto: *Lúcia Helena Paula do Canto*
Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*
Tratamento de ilustrações: *Paulo Roberto Duarte Paes*
Foto(s) da capa: *Sheila da Silva Moraes*
Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

1ª edição

1ª impressão (2001): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Gado de Corte.

Moraes, Sheila da Silva

Importância da suplementação mineral para bovinos de corte / Sheila da Silva Moraes. -- Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001.

26 p. ; 21 cm. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 114)

ISBN 85-297-0114-3

1. Bovino de corte - Mineral. 2. Pastagem - Composição. 3. Suplemento mineral. I. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

CDD 636.085 (21. ed.)

© Embrapa 2001

Autores

Sheila da Silva Moraes

Médica-Veterinária, Ph.D., CRMV-MS Nº 1.038,
Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa
Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.
Endereço eletrônico: sheila@cnpqg.embrapa.br

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Essenciabilidade dos minerais	10
Funções dos minerais	11
Importância dos minerais para a microflora do rúmen	14
Interações entre os minerais	14
Exigências minerais de bovinos	16
Composição mineral de algumas forrageiras tropicais	18
A suplementação mineral	20
Características recomendadas para uma mistura mineral completa e de boa qualidade (McDowell & Conrad, 1977)	21
Uso da mistura mineral	22
Referências bibliográficas	23

Importância da Suplementação Mineral para Bovinos de Corte

Sheila da Silva Moraes

Resumo

A pecuária tem grande importância socioeconômica no Brasil, destacando-se a região Centro-Oeste que concentra um terço do rebanho nacional. Deficiências de minerais são comuns em bovinos em pastejo. Os elementos minerais deficientes nas pastagens tropicais são fósforo, sódio, cobre, cobalto, zinco, iodo e, em áreas específicas, selênio, manganês. Existe uma condição ótima de concentração e forma funcional para cada elemento no organismo, a fim de manter sua integridade estrutural e funcional, de maneira que a saúde, crescimento e reprodução mantenham-se inalterados. O requerimento mineral depende muito do nível de produtividade. O aumento da taxa de crescimento, reprodução e produção leiteira aumenta os requisitos minerais. Assim, o fornecimento de minerais deve levar em consideração a faixa de ganho esperada. É importante considerar que o animal não possui reservas prontamente disponíveis de alguns elementos minerais, que devem ser fornecidos diariamente, como é o caso do sódio e do zinco. Suplementar com minerais é a forma de suprir aos animais com os nutrientes minerais necessários para corrigir as deficiências ou desequilíbrios de sua dieta, na quantidade necessária e na época certa, visando à saúde do animal. Para uma mistura mineral ser adequada, é importante que contenha os elementos deficientes ou marginais na região, considerando-se a dieta do rebanho.

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

Importance of Mineral Supplements for Grazing Beef Cattle

Abstract

Beef cattle industry has a great social and economic importance in Brazil, and the Central region concentrates a third part of the national herd. Mineral deficiencies are common find grazing cattle. The minerals generally deficient are phosphorus (P), sodium (Na), copper (Cu), cobalt (Co), zinc (Zn), iodine (I), and in some areas, also selenium (Se) and manganese (Mn). There are optimal concentration and functional form for each element in the body, in order to maintain its structural and functional integrities, and to keep optimal health, reproduction and gain. Mineral dietary requirements depend on the level of productivity. The increases in the growth rate, milk yield and reproductive performance increase the requirement levels as well. Therefore, the rate of productivity affects mineral supplementation. It is important to consider that the animal has no accessible storage of certain minerals, such as sodium and zinc. Mineral supplementation is a way to guarantee the correction of mineral deficiencies and imbalances, in fair amounts and at the right time, in order to promote animal health. The herd's diet shall be taken in account, in order to supplement minerals known to be marginal or deficient in a given area.

Key-words: beef cattle, pastures, mineral supplement.

Introdução

A pecuária tem grande importância socioeconômica no Brasil, destacando-se a região Centro-Oeste que concentra um terço do rebanho nacional.

Desequilíbrios minerais para bovinos criados em campo são descritos em quase todas as regiões do mundo. Deficiências de minerais são comuns em bovinos em pastejo no Brasil (Tokarnia et al., 2000). Os elementos minerais deficientes para ruminantes em condição exclusiva de pastejo são fósforo (P), sódio (Na), cobre (Cu), cobalto (Co), zinco (Zn), iodo (I) e selênio (Se). Em algumas regiões, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), manganês (Mn) e, eventualmente, ferro (Fe) podem também estar deficientes. Molibdênio (Mo) e enxofre (S), em solos de melhor fertilidade, induzem a deficiência de Cu. O flúor (F), Se, Fe e Mn, em excesso, causam intoxicação.

Os desequilíbrios minerais são responsáveis por baixa produção de carne, leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência orgânica. Tanto a deficiência severa, acompanhada por taxas de elevada mortalidade, como as deficiências subclínicas, cujos sintomas não são perceptíveis clinicamente, podem levar a perdas consideráveis na produtividade.

Essenciabilidade dos minerais

Um mineral pode ser considerado essencial quando sua ausência na dieta ocasiona redução no desempenho e/ou saúde dos animais. Existe uma condição ótima de concentração e forma funcional para cada elemento no organismo, a fim de manter sua integridade estrutural e funcional, de maneira que a saúde, crescimento e reprodução se mantenham inalterados. As funções biológicas ocorrem dentro de uma concentração ótima nos tecidos, mantida pelos mecanismos homeostáticos. A consequência inicial da deficiência de um nutriente na dieta é tornar esse balanço mais difícil de ser mantido. Concentrações subótimas provocam lesões bioquímicas, que resultam em prejuízo às funções fisiológicas. Apetite em geral é afetado e o desempenho animal cai. Sintomas clínicos podem auxiliar o diagnóstico, mas a deficiência pode já estar bastante avançada quando são percebidos; ou os sintomas podem ser inespecíficos ou, ainda, podem ser complicados por deficiências múltiplas (Little, 1981).

A Fig. 1 mostra uma curva de resposta biológica à oferta do elemento na dieta. A faixa de concentração de ação fisiológica adequada (faixa de segurança) é o *plateau* onde a ingestão do nutriente permite uma resposta ótima; níveis abaixo ou acima dessa faixa resultam prejuízo consistente e reproduzível do equilíbrio fisiológico e, por conseguinte, do desempenho e/ou saúde.

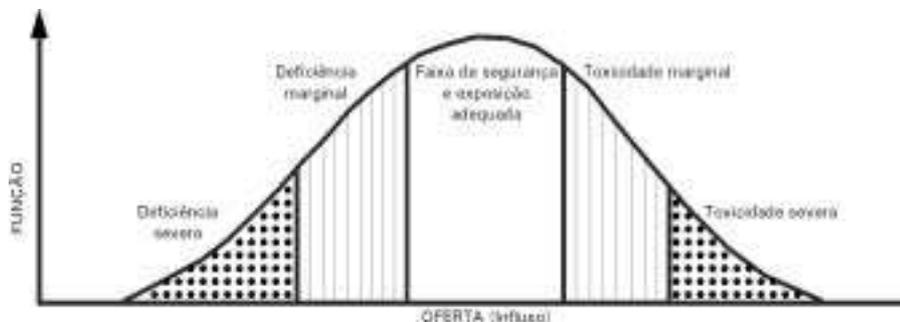


FIG. 1. Resposta biológica à oferta de elementos minerais na dieta.

Funções dos minerais

As principais funções dos minerais estão ligadas à composição estrutural do corpo, participação sob forma iônica dos fluidos e líquidos intra e extracelular e como catalisadores enzimático e hormonal. Existem funções dos minerais que não são de um elemento em particular, mas podem ser desempenhadas por mais de um elemento ao mesmo tempo. Podem-se considerar três grupos distintos.

- Os elementos que são componentes estruturais dos órgãos e tecidos corporais, tais como o cálcio, fósforo, magnésio e flúor nos ossos e dentes, e o fósforo e enxofre nas proteínas musculares. O osso contém cerca de 99% do total de cálcio, 80% do total de fósforo, 70% do magnésio e 40% de microelementos do organismo animal. O P faz parte de uma gama de reações metabólicas produtoras de energia para o animal e para as bactérias do rúmen, controle ácido-básico, sistema enzimático e da molécula de ácido nucléico e seus derivados. É importante na transmissão do código genético. Cerca de 1% do Ca encontra-se distribuído no tecido

mole (contração e relaxamento muscular) e na forma iônica, no plasma sanguíneo (coagulação do sangue, excitabilidade normal neuromuscular, regulação das batidas cardíacas, manutenção da permeabilidade das membranas das células de todos os tecidos moles e ativação de algumas enzimas). O magnésio está envolvido no metabolismo de carboidratos e lípidos, como também, é um fator essencial de muitas enzimas envolvida na síntese do ATP.

- Os elementos componentes dos fluidos e tecidos corporais, como eletrólitos na manutenção da pressão osmótica, balanço ácido-básico, permeabilidade das membranas, irritabilidade tissular. Assim, têm-se o sódio, potássio, cloro, cálcio e magnésio presentes no sangue, fluido cerebrospinal e o suco gástrico. Os minerais estão presentes como sais solúveis no meio celular e demais fluidos do organismo animal, de forma parcial ou total, dissociados em íons eletricamente carregados (cátions e ânions). Na análise do plasma sanguíneo dos animais, a proporção dos íons é correspondente à composição salina da água do mar (Fig. 2).
- Os elementos que atuam como catalisadores do sistema enzimático e humoral sob forma de componentes integrantes específicos da estrutura de metaloenzimas ou como ativadores menos específicos em tais sistemas. As enzimas são os mais específicos e efetivos instrumentos de todo o processo catalítico. A catálise dos sistemas enzimáticos requer, freqüentemente, a presença não somente da enzima e do substrato, mas também de uma substância não protéica denominada de cofator (vitaminas), que são as coenzimas, e íons metálicos. As reações entre os íons metálicos e as enzimas formam um complexo organometálico (metaloenzima, metaloproteína) fundamental no sistema biológico. Forças eletrostáticas desempenham uma parte importante na formação de ligações (covalentes) de íons de Na^+ , K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} , resultando em complexos muito estáveis. Metais como o manganês, ferro, cobre, molibdênio e zinco catalisam em geral reações de redox e participam na formação de centros enzimáticos ativos, ou como ativadores de uma ou várias enzimas, do metabolismo animal. O efeito de cada metal é específico (Georgievskii et al., 1982). Podem existir, também, microelementos que atuam na manutenção de certas macromoléculas não enzimáticas, como o silício (Si) no colágeno, Co na vitamina B_{12} (cianocobalamina) e cromo (Cr), ingrediente ativo do fator de tolerância da glicose (GTF) (Anderson, 1987).

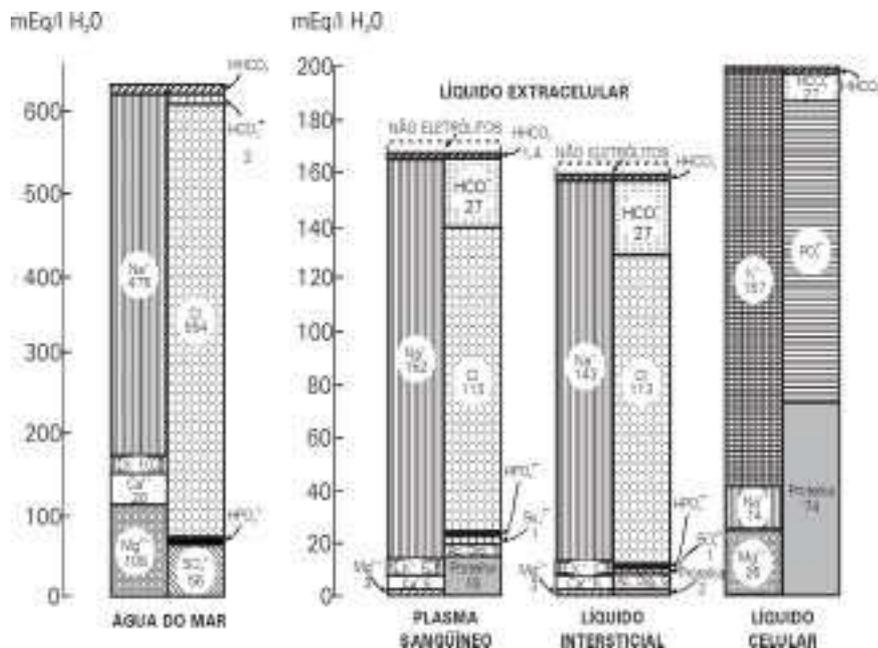


FIG. 2. Composição eletrolítica dos líquidos corporais, cujas concentrações estão expressas em mEq/litro de água. A composição da água do mar é indicada para comparação.

Fonte: Georgievskii et al., 1982.

Alguns elementos que têm efeito específico na ação de hormônios, como a aldosterona (Na), hormônio da paratireóide (Ca), a calcitonina (Ca) e S sob forma de ponte dissulfídrica que interliga cadeias de aminoácidos e estabiliza a estrutura protéica, estão contidos na maioria das moléculas de hormônios, principalmente a insulina, prolactina, oxitocina, vasopressina. Quando as pontes de dissulfetos são rompidas, a atividade hormonal é perdida (Georgievskii et al., 1982). O iodo é um elemento único por ser parte estrutural, integrante e específica do hormônio tironina da glândula tireóide. O Cr vem despertando interesse na pecuária de corte em função de sua ação ativa no GTF e a sua relação com a entrada da insulina na célula para metabolizar a glicose produzida nos casos de estresse. O Zn está envolvido com a liberação para circulação da insulina; tem também papel fundamental na síntese de proteínas para formação do timo, durante a formação fetal (Anke et al., 1978).

Importância dos minerais para a microflora do rúmen

Dados de literatura têm indicado mecanismos de interação dos minerais com a microflora simbiótica do trato gastrointestinal. Com relação aos ruminantes, observa-se o seguinte:

- Alguns elementos minerais são essenciais, tanto para o organismo animal, quanto para a microflora. Entre os elementos incluem-se: K, essencial para o crescimento de certas espécies de microorganismos; P, essencial para os processos energéticos das células, tanto do animal, como da microflora; Mg, Fe, Zn e Mo, componentes ativadores de enzimas bacterianas.
- O elemento mineral é essencial, principalmente para os microorganismos que produzem os metabólitos requeridos pelo organismo animal. Por exemplo, certos grupos de bactérias que produzem vitamina B₁₂ (cianocobalamina).
- O elemento é essencial ao organismo animal e à microflora, mas é assimilado preferencialmente pelos microorganismos do rúmen, na forma que é fornecido. Um exemplo é o S, requerido para a digestão da celulose, assimilação de N não-protéico e síntese de vitaminas do grupo B.
- Elementos minerais que são essenciais nos processos metabólicos no organismo animal, mas também participam na criação de um meio ótimo para suporte dos microorganismos. Tais elementos incluem K, Na, Cl e P e, sendo o rúmen um sistema biológico fechado, mantêm seu meio interno constante (ação tampão, pressão osmótica, concentração relativa de íons).

Interações entre os minerais

Os minerais podem interagir entre si, com outros nutrientes e com fatores não nutritivos. Essas interações podem ser sinérgicas ou antagônicas, tomam lugar no próprio alimento, no trato digestivo, nos tecidos e no metabolismo celular (Georgievskii et al., 1982).

Elementos sinérgicos são aqueles que aumentam mutuamente a sua absorção no trato digestivo e cumprem a mesma função metabólica no tecido ou na célula:

- A interação pode ser direta entre os elementos. O nível de absorção é que determina suas proporções na dieta. Ex.: Ca/P; Na/Cl; Zn/Co.
- Interação indireta entre elementos na função estrutural. Ex.: Ca e P na formação da hidroxiapatita no osso; Cu e Fe na formação da hemoglobina; Mn e Zn na formação do DNA.
- Participação simultânea no centro ativo de algumas enzimas. Ex.: Fe e Mo na xantina oxidase; Cu e Fe na citocromo oxidase.
- Ativação das funções endócrinas e efeito sobre o metabolismo de outros minerais. Ex.: a tiroxina, que contém iodo, tem função direta no aumento do metabolismo e, conseqüentemente, maior retenção de K e Mg no corpo.

Antagonismo pode ser definido como o efeito contrário produzido por um elemento sobre o outro ou sobre uma função bioquímica no organismo.

No processo de absorção gastrointestinais:

- Reação química entre os elementos. Ex.: excesso de Mg na dieta pode levar a formação de fosfato de magnésio; excesso de sulfatos (SO_4^-) e de Mo, complexa o Cu.
- Fixação de elementos em partículas coloidais insolúveis de alumínio que atraem eletrostaticamente o Fe e Mg.
- Competição entre íons com carga semelhante, na absorção passiva pela pressão iônica na mucosa da parede intestinal (duodeno). Ex.: Fe^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} e Cu^{+2} .

Nos processos metabólicos dos tecidos:

- Competição entre os íons para os centros ativos enzimáticos. Ex.: Mg, Mn e Zn nas metaloenzimas das fosfatases alcalinas, colinesterases e enolases.
- Competição para as ligações com substâncias carreadoras no sangue. Ex.: Fe com o Zn e o Cu nas ligações com a transferrinas plasmáticas.
- Efeito antagônico de diferentes íons sobre as enzimas receptoras. Ex.: ativação da ATPase pelo Mg e sua inibição pelo Ca.

Assim, foram vistos alguns exemplos de sinergismo e antagonismo entre os elementos minerais. Ressalta-se que, muitas vezes, o equilíbrio homeostático lança mão desses efeitos para manutenção das trocas metabólicas, em situações de dieta inadequadas.

Exigências minerais de bovinos

O requerimento mineral depende muito do nível de produtividade. O aumento da taxa de crescimento, reprodução e produção leiteira aumenta os requisitos minerais. Em baixos níveis de produção, deficiências minerais marginais (próximas ao limite mínimo de exigência) não se manifestam, mas, com aumento dos níveis de produção, tornam-se severas, com sinais clínicos bem característicos. Os cálculos de suplementos dietéticos podem se basear nos requerimentos de nutrientes sugeridos pelo National Research Council (NRC) (1984, 1996) americano. Esses dados baseiam-se na deposição/excreção dos elementos dos tecidos (placenta e anexos, ganho de peso, feto) e no leite, somados às perdas endógenas obrigatórias. Esse valor é corrigido pela porcentagem do elemento absorvido na dieta. Quando os dados para estimativa por meio do método citado (fatorial) são escassos, utilizam-se observações experimentais e de campo, descrevendo os efeitos de uma faixa de ingestão do elemento no desempenho e saúde (Agricultural Research Council - ARC, 1980). Os requisitos para ótima saúde são talvez de 25% a 50% maiores do que aqueles necessários para o crescimento normal, no caso de alguns microelementos (Herd, 1997). O NRC (1996) considera correção para raças de bovinos criados nos trópicos e a necessidade de maior atenção para as exigências dos microelementos minerais, levando em conta a demanda funcional. Na Tabela 1 observam-se os intervalos de exigências dos respectivos minerais compilados dos dois trabalhos.

Para bovinos sob pastejo, é comum o fósforo ser o mineral mais deficiente. Existem divergentes opiniões quanto ao requerimento de fósforo para bovino de corte. Na Austrália, pesquisadores concluíram que 0,12% de P na matéria seca das forrageiras tropicais estaria mais próximo das necessidades para bovinos do que os níveis estabelecidos pelo NRC, superestimados em cerca de 30% para as condições daquele país. Experimento conduzido na Embrapa Gado de Corte demonstrou resultado não muito diferente deste, com bovinos nelores recebendo dietas que continham 100%, 70% e 40% dos requerimentos de P, conforme NRC (1984). Os animais que receberam 70% dos requisitos ganharam peso na ordem de 0,5 a 0,6 kg/dia, semelhante aos que receberam 100% de requisitos.

Tabela 1. Intervalo das exigências minerais sugeridas para bovinos de corte (% na matéria seca da dieta).

<i>Elementos minerais</i>	<i>Intervalo sugerido</i>		<i>Concentração máxima</i>
	<i>1984</i>	<i>1996</i>	
Macroelementos (%)			
- Cálcio (Ca)	(0,18-0,60) ¹	(0,19-0,33)	-
- Fósforo (P)	(0,18-0,43)	(0,12-0,20)	-
- Magnésio (Mg)	0,05-0,25	0,10-0,20	0,40
- Potássio (K)	0,50-0,75	0,60-0,70	3,00
- Sódio (Na)	0,06-0,10	0,06-0,10	-
- Enxofre (S)	0,08-0,15	0,08-0,15	0,40
Microelementos (%)			
- Cobalto (Co)	0,070-0,11	0,07-0,11	10
- Cobre (Cu)	4-10	4-10	100
- Iodo (I)	0,2-2	0,50	50
- Ferro (Fe)	10-50	40-50	1.000
- Manganês (Mn)	10-40	20-40	1.000
- Selênio (Se)	0,05-0,30	0,10	2
- Zinco (Zn)	20-40	30	50

¹ Valores entre parênteses são variáveis conforme o ganho de peso e categoria animal.

Fonte: NRC (1984, 1996).

As relações entre os nutrientes precisam ser consideradas na determinação dos níveis ótimos de minerais em uma dada situação. Os requerimentos para o cobre são bem maiores se a pastagem tem teores consideráveis de molibdênio e enxofre. Isto se deve ao efeito antagônico dos referidos elementos no metabolismo do cobre. Outro aspecto já mencionado é que os requisitos para algumas funções orgânicas podem ser maiores do que para crescimento ótimo. Assim, por exemplo, as exigências do zinco para a espermatogênese e desenvolvimento testicular de carneiro são maiores do que para o crescimento. Similar situação ocorre com o cobre e manganês para ovelhas no período reprodutivo (Underwood, 1981). Novos trabalhos têm demonstrado o efeito da nutrição sobre a função imune. As deficiências de cobre e zinco alteram várias funções do sistema imunológico (Suttle & Jones, 1989; Spears, 1991). Existem, portanto, indicações de que as exigências desses elementos devem ser maiores na fase de formação do sistema imunológico do que na de crescimento.

Composição mineral de algumas forrageiras tropicais

Nas regiões tropicais, o rebanho bovino obtém a maior parte dos nutrientes necessários para o seu desempenho das forrageiras. Todavia, a maioria das pastagens está na região de Cerrados, nas áreas de menor fertilidade ou em áreas marginais, deficientes em macro e microelementos, muitas delas, exploradas de maneira extrativista, tendo, como consequência, o processo de degradação (Corrêa, 1999), quando não houve preocupação com a manutenção da fertilidade do solo. Tal situação tem contribuído para que a pecuária de corte apresente, há décadas, índices zootécnicos muito baixos (Corsi, 1986).

Os principais minerais deficientes nas forrageiras tropicais, nativas ou cultivadas são fósforo, sódio, zinco, cobre e iodo. Em algumas áreas, também cobalto e selênio. O cálcio, magnésio e enxofre não representam problema de maneira geral, e deve-se estar atento ao excesso de ferro e manganês (Sousa, 1978; Sousa et al., 1981, 1983, 1985a,b; Sousa & Darsie, 1986). Como ilustração, em um estudo feito em *Brachiaria decumbens* na região central de Cerrados (Sousa et al., 1986), os minerais apresentaram os seguintes valores médios nos períodos de chuva e seca: Ca = 0,22% e 0,23%; P = 0,11% e 0,09%; Mg = 0,16% e 0,20%; K = 1,13% e 0,27%; Na = 76,9 mg/kg e 28,6 mg/kg; Fe = 197 mg/kg e 587 mg/kg; Mn = 151 mg/kg e 157 mg/kg; Zn = 4,74 mg/kg e 4,59 mg/kg; Cu = 2,20 mg/kg e 4,6 mg/kg.

No Pantanal, estudos demonstraram a existência marcante da deficiência de fósforo, cálcio, magnésio, zinco e cobre e toxidez de ferro e manganês no período chuvoso, nas sub-regiões de Nhecolândia e Paiaguás e Miranda (Brum et al., 1987a, 1987b; Pott et al., 1987; Pott et al., 1989a, 1989b, 1989c, 1989d). Levantamento do valor nutritivo de plantas forrageiras nativas, arbustos, árvores e ervas não-gramíneas, consumidas por bovinos, demonstrou teores altos de cálcio, magnésio, potássio, ferro, manganês, zinco e proteína (Pott & Pott, 1987). Animais ingerindo dieta variada (na qual algumas plantas apresentam concentração elevada de nutrientes específicos) apresentam menores riscos de deficiência de minerais, ao contrário do que ocorre em bovinos pastejando áreas formadas por uma só espécie de gramínea, onde a deficiência de minerais se soma ao aumento dos requisitos ocasionados pelo maior desempenho. Lucci et al. (1984) coletaram amostras de pastagens em dezoito regiões para análise

de selênio, e encontraram teores médios de $0,076 \pm 0,041 \mu\text{g/g}$ no período de chuva e de $0,042 \pm 0,40 \mu\text{g/g}$ no período de seca.

Levantamentos como esses foram importantes para a evolução da pecuária no cerrado central, servindo de base para correção de desequilíbrios e carências por meio da suplementação mineral.

Os resultados de análise de elementos minerais das principais forrageiras analisadas na Embrapa Gado de Corte encontram-se resumidos na Tabela 2. São teores médios da composição química nos períodos seco e chuvoso, avaliação nutricional e desempenho de bovinos.

Tabela 2. Concentração média estacional de elementos minerais em diferentes espécies cultivadas na Embrapa Gado de Corte, relativa aos anos de 1987 a 1991.

Espécie forrageira	Ca (%)		P (%)		Mg (%)		S (%)		K (%)	
	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
<i>B. brizantha</i>	0,29	0,40	0,13	0,11	0,29	0,37	0,14	0,12	1,86	1,16
<i>B. decumbens</i>	0,26	0,33	0,13	0,09	0,26	0,26	0,13	0,12	1,74	1,15
<i>B. humidicola</i>	0,30	0,26	0,14	0,11	0,20	0,25	n.d.	n.d.	0,76	0,30
Colonião	0,26	0,46	0,17	0,12	0,22	0,29	0,17	0,16	1,74	1,30
Tobiatã	0,27	0,40	0,14	0,10	0,19	0,22	0,15	1,13	1,68	1,29
Tanzânia	0,30	0,43	0,15	0,11	0,24	0,28	0,15	0,13	1,66	1,22

Espécie forrageira	Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Na (mg/kg)	
	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
<i>B. brizantha</i>	406	n.d.	107	n.d.	20	25	6,0	6,0	58	43
<i>B. decumbens</i>	223	251	189	201	21	20	5,4	5,2	97	89
<i>B. humidicola</i>	441	160	265	222	27	29	3,8	2,7	2465	1214
Colonião	281	446	102	203	22	24	8,9	8,5	99	96
Tobiatã	960	1929	142	157	18	17	9,7	8,7	46	57
Tanzânia	200	570	145	267	16	15	6,8	6,8	79	94

n.d. - não determinado

As pastagens, base da dieta animal, são sistemas complexos, nos quais estão inter-relacionados fatores como o solo e a atmosfera, fornecendo fontes básicas para a produção das plantas e estas, por sua vez, para a produção animal. As propriedades físicas, químicas e biológicas das pastagens são muito variáveis e dinâmicas e altamente afetadas pelo manejo em que lhe é aplicado. O manejo é a chave para o funcionamento geral do sistema e do retorno de nutrientes. Quando a pastagem é submetida a períodos de descanso, ou rotação com cultivo agrícola, há uma regeneração do solo. Assim, essas ações que visam à produtividade devem ser somadas à adubação adequada, para garantir a boa condição nutricional das plantas, e ao correto ajuste da lotação, para a adequada manutenção do solo, pastagem e nutrição do rebanho.

A suplementação mineral

Para bovinos mantidos exclusivamente em pasto, a suplementação de minerais é feita, geralmente, em cochos, sempre cobertos, colocados em locais estratégicos do pasto e regularmente abastecidos. A mistura mineral deve estar sempre à disposição no cocho, pois o consumo, para ser efetivo na suplementação das exigências, tem de ser contínuo.

Um dos problemas relacionados com o fornecimento de misturas minerais à vontade nos cochos é que o consumo é variável e errático. O sal comum (NaCl), por ser palatável e bem aceito, é um importante veículo para ingestão de outros minerais, sendo então incorporado na proporção de 30% a 50% da mistura total. No entanto, deve-se atentar para o fato de que o cloreto de sódio também limita o consumo do suplemento mineral: considera-se que em média o animal lambe o sal até satisfazer as necessidades de sódio, quando então perde o apetite pela mistura oferecida no cocho.

A quantidade de mistura mineral ingerida diariamente é o fator mais importante a ser considerado na suplementação de bovinos mantidos em pasto. As fazendas devem estabelecer um controle para estimativa de consumo médio diário, pois só assim será possível avaliar a suplementação. Numa fase inicial, quando ainda não há controle de ingestão, pode-se tomar como base que os bovinos adultos de corte, geralmente, consomem de 20 g a 40 g de sal comum/dia e, com base nessa proposição, estima-se o consumo potencial, se o suplemento for misturado com sal.

Por exemplo, se um suplemento traz a recomendação de diluição de uma parte de sal comum para duas partes de suplemento, isto significa que a mistura teria 33,3% de sal e, portanto, para consumir 25 g de sal o bovino teria que ingerir 75 g da mistura total. Com base nesse raciocínio, torna-se possível verificar que as diluições maiores do suplemento, visando à economia, podem ser prejudiciais, pois a quantidade de suplemento consumida seria reduzida. Deve-se ter sempre em mente que quanto maior o nível de sal na mistura menor o seu consumo. As recomendações dos fabricantes de suplementos minerais devem ser sempre seguidas, mas torna-se também necessário o estabelecimento do controle da quantidade dos diferentes elementos minerais fornecidos pela mistura, para caracterizar o potencial de atendimento das exigências nutricionais dos bovinos.

Os suplementos minerais comerciais, já prontos para um tipo específico de categoria, nunca devem ser diluídos. Eles têm na embalagem o rótulo de garantia com a concentração dos elementos minerais (grama ou miligrama por quilo da mistura) e os ingredientes que compõem a mistura. Seria uma boa orientação para o pecuarista que consumo esperado do suplemento constasse também do rótulo. Embora o consumo da mistura mineral varie com a fertilidade do solo, qualidade e manejo das pastagens, o pecuarista deve sempre ter o cuidado de controlar o fornecimento da mistura mineral, assegurando a qualidade da suplementação às exigências das categorias a serem suplementadas.

Características recomendadas para uma mistura mineral completa e de boa qualidade (McDowell & Conrad, 1977)

- Conter, no mínimo, de 6% a 8% de fósforo total, o que significa uma ingestão média diária de 3 g a 4 g de fósforo para o consumo de 50 g da mistura. Em pastagens com teores muito baixos de fósforo, a mistura mineral deve ter pelo menos cerca de 8% a 10% de P. Esse teor pode ainda ser insuficiente para vacas de cria, que devem necessitar da suplementação de 7 a 9 g P/dia. O restante para complementar as exigências é fornecido pela pastagem.
- A relação Ca:P na mistura não deve se distanciar muito de 2:1. Os teores de Ca nas forrageiras do tipo *Brachiarias* sp. variam entre 0,22% e 30% nas águas e de 26% a 40% na seca; *Panicum* sp. de 0,26% a 0,30% nas águas e de 0,40% a 0,46% na seca. Conhecendo essas concentrações e verificando que as de Ca são adequadas na dieta de animais sob pastejo, pode-se utilizar o fosfato bicálcico com relação Ca:P de 1,3:1 sem

prejuízo para os animais. No entanto, devem-se estar atentos a misturas comerciais, que algumas vezes, com intuito de manter a relação correta, extrapolam, e muito, essa relação.

- A mistura mineral deve fornecer 100% das exigências para cobalto, cobre, iodo e zinco e, dependendo da região, o manganês.
- A mistura deve prover ingredientes de alta qualidade, com boa disponibilidade biológica dos elementos fornecidos. Existe uma tabela das fontes de minerais e sua biodisponibilidade (NRC, 1996; McDowell & Conrad, 1977);
- Deve ser formulada de modo que a palatabilidade permita um consumo concordante com as exigências do animal (uso de 1% a 2% de melaço ou outro palatabilizante).
- Deve ter origem idônea, com garantia de controle de qualidade em relação à exigência do animal. Não deve incluir ingredientes com elementos tóxicos em níveis que possam trazer riscos à saúde animal, como F, chumbo (Pb), cádmio (Cd), arsênio (As) e mercúrio (Hg).
- Os ingredientes devem possuir tamanho de partículas e características físicas que permitam uma mistura uniforme e sem separação de ingredientes.
- As formulações devem ser feitas considerando a região envolvida, o nível de produção animal (animais que exigem alta eficiência na fase de crescimento, os requisitos de zinco, para touros e vacas em produção na região de Cerrados, podem ser dobrados) e as condições climáticas, combinando qualidade e economia.

Uso da mistura mineral

Inúmeros fatores se inter-relacionam para uma adequada utilização de misturas minerais, entre eles, a exigência animal e a época do ano. No período chuvoso, há melhor oferta de energia e proteína pela forrageira, e é maior a exigência de minerais (a resposta à suplementação de fósforo é evidente); no período seco, baixa a oferta dos nutrientes, e conseqüentemente as exigências minerais são reduzidas, ao menos para animais de recria e engorda que estão em manutenção ou mesmo perdendo peso. Sistemas intensivos de produção em pasto, muitas vezes requerem o uso de misturas múltiplas, aquelas que contêm na sua formulação fontes de proteínas e energia, para manter o nível adequado de desenvolvimento/manutenção do animal no período seco.

A suplementação de minerais deve levar em consideração a faixa de ganho esperada. É importante considerar que o animal não possui reservas prontamente

disponíveis de alguns elementos minerais, que devem ser fornecidos diariamente, como é o caso do sódio e do zinco.

Finalmente, deve-se ter em mente que uma suplementação adequada é a forma de suprir aos animais os nutrientes minerais necessários para corrigir as deficiências ou desequilíbrios de sua dieta, na quantidade necessária e na época certa. Assim, para uma mistura mineral ser adequada, é importante que contenha os elementos deficientes ou marginais na região, considerando o tipo da pastagem, ou dieta do rebanho. Daí, volta-se a repetir que uma nutrição mineral apropriada é um fator que pode contribuir bastante para o aumento de produção e melhoria da relação custo:benefício do sistema de produção de carne e leite em pasto.

Referências bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, England). **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Farnham Royal: CAB, 1980. p. 228-229.

ANDERSON, R. A. Chromium. In: MERTZ, W. **Trace elements in human and animal nutrition**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1987. v. 1. p.232.

ANKE, U.; GROPPPEL, B.; GRÜN, M.; KRONEMANN, H. Die Mangan-, Zink-, Kupfer- und Kadmiumversorgung bzw. -belastung des Schalenwildes in DDR. **Beiträge zur Jagd- und Wildforschung**, Leipzig, 1978, n. 11, p. 1-45.

BRUM, P. A. R.; SOUSA, J. C.; COMASTRI FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-grossense. 1. Cálcio, fósforo e magnésio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 9/10, p. 1039-1048, set./out. 1987a.

BRUM, P. A. R.; SOUSA, J. C.; COMASTRI FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás no Pantanal Mato-grossense. 2. Cobre, zinco, manganês e ferro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 9/10, p. 1049-1060, set./out. 1987b.

CORRÊA, L. de A. Produção de gado de corte em pastagens adubadas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p. 81-94.

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-512.

GEORGIEVSKII, V. I.; ANNEKOV, B. N.; SAMOKHIN, V. T. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworth, 1982. p. 11-56.

HERD, D. B. Mineral supplementation of beef cattle in Texas. Yahoo. Disponível em: <<http://www.jci.net/~sharonw/Ranching/minral.html>> Palavra-chave: mineral supplementation. Acesso em: 12 nov.1997.

LITTLE, D. A. Utilization of minerals. In: HACKES, J.B. **Nutritional limits to animal production from pastures**. Proceedings of an International Symposium Sta. Luci, 1981, Queensland, Farnham Royal: CSIRO, 1981. p. 259-83.

LUCCI, C. S.; MOXON, A. L.; ZANETI, M. A.; FRANZOLIN NETO, R.; MARCOMINI, D. G. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. II. Níveis de selênio nas forragens e concentrados. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**. São Paulo, v. 21, n. 1, p. 71-76, 1984.

McDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H. Trace mineral nutrition in Latin American. **World Animal Review**, Gainesville, v. 24, p. 24, 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Minerals, 6. ed. rev. Washington: National Academic Press, 1994. p. 11-23.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Minerals, 7. ed. rev. Washington: National Academic Press, 1996. p. 54-69.

POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; ALMEIDA, I. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; DYNIA, J. F. Nutrição mineral dos bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 1. Levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 9/10, p. 1093-1109, set./out. 1987.

POTT, E. B.; POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Paiaguás do Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 11/12, p. 1293-1299, nov./dez. 1987.

POTT, E. B.; POTT, A.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P. A. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; TULLIO, R. R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes no baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1361-1368, nov. 1989a.

POTT, E. B.; POTT, A.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P. A. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; TULLIO, R. R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de micronutrientes no baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1369-1380, nov. 1989b.

POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; ALMEIDA, I. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes na região de Aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1381-1395, nov. 1989c.

POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; ALMEIDA, I. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de micronutrientes na região de Aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1397-1411, nov. 1989d.

SOUSA, J. C. Os requerimentos minerais dos bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA RUMINANTES NO BRASIL. 1978, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1978. p. 64-68.

SOUSA, J. C.; CONRAD, G. L.; BLUE, W. G.; AMMERMAN, C. B.; McDOWELL, L. R. Inter-relações entre minerais no solo, planta forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1397-1411, nov. 1981.

SOUSA, J. C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. 2. Ferro e manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 7, p. 763-769, jul. 1986.

SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; RESENDE, A. M.; ROSA, I. V.; CARDOSO, E. G.; GOMES, A.; COSTA, F. P.; OLIVEIRA, A. R.; COELHO NETO, L.; CURVO, J. B. E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagem de capim Colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 311-318, mar. 1983.

SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; ROSA, I. V.; CARDOSO, E. G. Suplementação sazonal de fósforo a novilho de corte em pastagem adubada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 8, p. 981-990, ago. 1985a.

SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M.; EUCLIDES, V. P. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim Colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 259-269, fev. 1985b.

SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; VIANNA, J. A. C.; NUNES, V. A.; SCHENK, J. A. P.; ROSA, I. V.; GUIMARÃES, E. D. Suplementação mineral de bovinos com doença periodontal (Cara Inchada). I. Aspectos nutricionais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 1-16, fev. 1986.

SPEARS, J. W.; KEGLEY, E. B. Effect of zinc and manganese methionine of performance of beef cows and calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, suppl., p. 59, 1991. Abstract.

SUTTLE, N. F.; JONES, D. G. Recent developments in trace element metabolism and function: trace elements disease resistance and immune responsiveness in ruminant. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 119, p. 1055-1061, Jan. 1989.

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

UNDERWOOD, E. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic Press, p. 111. 1981.