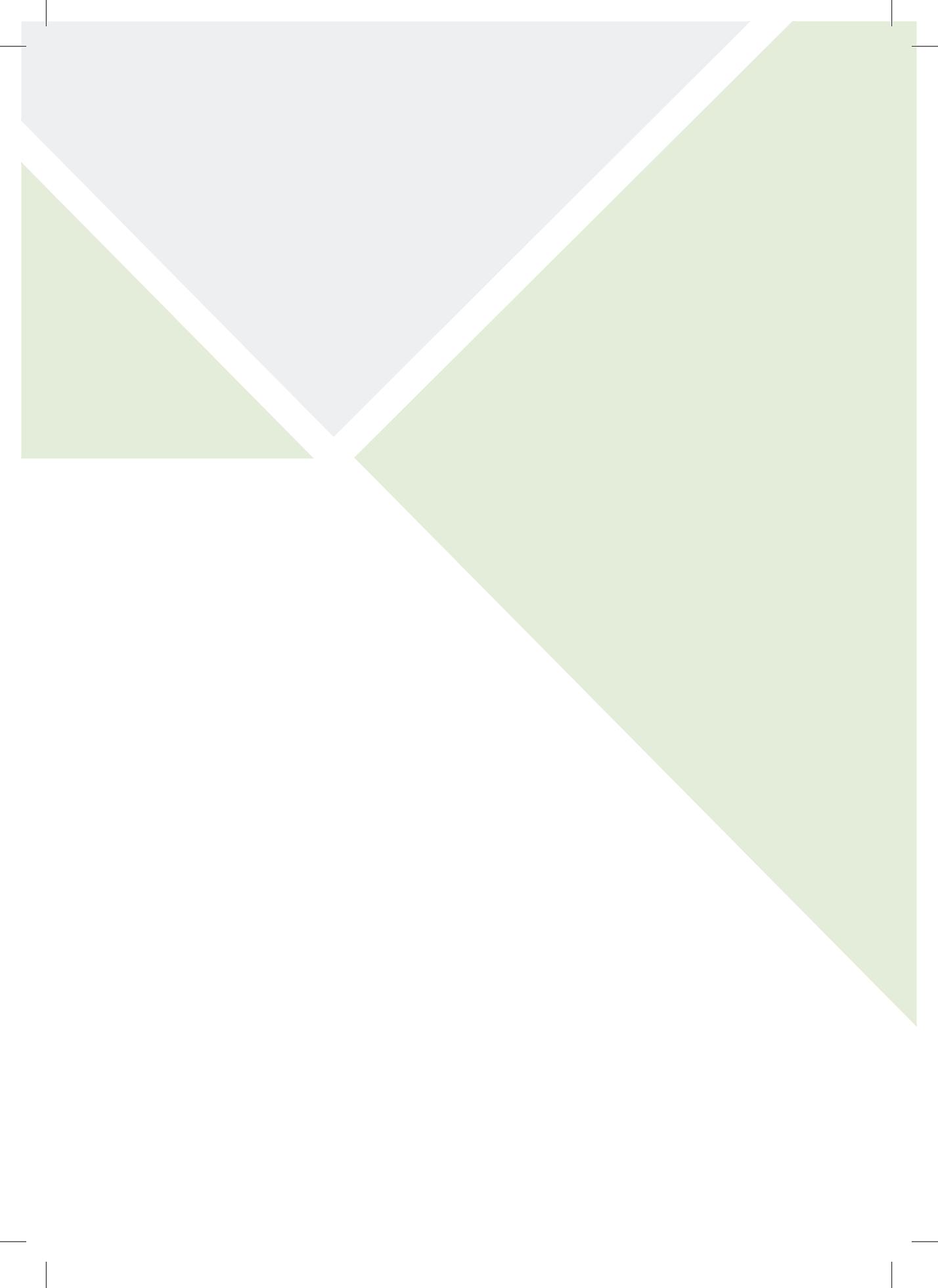




CAPÍTULO

Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte

*Carolina Tobias Marino
Sérgio Raposo de Medeiros*



MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Os minerais não contribuem com energia e sua participação no crescimento do animal, do ponto de vista quantitativo, é pequena (com exceção dos ossos). Portanto, os minerais por si só não são responsáveis diretos por crescimento e produção. Todavia, são coadjuvantes sem os quais a produção animal não seria possível. São fundamentais para o funcionamento adequado de quase todos os processos bioquímicos do organismo, como composição estrutural e de hormônios, participação em fluidos intra e extracelulares e catalisadores enzimáticos.

Para ilustrar essa ideia, imaginemos que uma fábrica de embalagens tenha em estoque madeira e pregos para construir 100 caixas simples com uma dobradiça que é fixada com dois pequenos parafusos. Essa fábrica só conseguirá produzir 25 caixas se houver 50 parafusos e, havendo apenas 40 disponíveis, no máximo 20 caixas poderão ser feitas. Com o animal, ocorre a mesma coisa: os minerais podem ser comparados aos pequenos parafusos que, apesar de representarem uma fração bastante pequena do produto, são essenciais para ter-se o produto acabado.

No caso dos minerais e do desempenho animal, vamos considerar que um animal tenha a energia e a proteína perfeitamente balanceadas para ganhar 1 kg/dia e que a exigência correspondente de fósforo (P) seja de 16 g de P/dia. Se ele conseguir ingerir apenas 10 g P/dia, o ganho será limitado pela disponibilidade do P. Ele teria energia para ganhar 1 kg/dia, mas ganharia apenas 600 g/dia, utilizando os 10 g P/dia, que é o que ele teria à sua disposição.

Este exemplo simplificado leva em consideração apenas a contabilidade simples entre disponibilidade de um nutriente e exigência para ganho, mas a nutrição mineral não se restringe somente a isso. Por exemplo, a deficiência de certos minerais (Fósforo, Potássio, Zinco, Manganês, Cobalto) pode reduzir a ingestão e apesar de, em tese, este efeito já estar incluído nas próprias exigências, pode fazer com que o desempenho seja ainda menor que o previsto.

Outro ponto que demonstra a existência dessas facetas mais sutis da nutrição mineral é o efeito de vários minerais sobre a resposta imune. O cobre (Cu), por exemplo, pode ter suas exigências grandemente aumentadas se o sistema imune do animal estiver passando por um desafio. Assim, a diferença de desempenho de um animal bem nutrido com Cu (portanto com boas reservas) de outro mal nutrido e com suas reservas depletadas pode ser bastante grande. E isso ocorre com outros minerais ligados ao sistema imune ou outras funções de suporte ao bom desenvolvimento do animal, como manutenção da integridade das membranas, equilíbrio osmótico e cofatores de enzimas.

Classificação dos minerais

Os minerais podem ser classificados em macro e microminerais em função de maior ou menor exigência. Os macrominerais (Cálcio, Fósforo, Sódio, Potássio, Cloro, Magnésio e Enxofre) são recomendados e inclusos

em formulação em % na MS ou g/kg. Já os microminerais (Ferro, Selênio, Iodo, Zinco, Cobre, Cobalto, Manganês e Molibdênio) são recomendados e inclusos em formulações em ppm (mg/kg).

Minerais de ingestão frequente mais crítica

Alguns minerais precisam ser ingeridos mais frequentemente:

- O Magnésio (Mg) porque o mecanismo homeostático não é eficiente o suficiente para manter os níveis de Mg no sangue e pela dificuldade dos animais adultos em mobilizarem grandes quantidades dos ossos;
- O Zinco (Zn), pois o animal tem apenas pequenas reservas;
- O Sódio (Na), uma vez que os animais não possuem reservas deste mineral;
- O Fósforo (P), o Enxofre (S) e o Cobalto (Co), por causa da nutrição dos microrganismos do rúmen.

Esses seriam os principais minerais que justificariam a importância de acesso diário dos animais às misturas minerais. Ainda sim, uma falta eventual de minerais no cocho por curtos períodos de tempo são toleráveis, pois o animal, ao longo da evolução, desenvolveu mecanismos de salvaguarda a essas pequenas privações.

O bovino tem capacidade de mobilizar fósforo dos ossos (e dos tecidos moles) quando a dieta é inadequada. Os microrganismos do rúmen parecem ser menos sensíveis que o hospedeiro à deficiência de P. Esta resistência deve-se provavelmente à eficiente reciclagem do elemento através da saliva e aos requisitos relativamente baixos dos microrganismos, embora, tanto reduções na síntese de proteína microbiana, como ineficiente degradação da fibra, tenham sido descritas pela deficiência deste elemento.

Quanto ao cobalto, o animal pode lançar mão das reservas de vitamina B₁₂ no fígado. Em alguns países, como a Nova Zelândia, a correção da deficiência de cobalto é feita através de adubação ou de injeções de B₁₂.

Deficiências marginais

Normalmente, são feitas três recomendações com relação a mineral (Figura 6.1):

- 1) A faixa de valor, ou o valor, recomendado para determinado desempenho;
- 2) O limite crítico a partir do qual passa a ser tóxico;
- 3) O limite inferior a partir do qual os sintomas da deficiência podem aparecer.

Quando um bovino ingere uma dieta deficiente, as concentrações de minerais nos tecidos podem chegar a um ponto em que as funções fisiológicas são prejudicadas. À medida que se eleva a ingestão de um mineral deficiente na dieta, as respostas fisiológica e produtiva vão aumentando (Figura 6.1, fase A), até que se alcance a concentração do nutriente capaz de atender às exigências do animal. A partir desse ponto, novos incrementos na concentração do mineral na dieta não são seguidos de resposta, portanto, atingindo-se um platô (Figura 6.1, fase B). Se a concentração

do elemento na dieta continua a aumentar, o mineral passa a ser tóxico, e maiores incrementos correspondem ao aumento nos danos às funções fisiológicas, com reflexos negativos na produção que, então, diminui (Figura 6.1, fase C). Em concentrações muito elevadas, o nutriente pode levar à morte. Opostamente, há uma quantidade mínima deste nutriente que precisa ser atendida para mantê-lo vivo, ou seja, valores menores que esse também levam o animal à morte.

A determinação das exigências nutricionais é um processo em constante evolução, pois à medida que o nível produtivo aumenta, conseqüentemente maiores são as exigências dos animais.

Há, também, o fato de que concentrações na dieta capazes de sustentar o máximo ganho numa determinada situação podem ser menores que as concentrações necessárias para manterem ótimas as respostas imunológica e reprodutiva. Um exemplo clássico é a necessidade de zinco para a espermatogênese, maior do que aquela para proporcionar ganho de peso ótimo.

O objetivo da suplementação é trabalhar no platô (Figura 6.1, fase B), de preferência próximo aos valores recomendados para evitar a ocorrência de interações indesejáveis entre os minerais.

A lógica seria que, uma vez que os minerais estejam todos próximos aos níveis recomendados, as interferências de uns sobre os outros estará minimizada, ou seja, eles estarão em relações próximas às ideais para a absorção. A relação entre minerais mais recomendada é a relação Ca:P, com valores recomendados entre 1:1 a 2:1. Ela está baseada na relação destes minerais no osso e tem sido seguida pelos formuladores de ração de maneira rígida. Todavia, relações entre 1:1 até 6:1 (com, obviamente, níveis adequados de P) resultaram em desempenhos semelhantes, mostrando que a rigidez quanto à relação Ca:P não se justifica. Aqui, vale a lembrança que

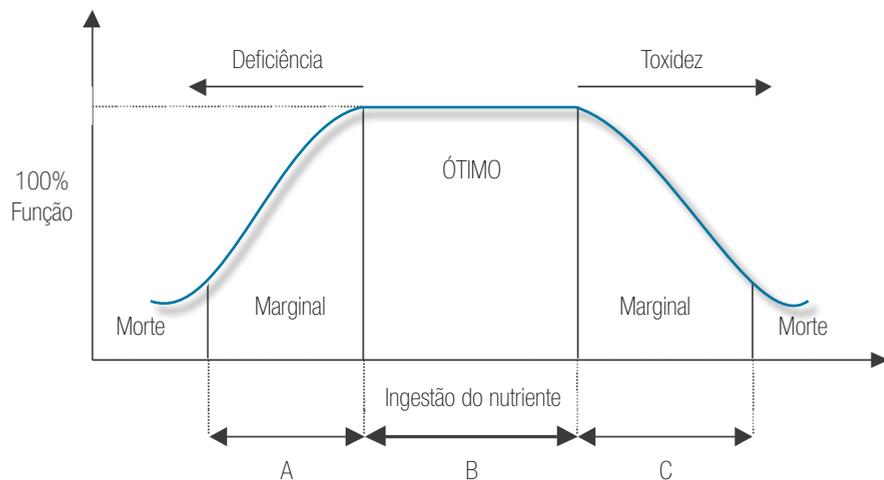


FIGURA 6.1.

Representação esquemática da resposta biológica ao aumento de um nutriente essencial (Adaptado de McDowell et al., 1993).

essa relação diz respeito à dieta como um todo e não necessariamente dos ingredientes em separado. Dessa forma, o sal mineral pode ter relação diversa e desbalanceada, desde que a proporção que ele participe da mistura resulte em uma relação na dieta final dentro da faixa comentada acima.

Biodisponibilidade

A biodisponibilidade de um mineral é definida como a proporção, em relação à quantidade ingerida, que é absorvida, transportada para seu local de ação e convertida para sua forma ativa. É, portanto, algo de difícil mensuração e, de fato, uma medida relativa. A principal dificuldade ocorre devido à absorção só ter eficiência máxima quando o mineral está abaixo da exigência. Isso ocorre devido à capacidade do organismo animal modular a absorção e a excreção para manter a concentração dos minerais dentro de estreitos limites no organismo (homeostase).

Solubilidade e absorção

Um pré-requisito para a absorção é que o mineral esteja em uma forma solúvel. O antagonismo entre Cu e Mo, por exemplo, advém da formação de complexos insolúveis de Cu. Minerais mais ligados às frações menos solúveis dos alimentos podem ser menos aproveitados pelos animais.

Interferências na absorção e sinergismos e antagonismos minerais

A fibra no trato digestivo posterior pode reduzir a absorção de minerais que ficariam adsorvidas às partículas. Com a variação do teor de fibra de 15 a 60% de FDN na MS da dieta, os valores de absorção de Mg, Zn, Fe e Cu decresceram expressivamente (Kabaija, 1988).

Outro fator de interferência na absorção é a competição entre os minerais. Elevados níveis de K podem reduzir a absorção de Mg. A ocorrência da tetania das pastagens (doença relacionada à deficiência de Mg) está muitas vezes associada a pastagens com altos teores de K.

A deficiência de Cu é comum em todo o mundo. O Cu tem como antagonistas o Mo, o S e o Fe. O antagonismo entre o Mo e Cu é exacerbado na presença de altas doses de S. O cobre reage com tiomolibidatos (sais compostos de S e Mo) formando compostos insolúveis. Aliás, a administração de tetramolibdato é um tratamento para intoxicação de Cu em ovinos, animais muito sensíveis a este elemento. O S, independente do Mo, também pode afetar a disponibilidade de Cu pela formação de sulfeto de cobre.

Altas doses de Fe também podem ajudar a causar deficiência de Cu. Altas concentrações de ferro são comuns no Brasil, tanto no solo, como nas forragens. É comum termos situações em que o nível de Fe da dieta passa do nível crítico proposto para esse elemento (1000 ppm) sem que sintomas adversos ocorram. Esta ocorrência tem sido explicada em função da forma de ferro preponderante estar em uma forma pouco biodisponível. O óxido férrico, por exemplo, é considerado indisponível.

Distribuição e forma química dos minerais nos alimentos

Tanto a distribuição como as formas químicas dos minerais nas plantas interferem na disponibilidade destes para o animal.

Elementos como Ca, Mn, Zn, Fe e Cu parecem estar mais associados à parede celular do que P, S, K e Mg, mas isso pode variar de uma espécie forrageira para outra. A associação do mineral com a fibra, ou outro componente insolúvel dos alimentos, pode reduzir sua disponibilidade.

Além disso, podem ocorrer interações com outros componentes do alimento. O ácido urônico e os compostos fenólicos são reputados como os principais grupos presentes na parede celular que complexariam cátions metálicos.

Nas forragens, a maior parte do Mg, K, P e Cu parecem ser liberados rapidamente e a solubilização, de forma geral, não parece ser um fator limitante para a utilização dos minerais. Interações de minerais entre si, outros componentes das plantas e microrganismos após a solubilização parecem ser mais importantes.

Na Tabela 6.1 são mostrados os principais minerais e suas formas na planta.

O Ca nas forragens está muitas vezes na forma de oxalato de Ca, uma forma de baixa disponibilidade. A comparação de gramíneas tropicais, ricas

TABELA 6.1. Formas químicas dos elementos presentes nas plantas

ELEMENTO	FORMAS NA PLANTA
Ca	Fosfato de cálcio, oxalato de cálcio, possivelmente ligado à pectina e lignina
P	Fosfato inorgânico, ácidos nucleicos, fosfolípidos, outros ésteres de fosfato e ácido fítico
S	Aminoácidos sulfurados, outros compostos sulfúricos, sulfato
Mg	Clorofila, ligado à lignina e a maior parte está associada à fração solúvel; associado à ânions inorgânicos e à ânions de ácidos orgânicos
Na	Íon sódio
K	Íon potássio
Cl	Íon cloro
Zn	Complexos aniônicos, forma livre
Cu	Complexos neutros ou aniônicos
Se	Selenometionina, selenato
Mn	Quelatos orgânicos
Fe	Porfirinas, complexos aniônicos, hidróxido férrico
I	Íon iodeto

em oxalatos, revelou que estas tinham disponibilidade 20% menor do que as com pouco oxalato.

O P é o mineral mais deficiente do mundo e, também, a parte mais cara da suplementação. O ácido fítico é uma forma de baixa disponibilidade para monogástricos e para não ruminantes, mas pode ser hidrolisado eficientemente pelas bactérias do rúmen. A fitase, produzida pelas bactérias do rúmen, hidrolisa o fitato a ácido fosfórico e inositol. Quando o fitato é quebrado, o P resultante fica disponível para o animal.

Relatos de baixa disponibilidade do P fítico podem estar relacionados à elevação da taxa de passagem, não permitindo a completa atividade da fitase antes do P atingir as regiões onde ocorre absorção.

O Na, Cl e o K estão presentes, principalmente, no conteúdo celular das plantas, onde estão envolvidos com a manutenção do equilíbrio osmótico, o balanço hídrico e o equilíbrio ácido-base. O Na é o único mineral que os ruminantes têm desejo de consumo específico e tendo-o à vontade, podem consumir mais do que necessitam. Em forragens tropicais, normalmente, ele está deficiente. O K tem como principal fonte exatamente as forragens. As exigências destes minerais em condições de clima quente são maiores por causa do aumento da perda deles pela sudorese.

O S, junto com o P, é um dos principais minerais para a nutrição dos microrganismos ruminais. Ele, em algumas forragens, pode ser liberado a taxas rápidas demais para ser capturado pelos microrganismos ruminais. Supõe-se, então, que possa haver perda de S no rúmen, uma vez que a reciclagem via saliva parece não ser muito eficaz.

A relação recomendada de N:S é de 12:1 e deve se ter particular preocupação em acertá-la quando se fornecer fontes de NNP em que não exista balanceamento dessa relação. É o caso da recomendação de uso de ureia, que deve ser acompanhada de fontes de enxofre.

Uma curiosidade é que, apesar de há algumas décadas ser recomendado o uso da mistura Ureia: Sulfato de Amônio, na relação 9:1, por técnicos das mais diferentes instituições de ensino e extensão, no Brasil, o Sulfato de Amônio por muito tempo ficou sem ter nenhum fabricante registrado como uma fonte de enxofre para animais no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

O Se nas forragens está predominantemente na forma de selenometionina que pode ser incorporada em proteínas corporais não específicas no lugar da metionina, deixando de ser usado nas enzimas que requerem especificamente Se. Portanto, a selenometionina pode alterar o status de Se diferentemente das formas inorgânicas desse mineral, apesar de sua absorção ser duas vezes maior que a do selenito, a principal forma inorgânica de Se.

A íntima associação do Zn com a parede celular pode fazê-lo menos disponível para o animal. De fato há pouco conhecimento a este respeito, mas a grande inconsistência de resultados em trabalhos com suplementação de Zn para animais em pastagens indica que as exigências podem ser afetadas por fatores dietéticos ou fisiológicos. Resultados de trabalhos na Embrapa Gado de Corte mostram vantagens no fornecimento de uma dose de Zn para bezerros desmamados precocemente, usando uma solução de Zn. Neste caso, a forma indicada é o Sulfato de Zinco heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$).

Fontes orgânicas de microminerais (minerais complexados ou quelatados)

São usualmente chamados de minerais orgânicos aqueles minerais que participam de uma molécula orgânica. A molécula orgânica pode ser um aminoácido (unidade estrutural da proteína), carboidrato (açúcar) ou ácido orgânico. Ao se ligar a estas moléculas orgânicas, o mineral deixa de ser um íon, isto é, uma partícula com carga (positiva ou negativa), e, assim, teria uma menor interação com o meio.

Admite-se que as vantagens desse tipo de produto seriam a diminuição da interação do mineral com outros componentes da dieta especialmente outros minerais e uma maior biodisponibilidade em relação às formas inorgânicas. Adicionalmente, há a tese que o diferencial estaria menos na redução das interações e na maior absorção, mas mais no metabolismo pós-absorção, que seria mais favorável aos minerais complexados ou quelatados.

A complexação do íon com a molécula orgânica pode ser feita de formas diferentes.

Abaixo são listadas as principais formas:

- **Proteinado metálico:** O íon metálico se une com aminoácido e/ou proteínas parcialmente hidrolisadas. Não há uma padronização em termos do número de aminoácidos que o sal pode estar ligado. Normalmente, a cadeia de aminoácido precisa ser digerida pelo animal para ser absorvido.
- **Quelato metal aminoácido:** Estes são formados através da ligação por quelação do íon metálico com aminoácidos, ou seja, ele fica rodeado e unido a dois ou mais aminoácidos não específicos.
- **Complexo metal aminoácido:** Resultam da complexação de um íon metálico com um aminoácido. O fato de apenas uma molécula do mineral estar ligada a uma molécula de aminoácido seria responsável pela maior biodisponibilidade deste tipo de mineral orgânico. É muito estável.
- **Complexo metal aminoácido específico:** A diferença deste em relação ao anterior seria que, em vez do sal metálico estar ligado a diversos aminoácidos diferentes, existiria apenas um tipo de aminoácido. A biodisponibilidade seria semelhante a do anterior. Também muito estável.
- **Complexo metal polissacarídeo:** Neste caso, não existe ligação entre o mineral e os polissacarídeos (açúcar), estando o mineral impregnado na matriz orgânica. Apenas deixaria de existir interferência do íon com outros ingredientes.
- **Propionato metálico:** Seria a ligação de um íon metálico com moléculas de ácido propiônico. Há pouca pesquisa sobre eles. Os produtos resultantes secos são muito estáveis, mas altamente solúveis e geralmente se dissociam em solução.

Apesar da maioria das pesquisas comprovarem que os minerais complexados ou quelatados são mais biodisponíveis aos animais, como eles são consideravelmente mais caros que os convencionais, eventuais aumentos de desempenho podem ser insuficientes para uma relação de benefício:-custo positiva.

Além disso, na maioria das situações, a diferença entre o convencional e o mineral orgânico seria apenas uma questão de quantidade. Assim, se o mineral quelatado é cinco vezes mais biodisponível que o elemento mineral convencional, usando-se uma concentração cinco vezes maior deste último, os resultados seriam semelhantes. Vários trabalhos mostram uma vantagem muito pequena na absorção de quelatados em relação a fontes tradicionais para minerais como, por exemplo, manganês, zinco e cobre. Alguns mesmo advogam o uso de selênio orgânico como forma de minimizar os riscos de toxicidade do selênio.

Em certas situações, entretanto, podemos ter a quantidade adequada de mineral inorgânico, mas ainda assim o animal apresentar menor desempenho ou sintomas de deficiência. Isso pode ocorrer, por exemplo, nas interações antagônicas entre minerais. Quando o solo é rico em molibdênio e a dieta rica em sulfatos, essa combinação pode induzir a uma deficiência de cobre. Se o cobre for fornecido via um complexo mineral ele não seria afetado (por não estar na forma iônica), o que resolveria o problema.

Outras situações que os minerais complexados e quelatados poderiam fazer diferença seriam:

- 1) Níveis extremamente elevados de produção;
- 2) Situações de baixa sanidade, onde o sistema imune está mais desafiado e aumenta-se a necessidade de certos minerais;
- 3) Na hipótese de haver vantagem em rapidamente se reestabelecer plenamente as reservas minerais do animal, como, eventualmente, no pós-parto.

Suplementação mineral do rebanho

A realidade da pecuária brasileira com relação à oferta de minerais tem como característica um consumo total pequeno em relação ao rebanho, o que já denotaria sub-mineralização. O que ocorre é que, mesmo para animais com acesso à vontade às misturas minerais, nem sempre são escolhidas as formulações mais adequadas e/ou as estratégias de suplementação que garantem a efetiva mineralização.

Um dos principais aspectos para observar é quais os minerais mais críticos que devem ser suplementados. Abaixo, na Figura 6.2, pode-se observar a ocorrência de forragem deficiente em países tropicais.

Fornecimento do sal mineral

A recomendação corrente para fornecimento de sal mineral é deixar sempre abastecido o cocho, isto é, na recarga, de preferência ainda deve haver alguma sobra. Entretanto, isso, por si só, não garante atendimento das exigências que depende de uso de formulação adequada e consumo médio próximo ao planejado (consumo alvo).

Outro problema é que, ao contrário do que se poderia acreditar, ter sal na recarga não indica necessariamente que todos os animais do lote tenham tido oportunidade de consumir o produto. Um dos motivos para isso é que os bovinos são animais gregários, isto é, que vivem em grupo. Isto faz parte

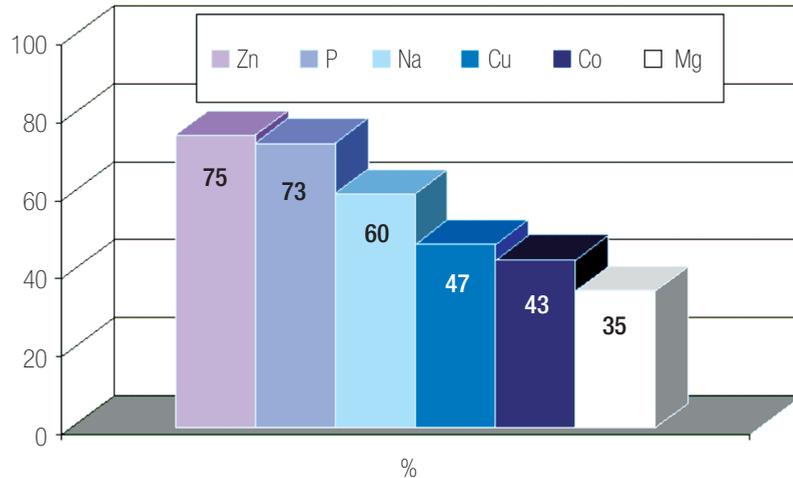


FIGURA 6.2.

Ocorrência de forragem deficiente em países tropicais com a porcentagem de valores em nível crítico ou insuficientes. Fonte: McDowel (1993).

da estratégia de sobrevivência da espécie. Assim, quando o líder do grupo resolve se afastar do cocho, os demais animais o seguem, independente de terem consumido o sal ou não. Um experimento que usou marcador no sal mineral para identificar a proporção de animais que o consumiam, indicou que apenas 50% dos animais tinham ingerido o sal (Goulart, 2010). Assim, apesar do consumo médio estar dentro do esperado, o consumo real era o dobro do esperado, em função de apenas metade do lote estar consumindo.

Isso mostra como é crítico o fornecimento do mínimo de espaço linear de cocho. A recomendação para sal mineral é de 6 cm lineares de cocho por unidade animal (animal com 450 kg de peso vivo). Considerar acesso pelos dois lados do cocho apenas se isso efetivamente ocorrer (exemplo: cochos largos), o que não é usual.

Ao abastecer recomenda-se que o volume da carga do mineral não ultrapasse 2/3 da altura das paredes do cocho para reduzir as perdas pela ação do vento e dos próprios animais. Quanto à altura, ela deve facilitar o acesso e, assim, deve-se sempre lembrar de levar em consideração os animais jovens.

Já quanto à localização dos cochos, a opção para facilitar o atingimento do consumo médio é colocar perto da aguada e/ou do malhadouro, pois isso favorece o consumo.

Algumas pessoas sugerem colocar os cochos estrategicamente para favorecer pastejo em locais menos pastejados, o que é discutível, pois isso indica mau manejo da pastagem. Ao se colocar opostamente à aguada, deve haver cuidado com formação de “trilhas”. Também nesse caso, se isso ocorrer é possível que o pasto esteja sendo mal manejado. Um item bem importante é que o local seja de fácil acesso para facilitar o abastecimento.

Importante manter constante observação para redimensionamento, caso se perceba que a falta de espaço linear reduzindo o conforto animal.

A distribuição dos cochos ajuda a estimular o consumo, particularmente dos animais submissos que tem medo de dividir o cocho com animais mais agressivos. Uma boa dica é dar boa distância entre cochos para ajudar esses animais submissos chegarem até eles. Recomenda-se colocar a distância de dois corpos entre cochos, pois um corpo é a “distância de fuga” dos animais, ou seja, se ele ficar cerca de um corpo de distância do animal do qual tem medo, ele permanece tranquilo, mas, ao se reduzir a distância abaixo disso, a tendência é o submisso sair de perto.

Consumo alvo

Atingir o consumo alvo para cada suplemento mineral é um dos grandes desafios da nutrição de bovinos em pastagem no Brasil. Ele nem sempre é facilmente obtido, pois há muitas variáveis no sistema que influenciam a ingestão de minerais e dificuldades operacionais (distância dos pastos, ocorrência de chuvas, etc.).

Todavia, antes de entrar na busca do consumo-alvo propriamente dito é importante chamar a atenção para diferenciar teor do nutriente (% , g/kg ou ppm) de ingestão do nutriente (g/cab.dia). Para isso é interessante o exemplo do quadro abaixo:

Este quadro tem dois suplementos minerais: o Sal A, com consumo de 81 g/kg de fósforo (P) e o Sal B, com 90 g/kg de P. É comum o Sal B, portanto, ser considerado como “mais forte” e talvez até ser escolhido por isso. Ocorre que o Sal A, tem consumo de 70 g/cab.dia e o Sal B, de apenas 50 g/cab.dia. Assim, como o consumo, em g/cab.dia, é a multiplicação do consumo pelo

QUADRO 6.1. Comparação entre teor de nutriente e ingestão do nutriente, considerando dois suplementos minerais diferentes (A e B).

MISTURA MINERAL CONSUMO, G/CAB.DIA ELEMENTO	A		B	
	70		50	
	TEOR	G/CAB.DIA	TEOR	G/CAB.DIA
Ca, g/kg	120	8,40	130	6,50
P, g/kg	81	5,67	90	4,50
S, g/kg	15	1,05	17	0,85
Na, g/kg	140	9,80	200	10
Cu, ppm	1235	86	1500	75
Zn, ppm	5000	350	6000	300
I, ppm	130	9	150	7,50
Co, ppm	150	11	160	8,00
Se, ppm	15	1	18	0,90

TABELA 6.2. Misturas minerais com diferentes teores de sódio (Na) e seu consumo baseado no atendimento das exigências deste elemento.

PRODUTO	TEOR DE NA G /KG	CONSUMO ESTIMADO (G/CAB.DIA)	CONSUMO DE NA (G/CAB.DIA)*
A	200	50	10
B	165	60	10
C	145	70	10

* 10g ~ 0,10% MS para 1 UA.

teor (g/kg), temos que o animal que receber o Sal B vai consumir 4,5 g/cab. dia de P, contra 5,67 g/cab.dia do Sal A, ou seja o sal que seria considerado prematuramente como “mais forte” é exatamente o que fornece menos P!

Em geral a mistura mineral contendo entre 30-40% de cloreto de sódio (NaCl) permite consumo suficiente para ingestão satisfatória dos demais minerais. O Sódio, como já dito, é o mineral que faz os animais terem o desejo de consumir suplemento mineral. Em função disso, ele pode se usado como referência para o consumo do suplemento, baseado no atendimento de sua exigência. Na Tabela 6.2, ilustra-se essa situação.

A ideia é que o animal pára de consumir no momento que sua exigência de Na é atendida. Considerando a exigência como 10 g/cab.dia e três suplementos com teores (g/kg) decrescentes de Na, eles teriam consumos crescentes para compensar o menor teor e chegar à mesma ingestão de Na, como mostrado na terceira coluna. Portanto, a partir do teor do suplemento e da exigência do animal é possível prever um provável consumo para este produto.

A aplicação prática desta premissa deve ser feita apenas no sentido de se ter uma referência. Em geral, o consumo alvo é determinado assim, pois o mineral é formulado seguindo esse princípio.

O consumo alvo tem de ser visto com reservas para uso pontual, uma vez que a variabilidade do consumo de mineral no campo é enorme. Contudo, para um número considerável de observações, há uma convergência da média dos valores observados a campo com os valores estimados pelo teor de sódio, indicando ser válido usá-lo como referência.

Quando o consumo está muito alto, podemos lançar mão de uma ou mais das ações descritas abaixo:

- 1) *Misturar sal comum*: Difícil acertar a quantidade de sal comum a misturar;
- 2) *Restringir o fornecimento*: Colocar a quantidade para mais de um dia em determinado dia e não fornecer nos dias a mais;
- 3) *Mudar o cocho* para longe da água e dos locais de concentração dos animais (malhadouro);
- 4) *Reduzir o nível de palatabilizante*: Perde-se a vantagem do palatabilizante que é a de deixar o consumo menos variável.

Se o objetivo for aumentar o consumo, basta fazer o oposto ao indicado nos itens acima.

Suplementação mineral e as épocas do ano

O momento mais importante para se preocupar com a suplementação mineral é no período das águas, para que se consiga extrair ao máximo o potencial de ganho da pastagem que, de outra forma, poderia ser limitado por alguma deficiência mineral.

De maneira oposta, teoricamente, no período da seca, fornecer apenas NaCl poderia dar o mesmo resultado que o sal mineral completo, uma vez que o resultado normal de se dar somente sal mineral na seca é a perda de peso. Como a exigência mineral é diretamente relacionada ao nível produção, fica fácil entender o porquê de não haver resposta à suplementação mineral. No caso da seca, o limitador principal é a proteína e é este nutriente que devemos suplementar estrategicamente. Na prática, nenhum nutricionista animal recomenda fornecer apenas sal branco na seca. Em primeiro lugar porque se sugere usar o sal com ureia ou o sal proteinado, mas também porque os minerais têm outros papéis (Ex.: sistema imune), portanto havendo risco nesta estratégia de deixar o animal com menor resistência.

Água e solo como fontes de minerais

A água e o solo não costumam ser fontes primordiais de minerais, mas podem, em determinadas situações, ser responsáveis por consideráveis quantidades do suprimento destes. Um exemplo drástico é a intoxicação de Flúor (F) através de águas de poços em regiões com problemas endêmicos.

O Na e outros sais presentes em grandes quantidades na água podem reduzir o consumo da mistura mineral, comprometendo a ingestão balanceada de minerais.

O consumo de grandes quantidades de solo (geofagia) pode ser um indicativo de deficiência mineral. Dados neozelandeses indicam que o consumo de solo pode chegar a 600 kg/ano para vacas leiteiras em pasto. Esse consumo de solo pode tanto ajudar a suplementar minerais aos animais (Exemplo: Co e I são mais altos no solo que nas plantas), como pode trazer compostos tóxicos ou atrapalhar o balanceamento da dieta (Exemplo: Induzir deficiência de Cu por causa de Mo e Zn, seus antagonistas). O bom manejo das pastagens e a boa mineralização dos animais reduzem a ingestão de solo.

Algumas vezes, nota-se geofagia em confinamento, mesmo com os animais estando bem mineralizados. Nesse caso, fica claro que isso é apenas um desvio de comportamento dos animais – como se ele estivesse achando uma “diversão” para o tempo de ócio. Isso se inicia muitas vezes com o comportamento isolado de um animal que é, em seguida, imitado pelos demais.

VITAMINAS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

As vitaminas, tal como os minerais, têm funções chave como cofatores de enzimas ou elementos reguladores. Processos metabólicos são desencadeados ou controlados por vitaminas. As quantidades requeridas de vitaminas são muito pequenas, mas vitais para o animal e a concentração correta na dieta pode otimizar o desempenho animal.

QUADRO 6.2. Forma, fontes e depósitos de vitaminas lipossolúveis

VITAMINA	FORMA	FONTES	DEPÓSITOS
A	Pró-vitamina A (carotenos, criptoxantina)	Forragens verdes, milho amarelo, silagens e fenos (mas com mais baixa disponibilidade). Beta-caroteno é a forma mais comum.	Fígado, duração de 2 a 4 meses.
D	Ergocalciferol (D ₂) e Colecalciferol (D ₃)	D ₂ provém de plantas	Pequena reserva no fígado
E	Alfa-tocoferol	Gérmen de trigo, sementes de oleaginosas, forragens verdes e conservadas (mas decaem com o processamento e o tempo de armazenamento)	Fígado e tecido adiposo, principalmente, mas muitos outros tecidos
K	K ₁ e K ₂	K ₁ , forragens verdes e K ₂ , bactérias ruminais	—

Ainda de maneira semelhante aos minerais, em determinadas situações, valores mais elevados de vitaminas podem ser necessários, especialmente em caso de problemas de sanidade. De fato, quando respostas imunológicas são utilizadas para verificar o efeito das vitaminas, as exigências se mostraram bem superiores do que quando utilizadas apenas medidas de produção ou reprodução, em condições sem desafio ao sistema imune.

As vitaminas são divididas em dois grupos em função de sua solubilidade:

- Vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K;
- Vitaminas hidrossolúveis: Vitaminas do complexo B (B12, Tiamina, Niacina e Colina), vitamina C.

As vitaminas hidrossolúveis são produzidas pelos microrganismos ruminais ou mesmo pelos animais (caso da Colina e, provavelmente, da vitamina C). Portanto, não há muito que se preocupar com elas. Respostas à suplementação de niacina, por exemplo, só são reportadas em vacas leiteiras de alta produção e, mesmo assim, as vantagens de suplementá-la ainda são bastante discutíveis.

Já as vitaminas lipossolúveis dependem mais da dieta, apesar da vitamina D ser sintetizada na epiderme de animais expostos ao sol, da vitamina K ser sintetizada pelo rúmen e da vitamina A também ser produzida pelos animais, desde que haja na dieta precursores da vitamina A (alfa-carotenos, betacaroteno, gama-caroteno e criptoxantina).

No Quadro 6.2 são apresentadas as fontes das vitaminas lipossolúveis.

Vitamina A

A atividade da vitamina A é medida em equivalentes de retinol. Uma unidade internacional de vitamina A corresponde a 0,3 µg de retinol na

forma trans. Isto equivale a 0,344 µg de trans retinil acetato ou 0,550 µg de trans retinil palmitato, que são as formas mais comuns em suplementos vitamínicos.

Uma redução de 1% ao mês na concentração, mesmo em boas condições de armazenagem, é normal. Se estas formas são conservadas em misturas minerais e/ou outros alimentos, ou quando são peletizadas, essas perdas aumentam para de 5 a 9% por mês.

Nas plantas, não existe retinol, mas precursores deste, dos quais o mais comum é o betacaroteno. Como ele é muito sensível, o processamento (ensilagem ou fenação) e o armazenamento de alimentos reduz o seu teor. A quantidade de carotenos é altamente variável nos alimentos. Para bovinos, 1 mg de betacaroteno equivale a 400 UI (=120 µg de retinol)

Condições predisponentes à suplementação de Vitamina A:

- 1) Dietas com baixo teor de volumosos (maior destruição ruminal e menor ingestão de betacaroteno);
- 2) Dietas com maiores concentrações de silagem (teores mais baixos de betacaroteno e mais baixa biodisponibilidade potencial de betacaroteno na dieta basal);
- 3) Dietas com forragens de baixa qualidade (teores basais mais baixos de betacaroteno);
- 4) Maior exposição a patógenos infecciosos (maior demanda do sistema imune);
- 5) Períodos quando a resposta imune possa estar reduzida (período pré-parto por exemplo).

Vitamina D

A vitamina D₃ provém da reação fotoquímica que ocorre na pele dos animais transformando o 7-deidrocolesterol em D₃ (coleciferol). Nas plantas, a radiação ultravioleta produz a vitamina D₂ (ergocalciferol), a partir do ergosterol, um fitoesterol.

Uma unidade internacional de vitamina D é igual a 5 µg de coleciferol.

Dietas com elevados teores de concentrado e manutenção de animais em locais protegidos da radiação solar podem aumentar a chance de necessidade de suplementação de vitamina D.

Vitamina E

A vitamina E é um grupo de substâncias lipossolúveis chamadas tocoferóis ou tocotrienóis. A forma mais ativa e mais comum nos alimentos é o alfa-tocoferol. A silagem pode ter de 20 a 80% menos vitamina E do que a forragem original. O tratamento térmico empregado na soja tostada, por exemplo, destrói praticamente toda a vitamina E.

A forma comercial de suplementação é o alfa-tocoferil acetato que na forma esterificada é mais estável do que na forma de álcool. Uma unidade internacional de vitamina E corresponde a 1 mg de alfa-tocoferil acetato. A perda de atividade biológica dos suplementos com alfa-tocoferil acetato é de 1% ao mês, mas produtos extrusados podem ter perda de 6% ao mês.

Condições predisponentes à suplementação de Vitamina E:

- 1) Dietas com forragem conservada exigiriam 67% a mais de vitamina do que uma dieta semelhante em que fosse usada forragem *in natura* (50% como volumoso) ou consumo de pastagem;
- 2) Animais com níveis subótimos de Se;
- 3) Animais produzindo colostro que contenha de 3 a 6 μg de alfa-tocoferol;
- 4) Ingestão de ácidos graxos poli-insaturados pode aumentar o requerimento se adicionados na forma protegida para ruminantes;
- 5) Períodos quando a resposta imune possa estar reduzida (período pré-parto).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mineralização é uma das práticas nutricionais por mais tempo usadas na pecuária nacional e, exatamente por estar a tanto tempo incorporada à produção, nem sempre recebe a devida atenção. É importante ir contra isso e investir na melhor mineralização possível, pois há grandes chances de resposta ao se suplementar corretamente, algo que não deve ser desperdiçado.

Já com relação à suplementação de vitaminas, apesar de haver poucas situações em que há resposta em nossas condições, elas não devem ser desperdiçadas. Além disso, devemos ter em conta que, com o aumento do potencial produtivo dos animais, em função do melhoramento, a tendência é que essas situações de resposta à suplementação vitamínica aumentem.

