

Multidisciplinar

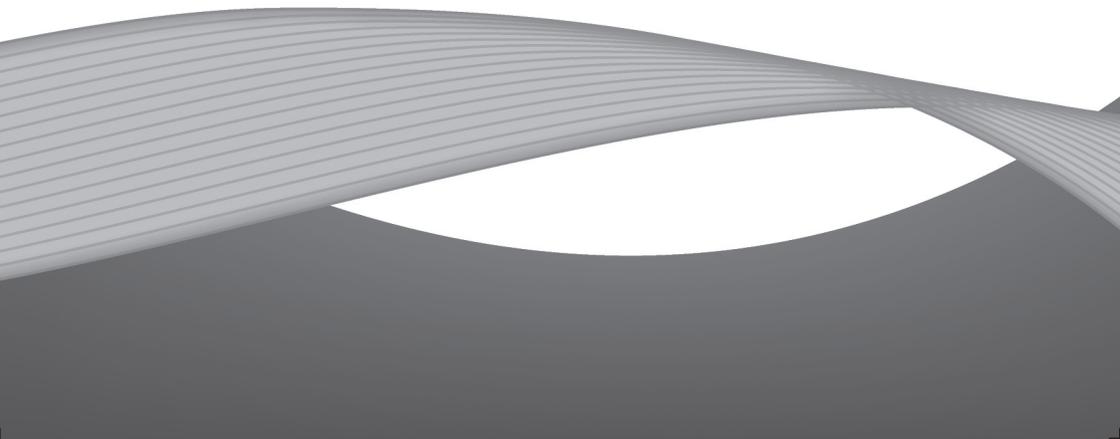
# Avanços em Nutrição Mineral de Ruminantes

Suplementando com precisão

*Antonio Ferriani Branco*

# Capítulo 1

## Introdução



# 1. Introdução

---

Os elementos minerais são essenciais aos animais e, como são inorgânicos, não podem ser sintetizados. Um determinado elemento só é considerado como essencial a partir do momento em que a pesquisa identifica que quando retirado da dieta, há redução na taxa de crescimento ou alterações no metabolismo do organismo animal.

Pelo fato das exigências de minerais serem muito inferiores a de outros nutrientes, como proteína e energia, esses são considerados erroneamente menos importantes. O que podemos admitir, é que as deficiências de proteína ou de energia na dieta são mais comuns e observadas mais rapidamente que a de minerais, em decorrência das quantidades diárias necessárias para manutenção e produção.

Para animais criados em condições de pastagem, como no caso de bovinos ou de outros ruminantes, essas deficiências podem ser estudadas com mais facilidade e de forma mais evidente em regiões que apresentam deficiência severa de alguns elementos no solo e que apresentarão o pasto ou as forrageiras também com grande deficiência.

Na tabela 1.1 são apresentados os macro e micro elementos minerais essenciais e as funções orgânicas mais importantes relacionadas a cada um deles.

## 1.1 Macroelementos

Os macromelementos são exigidos em quantidades maiores e quando sua concentração na dieta é considerada, os técnicos adotam a porcentagem como unidade de referência. Alguns dos macromelementos são catiônicos, ou seja, deficientes

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

em elétrons, e aqui se incluem o cálcio (Ca), o fósforo (P), o sódio (Na), o potássio (K) e o magnésio (Mg). Outros são aniônicos, ou seja, ricos em elétrons, e são eles, o cloro (Cl) e o enxofre (S). As principais funções dos macroelementos minerais considerados essenciais para ruminantes são mostradas na tabela 1.2.

**Tabela 1.1** - Minerais essenciais e principais funções no organismo animal.

Macro	Função
Cálcio	Formação de ossos e dentes, além das atividades muscular e nervosa.
Enxofre	Funções metabólicas e formação de aminoácidos no rúmen.
Fósforo	Reprodução e formação de ossos e dentes.
Magnésio	Crescimento, reprodução e funções metabólicas.
Potássio	Funções metabólicas.
Micro	Função
Cobalto	Componente da vitamina B12.
Cobre	Formação da hemoglobina e metabolismo nos tecidos.
Cromo	Resposta imune e fator de tolerância a glicose.
Iodo	Produção de hormônios da tireóide e metabolismo energético.
Manganês	Formação de enzimas envolvidas no processo reprodutivo.
Selênio	Antioxidante, presente na enzima glutatona peroxidase.
Zinco	Atividade enzimática.

### 1.1.1 Cálcio e Fósforo

O cálcio e o fósforo representam aproximadamente 70% de toda a matéria mineral presente no organismo dos ruminantes e estão presentes principalmente nos ossos, onde encontramos 99% do Ca orgânico e 80% do P orgânico. No osso, a relação entre cálcio e fósforo é próxima de 2:1, mudando apenas nas situações em que ocorre deficiência na dieta. Em bovinos, as concentrações consideradas normais para estes dois elementos são de 9-11 mg/100 mL (2,1 – 2,8 mmol/L) de soro para o cálcio e 4-9 mg/100 mL (1,4 – 1,5 mmol/L) de soro para o fósforo. O organismo dos bovinos contém aproximadamente 12 g de Ca/kg de peso vivo, enquanto ovinos apresentam um pouco mais, ou seja, 15 g/kg.

O controle hormonal do metabolismo de cálcio e de fósforo ocorre pela ação do hormônio da paratireóide (PTH, paratormônio) e da calcitonina. O PTH é secretado na glândula paratireóide e aumenta a síntese biológica de 1,25 dihidroxicolecalciferol, que mobiliza cálcio do osso e aumenta a absorção de cálcio no intestino delgado, além de aumentar a concentração sanguínea de cálcio. A calcitonina é secretada pelas células ultimobraquiais da glândula tireóide e inibe a reabsorção de cálcio dos ossos, diminuindo a concentração de cálcio do sangue. A vitamina D (1,25 dihidroxicolecalciferol ou calcitriol) é indispensável para que o processo ocorra, e esse é o motivo pelo qual as deficiências de Ca, P e de vitamina D produzem sinais clínicos semelhantes, ou seja, raquitismo em animais jovens e osteomalácia em animais adultos.

A disponibilidade aparente de cálcio nas forrageiras é baixa e muitos dados mostram que fica entre 10 e 40%, mas a verdadeira é mais alta e varia entre 30 e 45%, sendo que em animais jovens é mais alta que em adultos. Em relação ao fósforo, encontramos disponibilidade mais alta, sendo que a verdadeira normalmente é superior a 60%, mas é importante destacar que aumentando as concentrações de fósforo da dieta, ocorre redução na absorção aparente deste elemento.

A proteína ligadora de Ca auxilia na absorção deste elemento e a síntese desta proteína é controlada pela vitamina D. A absorção de Ca não é dependente da

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

vitamina D da dieta, mas é regulada por esta vitamina, em relação às exigências do elemento. Dietas com altas concentrações de Ca resultam em menor absorção de Ca. Em bovinos, a absorção de cálcio decresce com a idade. O cálcio tem baixa solubilidade no rúmen e a absorção ruminal é insignificante.

A absorção de P não é regulada com a mesma intensidade que a de Ca. O P é absorvido na forma de ortofosfato. As formas meta e piro fosfatos têm disponibilidade biológica bem menor e há evidência de que o fosfato é transportado através da parede intestinal por transporte ativo e passivo. Nos grãos e concentrados, a forma orgânica mais abundante de fósforo está na forma de ácido fítico. Em forrageiras, ocorre aumento na concentração de fósforo fítico com o avanço da idade. Em ruminantes, os microorganismos do rúmen hidrolisam a molécula de ácido fítico e liberam o P. Dessa forma, para ruminantes, trabalha-se com fósforo total como sendo todo disponível. Em dietas de pré-ruminantes, quanto ao fósforo fítico, deve-se tomar os mesmos cuidados que se toma para não ruminantes.

As deficiências gerais destes dois elementos se traduzem em má formação dos ossos, produzindo raquitismo em animais jovens (ossos fracos e quebradiços) e osteomalácea em adultos (queda na mineralização do osso).

A deficiência de Ca após o parto leva a uma baixa concentração de cálcio no plasma, com quadro de febre do leite (tetania, coma e morte). Em função de um desequilíbrio na ação hormonal, logo após o parto, a vaca tem menor capacidade de mobilização de cálcio.

Na maior parte das situações, a deficiência de fósforo produz um quadro de apetite depravado, que em casos extremos pode levar indiretamente ao aparecimento do botulismo, uma doença causada pelo consumo de carcaça contaminada com *Clostridium botulinicum*. O apetite depravado pode levar também a um aumento nos casos de intoxicação pelo consumo de plantas tóxicas. A deficiência de fósforo também produz redução nos índices relacionados ao desempenho reprodutivo dos animais.

**Tabela 1.2** - Funções específicas no organismo animal dos macroelementos minerais.

Mineral	Função
Cálcio	Controle da excitabilidade de nervos e músculos, além da contração muscular. Importante na coagulação do sangue. Estimula a síntese de proteína muscular. Regula o metabolismo celular através da ativação da calmodulina.
Fósforo	Componente dos fosfolípídeos da membrana celular, do ATP, da fosfocreatina, do DNA, do RNA e de importantes coenzimas.
Magnésio	Ativação de enzimas envolvidas com as transformações do ATP. Importante para o metabolismo de carboidratos e participa na fosforilação oxidativa. Constituinte de ossos e dentes.
Sódio, Potássio e Cloro	Manutenção da pressão osmótica e do balanço ácido-base do organismo. Participam da bomba Na/K ATPase. Metabolismo hídrico. Transmissão impulso nervoso. Transporte ativo de glicose e aminoácidos (Na). Produção de HCl no estômago e regulação do pH sanguíneo (Cl).
Enxofre	Componente de aminoácidos (metionina e cistina), das cartilagens como sulfato de condroitina, da biotina, da tiamina, da insulina e da coenzima A. Importante para as pontes de S nas ligações das cadeias peptídicas.

O aumento da concentração de fósforo na dieta produz aumento dos níveis séricos de fósforo e deprime o nível de cálcio, principalmente em dietas com baixo cálcio, isso é provável de ocorrer em dietas de confinamentos para altos ganhos e com vacas de alta produção, situações nas quais ocorre alto consumo de concentrados.

A concentração de cálcio em forrageiras tropicais varia de 0,10% a 0,80%, com valor médio de 0,40%. O cálcio é encontrado em maior concentração nas folhas e menor no colmo das plantas forrageiras. No caso do fósforo, em condições tropicais, 75% das forrageiras apresentam concentração de fósforo inferior a 0,3%

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

na matéria seca. A distribuição de fósforo na planta é praticamente a mesma quando consideramos folha e colmo.

#### 1.1.2 Magnésio

O magnésio está distribuído no organismo com 70% nos ossos e dentes e 30% nos tecidos moles. A concentração no soro sanguíneo varia de 2-5 mg/100 mL.

A absorção de magnésio diminui com a idade e ocorre no rúmen, retículo, omaso, intestino delgado e cólon. Essa absorção pode ocorrer por transporte ativo (baixo Mg dieta) e passivo (alto Mg dieta). Em ruminantes, a reciclagem de Mg via saliva é baixa, contrapondo à exigência das bactérias, que é alta. O coeficiente de absorção aparente de magnésio em forrageiras é baixo e situa-se entre 15 e 20%.

A deficiência mais comum de magnésio é a tetânia das pastagens, que ocorre com muita frequência em vacas em lactação (2-3 semanas após parto). O nível sanguíneo de magnésio nestas condições é menor que 0,5 mg/100 mL. O quadro se traduz em tremor muscular, ataxia, fraqueza muscular, convulsões, taquicardia, fibrilação, coma e morte.

#### 1.1.3 Sódio, potássio e cloro

O sódio, o potássio e o cloro ocorrem nos fluidos e tecidos moles do organismo, não havendo tecidos que depositam os mesmos em quantidades significativas.

O sódio é o principal cátion extracelular, representando 90% das bases do sangue, e 0,15-0,20 do organismo animal.

O potássio é o principal cátion intracelular, e o organismo contém aproximadamente 0,35% de K. O potássio tem o transporte acoplado ao transporte de Na. A proteína Na/K ATPase, que faz o transporte de Na e K, é a principal consumidora de energia do organismo (30% da manutenção).

O cloro está distribuído tanto dentro como fora da célula, representando 2/3 dos ânions do sangue.

O sódio, o potássio e o cloro são absorvidos principalmente por transporte ativo no intestino delgado superior e pouco por transporte passivo em outras áreas do trato, inclusive rúmen, sendo que o Na é o mais absorvido.

O hormônio que regula os níveis desses minerais no sangue é a aldosterona, que é secretada pelo córtex da adrenal e aumenta a reabsorção de Na, ou excreção de K pelos túbulos renais. A secreção de aldosterona está sob influência da adrenocorticotropina secretada pela pituitária anterior. O hormônio antidiurético responde basicamente a modificações na pressão osmótica, no entanto, a concentração de eletrólitos é usada para regular a pressão osmótica.

Os sintomas gerais de deficiência de Na, K e Cl são apetite reduzido ou depravado, menor taxa de crescimento, perda de peso e queda nos índices reprodutivos em adultos, e desidratação. A deficiência de sódio produz perda de apetite, redução na taxa de crescimento e apetite depravado. A deficiência de potássio produz fraqueza muscular, convulsões e paralisia. Aparecem também lesões no músculo cardíaco e respiratório, degeneração dos túbulos renais e redução da tonicidade do trato digestório, tornando-o distendido.

#### 1.1.4 Enxofre

O enxofre se encontra presente no organismo em moléculas orgânicas como em aminoácidos, em vitaminas, na insulina e na coenzima A.

O enxofre é absorvido principalmente como componente de moléculas orgânicas e também, em formas inorgânicas como sulfatos, os quais são absorvidos com menor eficiência. Em ruminantes, o S inorgânico pode ser utilizado na síntese de compostos orgânicos, ou seja, aminoácidos sulfurados, pelos microorganismos do rúmen. Esse fato se deve à redução do sulfato a sulfito no meio ruminal. A relação N: S na célula microbiana é de 14:1. A formação de sulfito no rúmen pode prejudicar a disponibilidade de Cu pela formação de sulfito de cobre, e assim

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

níveis elevados de enxofre prejudicam a absorção de cobre. Níveis elevados de S podem afetar a absorção de Se pelos microrganismos. Apesar de S e Se apresentarem estruturas análogas, o S não substitui o Se em sua atividade biológica.

A deficiência deste elemento está associada aos compostos orgânicos dos quais faz parte produzindo emaciação da pele, queda do apetite, queda na utilização de NÑP pelos microrganismos do rúmen, acumulação de lactato no rúmen e redução na digestão da fibra.

A intoxicação por enxofre ocorre quando a porcentagem na dieta de ruminantes é superior a 0,4% na MS, o que está muito próximo das exigências. A intoxicação por enxofre produz anorexia, perda de peso e necrose hepática.

## 1.2 Microelementos

Os microelementos são exigidos em concentrações abaixo de 100 ppm (100 mg/kg de matéria seca) na dieta. Os já definitivamente aceitos como essenciais são ferro (Fe), cobre (Cu), iodo (I), zinco (Zn), cobalto (Co, ruminantes), manganês (Mn), selênio (Se), flúor (F) e cromo (Cr). Nas tabelas 1.3 e 1.4 são mostradas, respectivamente, as principais funções, e os principais complexos enzimáticos com envolvimento dos microelementos. Apesar das dificuldades de trabalhar com microelementos, as exigências desses minerais são mais compreendidas atualmente.

Uma discussão mais recente e que envolve microelementos refere-se aos radicais livres, que são extremamente prejudiciais aos sistemas biológicos. É importante destacar que durante a atividade fagocítica dos granulócitos ocorre produção de radicais de oxigênio para destruir os patógenos intracelulares. Contudo, estes produtos oxidativos, se não forem eliminados podem prejudicar a saúde das células. Os antioxidantes servem para estabilizar estes radicais livres altamente reativos. Portanto, os antioxidantes são muito importantes para a resposta imune e a saúde dos animais. Os mecanismos de defesa contra os radicais livres geralmente incluem diversas metaloenzimas, das quais podemos destacar a glu-

tationa peroxidase (Se), a catalase (Fe) e a superóxido dismutase (Cu, Zn e Mn). A função antioxidante contribui com parte da resposta imune, pois ajuda a manter a integridade estrutural e funcional de importantes células imunes. O comprometimento da resposta imune resultará em prejuízo à produção animal pela maior susceptibilidade a doenças, com aumento da morbidade e da mortalidade.

### 1.2.1 Iodo

De todo o iodo presente no organismo, 70 - 80% está presente na glândula tireóide por ação do seu hormônio estimulante (TSH), o qual é secretado pela glândula pituitária anterior. O iodo está armazenado nesta glândula na forma de uma proteína chamada tireoglobulina. Sua única função é participar da síntese dos hormônios T4 (tiroxina) e T3 (triiodotironina), que afetam o metabolismo de lipídeos, carboidratos e proteínas.

São poucos os trabalhos que mostram a concentração de iodo em forrageiras, mas os disponíveis na literatura apresentam concentrações variando de 0,05 a 1,90 mg/kg de matéria seca, com uma média de 0,26 mg/kg, portanto bem abaixo das exigências que consideraremos em capítulos posteriores. Além disso, é importante destacar que a concentração de iodo na planta forrageira cai abruptamente com o amadurecimento. O iodo é absorvido no trato digestório na forma inorgânica.

A deficiência de iodo produz redução da taxa metabólica basal e extrema fraqueza. O bócio é o principal sinal clínico da deficiência de iodo, ocorrendo aumento da glândula tireóide resultante da alta atividade da glândula no sentido de sintetizar quantidade suficiente de hormônios com quantidade insuficiente de iodo. Algumas plantas apresentam características goitrogênicas, ou seja, desenvolvem o bócio, pois tem moléculas que se ligam ao grupo hidroxila do hormônio e evitam a ligação com o iodo.

**Tabela 1.3** - Principais funções no organismo animal dos microelementos minerais.

<b>Mineral</b>	<b>Função</b>
Iodo	Constituinte do hormônio tiroxina e outros compostos ativos da tireóide (mono, di e triiodotironina). Atua no controle da taxa metabólica.
Ferro	Componente da hemoglobina, da mioglobina, do citocromo, da actina e da miosina. Presente em várias metaloenzimas.
Cobre	Participa do metabolismo do ferro (ceruloplasmina), da formação da elastina e do colágeno, além de manter a integridade do sistema cardiovascular. Importante para a formação do osso, para a integridade do sistema nervoso central (formação da mielina que reveste as fibras nervosas), para a hematopoiese e para a pigmentação dos pelos.
Cobalto	Constituinte da vitamina B12.
Manganês	Ativação de enzimas na síntese de polissacarídeos e glicoproteínas. Importante para o metabolismo do piruvato e para a síntese de ácidos graxos, de colesterol e de sulfato de condroitina.
Zinco	Constituinte de diversas enzimas, componente da insulina, e de parte da configuração do DNA e RNA.
Selênio	Componente da enzima glutationa peroxidase.
Molibdênio	Faz parte da enzima xantina oxidase (reações de óxido redução).
Cromo	Participa do metabolismo de carboidratos e lipídeos Fator de tolerância à glicose.

**Tabela 1.4** - Principais sistemas enzimáticos com envolvimento de microelementos.

Mineral	Enzima	Função
Fe	Succinato Desidrogenase	Oxidação aeróbica de carboidratos.
	Citocromos a, b, c	Transferência de elétrons.
	Catalase	Proteção contra $H_2O_2$ .
Cu	Citocromo oxidase	Oxidase terminal.
	Lisil oxidase	Oxidação de lisina.
	Ceruloplasmina	Utilização de Fe e transporte de Cu.
	Superóxido dismutase	Dismutação do radical superóxido $O_2^-$ .
Zn	Anidrase carbônica	Formação de $CO_2$ .
	Álcool desidrogenase	Metabolismo de Álcool.
	Carboxipeptidase A	Digestão de proteínas.
	Polimerase nuclear poli (A)	Hidrólise de ésteres de fosfato.
	Fosfatase Alcalina	Replicação celular.
Mn	Colagenase	Cicatrização de injúrias.
	Piruvato carboxilase	Metabolismo do piruvato.
	Superóxido dismutase	Antioxidante na remoção de $O_2^-$ .
Mo	Glicosilaminotransferases	Síntese de proteoglicanas.
	Xantina desidrogenase	Metabolismo de purinas.
	Sulfito oxidase	Oxidação de sulfitos.
Se	Aldeído oxidase	Metabolismo de purinas.
	Glutationa peroxidase	Remoção de $H_2O_2$ e hidroperóxidos.
	Deiodinases tipo I e II	Conversão da tiroxina p/ forma ativa.

#### 1.2.2 Ferro

O ferro ocorre em duas formas: ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ). É absorvido na forma  $\text{Fe}^{2+}$  (somente 5 - 10% de eficiência) e, na mucosa do duodeno, o  $\text{Fe}^{2+}$  é oxidado a  $\text{Fe}^{3+}$  e transportado ligado à proteína transferrina. A enzima xantina oxidase da mucosa intestinal é que catalisa esta ação. A concentração de ferro nas células da mucosa é que regula a extensão da absorção deste elemento. Este elemento é altamente conservado e reciclado no organismo e como resultado, pouco ferro é exigido, exceto sob certas circunstâncias como perda de sangue (hemorragias).

O ferro é armazenado no fígado, no baço e no osso marrom em duas formas: como ferritina (proteína complexa e solúvel) e como hemosiderina (hidróxido de ferro e insolúvel). Em situações de excesso, o mineral é armazenado como hemosiderina. O ferro da transferrina ( $\text{Fe}^{3+}$ ) deve ser reduzido à forma  $\text{Fe}^{2+}$  antes de ser incorporado na ferritina.

A deficiência de ferro produz anemia microcítica e hipocrômica, com quantidade insuficiente de hemoglobina para suprir oxigênio às células e tecidos. Essa deficiência ocorre principalmente em animais lactentes.

#### 1.2.3 Cobre

As mais altas concentrações de cobre ocorrem no fígado, cérebro, rins, coração, partes pigmentadas dos olhos, pelos e lã. Encontramos concentrações intermediárias no pâncreas, baço, músculos, pele e osso. O cobre sanguíneo está associado com a  $\alpha_2$ -globulina e com a ceruloplasmina (90%). Também é encontrado na eritrocupreína das células vermelhas do sangue (10%) e no osso marrom, onde é usado na síntese de hemácias.

O local e a taxa de absorção de cobre variam com a espécie e ocorre predominantemente no intestino delgado. Para que ocorra a absorção do cobre, é fundamental a presença da proteína ligadora de cobre. Os sais são mais amplamente

absorvíveis do que íons metálicos. O cobre é transportado no plasma fracamente ligado à albumina até os tecidos alvos.

A absorção de cobre em ruminantes é baixa (1 a 10%) em relação aos valores reportados para não ruminantes. A baixa absorção em ruminantes é devido a complexas interações que ocorrem no rúmen. Antes do completo desenvolvimento do rúmen, a absorção de cobre é alta (70-85%) em ovinos alimentados com leite, mas se reduz a até no máximo 10% após o desmame.

O cobre tem uma importante inter-relação com molibdênio e enxofre e altos teores destes elementos na dieta aumentam as exigências desse mineral. É bem documentado que as exigências de cobre têm grande variação em ruminantes, dependendo da concentração de outros nutrientes na dieta, especialmente molibdênio e enxofre. Há 3 possibilidades de interação entre Mo, S e Cu. Essas interações podem ocorrer com as concentrações normalmente encontradas de Mo e S nos alimentos e estão centradas na formação de tiomolibdatos no rúmen (mono, di, tri e tetra tiomolibdatos). Os tiomolibdatos são formados pela reação de molibdatos com sulfitos, que são produzidos pelos microrganismos quando reduzem sulfatos e também quando degradam aminoácidos. Os tiomolibdatos, quando associados com a fase sólida da digesta do rúmen (bactérias, protozoários e partículas alimentares não digeridas), formam complexos insolúveis com cobre, os quais não o liberam sob condições de baixo pH. Di e tritiomolibdatos podem ser absorvidos.

Efeitos sistêmicos sobre o metabolismo do cobre são atribuídos a absorção de tiomolibdatos e estes são:

- 1) Aumento da excreção biliar de cobre dos estoques hepáticos;
- 2) Forte ligação do cobre à albumina plasmática, reduzindo o transporte do cobre disponível para processos bioquímicos;
- 3) Remoção de cobre de metaloenzimas. Quando a concentração ruminal de sulfito é baixa, o Mo tem pouco efeito sobre a dispo-

nibilidade de cobre. Quanto ao enxofre, independente do papel na interação Mo – Cu, aumentos na concentração reduzem a disponibilidade de Cu. O enxofre na forma de sulfito reduz a disponibilidade de Cu pela formação de sulfito de cobre, insolúvel no trato digestório. Os ruminantes são expostos a consumo excessivo de ferro com muita frequência, seja através da ingestão de água, de solo ou de alimentos ricos em ferro. Dietas com alto ferro não reduzem o status de cobre em ruminantes jovens, lactentes, o que sugere que a plena funcionalidade do rúmen contribui para a interferência do Fe no metabolismo do Cu. Não está claro se os efeitos antagônicos do ferro e do molibdênio sobre o cobre são aditivos.

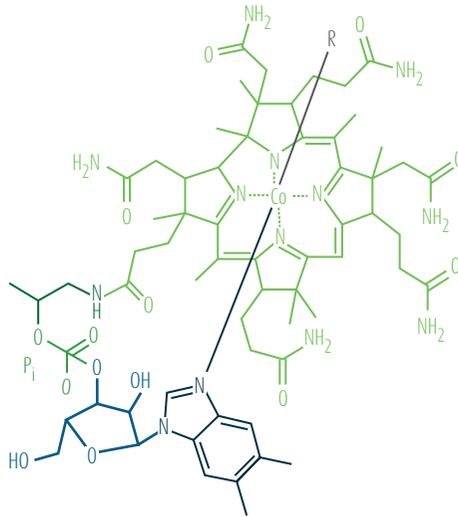
O principal sinal clínico da deficiência de cobre é a despigmentação dos pelos, lã e pele. A despigmentação dos cílios é bem característica. A deficiência de cobre produz anemia macrocítica e hipocrômica. Ocorre também ruptura da aorta em virtude dos efeitos deste elemento na formação da elastina. Os animais apresentam também sinais clínicos ligados ao sistema nervoso em função da deficiência de formação de mielina. Os ossos são mais frágeis e ocorre deficiência na formação e pigmentação de pelos. A deficiência de cobre reduz o número de células T, células B e neutrófilos na circulação, portanto, ocorre queda da resposta resposta, além de reduzir os índices relacionados à fertilidade do rebanho.

#### 1.2.4 Cobalto

O cobalto se encontra em altas concentrações no fígado, nos rins, na adrenal e no tecido ósseo. O Co inorgânico é muito pouco absorvido e o excesso dele é excretado pelos rins.

A única função do cobalto estabelecida de forma evidente é a participação na estrutura da molécula de vitamina B12, que é sintetizada pelos microrganismos do rúmen (figura 1.1).

A deficiência de cobalto, que na realidade é uma deficiência de vitamina B12, produz perda de apetite, fraqueza, anemia, e redução no crescimento e desenvolvimento dos animais, sendo os jovens mais sensíveis que os adultos. Recomenda-se maior inclusão do cobalto em dietas ricas em grãos, como é caso de confinamentos e rebanhos leiteiros de alta produtividade, quer sejam vacas, ovelhas ou cabras.



**Figura 1.1** - Molécula da vitamina B12.

### 1.2.5 Manganês

O manganês se encontra em altas concentrações nos ossos, rins, fígado, pâncreas e glândula pituitária, todos tecidos ricos em mitocôndrias. O Mn é um co-fator essencial para muitas enzimas. Possui uma ampla gama de atividades, incluindo a síntese de mucopolissacarídeos, necessários para a formação da matriz orgânica dos ossos e dentes. É importante para a síntese de hormônios esteróides e para a gliconeogênese e utilização da glicose.

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

O manganês tem uma taxa de absorção baixa (menor que 10%), é absorvido na forma  $Mn^{2+}$  e oxidado à  $Mn^{3+}$  para ser transportado em uma fraca ligação com a  $\beta_1$ -globulina. Os excessos de Ca e P aumentam a absorção de Mn. Os fatores da dieta envolvidos na disponibilidade de manganês têm recebido pouca atenção em ruminantes, provavelmente porque a deficiência de manganês não é problema importante na nutrição desses animais. Existem algumas evidências de que as altas porcentagens de cálcio e fósforo na dieta reduzem a disponibilidade de manganês.

A deficiência de manganês produz má formação óssea, atraso na ovulação, reabsorção de fetos e redução na produção de leite.

#### 1.2.6 Zinco

O zinco ocorre amplamente distribuído no organismo em altas concentrações (100 – 300 mg/kg) e é encontrado principalmente na pele, pelos, lã, fígado, ossos, rins, músculo e pâncreas. Geralmente está associado com tecidos onde ocorre alta atividade enzimática.

É constituinte de muitas metaloenzimas que estão envolvidas no metabolismo do ácido araquidônico e das prostaglandinas, balanço de cátions e peroxidação das membranas. O desenvolvimento testicular e a espermatogênese são dependentes do zinco da dieta.

O zinco é absorvido principalmente no intestino delgado, sendo que de 5 a 40% do ingerido pode ser absorvido. Nas células intestinais o Zn está parcialmente ligado à sua proteína ligadora, chamada de metalotioneína, cuja síntese é regulada pela absorção de Zn. Um excesso na absorção do Zn pode levar à secreção do mesmo de volta à luz do intestino. No plasma ele é transportado fracamente associado à albumina. Alguns fatores, como alta concentração de Ca e de fitatos, podem se complexar com o Zn limitam a absorção deste elemento. A absorção de zinco diminui quando a relação ferro: zinco na dieta é superior a 2: 1. Zinco e cobre são competitivos no processo de absorção e recomenda-se que a relação

Zn: Cu da dieta seja próxima de 3: 1. Em ruminantes, a absorção de zinco diminui quando a concentração de zinco na dieta aumenta. Em forrageiras, uma porção relativamente alta do zinco está associada à parede celular, mas não está claro se a associação do zinco com a parede celular reduz a digestão da fibra.

Os tecidos tendem a redistribuir o Zn de áreas de alta concentração para áreas de menor concentração. No fígado, o Zn em excesso será ligado à metalotioneína.

A deficiência de zinco produz problemas de pele (paraqueratose), pelos e lã. Ocorrem dermatites e prejuízos à formação do osso. Ocorre também hipogonadismo, ou seja, supressão das características sexuais secundárias, gerando problemas reprodutivos.

Em função da relação do zinco com a insulina, ocorre também menor tolerância à glicose. Deficiência de zinco está associada com aumento da morbidade e da mortalidade. A deficiência de zinco está associada com redução da fagocitose e morte pela ação dos macrófagos, além da redução dos linfócitos no sangue.

## 1.2.7 Selênio

As maiores concentrações de selênio ocorrem no fígado, rins e músculo. Esse elemento é absorvido no duodeno em formas orgânicas e inorgânicas. Sua absorção é muito menor em ruminantes do que em não ruminantes. A baixa absorção de selênio em ruminantes pode estar ligada à redução do selênio da dieta no rúmen, formando estruturas insolúveis. O selênio e o enxofre têm propriedades físicas e químicas semelhantes, e vários estudos indicam que o aumento da concentração de enxofre na dieta diminui a absorção de selênio. No plasma, é transportado associado com a albumina e armazenado nos tecidos principalmente como selenometionina e selenocistina.

A deficiência de selênio produz uma distrofia muscular nutricional conhecida como doença do músculo branco em bezerros, diminui o peso ao nascer, au-

## Capítulo 1

### Os minerais na nutrição de ruminantes

menta os casos de mastite e retenção de placenta em vacas leiteiras e aumenta os casos de doenças ligadas ao aparelho reprodutor. O selênio como parte da enzima glutatona peroxidase protege o citosol contra os peróxidos produzidos no processo metabólico.

#### 1.2.8 Cromo

O cromo é importante para a atividade de enzimas, a estabilidade de proteínas, e o metabolismo de carboidratos. No entanto, o principal papel do cromo é potencializar a interação entre a insulina e receptores celulares, através da formação do fator de tolerância à glicose. O fator de tolerância à glicose estimula a ação da insulina e potencializa a entrada de glicose para dentro da célula.

A forma ativa do cromo é o  $\text{Cr}^{3+}$  e não  $\text{Cr}^{2+}$ . A absorção de cromo ocorre principalmente no intestino delgado, e as formas inorgânicas (cloreto e óxido) têm baixa absorção (0,4 – 3%). As formas orgânicas de cromo têm maior absorção, e atualmente há 6 formas orgânicas utilizadas na alimentação animal. São elas: cromo-aminoácido, cromo-picolinato, cromo-nicotinato, cromo-quelato, cromo-proteína e cromo-levedura.

#### 1.2.9 Flúor

O flúor está presente principalmente nos ossos e é essencial para o crescimento. A parte inorgânica do osso é hidróxi-apatita ( $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) e em condições de excesso de flúor, o radical OH pode ser substituído pelo F. As espécies de animais domésticos apresentam diferenças quanto à tolerância em relação à concentração de F na dieta e para vacas leiteiras, a ingestão máxima segura é de 0,01 ppm.

## 1.3 Consumo de minerais

O entendimento de quais fatores afetam o consumo de minerais é fundamental para a avaliação dos programas de suplementação, bem como detectar problemas relacionados a esta prática. Essa informação parece uma coisa óbvia, mas é um ponto crítico e deve ser enfatizado.

Os problemas relacionados a programas de suplementação mineral em diversas regiões do planeta têm sido sumarizados por (McDowell, 1999) e incluem:

- 1) Análises químicas insuficientes e falta de dados biológicos para determinar quais minerais são necessários e em quais quantidades;
- 2) Falta de dados sobre consumo de minerais para formulação dos suplementos;
- 3) Informações irreais e inexatas dos rótulos;
- 4) Suplementos que contêm quantidades inadequadas e são desbalanceados;
- 5) Misturas minerais padronizadas que são inflexíveis para diversas regiões;
- 6) Pecuarias que não seguem as recomendações dos fabricantes nas diluições de produtos concentrados;
- 7) Falta de administração contínua de suplemento;
- 8) Dificuldades envolvendo principalmente o transporte e a armazenagem dos suplementos.

O consumo de minerais por animais criados a campo, como o caso de bovinos, é muito variável e depende de diversos fatores que serão abordados a seguir.

#### 1.3.1 Condição fisiológica do animal

A categoria animal, bem como a condição fisiológica, determina diferenças em relação às exigências dos diferentes dos minerais essenciais. Quando consideramos o consumo de suplementos minerais em base relativa, ou seja, proporcional ao peso vivo, constata-se que vacas normalmente consomem mais. Bezerros ao pé da vaca consomem muito pouco, mas à medida que crescem, esse consumo aumenta consideravelmente.

#### 1.3.2 Fertilidade do solo

Uma característica importante e que afeta grandemente a composição mineral da planta forrageira é o pH do solo.

Apenas como exemplo dessa importância, observa-se que solos corrigidos ou com pH mais elevado, por exemplo, possibilitam maior absorção de molibdênio que prejudica a absorção de cobre. Por outro lado, em pH mais baixo aumentam a absorção de cobre, zinco e manganês.

Outra prática importante é a adubação, principalmente com fósforo, que produz melhorias não somente de produção, mas também na composição da forrageira. Segundo a pesquisa, adubações com 20-50 kg de  $P_2O_5$ /ha podem elevar as concentrações de fósforo na forragem de 0,02-0,12% para 0,07-0,21%. A adubação pode ser uma prática importante para melhorar os níveis de zinco e enxofre nos solos, e conseqüentemente, na forrageira.

É importante destacar que toda prática de calagem e adubação deve ser realizada apenas após correta amostragem e análise do solo e com a orientação de um técnico competente. Mas, é fundamental não exaurir todos os recursos nutricionais do solo para pensar em realizar estas práticas, que devem ser periódicas.

### 1.3.3 Qualidade da forragem

A maturidade da planta forrageira traz modificações no teor de minerais, e des- ses, o elemento que tem a maior queda é o fósforo. As concentrações de ou- tros minerais como magnésio, zinco, cobre, manganês, cobalto e ferro também caem, mas não com a mesma intensidade do fósforo. Essas modificações são reflexo da relação entre folha e colmo e da relação entre folhas novas e folhas velhas. Com o avanço da idade da planta forrageira, ocorre acúmulo de colmos e folhas velhas que apresentam menor concentração de minerais.

### 1.3.4 Espécie forrageira

É indiscutível as diferenças existentes entre distintas forrageiras quanto ao teor de minerais em sua composição. Tal fato é decorrente de diversos fatores, entre eles a capacidade de extração de minerais do solo (sistema radicular), hábito vegetativo, relação colmo/folha da espécie, entre outros.

### 1.3.5 Ingestão de solo

A contribuição da ingestão de solo para a ingestão total de minerais é mais importante onde observamos superpastejo. A ingestão de solo pode ser consi- derada benéfica para alguns minerais (cobalto, iodo e selênio) que apresentam maiores concentrações no solo do que na planta. Por outro lado, a ingestão de solo pode ser considerada prejudicial se considerarmos a ingestão de antagonis- tas do cobre como zinco, molibdênio e ferro.

### 1.3.6 Disponibilidade da forragem

Para uma mesma forrageira, com a mesma qualidade, de forma geral, à medida que temos maior disponibilidade de forragem, observamos maior consumo de forragem e maior ingestão de suplementos minerais.

#### 1.3.7 Conteúdo mineral da água

O consumo de minerais através da água disponibilizada aos animais pode ter uma contribuição importante no consumo total de minerais, e esse fator é muito importante principalmente para os elementos sódio e enxofre.

#### 1.3.8 Aceitabilidade da mistura mineral

O uso de flavorizantes pode aumentar o consumo de suplementos minerais. Bons suplementos, formulados com matéria prima de qualidade, apresentam consumo adequado por parte dos animais e dispensam o uso destes flavorizantes.

#### 1.3.9 Localização de saleiros e fontes de água

Saleiros devem ser monitorados pelo menos duas vezes por semana e devem ser conservados limpos e secos. Eles devem ser mantidos em local de alta disponibilidade de forragem, próximos de sombras ou aguadas, ser cobertos, ter dimensão que possibilite que todos os animais possam consumir o suplemento, e de preferência cada saleiro deve atender aproximadamente 50 animais.

Os suplementos minerais completos para bovinos de corte devem apresentar algumas características mínimas para serem considerados adequados à boa suplementação, as quais podem ser observadas na tabela 1.5.

**Tabela 1.5 - Características de um bom suplemento mineral para bovinos de corte criados em condições de pastagem.**

1	Conter % de P que seja compatível com as exigências dos animais e a fertilidade do solo e composição forrageira.
2	Ter uma relação entre Ca e P não muito superior a 2:1.
3	Suprir pelo menos 50% das exigências de micro elementos (Co, Cu, I, Zn e Se). Em áreas de deficiência conhecida, deve suprir 100% das exigências de elementos específicos.
4	Incluir sais minerais de alta qualidade que sejam das formas de mais alta biodisponibilidade de cada elemento. Evitar a inclusão de fontes que contenham contaminantes tóxicos. Dar atenção às fontes de fósforo.
5	Ser suficientemente palatável no sentido de produzir o consumo desejado.
6	Ser misturado por empresas idôneas, com controle de qualidade e confiabilidade dos níveis de garantia divulgados nos rótulos.
7	Ter um tamanho de partícula médio que permita uma mistura homogênea sem estratificação das partículas menores.
8	Ter uma relação entre o fósforo e o flúor de no mínimo 100: 1. Apesar do Ministério da Agricultura permitir registros com relação inferior.
9	A solubilidade do fósforo deve ser de no mínimo 90%.
10	Seja formulado no sentido de atender necessidades da área de exploração, categoria animal, nível de produtividade, e dessa forma, seja o mais econômico possível.

**Fonte:** Adaptado de McDowell, (2002).

Um aspecto importantíssimo refere-se à qualidade da fonte de fósforo presente nos suplementos minerais. Além de aspectos ligados à absorção aparente do fósforo, deve-se considerar o consumo de metais pesados e de flúor. Na tabela 1.6, podemos observar grandes diferenças na relação entre o fósforo e o flúor para as matérias-primas fornecedoras de fósforo.

**Tabela 1.6** - Relação P: F em diferentes matérias primas fornecedoras de fósforo.

Matéria Prima	% de Flúor	% de Fósforo	Relação P:F
<b>Fosfatos Processados Quimicamente de <math>H_3PO_4</math> Desfluorado - Via Úmida</b>			
Fosfato Desfluorado	0,16	18,0	113
Monoamônio Fosfato	0,18	24,0	133
Diamônio Fosfato	0,16	20,0	125
Ácido Fósforico Via Úmida Desfluorado	0,18	23,7	132
<b>Fosfatos Processados de <math>H_3PO_4</math> - Via Seca</b>			
Fosfato Monocálcico	0,03	23,0	767
Fosfato Bicálcico	0,05	18,5	370
Ácido Fósforico Via Seca	0,03	23,7	790
<b>Fosfatos Altos em Flúor</b>			
Superfosfato Triplo	2,00	21,0	10,5
Ácido Fosfórico Via Úmida não Desfluorado	2,50	23,7	9,5
Fosfato de Patos	1,85	10,5	5,7
Fosfato de Catalão	2,52	14,6	5,8
Fosfato de Araxá	2,40	14,1	5,9

**Fonte:** Adaptado de Ammerman, (1982).

**Tabela 1.7** - Concentração mineral média de macrossolutores em forrageiras da América Latina.

Elemento	Exigências (% na MS) <sup>2</sup>	Na forragem (% na MS)	Frequência (%)
Cálcio (1.128) <sup>1</sup>	0,22 – 0,86	< 0,20	16
		0,21 – 0,30	15
		0,31 – 0,49	27
		> 0,50	42
Fósforo (1.129)	0,14 – 0,44	< 0,10	14
		0,11 – 0,20	34
		0,21 – 0,30	27
		> 0,30	25
Magnésio (290)	0,10 – 0,20	< 0,04	1
		0,05 – 0,20	34
		0,21 – 0,40	44
		> 0,40	21
Sódio (146)	0,06 – 0,10	< 0,05	18
		0,06 – 0,10	42
		0,11 – 0,20	18
		> 0,20	22
Potássio (198)	0,60 – 0,70	< 0,60	13
		0,61 – 0,80	3
		0,81 – 2,00	53
		> 2,00	32

<sup>1</sup> Valores entre parênteses = número de amostras.

<sup>2</sup> NRC (2000).

**Fonte:** Adaptado de McDowell et al. (1977).

**Tabela 1.8** - Concentração mineral média de microelementos em forrageiras da América Latina.

Elemento	Exigências (mg/kg na MS) <sup>2</sup>	Na forragem (mg/kg na MS)	Frequência (%)
Cobalto (140)	0,10	< 0,05	18
		0,06 – 0,10	25
		0,11 – 0,20	24
		> 0,20	33
Cobre (236)	10	< 4	23
		5 – 20	24
		20 – 50	48
		> 50	5
Ferro (256)	50	< 30	4
		31 – 100	21
		101 – 500	54
		> 500	21
Manganês (293)	20 – 40	< 20	5
		21 – 40	16
		41 – 100	37
		> 100	42
Zinco (177)	30	< 30	49
		31 – 50	25
		51 – 75	19
		> 75	7

<sup>1</sup> Valores entre parênteses = número de amostras.

<sup>2</sup> NRC (2000).

**Fonte:** Adaptado de McDowell et al. (1977).

As pesquisas têm demonstrado que alguns minerais assumem importância maior em condições tropicais devido às características dos solos e das forrageiras predominantes nessas regiões. Quanto aos macrominerais, os de maior importância são o fósforo e o sódio, pois de forma geral, as nossas forrageiras apresentam teores inadequados. Quanto aos microminerais, destacam-se zinco, cobre, cobalto, iodo e selênio. Cálcio, magnésio, enxofre, potássio, manganês e ferro assumem menor importância em relação à suplementação, pois em grande parte de nossas forrageiras seus teores são adequados. As tabelas 1.7 e 1.8 apresentam uma compilação de análises realizadas em forrageiras tropicais da América Latina, onde podemos observar essas afirmações.

## 1.4 Estimativa de consumo de suplementos minerais

Considerando os fatores que afetam o consumo de suplementos minerais, já abordados no item 3, concluímos facilmente que podem ser observados consumos bem diferentes para uma mesma categoria animal se variações referentes à esses fatores ocorrerem.

Apesar das dificuldades de estimarmos esse consumo, alguns parâmetros podem ser utilizados com o objetivo de obtermos esses dados. Considerando as diferentes situações de pastagem que podem ocorrer em nosso país, é constatado pela pesquisa que a ingestão de matéria seca na maior parte das vezes se situa entre 1,5% e 2,3% do peso vivo do animal. Considerando que as exigências mínimas de sódio é próxima de 0,1% da ingestão de matéria seca (NRC, 2000), podemos, com alguma segurança, estimar o provável consumo de um determinado suplemento conforme os passos dados a seguir.

## Capítulo 1

Os minerais na nutrição de ruminantes

O consumo de matéria seca se situará entre:

$$\text{Consumo de Matéria Seca (g/dia)} = \frac{[\text{peso vivo} \times 1,5]}{100} \times 1000$$

e

$$\text{Consumo de Matéria Seca (g/dia)} = \frac{[\text{peso vivo} \times 2,3]}{100} \times 1000$$

Em seguida, para obtermos o consumo de sódio, fazemos o seguinte cálculo:

$$\text{Consumo de Sódio (g/dia)} = \frac{[\text{consumo de matéria seca} \times 0,1]}{100}$$

E finalmente obtemos a estimativa de consumo do suplemento:

$$\text{Suplemento (g/dia)} = \frac{\text{consumo de Sódio} \times 100}{\%Na \text{ no suplemento}}$$

## 1.5 Avaliação de carências minerais

A tabela 1.9 mostra as concentrações de minerais nos principais tecidos do organismo animal, suas vias de excreção e os níveis de ingestão considerados tóxicos. Esses valores podem ser tomados como referenciais. Na tabela 1.10 e na tabela 1.11 são mostrados os níveis considerados críticos para configurar um quadro de carência e quais os tecidos a serem amostrados para realizar as análises pertinentes.

**Tabela 1.9** - Concentração dos minerais nos tecidos, as vias de excreção e níveis tóxicos de microelementos minerais em ruminantes.

Elemento	Concentração (ppm)				Via Primária de Excreção	Nível Tóxico PPM	
	Soro	Músculo	Fígado	Leite		Gado Leiteiro	Gado de Corte
Cobalto	0,005	0,20	0,25	0,005	Fezes	> 50	10
Cobre	1	5 - 10	70 - 80	0,1 - 0,2	Fezes	80	100
Iodo		Variável		0,5 - 1	Urina	50	50
Ferro	1,5	3,3	9	0,3 - 0,6	Fezes	500	1.000
Manganês	0,02 - 0,1	0,1 - 0,3	2,5	0,03	Fezes	50 - 900	1.000
Molibdênio	0,06 - 0,6	1 - 2	1 - 4	3,2	Fezes	5	5
Níquel	0 - 0,3	0 - 1	0,1	0,03	Fezes	50	50
Selênio	0,06 - 1,1	0,05	2,5	0,03	Urina	5	2
Zinco	0,8	50	70	3,3	Fezes	500	500
Flúor						30	30

**Fonte:** Hansard (1983) e McDowell (1986).

**Tabela 1.10** - Variações bioquímicas séricas de referência em bovinos, ovinos e caprinos.

Mineral	Bovino	Ovino	Caprino
Ca (mg/dL)	8,4 – 11,0	9,3 – 11,7	9,0 – 11,6
Ca (mmol/L)	2,1 – 2,8	2,3 – 2,9	2,3 – 2,9
Mg (mg/dL)	1,7 – 3,0	2,0 – 2,7	2,1 – 2,9
Mg (mmol/L)	0,7 – 1,2	0,8 – 1,1	0,9 – 1,2
P (mg/dL)	4,3 – 7,8	4,0 – 7,3	3,7 – 9,7
P (mmol/L)	1,4 – 2,5	1,3 – 2,4	1,2 – 3,1
K (mEq./L)	4,0 – 5,8	4,3 – 6,3	3,8 – 5,7
K (mmol/L)	4,0 – 5,8	4,3 – 6,3	3,8 – 5,7
Na (mEq./L)	134,5 – 148,1	141,6 – 159,6	136,5 – 151,5
Na (mmol/L)	134,5 – 148,1	141,6 – 159,6	136,5 – 151,5

**Fonte:** Adaptado de Manual Merck de Veterinária (2001).

**Tabela 1.11** - Níveis críticos de macrominerais nos tecidos do organismo animal utilizados para avaliar carências.

Elemento	Tecido	Níveis Críticos <sup>a, b, c</sup>
Cálcio	Osso (s/ gordura)	24,5 %
	Osso (cinza)	37,6 %
Magnésio	Plasma	8 mg/100 ml
	Soro	2 mg/100 ml
	Urina	2 - 10 mg/100 ml
Fósforo	Osso (s/ gordura)	11,5 %
	Osso (cinza)	17,6 %
	Plasma	4,5 mg/100 ml
Sódio	Saliva	100 - 200 mg/ml

<sup>a</sup> Valores baseados na matéria seca.

<sup>b</sup> As concentrações no solo que sugerem deficiências são: cálcio (0,35 meq/100 g), potássio (0,16 meq/100g), magnésio (0,07 meq/100 g), fósforo (10 ppm).

**Tabela 1.12** - Níveis críticos de microminerais nos tecidos do organismo animal utilizados para avaliar carências.

Elemento	Tecido	Níveis Críticos <sup>a, b, c</sup>
Cobalto	Fígado	0,07 ppm
Cobre	Fígado	75 ppm
	Soro	0,65 µg/ml
Iodo	Leite	0,02 µg/ml
Ferro	Hemoglobina	10 g/100 ml
	Fígado	80 ppm
	Transferrina	15% Saturação
Manganês	Fígado	8 ppm
Selênio	Fígado	0,25 ppm
	Soro	0,03 µg/ml
	Pelo ou lã	0,25 ppm
Zinco	Soro	0,80 µg/ml
	Fígado	80 ppm

<sup>a</sup> Valores baseados na matéria seca.

<sup>b</sup> Técnicas de análises não rotineiras para os seguintes elementos são diagnósticos bastante sensíveis: cobalto (vitamina B12), iodo (tiroxina livre), cobre (ceruloplasmina) e selênio (glutathiona peroxidase).

<sup>c</sup> As concentrações no solo que sugerem deficiências são: cobre (0,6 ppm), manganês (19 ppm) e zinco (2 ppm).

## Material Complementar

**.pdf**

Copper Antagonists in Cattle Nutrition

[capitulo-1-arquivo-1.pdf](#)

Recent Advances in Minerals and Vitamins on Nutrition of Lactating Cows

[capitulo-1-arquivo-2.pdf](#)

Nutritional Composition of Latin American Forages

[capitulo-1-arquivo-3.pdf](#)

Major Advances in Applied Dairy Cattle Nutrition

[capitulo-1-arquivo-4.pdf](#)

Update on Trace Mineral Requirements for Dairy Cattle

[capitulo-1-arquivo-5.pdf](#)

---

O Instituto de Estudos Pecuários é um portal que busca difundir o agroconhecimento, realizando cursos e palestras, tanto presenciais quanto online. Mas este não é nosso único foco. Com o objetivo principal de levar conhecimento à comunidade do agronegócio, disponibilizamos conteúdos gratuitos, como notícias, artigos, entrevistas entre outras informações e ferramentas para o setor.

Através dos cursos on-line, o IEPEC oferece a oportunidade de atualização constante aos participantes, fazendo com que atualizem e adquiram novos conhecimentos sem ter que gastar com deslocamento ou interromper suas atividades profissionais.

[www.iepec.com](http://www.iepec.com)

