

**ASPECTOS DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL
DE BOVINOS DE CORTE**



ASPECTOS DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL
DE
BOVINOS DE CORTE

Júlio César de Sousa
Eng^o Agr^o, MS, PhD



EMBRAPA

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
Campo Grande. (MS)

Comitê de Publicações

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte

Rodovia BR-262, km 4 - Caixa Postal, 154

Telefone: (067)382-3001 Telex: 672153

79.100 - Campo Grande, MS

Souza, Júlio César de.

Aspectos de suplementação mineral de bovinos de corte. Brasília, EMBRAPA-DID, 1981.

50p. (EMBRAPA - CNPGC. Circular Técnica, 5).

1. Bovinos de Corte - Nutrição - Minerais. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. III. Título. IV. Série.

CDD 636.085

SUMÁRIO

	Pág.
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	05
2. <u>EXIGÊNCIAS MINERAIS PARA BOVINOS DE CORTE</u> ..	06
3. <u>SINAIS DE DEFICIÊNCIA E FONTES DE MINERAIS</u> <u>PARA SUPLEMENTAÇÃO</u>	09
3.1. CÁLCIO	09
3.2. FÓSFORO	11
3.3. SÓDIO E CLORO	13
3.4. POTÁSSIO	15
3.5. MAGNÉSIO	18
3.6. ENXOFRE	19
3.7. ZINCO	21
3.8. COBALTO	22
3.9. IODO	24
3.10. FERRO	25
3.11. COBRE E MOLIBDÊNIO	27
3.12. MANGANÊS	29
4. <u>AVALIAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVI-</u> <u>NOS DE CORTE</u>	31
5. <u>EFEITO DA ÉPOCA DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL</u> ...	33

	Pág.
6. <u>PROBLEMAS DA MINERALIZAÇÃO</u>	34
7. <u>CÁLCULO DE UMA FÓRMULA MINERAL</u>	35
8. <u>CONSIDERAÇÕES SOBRE AS MISTURAS COMERCIAIS</u> .	39
9. <u>AVALIAÇÃO DE UMA FÓRMULA MINERAL HIPOTÉTICA</u>	40
10. <u>LITERATURA CITADA</u>	46

1. INTRODUÇÃO

Os minerais são componentes essenciais nas dietas de todos os animais e têm grande influência na produção e na produtividade do gado de corte. Cerca de 5% do peso total do corpo do animal (Tabela 1) é constituído de minerais.

TABELA 1. Composição do corpo animal

	Matéria Natural (%)	Matéria Desengordurada (%)
Água	57	75
Proteína	18	20
Gordura	21	0
Mineral (cinza)	4	5
Carboidratos	< 1	< 1
	100	100

Alguns dos elementos minerais são exigidos em quantidades relativamente grandes e são frequentemente chamados de macroelementos, enquanto outros, exigidos em quantidades muito pequenas, são chamados de microelementos. A palavra microelemento não quer dizer que estes minerais são menos importantes; indica apenas a quantidade relativamente pequena destes minerais presentes no corpo e na exigência dietética do animal (Ammerman, 1977).

Macroelementos: Ca, P, Mg, K, Na, Cl e S

Microelementos: Fe, Mn, Cu, I, Co, Zn, Se e Mo.

Outros microelementos que talvez sejam essenciais são: flúor, vanádio, níquel, cromo, prata e silício. Não têm sido encontradas deficiências destes elementos nos animais domésticos. Estes minerais não serão discutidos em detalhes, nesta oportunidade.

As deficiências minerais são geralmente encontradas em áreas problema e estão relacionadas com o solo e com sua disponibilidade de minerais para as plantas. Ser- veras deficiências de vários elementos minerais têm sido observadas com animais em pastejo; entretanto, estas deficiências não são comuns em animais confinados que recebem dietas balanceadas (Ammerman, 1977).

2. EXIGÊNCIAS MINERAIS PARA BOVINOS DE CORTE

As exigências de minerais para bovinos de corte foram estabelecidas pelo "National Research Council"(1976) e são mostradas na Tabela 2. Os valores apresentados representam a melhor estimativa disponível na literatura para a exigência mínima de cada mineral. Muitos nutricionistas usam valores mais altos de minerais, em condições práticas, que podem ser considerados como valores permitidos na dieta, em vez de exigência.

Os níveis de nutrientes minerais na dieta podem modificar as respostas do animal, desde que estes níveis se apresentem deficientes, ótimos ou em condições tóxicas. À proporção que se aumentam os níveis de um determinado mineral em uma dieta deficiente deste elemento,

TABELA 2. Exigências dietéticas de minerais para vacas de corte (valores expressos em matéria seca) para um consumo de 10 kg de matéria seca (MS) por dia¹

	VACAS SECAS	VACAS EM LACTAÇÃO	NÍVEIS TÓXICOS
	% NA DIETA		
Cálcio	0,18	0,25 - 0,44 ^a	-
Fósforo	0,18	0,25 - 1,39 ^a	-
Sódio	0,06	0,06	-
Cloro ^b	-	-	-
Magnésio	0,04 - 0,10 ^c	0,18	-
Potássio	0,6 - 0,8 ^c	0,6 - 0,8 ^c	-
Enxofre	0,1 ^c	0,1 ^c	-
ppm ou mg/kg			
na dieta			
Ferro	10 ^c	10 ^c	> 400
Manganês	20	20 ^d	> 2.500
Cobre	4 ^c	4 ^c	> 15 c/baixo Mo
Zinco	20 - 30 ^e	20 - 30 ^e	> 2.000
Cobalto	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	> 150
Iodo	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	> 50
Selênio	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	> 5
Molibdênio ^e			> 10 c/baixo Cu

¹ N.R.C., Nutriente Requirements of Beef Cattle, 1976.

^a Níveis mais altos de cálcio e fósforo são requeridos para vacas em lactação (aproximadamente 2 g de fósforo para cada litro de leite produzido).

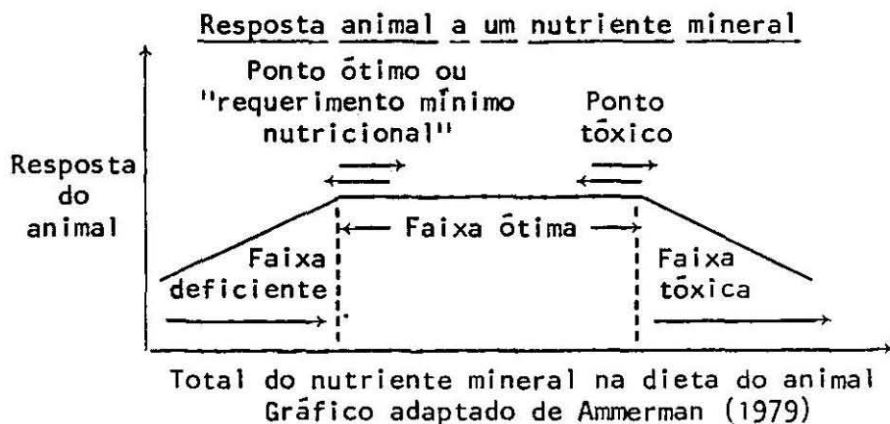
^b O requerimento de cloro será atendido pelo fornecimento de cloreto de sódio.

^c Os valores mostrados foram obtidos com novilhos em crescimento, novilhos em terminação e novilhas.

^d Valores obtidos com vacas secas, em gestação.

^e Altos níveis de molibdênio na dieta aumentam os requerimentos de cobre entre 3 e 5 vezes.

existe um ponto em que este nível passa de deficiente para ótimo. Este ponto ótimo é obtido com uma quantidade mínima do mineral na dieta; esta quantidade de mineral recebe o nome de "exigência mínima". Quantidades menores do que essa podemos dizer que estão na "faixa deficiente" ou simplesmente são deficientes. A quantidade de nutriente mineral pode ser aumentada dentro de certos limites, sem que haja modificação da resposta animal; a estes limites podemos chamar de "faixa ótima" para administração do referido nutriente mineral. Entretanto, se continuarmos a aumentar ainda mais os níveis do mineral na dieta do animal chegaremos a um ponto em que saímos da faixa ótima e atingimos o nível tóxico daquele elemento, onde a resposta animal passa a diminuir à proporção em que se aumenta o nível dietético daquele nutriente, atingindo o que podemos chamar de "faixa tóxica". O gráfico seguinte representa de maneira mais simples o que escrevemos acima:



A exigência mínima ou ponto ótimo, assim como o ponto tóxico, podem ser deslocados para a direita ou para a esquerda de acordo com o potencial de crescimento do animal, função do animal (ex.: vaca seca e vaca em lactação), tratamento previamente recebido, idade, doenças anteriores, condições de meio ambiente, "stress", desequilíbrio nutricional de outros nutrientes, etc. Todas estas causas podem afetar tanto o ponto ótimo como o ponto tóxico dos nutrientes minerais.

3. SINAIS DE DEFICIÊNCIA E FONTES DE MINERAIS PARA SUPLEMENTAÇÃO

3.1. CÁLCIO

Quase 99% do cálcio existente no organismo encontra-se nos ossos e nos dentes dos animais. Portanto, uma das mais importantes funções do cálcio é na formação dos ossos e dos dentes. Entretanto, o cálcio é um elemento essencial na constituição de todas as células vivas. Seu modo de ação não é muito claro, mas parece que exerce uma ação diminuindo a permeabilidade das membranas das células e a irritabilidade em geral. Seus efeitos neuromusculares são mostrados nos animais superiores pelo desenvolvimento de irritabilidade e tetania, quando há um declínio do conteúdo de cálcio no sangue. A contração dos músculos, inclusive a alternância da contração e o relaxamento dos músculos do coração, que constitui a batida do coração, depende de estar sendo banhado com sangue ou

linfa contendo quantidades fisiologicamente normais de cálcio.

O cálcio é também necessário para a coagulação do sangue. É prática normal nos laboratórios "quelar" o cálcio com um produto, tal como citrato ou oxalato, para prevenir a coagulação do sangue. Assim sendo, na ausência do cálcio, o sangue não se coagula. Quando vacas de alta produção leiteira retiram cálcio do sangue muito rapidamente, durante o processo de formação do leite, aparece nesses animais a febre do leite ou tetania do leite.

Quando há deficiência de cálcio na dieta ou baixa utilização do cálcio presente (vitamina D é importante na utilização de cálcio), os animais em crescimento apresentam deformações ósseas, fraturas, etc.

Em contraste com o fósforo, a deficiência de cálcio em gado de corte é comparativamente rara de acontecer. Entretanto, já foi detectada deficiência de cálcio em gado de corte no Pantanal Matogrossense (Brum et al., 1980) e no Território Federal de Roraima, através de análises de forrageiras e de ossos de bovinos daquelas regiões. Quando os garrotes são alimentados com altas quantidades de concentrados e limitadas porções de feno, o consumo de cálcio é insuficiente para proporcionar bom ganho de peso e ótimo desenvolvimento dos ossos. A adição de cálcio a dietas deficientes de novilhos aumenta a taxa de ganho, melhora a utilização dos alimentos, resultando em ossos mais fortes, pesados e com alta por-

centagem de cinza. Animais mais novos exigem concentração mais alta de cálcio na dieta e, à proporção que os ossos são formados, as exigências de cálcio tendem a decrescer.

A melhor fonte natural de cálcio são as leguminosas. Os grãos de cereais possuem baixa quantidade de cálcio. As fontes de cálcio normalmente usadas são calcário, farinha de ostra e outras. Também o cálcio é encontrado em associação com o fósforo em diversos compostos, tais como: fosfato bicálcico, farinha de osso e outros.

3.2. FÓSFORO

O segundo mais abundante elemento mineral encontrado no corpo animal é o fósforo. Mais de 80% de fósforo encontrado no corpo está associado com o cálcio nos ossos e nos dentes. O fósforo entra em várias reações no organismo animal, que estão relacionadas com o despendimento de energia proveniente de gorduras e carboidratos consumidos. A formação intermediária de lecitinas está relacionada com o metabolismo das gorduras. O fósforo participa ativamente no metabolismo dos carboidratos no animal, através da formação de hexose fosfato e outros complexos fosfatados similares, assim como nos processos de fermentação. O fósforo é ainda muito importante no controle ácido/base do organismo, na absorção de açúcares através das paredes intestinais e como constituintes dos fosfolipídeos, presentes em todos tecidos do corpo

(Perry, 1979).

Fósforo e cálcio têm um definido relacionamento entre si além da função conjunta de formação dos ossos e dentes. Para uma boa utilização de ambos, cálcio e fósforo, precisam estar presentes na dieta em proporções adequadas. Em bovinos de corte, esta relação pode ser de duas partes de cálcio para uma parte de fósforo. Também a presença de vitamina D é muito importante para uma boa utilização de cálcio e fósforo. A vitamina D está diretamente relacionada com a absorção do cálcio e do fósforo através da parede do intestino delgado e com a deposição do cálcio e do fósforo no tecido ósseo.

Na ausência do fósforo, os animais desenvolvem uma condição conhecida como apetite depravado, em que passam a roer ossos e comer elementos estranhos a sua dieta (Thompson & Werner, 1976). Usualmente, numa adiantada condição de deficiência de fósforo, os bovinos perdem peso e tornam-se frequentes as fraturas de ossos dos animais do rebanho. Além disto há uma considerável diminuição da fertilidade do rebanho. Maiores detalhes foram publicados por Sousa et al. (1979).

O cálcio, no sangue, está sob eficiente controle homeostático; portanto, a análise de cálcio no soro sanguíneo não tem grande valor para se determinar a deficiência de cálcio no animal. O melhor tecido para se determinar cálcio e fósforo é o tecido ósseo. Todavia, o fósforo pode ser determinado no soro sanguíneo com rela-

tiva precisão. No osso, os minerais cálcio e fósforo encontram-se sob a forma de:

hidroxiapatita ($3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$),

fluorapatita ($3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$) e

cloroapatita ($3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$).

O fósforo é o elemento mais caro da suplementação mineral e quase sempre representa mais de 60% do valor de uma boa mistura mineral. Algumas fontes naturais de fósforo são os grãos de cereais. Outras fontes de fósforo são a farinha de ossos, o fosfato bicálcico, fosfato de rocha, etc.

3.3. SÓDIO E CLORO

O sódio é o elemento mais deficiente universalmente entre todos os minerais. Praticamente nenhuma ração comum de bovino contém a adequada quantidade deste elemento. Animais com deficiência de sal são esguios, consomem menos alimentos e são capazes de fazer longas caminhadas para receber sal. Os animais carnívoros recebem adequadas quantidades de sal através do consumo de tecido de outros animais. A dieta dos herbívoros é relativamente baixa em sódio e alta em potássio (Perry, 1979). A ingestão de potássio causa um aumento na excreção de sódio pela urina. Assim sendo, a exigência de sódio pelos ruminantes torna-se mais alta devido a essa excreção, provocada pelo aumento dos níveis dietéticos de potássio. A função mais importante do sódio no organismo animal é,

sem dúvida, a regulação da pressão osmótica. É esta pressão que permite a movimentação de certos ingredientes através da parede celular. A pressão osmótica está também envolvida no movimento de líquidos. Um exemplo da falta de pressão osmótica é quando há deposição de líquido em certas áreas do corpo, como pernas ou braços. Esta condição leva à formação de edemas.

Embora exista uma relação entre sódio e cloro, os íons de cloro têm um número de funções que lhes são peculiares e que são completamente independentes das funções do sódio. Por exemplo, o cloro é encontrado como constituinte do suco gástrico na forma de ácido clorídrico. A perda de suco gástrico por vômitos pode causar uma "alkalosis" devido a um excesso de bicarbonato, isso porque as perdas de cloro são substituídas em parte por bicarbonato.

Sódio e cloro são prontamente supridos pelo sal comum, entretanto, devido a relaxamento do manejo, de vez em quando o sal é deixado fora da dieta. Deficiências desses elementos resultam na perda de apetite, perda de peso ou ganho de peso muito abaixo do normal. O armazenamento do cloreto de sódio no organismo é limitado, devendo os animais receber constantemente suplementação destes dois elementos (Loosli & Ribeiro, 1976). Os trabalhos de pesquisa de minerais que estão sendo desenvolvidos no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA), localizado em Campo Grande - Mato Grosso do

Sul, mostram que as pastagens do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Território Federal de Roraima apresentam baixíssimos níveis de sódio, sendo capazes de atender entre 5 e 30% das exigências mínimas de sódio dos bovinos em pastejo (Sousa, 1978; Conrad et al., 1978).

3.4. POTÁSSIO

É um membro do grupo dos metais alcalinos, tais como, lítio, sódio, rubídio, césio e frâncio. Estes minerais são altamente reativos e são sempre encontrados em combinação com outros elementos. Quimicamente, ele é muito parecido com o sódio e é associado com este elemento em muitos processos biológicos.

Potássio é o terceiro mineral mais abundante no organismo animal, sendo superado apenas pelo cálcio e fósforo. Em contraste com o sódio, que fica principalmente nos fluídos extra-celulares o potássio está presente principalmente no interior das células. As células sanguíneas ou eritrócitos contêm aproximadamente 25 vezes mais potássio do que o plasma. Desde que o potássio é encontrado em todas as células, os órgãos ou tecidos do corpo com maior número de células conterá também a maior quantidade de potássio. Aproximadamente 67% do potássio no organismo encontra-se nos músculos e na pele (Thompson & Andrade, 1976).

O potássio é um mineral absolutamente essencial à vida. Animais jovens apresentam crescimento retardado e

morrem em poucos dias se receberem dietas deficientes neste mineral. Este mineral é o principal elemento no controle da pressão osmótica, no equilíbrio ácido-base, age fornecendo base para neutralização de tecidos no equilíbrio iônico existente entre potássio, sódio, cálcio e magnésio, no controle do balanço de água no corpo, como co-fator de diversas enzimas, transferência de energia, síntese de proteína, metabolismo de carboidratos e ainda como importante componente de produtos animais como leite, carne e ovos. Tem sido observada influência do potássio na absorção de aminoácidos pelas células. Este fato pode ser a base da influência deste mineral no crescimento animal.

O fígado é o órgão mais importante na manutenção e controle (homeostase) do potássio. Este controle é exercido através de um hormônio da glândula adrenal (aldosterona). Este hormônio favorece a reabsorção de sódio e a excreção do potássio. Na falta deste hormônio haverá um excesso de perda de sódio e retenção de potássio; se houver excesso de aldosterona haverá uma excessiva reabsorção de sódio e perda de potássio pela urina. No caso de "stress" a atividade da glândula adrenal aumenta produzindo mais hormônio. Assim sendo, o fígado tende a conservar o sódio e a aumentar a excreção de potássio. Como resultado há uma excessiva perda de potássio do organismo, devido à resposta do controle do mecanismo animal. O mais severo caso de "stress" é no transporte de

animais em caminhões ou vagões de estrada de ferro. Durante este período, o animal excreta grande quantidade de potássio de suas reservas. A deficiência de potássio causa diminuição de crescimento, fraqueza muscular, paralisia, diminuição do apetite, acidez intracelular e desordens nos nervos. As reservas de potássio do animal são pequenas, constituindo-se do que é armazenado nos músculos e nos nervos, onde estas quantidades são vitais para as funções normais das células.

Uma vaca com cerca de 500 kg de peso vivo, consumindo forrageiras irá ingerir de 200-400 g de potássio e poderá consumir até mais de 500 g/dia desde que a dieta seja de forrageiras bem verdes. Este consumo equivale a 1 kg/dia de cloreto de potássio. Isto mostra que, sob condições normais, os bovinos estão adaptados ao consumo de quantidades excessivas de potássio. A quantidade tóxica de potássio para um determinado animal, depende do equilíbrio de sódio e cloro no momento da administração do potássio. Podemos, entretanto, afirmar que não existe problema de toxidez com potássio em condições práticas (Sousa et al., 1978).

Bovinos com deficiência de potássio costumam roer estacas ou casca de árvores. O problema de deficiência de potássio é mais comum em animais confinados com dietas à base de grãos, isto porque os grãos são relativamente pobres neste mineral (Robert & Omer, 1965). O "National Research Council" (1976) afirma que os requerimen-

tos de potássio para gado de corte ainda não foram criticamente determinados, mas os níveis ótimos para o desenvolvimento dos bovinos estão entre 0,6-0,8 por cento da matéria seca da dieta. Isto é, uma vaca seca que pese 450 kg e consuma 10 kg de matéria seca necessita consumir 80 g de potássio por dia.

3.5. MAGNÉSIO

Magnésio está intimamente associado com cálcio e fósforo, nos tecidos e no metabolismo do corpo animal (Viana, 1976). Aproximadamente 70% do magnésio do organismo está presente no esqueleto e o restante distribuído nos fluídos e nos tecidos moles. Este mineral é um constituinte normal dos ossos, dentes e sistema enzimático.

No Brasil não se tem notícia, até o presente momento, da deficiência de magnésio, entretanto níveis séricos abaixo do normal já foram encontrados em Mato Grosso do Sul e no Território Federal de Roraima, em pesquisas que estão sendo realizadas naquelas regiões pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Porém, não se tem notícia da ocorrência da deficiência deste mineral através do sintoma típico chamado tetania das pastagens, que se caracteriza por baixo nível de magnésio no soro sanguíneo e níveis normais de cálcio e fósforo. Animais com tetania das pastagens apresentam cerca de 0,1 mg de magnésio por 100 ml de soro, enquanto animais sadios a-

presentam de 2 a 4 mg/100 ml. Normalmente esta deficiência é encontrada em regiões de clima frio e temperado, como em alguns países da Europa, Estados Unidos e outros.

As exigências de magnésio estão em torno de 0,06 por cento da dieta total. A maioria dos alimentos possui mais de 0,10 por cento de magnésio na base da matéria seca. Se o consumo de outros minerais for balanceado, é pouco provável a ocorrência de deficiência de magnésio em gado de corte criado em nossas pastagens tradicionais. Entretanto, as vacas leiteiras quase sempre necessitam suplementação com magnésio. Devido as suas altas produções leiteiras, as exigências chegam a 0,20 por cento, dependendo da produção de cada animal. Em condições normais, um animal que pese 450 kg e consuma 10 kg de matéria seca, necessita de 6 g de magnésio por dia ou de aproximadamente 10 g de óxido de magnésio; para atender a 100% das exigências nutricionais mínimas.

3.6. ENXOFRE

O enxofre é um dos elementos mais abundantes na natureza, entretanto, as deficiências de aminoácidos sulfurosos constituem um dos maiores problemas da nutrição animal em todo o mundo (Shirley & Mariante, 1976). O enxofre encontra-se no animal como constituinte dos ossos, cartilagem, tendões e paredes dos vasos sanguíneos. Os sintomas de deficiência de enxofre são gerais tais como: perda de peso, fraqueza, lacrimejamento e morte. No or-

ganismo as diversas formas de enxofre necessitam ser transformadas em sulfatos ou sulfitos antes de serem utilizadas pelo animal. Nos ruminantes essa transformação é feita por microorganismos do rúmen. O enxofre contido nas forrageiras depende na quase totalidade da quantidade deste elemento existente na proteína dessas forrageiras. Isto é, se a pastagem possuir grande quantidade de proteína, provavelmente possui também grande quantidade de enxofre. Normalmente as maiores deficiências de enxofre ocorrem quando as pastagens estão maduras ou passadas, ou então quando os animais estão recebendo nitrogênio não protéico, como nas suplementações com uréia, biureto, etc.

Para bovinos, a exigência varia entre 0,1 a 0,2 por cento de enxofre na dieta (Bull & Vandersall, 1973). No caso dos animais estarem recebendo uréia ou biureto, o enxofre deve ser suplementado de uma maneira tal que para cada 12 partes de nitrogênio seja fornecida uma de enxofre (N:S relação 12:1). Considerando-se uma exigência média de 0,15% na dieta, um animal que pese 450 kg e que consuma 10 kg de matéria seca necessita receber diariamente 15 g de enxofre, ou aproximadamente 16 g de "flor de enxofre". As melhores fontes de enxofre são: sulfato de sódio, sulfato de cálcio, DL-metionina, hidróxido de metionina e enxofre elementar ou "flor de enxofre". Caso haja um excesso de enxofre e molibdênio na dieta, haverá aumento nas exigências nutricionais, prin-

principalmente de cobre.

3.7. ZINCO

Em 1877 foi reconhecido que o zinco era biologicamente importante, mas até hoje não se conhecem exatamente todas as funções do zinco no organismo animal. Entretanto, sabe-se que ele é importante para as enzimas que operam no mecanismo de eliminação do gás carbônico, digestão de proteínas, mineralização dos ossos, desidrogenação de álcoois, ácido glutâmico, ácido lático e certas enzimas.

O zinco é um elemento altamente correlacionado com outros minerais. Sabe-se que um excesso de zinco interfere na função do cobre a nível de formação de compostos de ferro-porfirina do sangue, podendo causar anemia. Também o cálcio interfere com o zinco, tanto na absorção como na utilização pelo animal. Um dos principais sintomas de deficiência do zinco é a perda de pelo dos animais. Quando a deficiência torna-se muito severa aparece paraqueratose ou presença de ferimentos ou descamações da pele dos animais (Legg & Sears, 1960).

Os trabalhos de pesquisa que estão sendo conduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA) e os resultados já publicados por Sousa et al. (1981a) mostram que severas deficiências de zinco ocorrem em grande parte do Estado de Mato Grosso do Sul, inclusive no Pantanal Matogrossense, no Estado de Mato

Grosso e no Território Federal de Roraima. Normalmente, pastagens de *Brachiaria* apresentam deficiência de zinco, pelo menos é o que mostram os resultados em Mato Grosso do Sul. A suplementação de zinco tem aumentado o ganho de peso do gado de corte em pastagens de regiões deficientes desse mineral. A suplementação pode ser feita com óxido, sulfato ou carbonato de zinco, na mistura mineral. Um animal que pese 450 kg e consuma 10 kg de matéria seca por dia exige 0,5 g de zinco ou 2,203 g de sulfato de zinco diariamente.

3.8. COBALTO

Os ruminantes requerem cobalto na dieta, enquanto os não ruminantes exigem vitamina B12. A descoberta da vitamina B12 em 1948 mostrou que ela é constituída de aproximadamente 4% de cobalto (Perry, 1979). Atualmente tornou-se evidente porque os ruminantes exigem cobalto e os não ruminantes vitamina B12. Os ruminantes utilizam cobalto para produção dessa vitamina e os não ruminantes não possuem essa habilidade, portanto, necessitam receber essa vitamina já sintetizada.

A vitamina B12 cataliza a importante reação no organismo, na qual o propionato passa para succinato. Se não houver vitamina B12 a reação não se processa e o nível de propionato aumenta. Altos níveis de propionato no organismo diminuem o apetite e, em consequência, os bovinos não comem o suficiente para sua manutenção. Se a

deficiência continuar por um longo período, os animais emagrecem e muitas vezes morrem se não receberem cobalto na dieta. Além da perda de apetite, os bovinos geralmente tornam-se anêmicos. Se for administrado cobalto na dieta, nota-se em 24 horas, o começo da recuperação do apetite nos bovinos, mas são necessárias 3 semanas para começar a recuperação da anemia (normocrômica e normocítica).

A suplementação dos ruminantes pode ser feita com sulfato, óxido ou carbonato de cobalto. A administração oral de "pellets" feitos de óxido de cobalto e argila, que permanecem no retículo-rúmen por vários meses, tem sido eficiente no suprimento de cobalto para gado de corte. Uma vaca seca que consuma 10 kg de matéria seca por dia, necessita receber diariamente 1 mg de cobalto ou aproximadamente 4 mg de sulfato de cobalto. O cobalto é relativamente pouco tóxico; no caso de ovinos chega a ser tóxico quando ministrado na base de 200 mg por dia ou 800 mg por dia de sulfato de cobalto (Perry, 1979). Os bovinos com deficiência de cobalto são mais susceptíveis à toxidez de selênio, isto porque esses animais diminuem a capacidade de converterem o selênio da forma tóxica para uma outra forma não tóxica. Esta transformação só ocorre com a presença de vitamina B12. A maneira mais fácil de se saber se um bovino está com deficiência de cobalto é através de uma amostra de fígado. Atualmente no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC/

EMBRAPA) em Campo Grande-MS, é rotina a amostragem de fígado de animais por biópsia. Com esse processo não é necessário sacrificar o animal, é uma técnica muito simples e pode ser feita em qualquer fazenda, não sendo necessário mais do que 3 minutos para se retirar uma pequena amostra de fígado do animal. Em Campo Grande já foram feitas centenas de biópsias de fígado e nunca um animal veio a falecer. Este processo está sendo utilizado pelo CNPGC, para baixar o custo das investigações experimentais e permitir o levantamento de deficiências minerais em animais, a nível de fazenda, em qualquer região do Brasil.

3.9. IODO

Deficiência de iodo em bovinos, é largamente encontrada em muitas regiões do Brasil (Fick et al., 1976). O iodo é essencial para a formação de tiroxina na glândula tireóide. Dentre as funções da tiroxina destaca-se a de regulação da produção de calor no organismo. Praticamente todo iodo presente no organismo encontra-se na glândula tireóide (Thompson & Andrade, 1976). Em bovinos, deficiência de iodo é frequentemente associada com a presença de bôcio, com recém-nascidos mortos, mal formados, sem pelagens, e com aumento da glândula tireóide. Quando há severa deficiência de iodo diminui o nível de tiroxina, a glândula pituitária secreta um hormônio que aumenta a atividade da tireóide (TSH), em consequência as cê-

lulas da tireóide crescem, aumentando o fluxo sanguíneo através das células da glândula, aumentando assim o tamanho total da tireóide, condição a que chamamos de bôcio.

A melhor maneira de se suplementar iodo aos animais é através do uso de iodo estabilizado, tais como iodato de potássio, de cálcio, ou pentacálcio ortoperiodato na mistura mineral; estas fontes são estáveis e têm alta disponibilidade biológica. Em bovinos usa-se analisar o leite das vacas para se saber se os animais estão com deficiência de iodo. Um bovino que pese 450 kg e consuma 10 kg de matéria seca por dia necessita de no mínimo 1 mg de iodo ou aproximadamente 1,7 mg de iodato de potássio por dia.

3.10. FERRO

A importância deste mineral no organismo é quase que exclusivamente no processo de respiração celular. Ferro é um componente da hemoglobina, mioglobina, citocromo e de enzimas como catalase e peroxidase. Em todos estes compostos o ferro é um componente de uma substância chamada porfirina. O restante do ferro no organismo está quase que inteiramente ligado a proteínas (Underwood, 1977). O corpo animal contém aproximadamente 0,004 por cento de ferro e cerca de 55 por cento está normalmente contido na hemoglobina do sangue circulante.

Apenas uma pequena parte do ferro presente nos a-

limentos é absorvido pelo trato digestivo. Para ser absorvido, o ferro precisa em primeiro lugar ser reduzido a Fe^{++} e "quelado" com um composto orgânico chamado ferritina, no intestino delgado. Após o ferro chegar na corrente sanguínea, ele é oxidado novamente para Fe^{+++} , sendo transportado para os locais onde é necessário ou estocado. O ferro não é rapidamente expelido pelo organismo, a não ser em caso de hemorragia ou alta infestação de vermes ou parasitas hematófagos. O sintoma clássico de deficiência de ferro é anemia hipocrômica microcítica (Underwood, 1977).

As informações sobre os requerimentos de gado de corte são muito limitadas. Entretanto, o "National Research Council" (1976) recomenda 10 mg/kg de matéria seca consumida e 100 mg/kg para gado de leite. Uma vaca seca que pese aproximadamente 450 kg e consuma 10 kg de ração seca deverá consumir 100 mg de ferro por dia; se esta vaca estiver em lactação, 1000 mg de ferro por dia.

Nas milhares de análises feitas no laboratório de Nutrição Animal do CNPGC em Campo Grande-MS ainda não se constatou nenhuma deficiência de ferro, tanto nas pastagens como em amostras de tecido animal analisadas. Com base em dados de pesquisa, se acontecer deficiência de ferro em gado de corte, será em áreas muito restritas (Sousa et al., 1981b). Entretanto, com animais jovens ainda na fase de aleitamento se houver alta infestação de vermes, a deficiência de ferro (anemia) ocorrerá com

alta frequência. A suplementação nestes casos deverá ser feita com sulfato ferroso (nunca usar sulfato fêrrico) na mistura mineral. Carbonato e óxido de ferro não devem ser usados, devido ao baixo valor biológico nas dietas dos animais (Ammerman & Valdivia, 1977).

3.11. COBRE E MOLIBDÊNIO

Cobre e ferro poderiam ter sido discutidos juntos, porque suas funções são altamente correlacionadas. Assim como o ferro, o cobre também entra na formação da hemoglobina. O cobre é constituinte de diversas enzimas do metabolismo, de ossos e do sistema nervoso. Deficiência de cobre pode causar anemia, crescimento retardado, má formação de ossos, desordens nervosas, despigmentação da pelagem e diarreia. Em gado de leite pode causar diminuição da produção de leite e da fertilidade. O "National Research Council" (1976) sugere para gado de corte a dosagem de 4 mg/kg de dieta seca e para vacas em lactação 8 mg/kg de dieta seca. Uma vaca que pese 450 kg necessita entre 40 a 80 mg de cobre por dia. Isto caso os níveis de molibdênio na dieta estejam normais (1-4 mg/kg).

Quando há uma diminuição de cobre nas reservas do organismo, o nível de ferro aumenta no fígado, porque sem cobre há uma baixa utilização de ferro. Nestas condições o organismo diminui também a absorção do ferro dietético. Portanto, na falta de cobre, o ferro não pode ser utilizado.

Na formação de melanina o cobre é indispensável, como componente da enzima catalizadora (Underwood, 1977). Nesta reação um aminoácido, tirosina, transforma-se em melanina (substância pigmentada). A queratinização da pelagem e espichamento de pelos também é causado por interferência de cobre. Em ovelhas a lã normal apresenta os fios espiralados e a lã de animais deficientes em cobre apresenta os fios de lã esticados. O que ocorre é que na ausência de cobre são rompidas as pontes dissulfídricas que formam as proteínas dos pelos. A mesma coisa acontece quando as mulheres esticam o cabelo ou fazem permanente no cabeleireiro, ocorrendo neste caso aplicação de agentes redutores que quebram as pontes dissulfídricas, espichando os cabelos, por alguns dias.

O cobre pode ser extremamente tóxico desde que seja fornecido em excesso. Entretanto, os níveis tóxicos de cobre dependem da concentração de molibdênio e sulfato da dieta. Como exemplo podemos afirmar que 15 a 20 mg de cobre por quilo de matéria seca consumida, pode ser tóxico se os teores de molibdênio forem baixo (0,10 a 0,01 mg/lg). Entretanto, se o nível de molibdênio da dieta estiver entre 7 e 10 mg/kg esta dosagem de cobre poderá não ser tóxica para os animais. Pode-se dizer que o estudo da toxidez de cobre tem muito pouco valor quando não se levam em consideração as concentrações de molibdênio e sulfatos existentes na dieta, devido a inter-relações existentes entre estes três nutrientes.

O molibdênio é mais estudado do ponto de vista de toxidez do que como elemento essencial. Até o presente momento não se sabe quais são as exigências dietéticas de molibdênio. Como não se conhece deficiência de molibdênio em condições práticas não se aconselha o uso de suplementação animal com este elemento. Sabe-se que este mineral é essencial para plantas e animais, pois é componente da enzima xantina oxidase nos animais e da enzima nitrato redutase nas plantas. O molibdênio é extremamente importante quando é encontrado nas pastagens em níveis superiores a 5 mg/kg, porque neste caso pode ser tóxico, causando deficiências de cobre e consequentemente prejuízos para os criadores. Deficiência de cobre e toxidez de molibdênio em Mato Grosso foram publicados por Sousa et al. (1980).

3.12. MANGANÊS

Apenas em 1931 foi provado que manganês era importante para a reprodução de ratos. Seis anos depois demonstrou-se sua importância na avicultura. Em gado leiteiro, a suplementação com manganês melhora principalmente os parâmetros reprodutivos. Deficiência deste mineral causa ainda pouco desenvolvimento, baixo consumo alimentar, diminui a fertilidade e causa deformações nos membros posteriores de bezerros recém-nascidos (Underwood, 1977).

Como quase todos os outros microelementos, o man-

ganês está diretamente envolvido com várias reações enzimáticas e especialmente na formação dos ossos.

Manganês é muito pouco absorvido através do trato digestivo e é excretado principalmente pelas fezes. Os estudos mostram que apenas 3-4 por cento da quantidade de manganês que é fornecida via oral é absorvida pelo animal. Existe evidência de que o animal, quando deficiente, aumenta a eficiência de absorção e também o excesso de cálcio e fósforo na dieta aumenta os requerimentos de manganês, devido à redução na disponibilidade para absorção.

A exigência de manganês para gado de corte é de 20 mg/kg de matéria seca consumida. E o nível tóxico é atingido quando a dosagem aproxima-se de 2500 mg/kg de matéria seca consumida. Em outras palavras, uma vaca que pese 450 kg de peso vivo, necessita de aproximadamente 200 mg ou 0,2 g de manganês/dia. O nível tóxico pode ser atingido com 25 g de manganês/dia. A suplementação poderá ser feita com sulfato ou óxido de manganês.

Deficiência de manganês existe em várias regiões do Brasil (Sousa, 1978). Trabalhos realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte mostraram deficiência de manganês em várias fazendas do Norte de Mato Grosso, sendo, portanto, altamente recomendada a suplementação desse mineral em bovinos de corte daquela região.

4. AVALIAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVINOS DE CORTE

Para se verificar se existem ou não deficiência de minerais em um rebanho, o melhor processo, sem dúvida, é a dosagem do tecido animal. Entretanto, para formulação das misturas minerais, tornam-se necessárias também as análises das dietas ou das forrageiras consumidas pelos animais. Nos trabalhos de pesquisa amostram-se ainda os solos e a água da região em estudo. Este tipo de levantamento de deficiências minerais foi pela primeira vez feito no Brasil por técnicos da EMBRAPA do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte numa região do Norte de Mato Grosso. Os resultados já começaram a ser publicados pela Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Atualmente em várias regiões do país está sendo feito este mesmo tipo de estudo. O que se pretende é o mapeamento das regiões mais atingidas por deficiências minerais. A Tabela 3 mostra que tipo de tecido animal deve ser amostrado para avaliação de deficiências ou toxidez de cada mineral.

TABELA 3. Verificação de deficiências minerais utilizando-se os níveis do elemento no tecido animal

MINERAL	ÓRGÃO A SER AMOSTRADO	NÍVEL NORMAL	DEFICIÊNCIA OU TOXIDEZ
Cálcio	Osso	36%	< 34%
Fósforo	Osso	18%	< 17%
Fósforo	Soro	4-5 mg/100 ml	< 4 mg/100 ml
Magnésio	Soro	2-5 mg/100 ml	< 2 mg/100 ml
Ferro	Fígado	200-300 ppm	< 180 ppm
Zinco	Soro	80-120 mg/100 ml	< 40 mg/100 ml
Zinco	Fígado	125 ppm	< 80 ppm
Cobre	Fígado	100-400 ppm	< 80 ppm
Cobalto	Fígado	0,1 ppm	< 0,08 ppm
Manganês	Fígado	8-10 ppm	< 7 ppm
Molibdênio	Fígado	2-4 ppm	> 6 ppm (toxidez)
Selênio	Fígado	0,1 ppm	> 5 ppm (toxidez)
Iodo	Leite	0,02 - 0,07 ppm	< 0,02 ppm

5. EFEITO DA ÉPOCA DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Um importante aspecto da suplementação mineral para gado de corte é a época do ano. Durante a estação chuvosa, quando existe energia e proteína em quantidade suficiente, o animal tem condições de ganhar peso, crescer, desenvolver-se ou exercer qualquer função produtiva e reprodutiva, e é nesta época que os animais necessitam da melhor quantidade de minerais. Durante a época da seca, com a queda da qualidade das pastagens, os animais normalmente perdem peso; nesta ocasião o efeito da mineralização é muito pequeno, principalmente aquele referente ao fósforo, havendo dúvida quanto a sua economicidade.

Em um trabalho de pesquisa que está sendo conduzido em Campo Grande pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA) e pela Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (EMPAER), com novilhos castrados, no primeiro ano a mineralização de fósforo no período seco foi anti-econômica, tendo os animais que recebiam suplementação com fósforo, e os que não recebiam, perdido peso no período seco. Por outro lado, durante o período chuvoso a mineralização foi altamente econômica, trazendo vantagens importantes para os pecuaristas.

Por conseguinte, baseado nas informações disponíveis, nacionais e internacionais, aconselha-se aos criadores a não economizarem sais minerais no período chuvoso e se por qualquer motivo houver necessidade de redu-

ção do fornecimento de minerais aos animais, que seja feito no período seco, quando cai a qualidade das pastagens e normalmente os animais perdem peso, mas nunca no período chuvoso. Os efeitos das épocas de mineralização estão sendo estudadas no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. No momento os estudos estão sendo feitos com machos castrados, onde naturalmente não existem preocupações com eficiência reprodutiva, entretanto, pretende-se iniciar outro trabalho para medir o efeito da época de mineralização na eficiência reprodutiva dos bovinos de corte. De modo geral, nota-se grande redução no consumo das misturas minerais durante a seca e no caso de alguns minerais considerados isoladamente, como o fósforo, o efeito é muito pequeno nesta época. O ideal será quando os criadores puderem usar fórmulas específicas para o período chuvoso e seco.

6. PROBLEMAS DA MINERALIZAÇÃO

Um dos principais problemas da mineralização a nível nacional é a falta de conhecimento das áreas deficientes. Em virtude deste fato, os produtos comerciais, com raras exceções, aparecem com uma única fórmula para todo Brasil. Há necessidade de fórmulas mais específicas, tais como: fórmulas para áreas de campos nativos, de cerrados, para pastagens de terras de matas ou férteis e outros tipos de dieta animal.

O conhecimento prévio das regiões onde ocorrem carências ou toxidez de minerais é extremamente importante,

para que os produtores possam corrigir economicamente as limitações existentes. Não existe justificativas para fornecimento extra de minerais, a não ser que sejam realmente necessários. Estes precisam ser fornecidos de tal forma que a sua utilização possa reverter em benefício econômico para o criador.

7. CÁLCULO DE UMA FÓRMULA MINERAL

a) Unidades utilizadas

$$\text{ppm} = \mu\text{g/g} = \text{mg/kg} = \text{g/tonelada}$$

$$1\% = 10.000 \text{ ppm}$$

$$0,25\% = 2.500 \text{ ppm}$$

Para se passar de porcentagem para parte por milhão, basta-se multiplicar por 10.000 e no caso inverso, de parte por milhão para porcentagem, dividê-se por 10.000.

b) Quantidades de minerais nos diversos compostos químicos comerciais (Tabela 6)

c) Exemplo de cálculo de uma mistura mineral a partir dos seguintes dados:

- Consumo "per capita" 10 kg de matéria seca/dia (animal de 450 kg peso vivo).

- Níveis de suplementação e fontes de nutrientes:

TABELA 6. Porcentagem do elemento mineral em compostos normalmente usados em suplementos minerais

Elemento	Nome do Produto	Fórmula	% do Elemento	Forma Física do Produto
Cálcio e fósforo	Fosfato monocálcico	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ca 15,9 P 24,6	Cristais brancos
	Fosfato bicálcico	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	23,3	Cristais brancos
	Fosfato tricálcico	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	38,6	Pó branco, amorfo
	Farinha de ossos autocleivada	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}$	30,1	Farinha
	Fosfato de rocha desfluorado	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}$	29,2	Pó ligeiramente solúvel
	Carbonato de cálcio	CaCO_3	40,0	Pó branco
	Calcário	CaCO_3	38,5	Pó insolúvel
	Calcário dolomítico	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	22,3	Pó insolúvel
	Farinha de ostras	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{CaX}$	38,0	Granulada
	Fosfato dibásico de amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	23,5	Cristais brancos
Fosfato dibásico de sódio anidro	Na_2HPO_4	21,8	Cristais brancos	
Fosfato dibásico de sódio hidratado	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	11,6	Cristais brancos	
Cloro e Sódio	Clorato de sódio	NaCl	Cl 60 Na 37	Cristais brancos
	Carbonato de cobalto	CoCO_3	Co 49,5	Cristais vermelhos
Cobalto	Cloreto de cobalto	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	24,7	Cristais vermelho-escuros
	Sulfato de cobalto	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	24,8	Cristais vermelhos
Iodo	Iodeto de potássio	KI	I 76	Cristais brancos
	Iodato de potássio	KIO_3	59	Cristais brancos

Manganês	Carbonato de manganês	MnCO ₃	Mn	Pó avermelhado
	Cloreto de manganês	MnCl ₂ ·4H ₂ O	47,8	Cristais avermelhados delíquescetes
	Sulfato de manganês	MnSO ₄ ·H ₂ O	27,8	Cristais avermelhados
	Óxido de manganês	MnO	32,5	Cristais verdes
			77,4	
			Cu	
Cobre	Carbonato básico de cobre	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	53,0	Cristais verdes
	Cloreto cúprico	CuCl ₂ ·2H ₂ O	37,2	Cristais verdes
	Óxido cúprico	CuO	80,0	Pó preto
	Sulfato cúprico	CuSO ₄ ·5H ₂ O	25,5	Cristais azuis
			Fe	
Ferro	Sesquióxido de ferro	Fe ₂ O ₃	69,9	Pó vermelho-escuro
	Sulfato ferroso anidro	FeSO ₄	36,7	Pó solúvel
	Carbonato ferroso	FeCO ₃ ·H ₂ O	41,7	Pó ligeiramente solúvel, amorfo
			Zn	
Zinco	Carbonato de zinco	ZnCO ₃	52,1	Cristais brancos
	Cloreto de zinco	ZnCl ₂	48,0	Cristais brancos delíquescetes
	Sulfato de zinco	ZnO ₄ ·7H ₂ O	22,7	Cristais brancos
	Óxido de zinco	ZnO	80,3	Pó branco
			Mg	
Magnésio	Carbonato de magnésio	MgCO ₃	28,8	Cristais brancos
	Cloreto de magnésio	MgCl ₂ ·6H ₂ O	12,0	Cristais brancos delíquescetes
	Óxido de magnésio	MgO	60,3	Pó branco
	Sulfato de magnésio	MgSO ₄ ·7H ₂ O	9,9	Cristais brancos

<u>Elemento</u>	<u>Nível (ppm)</u>	<u>Fonte</u>
Fósforo	400	Fosfato bicálcico
Zinco	40	Sulfato de zinco
Cobre	8	Sulfato de cobre
Cobalto	0,4	Sulfato de cobalto
Iodo	0,4	Iodato de potássio
Sódio	1.000	Sal comum

- Teor do elemento na fonte pode ser verificada na Tabela 6.

Solução:

Fosfato bicálcico = 18% de fósforo

400 ppm de fósforo = 400 mg fósforo/kg de matéria seca
 = 4000 mg fósforo/10 kg matéria seca
 ou 4 g fósforo/10 kg matéria seca
 ou 4 g fósforo/animal de 450 kg de peso vivo

Em { 100 g fosfato bicálcico - 18 g fósforo
 x - 4 g fósforo

$$x = \frac{4 \times 100}{18} = 22,222 \text{ g fosfato bicálcico}$$

Mistura mineral calculada:

<u>Fonte</u>	<u>Cons./U.A./dia</u>	<u>%</u>
Fosfato bicálcico	22,222 g	43,277
Sulfato de zinco	1,762 g	3,431
Sulfato de cobre	0,314 g	0,612
Sulfato de cobalto	0,016 g	0,031
Iodato de potássio	0,007 g	0,014
Sal comum	<u>27,027 g</u>	<u>52,635</u>
	51,348	100,000

Os outros minerais serão calculados da mesma maneira. A soma da 2.^a coluna nos indica o consumo/dia da mistura, por animal de 450 kg de peso vivo. A seguir transforma-se essas quantidades em porcentagem. Ex.:

$$22,222 \text{ — } 51,348 \quad \times = \frac{22,222 \times 100}{51,348} = 43,277\%$$

$$x \text{ — } 100$$

d) Como verificar a concentração de um mineral em uma mistura, segundo Houser et al. (1976).

$$\% \text{ de elemento na dieta total} = \frac{\% \text{ do elemento na mistura mineral}}{\text{Consumo de matéria seca Total/dia (g)}} \times \text{Consumo diário da mistura mineral}$$

Exemplo:

Cobre puro na mistura mineral (%) = 0,15606

Consumo de mistura mineral/dia (g) = 51,348

Consumo de matéria seca total/dia (kg) = 10 ou 10.000 g

Empregando a fórmula, encontramos:

$$\frac{0,15606 \times 51,348}{10.000} = 0,0008\% \text{ ou } 8 \text{ ppm de cobre}$$

Obs.: Neste exemplo temos 0,15606 de cobre puro, não confundir com porcentagem de sulfato de cobre, etc.

8. CONSIDERAÇÕES SOBRE AS MISTURAS MINERAIS COMERCIAIS

Quando um especialista em nutrição visita uma fazenda, apresentam-lhe geralmente o rótulo de uma mistura mineral, com a finalidade de saber se os minerais conti-

dos no suplemento são adequados para suprir a dieta animal. No entanto, a resposta nem sempre é fácil. Frequentemente, a maneira como os ingredientes são indicados no rótulo torna o problema ainda mais sério (Houser et al., 1976). De modo geral, as fontes dos elementos minerais não são indicadas ou várias fontes do mesmo elemento são mencionadas (ex.: farinha de ossos, fosfato bicálcico, etc.); o fósforo muitas vezes é expresso em percentagem de P_2O_5 , o que faz com que o fazendeiro e mesmo muitos técnicos deixem de saber exatamente que percentagem do elemento mineral é fornecida e que composto está contribuindo para um determinado elemento, assim como, quantos por cento das exigências minerais do animal aquela mistura é capaz de satisfazer. Seria muito mais simples se no rótulo da mistura mineral constasse a percentagem dos elementos fornecidos e quantos por cento das exigências nutricionais de cada mineral seria capaz de satisfazer aquela mistura. Assim sendo, qualquer fazendeiro saberia escolher a melhor fórmula mineral consultando cuidadosamente o rótulo da embalagem.

9. AVALIAÇÃO DE UMA FÓRMULA MINERAL HIPOTÉTICA

Na oportunidade quer-se informar aos pecuaristas como calcular a porcentagem de um elemento em uma fórmula mineral e quantos por cento das exigências nutricionais de cada elemento a fórmula é capaz de satisfazer.

A fórmula hipotética a ser considerada é a seguinte:

	<u>%</u>
Cloreto de sódio	95,558
Fosfato bicálcico	4,000
Sulfato de ferro	0,280
Sulfato de cobre	0,050
Sulfato de cobalto	0,035
Sulfato de manganês	0,045
Sulfato de zinco	0,030
Iodato de potássio	<u>0,002</u>
	100,000

Como exemplo, vejamos quanto de fósforo seria consumido por um animal que ingerisse 40 gramas deste suplemento mineral. Admitindo-se que o fosfato bicálcico tem 18% de fósforo, tem-se:

Em 100 g da mistura há 4 g de fosfato bicálcico. Logo, em 40 g (quantidade consumida pelo animal) tem-se:

100 g da mistura — 4 g de fosfato bicálcico

40 g da mistura — x de fosfato bicálcico

$$x = \frac{40 \times 4}{100} = 1,6 \text{ g de fosfato bicálcico}$$

Como o fosfato bicálcico tem 18% de fósforo, tem-se:

100 g de fosfato bicálcico — 18 g de fósforo

1,6 g de fosfato bicálcico — x de fósforo

$$x = \frac{1,6 \times 18}{100} = 0,288 \text{ gramas de fósforo}$$

Se admitirmos que as exigências mínimas de um determinado animal são de 18 g de fósforo por dia, tem-se:

100% das exigências — 18 g de fósforo
 x — 0,288 g de fósforo

$$x = \frac{0,288 \times 100}{18} = 1,60\% \text{ das exigências}$$

Assim sendo, esta fórmula mineral é capaz de satisfazer apenas 1,60% das exigências nutricionais de fósforo.

Vejamos agora o caso do zinco, isto é, quantos por cento a fórmula mineral é capaz de satisfazer dos requerimentos nutricionais mínimos.

100 g da mistura — 0,030 g de sulfato de zinco
 40 g da mistura — x de sulfato de zinco

$$x = \frac{0,030 \times 40}{100} = 0,012 \text{ de sulfato de zinco}$$

Como o sulfato de zinco tem 22,7% de zinco, teremos:

100 g de sulfato de zinco — 22,7 g de zinco
 0,012 g de sulfato de zinco — x de zinco

$$x = \frac{22,7 \times 0,012}{100} = 0,0027 \text{ g de zinco}$$

Se admitirmos como sendo de 30 ppm ou 0,3 g as exigências diárias de um determinado animal em zinco teremos:

100% das exigências — 0,3 g de zinco
 x — 0,0027 g de zinco

$$x = \frac{0,0027 \times 100}{0,3} = 0,90\% \text{ das exigências}$$

Vimos portanto que a fórmula satisfaz apenas 0,90% das exigências nutricionais de zinco e 1,60% das exigências de fósforo. Deste mesmo modo, pode-se calcular para o restante da fórmula mineral e no fim desta operação veremos a qualidade da fórmula mineral que está sendo oferecida.

Vejamos agora como calcular a porcentagem de um elemento em um concentrado mineral e quantos por cento das exigências nutricionais de cada elemento a fórmula é capaz de satisfazer.

A fórmula do concentrado mineral comercial é a seguinte:

Cada 100 gramas contém:

	<u>g</u>
Cálcio	22,210
Fósforo	14,550
Magnésio	0,700
Zinco	0,100
Ferro	0,420
Cobre	0,173
Manganês	0,042
Cobalto	0,135
Iodo	0,046

Modo de usar (recomendação do fabricante): adicionar 12,5 kg do concentrado em cada 87,5 kg de sal comum (cloreto de sódio).

Sabemos que o sal comum é o elemento que mais limita o consumo da mistura mineral, isto é, quanto maior for a porcentagem de cloreto de sódio, menor será o consumo da mistura mineral pelos bovinos. Já foi visto que o animal adulto com 450 kg de peso vivo necessita de 10 g de sódio/dia ou aproximadamente 27,0 g de cloreto de sódio. Quando este animal consome cerca de 27 g de sal comum, normalmente perde o apetite pela mistura mineral. Como a mistura mineral tem 87,5% de sal comum, podemos estimar o consumo teórico/dia da mistura mineral pelo animal.

100 g de mistura — 87,5 g de cloreto de sódio
 x de mistura — 27 g de cloreto de sódio

$$x = \frac{27 \times 100}{87,5} = 30,86 \text{ g de mistura}$$

Quando o animal consumir 30,86 g de mistura mineral consumiu 27 g de cloreto de sódio.

Vejamos então quanto de fósforo consumirá o animal:

100 g da mistura — 12,5 g de concentrado
 30,86 g da mistura — x de concentrado

$$x = \frac{12,5 \times 30,86}{100} = 3,86 \text{ g de concentrado (consumo de concentrado pelo animal)}$$

100 g de concentrado — 14,550 g de fósforo
 3,86 g de concentrado — y de fósforo

$$y = \frac{3,86 \times 14,55}{100} = 0,56 \text{ g de f\u00f3sforo (consumo de f\u00f3sforo pelo animal)}$$

100% das exig\u00eancias de f\u00f3sforo — 18 g de f\u00f3sforo

z% das exig\u00eancias de f\u00f3sforo — 0,56 g de f\u00f3sforo

$$z = \frac{0,56 \times 100}{18} = 3,1\% \text{ das exig\u00eancias de f\u00f3sforo}$$

Significa que a mistura mineral \u00e9 capaz de satisfazer a 3,1% das exig\u00eancias m\u00ednimas de f\u00f3sforo dos bovinos.

C\u00e1lculo do consumo de zinco:

100 g de concentrado — 0,100 g de zinco

3,86 g de concentrado — x de zinco

$$x = \frac{3,86 \times 0,100}{100} = 0,00386 \text{ g de zinco (consumo de zinco pelo animal)}$$

Se admitirmos como sendo de 30 ppm ou 0,3 g as exig\u00eancias di\u00e1rias de um determinado animal em zinco teremos:

100% das exig\u00eancias de zinco — 0,3 g de zinco

y% das exig\u00eancias de zinco — 0,00386 g de zinco

$$y = \frac{0,00386 \times 100}{0,3} = 1,287\% \text{ das exig\u00eancias de zinco}$$

Significa que a mistura mineral \u00e9 capaz de satisfazer a 1,287% das exig\u00eancias nutricionais de zinco dos bovinos.

Desta maneira poderemos calcular para o restante da f\u00f3rmula mineral e no final desta opera\u00e7\u00e3o veremos a

qualidade da mistura mineral que está sendo oferecida. Muitas vezes, no caso de concentrado torna-se necessário mudar a recomendação do fabricante ou acrescentar certos minerais para melhorar a qualidade da mistura mineral.

10. LITERATURA CITADA

01. AMMERMAN, C.B. Mineral supplementation for the beef cow. In: PROCEEDINGS OF TWENTY-SIXTH ANNUAL BEEF CATTLE SHORT COURSE. Proceedings. Gainesville, University of Florida, 1977. p.111.
02. AMMERMAN, C.B. & VALDIVIA, R. Mineral supplementation for beef cattle in Latin America. In: CONFERENCE ON LIVESTOCK AND POULTRY IN LATIN AMERICA , 11., 1977. Proceedings. Gainesville, University of Florida. 1v. p.B-1.
03. AMMERMAN, C.B. & HENRY, P.R. A rational approach to dietary mineral tolerance for domestic animals. Proc. Distillers Feed Res. Council Conf., 34:33-52, 1979.
04. BRUM, P.A.R.de; SOUSA, J.C.de; ALMEIDA, I.L.de; CUNHA, N.G.da; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, E.B.; VIEIRA, L.M.; COSTA JÚNIOR, E.M.A. & TULLIO, R.R. Níveis de cálcio, fósforo e magnésio em solos , forrageiras e tecidos animais, na sub-região dos Paiaquãs, Pantanal Matogrossense. Corumbá, EMBRA-

PA-UEPAE Corumbã, 1980. 10f. (EMBRAPA-UEPAE Corumbã, Comunicado Técnico, 2).

05. BULL, L.S. & VANDERSALL, J.H. Sulfur source for in vitro cellulose digestion and in vivo ration utilization, nitrogen metabolism and sulfur balance. J.Dairy Sci., 56:106, 1973.
06. CONRAD, J.H.; SOUSA, J.C.; MENDES, W.G. & McDOWELL, L.R. Fe, Mn, Na and Zn interrelationships in a tropical soil, plant and animal system. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 4., Buenos Aires, 1978. p.80.
07. FICK, K.R.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. & SILVA, R.M. Atual situação da pesquisa de minerais na América Latina. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.261.
08. HOUSER, R.H.; McDOWELL, L.R.; FICK, K.R. & VALLE, L. S. Avaliação de suplementos minerais para ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.181.
09. LOOSLI, J.K. & RIBEIRO, K. Sódio e cloro na nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.99.

10. LEGG, S.P. & SEARS, L. Zinc sulfate treatment of parakeratosis in cattle. Nature, 186:1061, 1960.
11. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Nutrient requirements of beef cattle. 5ed. Washington. National Academy of Science, 1976. 56p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).
12. PERRY, T.W. Dietary nutrient allowances for growing and finishing beef cattle. Feedstuffs, 51(29):47 , 1979.
13. ROBERTS, W.K. & OMER, V.V.E.S.T. Dietary potassium requirement of fattening steers (abstract). J. Anim.Sci., 24:902, 1965.
14. SHIRLEY, R.L. & MARIANTE, A. Enxofre na nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.130.
15. SOUSA, J.C.de. Interrelationships among mineral levels in soil, forage and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brasil. Gainesville, University of Florida, 1978. 277p. (PhD Dissertation).
16. SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; MENDES, M.O.; BLUE, W. G. & McDOWELL, L.R. Ca, P, Mg and K interrelationships among soil. forage and animal tissue.

- In: ANNUAL MEETING, EAST LANSING. Abstracts. American Society of Animal Science, 1978. p.342.
17. SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G. & McDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. Pesq.Agropec.Bras., 14(4):387-95, 1979.
 18. SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B. & BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. Pesq.Agropec.Bras., 15(3):335-41, 1980.
 19. SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; MOTT, G.O.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B. & BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no Norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesq.Agropec.Bras., 1981a. (Prelo)
 20. SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B. & McDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. Pesq.Agropec.Bras., 1981b. (Prelo).
 21. THOMPSON, D.J. & WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e flúor na nutrição animal. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976, p.85.

22. THOMPSON, D.J. & ANDRADE, J.M.S. Potássio e iodo na nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.116.
23. UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4 ed. New York, Academic Press, 1977. 545p.
24. VIANA, J.D.C. Minerais em nutrição de ruminantes : Magnésio. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.20.