



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <<https://doi.org/10.31533/pubvet.v02n10a403>>.

Suplementação mineral para fêmeas bovinas de corte em fase de gestação

Rômulo Gonçalves Costa Júnior¹, Jocilaine Garcia², Alexandre Agostinho
Mexia², Fábio Jacobs Dias²

¹ Acadêmico do curso de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

² Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Resumo

Devido à baixa importância dada à suplementação mineral de matrizes de corte, objetivou-se no presente trabalho demonstrar a importância da suplementação mineral de vacas em gestação, com base nas exigências de cada mineral nessa fase fisiológica. O baixo potencial mineralógico das pastagens brasileiras e a falta de manutenção das mesmas acaba por ser fazer necessário a suplementação mineral, a fim de serem supridos para atender as exigências nutricionais. A mineralização de vacas de corte na fase de gestação tem como principais funções, a de retirar o mais rápido possível o anestro pós-parto fazendo com que as mesmas retornem a sua vida reprodutiva, barateando o seu custo de produção e a de obter crias com maior rendimento,

mais pesadas, com maior capacidade de ganho de peso no decorrer do seu desenvolvimento, fazendo com que os animais cheguem com menor tempo no comércio de carnes. Para ideal aporte das vacas em gestação, se faz necessária a utilização de fontes minerais seguras, sem agentes intoxicantes, observando-se a sua biodisponibilidade na matéria-prima utilizada bem como a quantidade indicada para essa fase fisiológica que se encontra.

Palavras-chave: biodisponibilidade, exigências, feto, mineralização

Mineral supplementation of beef cattle females on pregnancy phase

Abstract

Because of the low importance attributed to the mineral supplementation of beef cows, the present study aimed to demonstrate the importance of mineral supplementation of cows in gestation phase, based on the requirements of each mineral that physiological stage. The low mineralogical potential of Brazilian pastures and the lack of maintenance of them do necessary to make the mineral supplementation, to be supplied to meet the nutritional requirements. The mineralization of beef cow in gestation phase has as main function to withdraw as soon as possible the anoestrus after parturition so that they return to their reproductive life, reducing the production costs and to obtain offspring with more yield, heavier, with greater capacity of weight gain during the course of its development, making the animals arrive the meat trade with less time. For optimal supply of cows in gestation, is necessary the use of secure mineral sources, without toxic agents, observing the bioavailability in the raw material used and the amount indicated in their physiological phase.

Keywords: bioavailability, requirements, fetus, mineralization

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, apesar da queda de 0,6% na produção de bovinos no ano de 2007, continua com o segundo maior rebanho bovino do mundo, ficando atrás da Índia, contudo neste os bovinos são animais sagrados sem interesse econômico. Sendo assim, o Brasil detém o maior rebanho comercial, com aproximadamente 205,9 milhões de cabeças. A região Centro-Oeste, conhecida como celeiro do país possui em seu rebanho 70,6 milhões de cabeças de bovinos, compreendendo aproximadamente 34,3% do total produzido nacionalmente, sendo que o Estado de Mato Grosso contribui com cerca de 12,7% (IBGE, 2007).

Embora o país possua o maior rebanho bovino comercial do mundo, seus índices de produtividade são modestos (Franco, 2005). Resultado do modelo baseado na exploração extensiva de pastagens, principalmente nas regiões de cerrado, apresentando baixa disponibilidade de pasto ao longo do ano ou em determinados períodos do ano (Martin, 1993 e Franco, 2005).

Haddad & Alves (2006) comentam que a nutrição animal apresenta diferença em suas atividades, havendo sistemas que utilizam alta tecnologia ao passo que outros, ainda hoje, não possuem sequer cochos em suas pastagens.

Apesar do Estado de Mato Grosso ser uma das unidades federativas que mais contribui com o desenvolvimento agropecuário no país, o mesmo se enquadra no perfil produtivo verificado no Brasil, ou seja, possui predominância de pecuária extensiva com a criação de gado de corte (Franco, 2008).

Macedo (1998) comenta que o maior problema nutricional de bovinos é verificado na estação seca do ano, pois os pastos não suprem as exigências mínimas dos bovinos, resultado tanto da baixa quantidade como da baixa qualidade nutricional. Essa insuficiência alimentar diminui a eficiência

produtiva e reprodutiva do rebanho, aumenta o intervalo entre partos, acarreta queda na taxa de crescimento e no ganho de peso, comprometendo o estado sanitário dos animais, elevando-se os índices de mortalidade (Lopes, 1998; Godoy, 2004 e Signoretti, 2007).

Entre os nutrientes exigidos pelos ruminantes, os minerais são fundamentais, principalmente para bovinos em regimes à pasto, pois, nem sempre a forrageira consegue suprir suas exigências, evidenciando-se sintomas de deficiência. Para solucionar este problema, é necessário o fornecimento de suplemento mineral durante o ano todo, com intuito de corrigir os déficits verificados em animais a pasto. Em relação ao uso da mineralização, Franco (2008) comenta que no segundo semestre de 2007, o preço do sal mineralizado teve reajuste de 50 – 70% a mais quando comparado ao primeiro semestre de 2007. Como a suplementação mineral representa 15 % dos custos de produção da pecuária, este reajuste no preço do sal mineral provocou um aumento de 7,5 % nos custos.

Esta seria uma das principais justificativas para os produtores e/ou técnicos limitarem o uso do sal mineral para a fase de engorda de seus animais, pois esta fase é concluída mais rapidamente e os recursos financeiros com a venda do boi ao frigorífico retornam a curto prazo (Oliveira et al., 2007). No entanto a fase de gestação, geralmente é negligenciada pelos produtores, que submetem as vacas prenhes à pastagens de menor qualidade, incompatível às exigências nutricionais da matriz e do feto, proporcionando-se perda do capital de investimento, além de comprometer a vida útil da matriz e o pleno desenvolvimento do bezerro (Signoretti, 2007). Neste contexto, a fase de cria deveria receber cuidados especiais, pois é responsável pelos futuros produtos da fazenda, ou seja, os animais para a terminação.

Os minerais são componentes essenciais ao metabolismo animal, refletindo em sua maior ou menor produtividade. De acordo com Martin (1993), todos os tecidos possuem elementos minerais inorgânicos em proporções e quantidades variadas, sendo que a quantidade e o tipo de

mineral presente em cada animal pode variar em função da espécie, da raça, e do próprio indivíduo.

Vacas em fase de gestação, que recebem suplementação mineral em níveis recomendados, terão menor desgaste das reservas endógenas no período de gestação, tendem a terem maior facilidade no parto devido a grande quantidade de cálcio e fósforo encontrados nos organismos, além de conceberem cria com maior valor de mercado.

Objetivou-se nesta revisão, descrever a importância da suplementação mineral para vacas de corte na fase de gestação, uma vez que essa categoria animal é que trará o rendimento econômico a longo prazo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. 1. Classificação dos minerais

Os minerais que aparecem em maiores concentrações no organismo, são considerados essenciais, sendo classificados como macrominerais, são estes o cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e o enxofre (S) e os microminerais ou elementos traços, são os de menor exigência pelos animais, sendo o ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), cobalto (Co), molibdênio (Mo) e selênio (Se) (Cavalheiro & Trindade, 1992; Tokarnia et al., 2000; Carvalho et al., 2003 e Tokarnia et al., 2006).

Lopes (1998) e Tokarnia et al. (2000) comentam que no organismo animal são encontrados cerca de 40 minerais diferentes, porém somente 15 são considerados essenciais, ou seja, que já se conhece pelo menos uma importância no metabolismo para a perfeita vida animal. Lopes (1998) esclarece que não é necessário suplementar todos os minerais essenciais, pois a maioria dos alimentos fornecidos aos bovinos supre as exigências dos mesmos. Sendo assim, para que ocorra manejo mineral adequado é

fundamental que haja levantamento da quantidade e qualidade de minerais disponíveis nos alimentos utilizados para a alimentação animal, para assim fornecer apenas os que estão em déficit. Porém, para tal, é necessário analisar alguns parâmetros como, idade do animal, sexo, período fisiológico que o animal se encontra, entre outros.

2.2. Parâmetros da deficiência mineral no rebanho nacional

No Brasil, cerca de 95% do rebanho nacional encontra-se em sistemas de pastejo, independente do sistema de criação intensivo ou extensivo, é necessário a suplementação mineral para a perfeita harmonia entre o sistema de exploração junto ao lucro obtido na linha de produção. Por maior que seja a política de conscientização feita pelos técnicos e pela maioria dos responsáveis por essa atividade, a suplementação mineral nem sempre é vista como parte fundamental no manejo de criação, todavia, tem grande participação no desenvolvimento, manutenção e a produção animal.

Com a alta extração de minerais no solo realizada pelas plantas e pela falta de reposição dos mesmos, os solos vêm, ao longo do tempo, perdendo o seu potencial de produção, tornando-se incapazes de suprir as necessidades para produção desejável da forragem e, conseqüentemente do organismo animal que a consome.

Solos deficientes em fertilidade, resultam em pastagens de baixa produtividade e essa situação, normalmente, agrava-se pelo excesso de animais por unidade de área (altas taxas de lotação), ocasionando queda na ingestão diária de nutrientes. Além disso, o efeito da sazonalidade na planta modifica sua morfologia (relação folha:colmo) e composição química (translocação dos nutrientes para o sistema radicular), reduzindo os teores de P, K, Na, Zn e Cu, no período seco (Moraes & Nicodemo, 2001 e Ítavo & Ítavo, 2005).

Observa-se (Figuras 1a e 1b), o aumento da deficiência mineral encontrado em revisões bibliográficas feita por Tokarnia et al. (1999) no

período de 1976 a 1998 com participação de dezenove pesquisadores de todo o país em bovinos e ovinos mantidos em pastagens com o passar dos anos.

Baruselli (2005) citado por Haddad & Alves (2006) avaliando as estimativas de produção e consumo de fosfatos aplicáveis na nutrição animal (especificamente o fosfato bicálcico), estimou que somente 38% do rebanho brasileiro recebe suplementação mineral devidamente balanceada. Margulis (2005) citado por Haddad & Alves (2006) observaram que em 2004, o consumo de suplementos minerais no país foi de 1.850.000 t para demanda potencial de 4.1000.000 t (45% do total), o que permite concluir que mais da metade do rebanho nacional não está recebendo correta mineralização. Este fato leva a um balanço negativo para cadeia produtiva da pecuária, além de ser desfavorável para o mercado da nutrição animal, pela redução nas vendas de suplementos minerais.

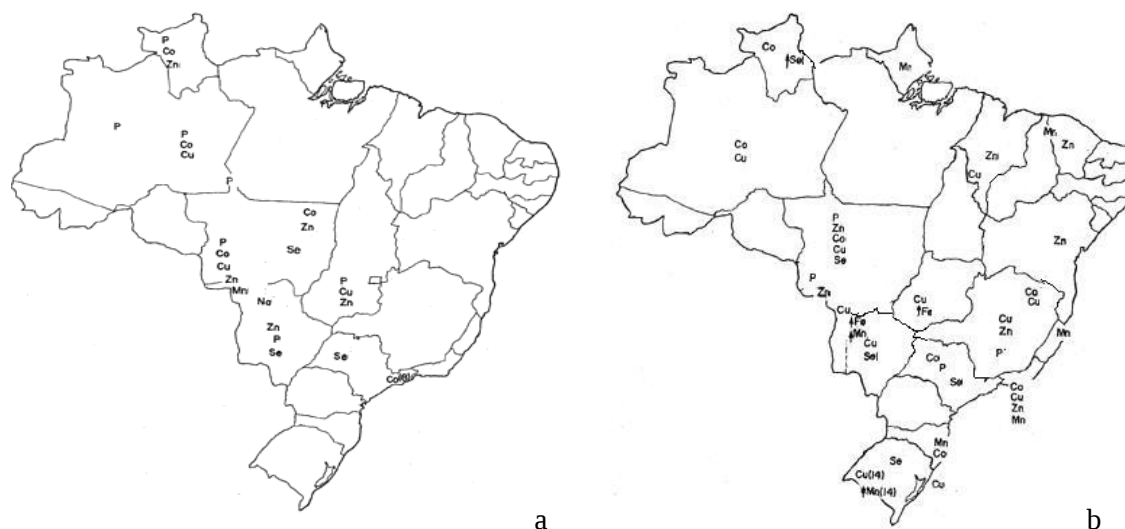


Figura 1. Deficiência de minerais diagnosticado no Brasil entre os anos de 1976 a 1987 (a) e deficiências e desequilíbrio de minerais em bovinos e ovinos diagnosticado no Brasil de 1987 a 1998 (b). Fonte: adaptado de Tokarnia et al. (1999).

2.3. Conceito de carência marginal versus deficiência

Underwood & Mertz (1987) citado por Moraes (2001) descreveu (Figura 2) as fases da deficiência mineral, principalmente dos microminerais essenciais. A regulação fisiológica é caracterizada pelas trocas, somente, no metabolismo do próprio elemento em resposta a ingestão subótima; compensado durante certo período de tempo pelo suprimento inadequado (Nicodemo, 2001).



Figura 2. Fases da carência mineral. Fonte: adaptado de Underwood & Mertz (1987) citado por Moraes (2001).

A concentração de mineral de estocagem começa a reduzir, porém essa queda não afeta a concentração de mineral no organismo animal, isso devido ao animal a mobilizar o mineral do organismo, fazendo com que sua concentração se mantenha e suas atividades enzimáticas continuem em perfeita atividade (Moraes, 2001).

De acordo com Haddad (1999) e Haddad & Alves (2006), o animal, nas fases iniciais de carência mineral não exhibe fenotipicamente nenhuma anomalia detectável, específicos ou não, tornando difícil o diagnóstico. Nenhuma irregularidade na estrutura biológica ou das funções é evidenciada.

A fase clínica leve é caracterizada pela diminuição da concentração mineral circulante, sendo assim a produção começa a cair, devido a

concentração de mineral estocada no organismo estar diminuída a ponto do animal ser incapaz de mobilizar a quantidade esperada para suprir a demanda mineral. Nesta fase certas funções bioquímicas específicas são afetadas, tais como as atividades das enzimas dependentes de elementos traços ou receptores afins (Nicodemo, 2001).

De acordo com Antunes et al. (2006) o desenvolvimento de métodos de detecção e diagnóstico da deficiência subclínica é de grande valor, porque a correção desse distúrbio na fase inicial pode ser feita com dietas mais adequadas.

Fase clínica progressiva é caracterizada pela queda acentuada na produção animal (Nicodemo, 2001) com aparecimento de defeitos em funções importantes para a saúde, tais como a metabólica, a imunológica, o desenvolvimento cognitivo e emocional, e aquelas relativas à capacidade de trabalho (Moraes, 2001). Os sinais e sintomas são subclínicos, desse modo só são aparentes através de testes.

Em relação a fase clínica grave, Moraes (2001) a caracteriza por aparecimento de doenças. O bócio por exemplo, é causado pela severa deficiência de I e, com o crescente agravamento da deficiência, pode levar o indivíduo a morte.

Segundo Ogawa (1989) citado por Antunes et al. (2006), a deficiência marginal é economicamente mais prejudicial, pois, pela ausência de sinais clínicos, nenhum cuidado é tomado para aumentar o potencial de produtividade dos animais.

Haddad (1999) comenta que a deficiência ocorre quando determinado nutriente apresenta-se em quantidades insuficientes na dieta, e provoca normalmente sintomatologia específica como é o caso da deficiência de Cu que causa anemia.

Phillippo (1983) citado por Haddad & Alves (2006) descreve que um critério definitivo para diagnosticar qualquer inadequação (desbalanço ou falta ou excesso) de um elemento mineral é dado pela melhoria na fertilidade que ocorre em resposta a corretas adequações do mineral específico.

2.4. O papel dos minerais na nutrição animal

Um mineral pode ser considerado essencial quando sua ausência na dieta ocasiona redução no desempenho e/ou saúde dos animais. Existe condição ótima de concentração e forma funcional para cada elemento no organismo, a fim de manter sua integridade estrutural e funcional, de maneira que a saúde, o crescimento e a reprodução se mantenham em perfeito desenvolvimento (Cavalheiro & Trindade, 1992 e Moraes, 2001).

Andriguetto et al. (2002) relatam que em bovinos, os principais órgãos que acumulam os minerais, são, primeiramente o tecido ósseo, com 22,1% do total, seguido pelo cérebro com 1,4%, o fígado com aproximadamente 1,38%, o pulmão com 1,16% e os intestinos com 1,07%.

Vários autores (Martin, 1993; Tokarnia et al., 2000 e Tokarnia et al., 2006) descrevem que os minerais desempenham funções essenciais para o desenvolvimento e manutenção do animal, participando como componentes estruturais dos tecidos corporais. Alguns minerais atuam nos tecidos e fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico, da pressão osmótica no sangue, fluidos cérebro-espinhal e suco gástrico. Agem ainda como ativadores de processos enzimáticos e hormonais, como componentes da estrutura do metabolismo ou como integrantes da estrutura de metalo-enzimas ou vitaminas (Tabela 1). Carvalho et al. (2003) relataram também que os minerais estão envolvidos no processo de regulação na replicação e diferenciação celular.

De acordo com Tokarnia et al. (2006), a função desempenhada pelos minerais só pode ser satisfatória, desde que a quantidade ingerida pelo animal seja suficiente para sustentar a produção e a reprodução animal e, ainda para repor a quantidade exportada nos produtos animais (carne, leite, lã etc.) ou consumidos nos processos vitais do organismo.

Segundo Haddad et al. (2001) citado por Haddad & Alves (2006), as exigências nutricionais em minerais de animais a pasto (condição esta típicas

Costa Júnior, R.G., Garcia, J. Mexia, A.A. et al. Suplementação mineral para fêmeas bovinas de corte em fase de gestação. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 42, Art#403, Out4, 2008.

do gado de corte do Brasil e da América Latina), podem ser atendidas se baseada em uma simples equação:

$$Em = Pm + Cm + CmTr + Am + Sm$$

Em que:

Em → exigência diária em minerais

Pm → presença de minerais nas pastagens (concentração)

Cm → presença de minerais no cocho de sal

CmTr → presença de minerais no concentrado (ração)

Am → presença de minerais na água de beber

Sm → presença de minerais no solo ingerido

Em sistemas de criação, em que os bovinos são mantidos em áreas contendo água de poço, sem presença significativa de nutrientes e em regime exclusivamente a pasto, a equação pode ser resumida em:

$$Em = Pm + Cm$$

Isso significa que a exigência mineral de bovino a pasto deve ser suprida pela ingestão de minerais presentes na forrageira como principal via de acesso, seguido pela suplementação mineral no cocho.

2.5. Exigências em minerais para vacas em gestação

O objetivo da suplementação mineral na fase de gestação, frisa de maneira geral que os animais possam parir em boa condição corporal e que se mantenham adequadamente no pós-parto, para promover rápida manifestação de cio (Dias, 2005). Uma vez que as transformações que ocorrem devido a gestação afetam não somente o aparelho reprodutivo, mas todo o organismo animal (Costa et al. 2003).

TABELA 1. Funções metabólicas mais importantes dos macro e microminerais.

Mineral	Composição no organismo (%)	Funções
Cálcio (Ca)	1 – 2	Mineralização óssea, regulação metabólica, coagulação sanguínea, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos.
Fósforo (P)	0,7 – 1,2	Mineralização óssea, componentes de DNA e RNA, parte de compostos de - ATP, regulação de enzimas, componente do fosfolipídios.
Potássio (K)	0,3	Regulação da pressão osmótica, transmissão de impulsos nervosos, regulação do equilíbrio ácido-básico, contração muscular, controle do equilíbrio hídrico.
Enxofre (S)	0,25	Componente de aminoácidos sulfurados, componente da biotina e tiamina, componente do mucopolissacarídeo, reações de desintoxicação.
Sódio (Na)	0,15	Regulação da pressão osmótica, condução nervosa, transporte ativo de nutrientes, regulação do equilíbrio ácido-básico, contração muscular, controle do equilíbrio hídrico.
Cloro (Cl)	0,15	Regulação da pressão osmótica, regulação do equilíbrio ácido-básico, controle do equilíbrio hídrico, formação do ácido clorídrico HCL no suco gástrico.
Magnésio (Mg)	0,45	Cofator de mais de 300 enzimas
Ferro (Fe)	80	Transporte e armazenamento de oxigênio (hemoglobina, mioglobina), transporte de elétrons, componentes de enzimas (catalase, triptofano, 5-monoxigenase, fenilalanina, 4-monoxigenase, aconitase)
Zinco (Zn)	30	Componente de mais de 70 enzimas (desidrogenase, DNA e RNA polimerase, carboxipeptidase, piruvato desidrogenase), expressão gênica, estabilidade das membranas
Cobre (Cu)	3	Componente de enzimas (lisil oxidase, tirosinase, citocromo oxidase, superóxido dismutase)
Iodo (I)	0,4	Componentes dos hormônios tireoidianos
Manganês (Mn)	0,3	Componentes de enzimas (piruvato carboxilase, arginase superóxido dismutase), ativador enzimático (glicosil transferases)
Cobalto (Co)	0,2	Componentes da vitamina B12
Molibdênio (Mo)	1 – 4	Componentes de enzimas (xantina, oxidase, sulfito oxidase, aldeído oxidase)
Selênio (Se)	0,02	Componentes de enzimas (glutathiona peroxidase, iodotironina, deiodase tipo I)

Fonte: Spears (1999), adaptado de Gonzáles (2000).

Segundo Ruas et al. (2000) citado por (Dias, 2005), se o retorno da atividade ovariana acontecer entre 60 a 90 dias pós-parto na possibilita de intervalo entre partos de aproximadamente 12 meses. Assim, os animais deverão ficar gestantes nos primeiros dias da estação de monta, para que suas crias sejam produzidas nos primeiros dias da estação de nascimento, de tal forma que possam ter tempo necessário para perfeita recuperação do trato genital bem como dos estresses da gestação anterior e assim, apresentando-se em condições de serem servidas e fecundadas logo nos primeiros dias da estação de monta subsequente (Andrade, 2001, citado por Dias, 2005).

Moraes (2001) comenta que a exigência mineral em ruminantes depende muito do nível de produtividade, sendo assim, o aumento na taxa de crescimento, reprodução e produção leiteira aumentam as exigências minerais (Boges, 2006). Nicodemo & Loura (2001) sugerem que as estimativas de exigências nutricionais para os animais podem ser baseadas nas estimativas das quantidades de minerais depositadas nos tecidos (músculo, vísceras, ossos, feto, anexos fetais) ou nas secreções (leite, suor), produzidos nos vários estádios fisiológicos, acrescidos das perdas endógenas obrigatórias do organismo.

Ferrell et al. (1982) avaliaram os padrões dos minerais no feto e tecidos fetais (útero, líquido amniótico, alantóico cotilédones e placenta), de bovinos de corte (Angus, Hereford e Red Poll, cruzados com Pardo Suíço corte). As fêmeas foram abatidas em 120, 150, 180, 210, 240 e 255 dias de gestação.

Na Tabela 2 observa-se, que de acordo com o passar do período de gestação, obtém-se aumento considerado no peso do feto, e os níveis de Ca, P, Na, K, Mg e Fe.

A soma das necessidades fisiológicas exigidas para crescimento, gestação e lactação representam à quantidade de minerais que devem ser absorvidos pelos intestinos, passam para a corrente sanguínea e vão para os tecidos para cumprirem suas funções. Só assim, o potencial genético do animal pode ser plenamente manifestado (Cotta, 2001).

TABELA 2: Simples correlações entre os dias do mês de gestação, peso fetal, pesos dos componentes fetais e de minerais em bovinos.

Traço	Dias de gestação	Componente fetal (g)						
		Peso fetal	Ca	P	Na	K	Mg	Fe
Peso fetal Kg	0,94							
Ca, g	0,89	0,96						
P, g	0,90	0,94	0,92					
Na, g	0,92	0,95	0,90	0,98				
K, g	0,93	0,99	0,96	0,95	0,95			
Mg, g	0,91	0,98	0,95	0,94	0,92	0,98		
Fe, g	0,75	0,81	0,75	0,69	0,71	0,78	0,79	
Zn, g	0,90	0,95	0,91	0,90	0,88	0,95	0,95	0,80

Adaptado de Ferrel et al. (1982).

Ferrel et al. (1982) (Tabela 3) observaram ganho de peso fetal considerável com o decorrer da gestação, tendo ganho diário de 0,01 kg de feto os 100 dias de gestação para 0,31 kg/dia aos 280 dias de gestação. Obteve-se também ganho de peso dos componentes fetais até os 100 dias de gestação o ganho de peso diário ficou em 0,35 kg e aos 280 dias de gestação obteve ganho diário de 39,7 kg.

TABELA 3: Ganho de peso diário dos componentes fetais e do feto.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Ganho de peso (Kg)	0,35	1,23	3,55	8,54	17,1	28,6	39,7
Feto							
Ganho de peso (Kg)	0,01	0,04	0,11	0,22	0,34	0,40	0,31

Adaptado de Ferrel et al. (1982).

2.5.1. Cálcio e fósforo

Segundo Ítavo & Ítavo (2005), o fornecimento adequado de Ca e de P depende não somente do suplemento dietético adequado, mas também da

forma química na qual eles se encontram e do nível de vitamina D presente na dieta do animal.

A formação do feto e a produção de leite exigem quantidades importantes de macrominerais, já que o bezerro recém nascido contém cerca de 600 g de Ca e 350 g de P (Cotta, 2001).

Segundo informações do NRC (2000), o suprimento de Ca para o conteúdo fetal fica em torno de 13,7 g/kg de peso fetal. Esta exigência foi distribuída ao longo dos últimos 3 meses de gestação, sendo esse valor somado com 15,4 mg/kg de peso corporal, que é a exigência de manutenção do animal nesta fase.

Carvalho et al. (2003) recomendam que, vacas nos últimos 45 dias pré-parto, recebam dieta com níveis de Ca próximo de 0,5% da matéria seca (MS). Segundo o mesmo autor, dietas com quantidades de Ca superiores a 1,5% da MS, aceleram resposta negativa no sistema hormonal, responsável por controlar os níveis de Ca no sangue e nos tecidos. Estes dois hormônios atuam neste complexo sistema hormonal, de forma oposta.

O hormônio calcitonina retira o Ca excedente do sangue, sendo parte absorvido pelo tecido ósseo, mantendo a integridade e funcionamento do mesmo. E o paratormônio atua de forma oposta, promovendo a retirada do Ca da matriz óssea, transportando-o para a corrente sanguínea, para manutenção da homeostase sanguínea do Ca, conhecida como calcemia (mg de Ca/100 ml de soro sanguíneo).

Segundo o NRC (2000), vacas no terço médio de gestação necessitam de valores mínimos de P de 11 g/dia, ou 0,16% da MS na ração fornecida, e em níveis de emergência, em torno de 10 g/dia (ou 0,15% da MS consumida). Para vacas no terço final de gestação, as exigências mínimas de P aumentam, ficando em torno de 14 g/dia e, em níveis emergenciais cerca de 13 g/dia.

Ferrel et al. (1982), observaram que a concentração de Ca no feto bovino aumentou de 0,06 g/kg aos 100 dias de gestação para 3,07 g/kg aos 280 dias de gestação. Para o P, foi observado aumento de 0,05 g/kg para 2,04 g/kg, nas mesmas fases. Desta forma, os autores demonstraram que a

concentração tanto em Ca quanto em P aumentaram de acordo com desenvolvido fetal. Estes resultados foram reflexos das diferentes distribuições de Ca e P no organismo, bem como os diferentes padrões de crescimento os diferentes tecidos fetais. Em relação aos componentes fetais, os mesmos autores também observaram aumento na concentração de Ca com o decorrer da gestação (Tabela 4).

Nicodemo & Moraes (2001) recomendam que para uma boa formulação de sal mineralizado, a concentração de P deve estar em torno de 6 a 8 % do sal total, ou seja, cerca de 3 a 4 g de cada 50 g consumida da mistura mineral. Em pastagens com baixos teores de P, a mistura mineral deve ter pelo menos cerca de 8% a 10% de P. Esse teor pode ainda ser insuficiente para vacas de cria, que podem necessitar da suplementação de 7 a 9 g de P/dia.

TABELA 4: Concentração de cálcio e fósforo nos componentes fetais e no feto de acordo com o decorrer da gestação.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Cálcio (g)	1,11	5,05	18,3	53,1	123	227	334
Fósforo (g)	1,00	3,96	12,9	34,6	76,2	138	205
Feto							
Cálcio (g)	0,06	0,24	0,72	1,68	2,97	3,78	3,07
Fósforo (g)	0,05	0,17	0,47	1,02	1,75	2,27	2,04

Adaptado de Ferrel et al. 1982

2.5.2. Sódio, cloro e potássio

A importância do Na e Cl para os animais domésticos vem sendo demonstrada há milhares de anos pelo desejo natural do consumo de sal comum (NaCl), todavia, recentemente as funções do sal tenham sido identificadas. Como o organismo não tem capacidade de armazenar Na, ele é o

mineral universalmente deficiente para ruminantes. Tal fato também está associado com a baixa concentração de Na nas pastagens brasileiras (Ítavo & Ítavo, 2005).

Para os bovinos, geralmente as exigências em Na e Cl são supridas pelo fornecimento de sal comum, ou sal branco. Em relação ao K, normalmente não é necessário sua suplementação para ruminantes, pois as forragens comumente apresentam valores satisfatórios para suprir as exigências do animal (Andriguetto et al., 2002).

Ruminantes têm um apetite por sal comum (NaCl), por ser palatável e bem aceito, é um importante veículo para ingestão de outros minerais, sendo então incorporado na proporção de 30% a 50% da mistura total (Nicodemo & Moraes, 2001 e Carvalho et al. 2003). Carvalho et al. (2003) discutem que somente o NaCl desperta interesse do animal a ir ao cocho e consumir a mistura mineral, devido a sua alta aceitabilidade pelos ruminantes. Segundo o NRC (2000), as exigências em Na para gado de corte não ultrapassam 0,06 a 0,08% da MS consumida.

No entanto, deve-se atentar para o fato de que o NaCl também limita o consumo do suplemento mineral. Considera-se que em média o animal lambe o sal até satisfazer as necessidades de Na, quando então perde o interesse pela mistura oferecida no cocho (Nicodemo & Moraes, 2001).

Andriguetto et al. (2002) comentam que, em caso de deficiência severa de sal comum deve-se fornecer 100 g/animal/dia durante uma semana, se a deficiência for média, o fornecimento deve ser de 50 g/animal/dia, sendo contínua por 30 dias nos dois casos.

Os mesmos autores consideram os seguintes valores para determinar a deficiência de Na no organismo animal, sendo estes estimados através da saliva: mais que 3 g/litro, o animal contém concentrações normais de Na; entre 2 a 3 g/litro, significa que o animal está recebendo suplementação mineral inadequada; de 1 a 2 g/litro, a suplementação mineral é inadequada, podendo ou não o animal apresentar sinais de carência; menos de 1 g/litro, deficiência mineral com sinais clínicos aparente.

De acordo com a Tabela 5, em vacas de corte, a concentração de Na aos 100 dias de gestação nos componentes fetais foram de 0,69 g/kg de feto e aos 280 dias essa concentração aumentou para 59,3 g (Ferrel et al., 1982). Os níveis de Na no peso fetal aumentou de 0,03 g/kg aos 100 dias de gestação para 0,31 g/kg de feto aos 280 dias de gestação. Para os componentes fetais, os níveis de K nos componentes fetais aumentaram de 0,55 g para 57,1 g/kg, aos 100 dias e aos 280 dias de gestação, enquanto que no feto teve aumentou de 0,02 g/kg para 0,34 g/kg no mesmo período (Ferrel et al., 1982).

TABELA 5: Concentração de sódio e potássio nos componentes fetais e no feto de acordo com o decorrer da gestação.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Sódio (g)	0,69	2,35	6,62	15,3	29,2	45,9	59,3
Potássio (g)	0,55	1,96	5,71	13,7	26,8	43,2	57,1
Feto							
Sódio (g)	0,03	0,08	0,20	0,38	0,53	0,54	0,31
Potássio (g)	0,02	0,07	0,18	0,35	0,51	0,54	0,34

Adaptado de Ferrel et al. 1982

Para o K, estudos realizados com bovinos têm indicado a exigência em torno de 4,4 g de K/dia para o crescimento e a manutenção animal, sendo que, limites inferiores a 1,5 g/dia levam a distúrbios cardíacos (Andriguetto et al., 2002). Os mesmos autores ainda comentam que a suplementação com K não é necessária, mesmo para vacas em lactação, onde a demanda de K para a produção de leite é elevada (1,5 g/litro de leite produzido). Contudo, Clanton (1980) citado pelo NRC (2000) sugere valores para vacas gestantes em torno de 0,5 a 0,7 % de K na MS, devido à elevada secreção de K no leite (1,5 g/kg).

Beede et al. (1999) citado por Carvalho et al. (2003) demonstraram como a deficiência de K pode afetar a produção leiteira de vacas. Para tal, um animal foi submetido a uma alimentação contendo 1,1% de K na MS, consumindo cerca de 24 kg de MS/dia, nessas condições a produção média foi de 26 kg de leite/dia. Na semana subsequente, esse mesmo animal, foi submetido a uma alimentação contendo 0,12% de K. No quarto dia após a mudança da alimentação, a ingestão de alimento reduziu em cerca de 60% passando a consumir 9,6 kg de MS/dia, o consumo de água reduziu pela metade e a produção de leite decresceu para 12 kg de leite/dia. No oitavo dia após o início do experimento a vaca veio a óbito, tendo a mesma perdido 109 kg de seu peso corporal.

2.5.3. Magnésio e enxofre

As recomendações para suprir as exigências em Mg, para vacas em gestação, segundo o Carvalho et al. (2003), são de cerca de 7 a 9 g/dia, sendo essa necessidade podendo variar conforme a raça, idade, e disponibilidade na dieta. Mais detalhadamente, Grace (1983) citado pelo NRC (2000) comenta que a exigência para gestação é de 0,12, 0,21 e 0,33 g de Mg/dia, respectivamente, para o terço inicial, terço médio, e terço final da gestação. Observa-se, desta forma, que a exigência em Mg praticamente dobra nos diferentes estádios de gestação.

De acordo com valores apresentados na Tabela 6 por Ferrel et al. (1982) pode ser observado que houve aumento na concentração de Mg nos componentes fetais e no feto de bovinos, dos 100 aos 280 dias de gestação.

Segundo o NRC (2000) citado por Carvalho et al. (2003), recomendam teores de 0,15% de S na MS consumida. Estudos realizados por McDowell & Miler (1983) também citado por Carvalho et al. (2003), observaram que bovinos suplementados com dietas contendo 0,04 – 0,1% de S obtiveram aumento no ganho de peso de 7 a 260%.

TABELA 6: Concentração de magnésio nos componentes fetais e no feto de acordo com o decorrer da gestação.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Magnésio (g)	0,05	0,20	0,60	1,71	3,80	7,07	11,00
Feto							
Magnésio (mg)	0,03	0,08	0,23	0,51	0,90	1,25	1,29

Adaptado de Ferrel et al. 1982

2.5.4. Manganês

O esqueleto animal possui a maior reserva de Mn disponível no corpo animal com cerca de 25%. A principal função do Mn ocorre na reprodução, principalmente em fêmeas bovinas, através do incremento da mitose das células ovarianas da granulosa e folicular (foliculogênese) e das células luteínicas que formam o corpo lúteo. Sendo elevada a concentração de Mn nos ovários principalmente quando as vacas estão ciclando (Nicodemo, 2001).

Isso tem reflexo direto na reprodução dos bovinos, pois, com níveis adequados de Mn, ocorre mitose das células, ocasionando no desenvolvimento dos ovários e, conseqüentemente o crescimento normal dos folículos. Se nesta fase tiver a participação do mineral Se, ocorre a formação do folículo dominante, que posteriormente (3 dias após) se tornará o corpo lúteo, sendo este secretor da progesterona, que manterá possível a gestação ou preparará o útero para um novo ciclo. Sendo assim, quanto maior a qualidade de células do corpo lúteo, melhor o nível de progesterona no sangue. Sendo a deficiência de Mn aumenta o número de serviços/concepção, ciclos irregulares e as crias apresentam fraqueza e deformidades (Nicodemo, 2005).

Carvalho et al. (2003) comentam que níveis mínimos de Mn na dieta está em torno de 20 a 40 ppm. Sendo que ruminantes toleram até 100 ppm na dieta, porém níveis superiores atrapalham a reprodução de vacas.

2.5.5. Zinco

Segundo Gonzáles (2000), a deficiência em Zn afeta a resposta imunológica devido à falta da resposta das células T (produção de imunoglobulinas), infertilidade em machos por falha na espermatogênese e em fêmeas por falha na ovulação e na sobrevivência embrionária. Afeta ainda as concentrações hormonais em gestantes que estão associadas a abortos, baixo peso ao nascer, aumento de hemorragia ao parto e redução na sobrevivência da cria, devido ao mesmo estar associado a integridade das membranas (Rosa, 1993 e Nicodemo, 2005).

Ferrel et al. (1982) observaram concentrações de Zn nos componentes fetais de 0,004 a 0,810 g no decorrer da gestação, tendo uma concentração evolutiva de acordo com o tempo de gestação e com o ganho de peso do feto, que saltou de 0,002 g de Zn/kg de peso fetal para 0,062 g/kg durante este intervalo (Tabela 7).

TABELA 7: Concentração de zinco nos componentes fetais e no feto de acordo com o decorrer da gestação.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Zinco (g)	0,004	0,017	0,057	0,153	0,331	0,577	0,810
Feto							
Zinco (g)	0,002	0,007	0,021	0,045	0,073	0,086	0,062

Adaptado de Ferrel et al. 1982

2.5.6. Cobalto, molibdênio e cobre

A exigência de Mo e de Co em torno de 0,1 ppm na matéria seca das forragens, sendo níveis ideais de 0,5 devido ao processo fermentativo microbiano dos ruminantes (Carvalho et al., 2003).

Concentrações de Cu acima de 100 ppm na MS da dieta de bovinos e de 25 ppm em ovinos pode causar toxidez por Cu. Contudo este excesso torna-se praticamente impossível no Brasil para bovinos, a não ser quando ocorra erro no momento da fabricação do sal mineral fornecido. Já o Co é um mineral pouco tóxico podendo ser fornecido até 150 mg/kg na MS (1.000 vezes superior o nível normal) na alimentação de ovinos que os mesmos suportam semanas (Carvalho et al., 2003).

Vacas gestantes, com dieta rica em Cu, apresentam gestação “protegida” em virtude que o mesmo bloqueia a passagem de microrganismo patogênicos via placentária.

Exigências de Cu na dieta variam de 4 a 12 mg/kg de MS, sendo o ideal para bovinos de corte em torno de 10 mg/kg de MS de Cu quando a dieta não exceder 0,25% de S ou 2 mg/kg de S na MS (Carvalho et al. 2003).

Segundo Nicodemo (2001), na deficiência de Cu é verificado morte embrionária, taxa de concepção reduzida, retenção de placenta, dificuldade ao parto e problemas ósseos, redução na qualidade do sêmen.

Vacas alimentadas com dietas deficientes em Cu, ou com dietas contendo altos níveis de Mo e sulfatos, a fertilidade e as taxas de concepção são reduzidas, e ocorre maior incidência de retenção de placenta, pois o Mo e S formam um complexo insolúvel com o Cu impedindo sua absorção. Deste modo, um dos principais sinais de deficiência de Cu em ruminantes é a diminuição da fertilidade do rebanho. Isso ocorre pela redução na taxa de concepção, devido ao aumento da morte embrionária precoce, alteração do ciclo estral de fêmeas, redução da atividade ovariana em fêmeas jovens, ninfomania em fêmeas adultas (Nicodemo, 2005; Barbosa, 2007), dificuldade ao parto e problemas ósseos (Nicodemo, 2005).

Nicodemo (2001) comenta que a ataxia enzoótica em bezerros recém-nascidos, é caracterizada por perturbações da locomoção, paralisia do membro posterior e morte, causada pela má formação da bainha de mielina da medula espinhal em decorrência da deficiência crônica de Cu das mães.

2.5.7. Iodo

Carvalho et al. (2003) recomendam níveis de I para ruminantes entre 0,5 a 0,8 mg/kg. Quando o animal apresenta deficiência subclínica de I, em que o bócio não é ainda detectado, o desempenho reprodutivo pode ser comprometido, e as fêmeas bovinas apresentam sinais menos expressivos de cio, aumento na taxa de mortalidade embrionária precoce, abortos, mal-desenvolvimento fetal (bezerro nascidos sem pêlos), maior retenção de placenta, nascimento de bezerros fracos ou até mesmo natimortos, redução na taxa de concepção, inércia uterina, atraso no desenvolvimento fetal, anestro prolongado, consequentemente queda na fertilidade do rebanho e atraso na puberdade (Marques, 2003; Nicodemo, 2005 e Barbosa, 2007). Níveis superiores a 50 mg/kg na MS consumida de I causam toxidez aos ruminantes, sendo níveis superiores a 40 mg/kg causam toxidez para égua no momento do parto (Carvalho et al., 2003).

De acordo com Barbosa (2007), nas últimas semanas da gestação ocorre grande mobilização de I da mãe para o feto. Essa reserva fetal é importante nos primeiros dez dias de vida do recém nascido, para a síntese dos hormônios tireodianos, que são fundamentais para a sobrevivência do bezerro recém-nascido, para estimulá-lo a se levantar o mais rápido possível e mamar o colostro. Também possui atuação através da termorregulação corporal, evitando o choque térmico. Para isso, é necessário que haja I em níveis adequados no feto e na mãe.

Cerca de 10% do I ingerido é excretado pelo leite, sendo assim, vacas em lactação exigem maior quantidade de I. Porém, vacas que são alimentadas com dietas carentes em I, seu nível no leite reduz, podendo praticamente zerar

e, conseqüentemente, prejudicar o desenvolvimento do bezerro (Barbosa, et al., 2007).

2.5.8. Ferro e Selênio

Carvalho et al. (2003) comentam que as exigências de Fe para ruminantes não está bem estabelecida, devido a inúmeras variáveis, como a capacidade de absorção e biodisponibilidade. Os mesmos autores recomendam entre 30 – 60 mg/kg de Fe para suprir as necessidades de ruminantes adultos, porém a terra presente nas folhas das forragens suprem essas exigências.

Ferrel et al. (1982) observaram que o teor de Fe nos componentes fetais aumentou de 0,15 g/kg para 2,4 g de 100 a 280 dias, tendo aumento também na concentração de Fe no feto de 0,007 para 0,242 g/kg neste mesmo período (Tabela 8).

TABELA 8. Concentração de zinco nos componentes fetais e no feto de acordo com o decorrer da gestação.

Dias de gestação	100	130	160	190	220	250	280
Componentes fetais							
Ferro (g)	0,15	0,56	0,172	0,442	0,943	1,67	2,46
Feto							
Ferro (g)	0,007	0,023	0,059	0,125	0,209	0,267	0,242

Adaptado de Ferrel et al. 1982

Os níveis de Se encontrados em pastagens em sua maioria não suprem as exigências animal, que é estabelecido em torno de 0,1 mg/kg (NRC, 1996), principalmente quando correlacionamos às exigências desse mineral para manutenção e ganho. Além da baixa concentração de Se nas pastagens (em torno de 0,01 mg/kg em pasto de *Brachiaria brizantha*), Ginzáles (2000) comenta que o armazenamento de Se em cereais úmidos ou tratados com

ácidos propiônicos em silos causa destruição da vitamina E, produzindo silagem deficiente.

Nascimento et al. (2008) concluíram que para caprinos, que a ingestão de 25 g de sal mineralizado contendo 30 mg de Se/kg de sal mineral é suficiente para produção de embriões de boa qualidade.

No organismo animal, Haddad & Alves (2006) e Lima & Domingues (2007) relatam que o Se atua principalmente como antioxidante, junto com a vitamina E, para proteger as membranas das células e prevenir a geração de radicais livres, atuando também contra a degeneração oxidativa dos tecidos, diminuindo assim o risco de câncer e doenças cardíacas e vasos sanguíneos.

Segundo Piper et al. (1980) citado por Nascimento et al. (2008), acredita-se que o Se atue especificamente na melhora da sobrevivência do embrião. E Van Niekerk et al. (1996) também citado por Nascimento et al. (2008) constataram que a suplementação de Se 15 a 35 dias após o parto, via parenteral, reduziu a morte de embriões, em ovelhas, em 22 a 40 %.

Gonzáles (2000) comenta que existem evidências que o Se e vitamina E estão relacionados a hormônios da tireóide, melhorando, assim, a imunocompetência, demonstrado pelo aumento de imunoglobulinas.

Em pesquisas realizadas por Tokarnia et al. (2000) e Haddad & Alves. (2006), foram determinados que a deficiência de Se aumenta a retenção de placenta, nascimento de bezerros prematuros e/ou fracos ou natimortos, com menores taxas de sobrevivência, aparecimento de cistos ovarianos, metrites, mastites, baixas taxas de concepção e baixos índices de fertilidade. Bezerros podem ser afetados pela deficiência de Se, apresentando degeneração da musculatura esquelética e cardíaca, conhecida como doença do músculo branco, acompanhada por fraqueza e diarreia.

De acordo com Alonso et al. (1997) citado por Lima & Domingues (2007), vacas suplementadas com a mistura Se e Vitamina E obtiveram aumento na taxa de concepção, e diminuição no número de inseminações necessárias para conseguir a fertilização e conseqüentemente diminuição no intervalo entre partos.

De acordo com Barbosa & Souza (2006), em fêmeas, o Se concentra-se nos ovários e exerce importante função metabólica. Apresenta função antioxidante na formação dos ovócitos e na maturação dos folículos que promovem a ovulação pela ação da enzima glutathione peroxidase. Essa enzima é vital para a proteção da membrana lipídica dos ovócitos, para que não sofram peroxidação pelos radicais livres, que causariam a ruptura da membrana e danos graves irreversíveis. A sua ação evita os cistos ovarianos, que são folículos que não ovulam e causam problemas reprodutivos nas vacas.

Sinais de retenção placentária foram observados em novilhas, nos Estados Unidos. Allenstein (1998) comenta que em 90% das novilhas paridas apresentaram estes sinais. As análises das amostras de sangue desses animais demonstraram níveis baixos de selênio, 0,1 mcg/mL de sangue, sendo que níveis de 2,2 mcg/mL de Se no sangue já é considerado como deficiente. A causa de retenção placentária é um transtorno do mecanismo de desprendimento que ocorre na parede do útero, em suas criptas e células, que impede a liberação da placenta.

O autor ainda relata que a suplementação com Vitamina E, por meio de injeções administradas duas semanas antes do parto diminui a incidência de retenção placentária e metrites. Porém, injeções de Se, quando utilizadas em estádios iniciais de gestação podem causar abortos e, quando usadas de forma inadequada, podem manifestar toxidez.

Entre as principais doenças relacionadas à deficiência de selênio em bovinos, ovinos e suínos, pode ser destacada a Distrofia Muscular Nutricional (DMN) ou Doença dos Músculos Brancos (DMB). Esta doença acomete principalmente os animais com rápido crescimento ou quando ficam sem exercitar por longos períodos (Amorim et al., 2000 e Tokarnia et al., 2000). Gonzáles (2000) cita que na deficiência do Se/vitamina E ocorre acúmulo de peróxido nas membranas celulares, causando necrose, com posterior fibrose e calcificação nos músculos esqueléticos e cardíacos.

O Se e a Vitamina E estão envolvidos na neutralização dos radicais livres, e se seus mecanismos estão defeituosos, ou inadequados, então as

membranas celulares tornam-se fisiologicamente defeituosas, permitindo o influxo de Ca para o citosol, isto resulta na acumulação de Ca nas mitocôndrias. As mitocôndrias lesionadas são incapazes de suprir a energia para manutenção da homeostasia. O resultado é morte celular; ou no caso de uma célula multinucleada, necrose segmentar. A lesão ocorre nos músculos mais trabalhados (coxa, paleta, intercostais e diafragma) (Gonzáles, 2000).

2.6.Fatores que afetam a utilização dos minerais

2.6.1. Sinergismo e antagonismo dos minerais

Os elementos minerais podem interagir entre si, com outros minerais e também com alguns fatores não nutritivos da dieta. A interação do tipo sinérgica ou antagônica poderá ocorrer na própria dieta e durante o metabolismo no trato digestório. Elementos sinérgicos são aqueles que, em sua atividade, ocorre melhoria na absorção de um elemento em função de outro, desempenhando alguma função metabólica em nível de tecido ou em nível enzimático. Em contrapartida, elementos antagônicos podem ser definidos como o efeito contrário produzido por um elemento sobre o outro ou sobre uma função bioquímica no organismo (Martin, 1993).

Moraes (2001) cita que as relações entre os nutrientes precisam ser consideradas a determinação dos níveis ótimos de minerais em dada situação. Os requerimentos de Cu são bem maiores se a pastagem tem teores consideráveis de Mo e S. Segundo Gonzáles (2000), níveis a partir de 10 ppm de Mo causam interferência na absorção intestinal de Cu.

Segundo Marques (2003), o S possui balanço com o nitrogênio (N) em torno de 10:1 sendo 10 partes de N e 1 parte de S no organismo animal. Carvalho et al. (2003) descreve que as proteínas naturais dos alimentos geralmente contêm S suficiente para o balanço desejado com o N, em áreas de *Braquiaria spp* com muita incidência de queimadas pode ocorrer balanço negativo na relação N:S. Além disso, as *Braquiaris spp* apresentam maior

quantidade de nitrogênio não protéico (NNP) quando comparados com outras gramíneas (Marques, 2003).

De acordo com Carvalho et al. (2003), no período seco ano os animais recebem uréia para suprir as deficiências protéicas apresentadas pelas pastagens nesse período do ano, o S toma papel fundamental para que haja a total degradação dessa proteína. Todavia não havendo S nessa dieta 45% de N, faz-se necessário a adição de 3 g de S para cada 100 g de uréia.

Carvalho et al. (2003), quando há excesso de S na alimentação, acima de 0,5% da MS, pode haver deficiência de Se, devido aos quais terem semelhanças em suas estruturas químicas, deste modo ocorre competição pelo mesmo sitio de absorção.

Marques (2003) comenta que os níveis deficientes em Cu causam interferência no processo de utilitário do Fe. Segundo Underwood (1977) citado por Silva et al. (2007), baixos níveis de Cu aumentam a incidência de hemorragias em éguas gestantes, que também pode apresentar retardo no crescimento e anemia do potro e está relacionada com a deficiência de Fe. Marques (2003) esclarece essa incidência, onde comenta que o Cu juntamente com o Fe está relacionado com a formação da hemoglobina.

Carvalho et al. (2003) e Marques (2003) relatam que níveis elevados de Ca interferem com a utilização do Mn, Zn e I. Ainda Carvalho et al. (2003) comentam que com o excesso de P, Mg, Zn, ácidos graxos, ácido oxálico, e Vitamina D3 prejudicam a absorção de Ca. Níveis elevados de Al, Mg e Fe, podem influenciar a utilização de P, formando fosfatos insolúveis, sendo esses não absorvidos pelo animal.

Marques (2003) argumenta que níveis elevados de K nas plantas diminuem a disponibilidade de Mg e Na nas forrageiras e no organismo animal. Deste modo explica-se o fato de animais consumindo pasto contendo elevados teores em K, apresentarem sinais de tetania hipomagnesêmica, devido ao aumento na eliminação de Mg (Marques, 2003). O mesmo autor comenta que devido a esse antagonismo entre K e Na se torna necessário fornecer sal comum para ruminantes.

2.7. Biodisponibilidade dos minerais

Segundo Carvalho et al. (2003) o termo biodisponibilidade está definido como o grau de absorção de um mineral ingerido de forma que possa ser utilizado pelo metabolismo animal em perfeitas condições nutricionais. Segundo Underwood (1999) citado por Haddad & Alves (2006), sendo dependente de vários fatores, incluindo níveis do elemento ingerido, idade e estado nutricional do animal, condições ambientais, pH intestinal, presença de antagonistas e, principalmente, da fonte mineral Carvalho et al. (2003).

Santos et al. (2004) relatam que existe grande variação de disponibilidade biológica dos minerais, e essa depende principalmente da natureza química do composto mineral, da complexação com outras substâncias contidas nos alimentos, da natureza química do composto formado, e da competição de dois ou mais elementos pelo mesmo sítio de ação ou mecanismo de absorção.

Sgarbieri (1987) citado por Santos et al. (2004) comenta que os fatores mais importantes que interferem na biodisponibilidade dos nutrientes são: digestibilidade, absorção, complexação e presença de substâncias tóxicas.

Carvalho et al (2003) dizem que as fontes mais comumente utilizadas na nutrição animal são as fontes inorgânicas (sulfatos, carbonatos, óxidos, cloretos e fosfatos). As formas orgânicas, como os quelatos, também são usadas comercialmente, embora em menor quantidade, pois, mesmo apresentando biodisponibilidade próxima ao dos sulfatos, ainda demonstram relação custo/ benefício pouco favorável. A Tabela 9 contém as principais fontes minerais fornecidas aos ruminantes bem como suas disponibilidades.

De acordo com Berchielli & Pereira (2006) a disponibilidade dos minerais nos alimentos depende da forma química do mineral ingerido, proporção em que se concentram os outros minerais na dieta afim de que não ocorra inibição de um mineral em função da ingestão de outro, dependendo também da espécie animal e da sua idade.

TABELA 9: Percentual de minerais em fontes usadas em suplementos minerais e sua biodisponibilidade relativa.

Mineral	Fonte	Concentração (%)	Biodisponibilidade
Cálcio	Carbonato de cálcio	40	Baixa
	Fosfato monocalcico	16,2	Alta
	Fosfato tricalcico	31-34	Alta
Cobalto	Carbonato de cobalto	46-55	Sem informações embora sejam efetivos
	Sulfato de cobalto	21	
	Cloreto de cobalto	24,7	
Cobre	Sulfato cúprico	25	Alta
	Óxido cúprico	80	Baixa
Iodo	Iodato de cálcio	63,5	Não estável alta
	Iodeto de potássio estabilizado	69	
Ferro	Óxido de ferro	46-60	Não disponível
	Sulfato ferroso	46-60	Alta
Magnésio	Carbonato de magnésio	21-28	Alta
	Sulfato de magnésio	9-17	Alta
Manganês	Sulfato de manganês	27	Alta
	Óxido de manganês	52-62	Alta
Fósforo	Fosfato de cálcio	18,6-21	Alta
	Fosfato bicalcico	18,5	Média
Potássio	Cloreto de potássio	50	Alta
	Sulfato de potássio	41	Alta
Selênio	Selenato de sódio	40	Alta
Enxôfre	Sulfato de potássio	28	Alta
	Flor de enxofre	96	Baixa
Sódio	Cloreto de sódio	39,3	Alta
Cloro	Cloreto de sódio	60,7	Alta
Zinco	Carbonato de zinco	52	Alta
	Sulfato de zinco	22-36	Alta
	Óxido de zinco	46-73	Alta

Fonte: McDowell (1999) adaptada de Veiga & Cardoso (2008).

Os métodos que estudam o balanço entre a entrada e a saída de nutrientes são limitados para animais adultos ou para animais que recebem níveis de manutenção do elemento que se pretende avaliar. Devem ser utilizados animais marginalmente deficientes no mineral estudado, cujos requisitos sejam substanciais. No caso do Ca, por exemplo, a regulação da eficiência de absorção do elemento da dieta tem papel fundamental na manutenção da

homeostasia em ruminantes, e pode ser alterada também em função do estágio fisiológico. A dieta deve apresentar baixas concentrações de Ca (inferior às exigências nutricionais) para que, naquelas condições, seja possível estimar a máxima biodisponibilidade (Berchielli & Pereira, 2006).

Por exemplo, para o Ca, as diferenças em biodisponibilidade estão relacionadas, principalmente, com as diferenças entre as dietas na proporção do mineral disponível para absorção. No caso do Mg, a alteração da dieta reflete relativamente pouco sobre a eficiência de absorção quando comparado à dimensão das diferenças entre indivíduos. Assim, enquanto a eficiência de absorção pode variar em até sete vezes (5% a 35%) entre indivíduos submetidos à mesma dieta, a redução na absorção do Mg da dieta induzida por alta ingestão de K (o maior e mais consistente efeito dietético) é de apenas 40% (Barchielli & Pereira, 2006).

Sendo assim, algumas fontes minerais possuem uma maior eficiência quando ingerido pelo animal, quando comparado a outra.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Suplementar corretamente vacas de corte durante o período de gestação com macro e microminerais é de suma importância para o sucesso zootécnico, econômico e financeiro do rebanho. Esta fase não pode ser desconsiderada, pois se trata da categoria que mais necessita de cuidados na propriedade, principalmente no terço final da gestação, em que ocorre maior desenvolvimento do feto.

Quando a deficiência em minerais, na fase de gestação, se torna severa pode causar aborto, nascimento de bezerros fracos, debilitados, e as fêmeas podem até mesmo parir, porém não tem a capacidade de amamentar suas crias. Estes fatores acarretam em grandes perdas no sistema de criação, diminuindo a lucratividade do produtor.

A suplementação adequada deve suprir aos animais os nutrientes minerais necessários para corrigir as deficiências ou desequilíbrios de sua dieta, na quantidade necessária para a produção e manutenção da gestação com menor custo de produção. Assim, para uma mistura mineral ser adequada, é importante que contenha os elementos deficientes ou marginais na região, considerando o tipo da pastagem, ou dieta dos animais, e para que as fontes minerais sejam de boa qualidade, devem possuir grande aceitação pelos animais, além de alta biodisponibilidade. A procedência deve ser de firmas idôneas, sem causar danos ao meio ambiente e nem aos animais que ingerem.

4. LITERATURA CITADA

- ALLENSTEIN, L.C. **As novilhas prenhas não estão recebendo Vitamina E e selênio suficiente.** Disponível em <http://www.nupel.uem.br/prenhas-42.pdf>. Acesso em 02/07/2008
- ANDRIGUETO, J.M. **Nutrição animal.** São Paulo – SP. Editora Nobel, 2002. 395 p.
- ANTUNES, D.A.; LOUVANDINI, H.; SILVA FILHO, J. C. et al. Diagnóstico da deficiência de fósforo em ovinos pela técnica de incorporação de fósforo radioativo nos eritrócitos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 339-345, 2006.
- AMORIM, S.L. OLIVEIRA, A.C.P.; RIET-CORREA, F. et. al. Distrofia muscular nutricional em ovinos na Paraíba. **Pesquisa veterinária Brasileira**. v. 25 n. 2 p. 120-124, 2005.
- BARBOSA F.A, SOUZA G.M. **Efeito dos Microminerais na Reprodução de Bovinos.** Disponível em <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>. Acesso em 28/05/2008.
- BERCHIELLI, T.T.; PEREIRA, M.S. **Minerais.** In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G et al. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal-SP. Prol Editora Gráfica, 2006. p.333-348.
- BOGES, A.M.A nutrição e a eficiência reprodutiva de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa: PB. **Anais...**2006, p. 194-209.
- BOLAND, T.M.; KEANE, N.; NOWAKOWSKI, P. et al. High mineral and vitamin E intake by pregnant ewes lowers colostral immunoglobulin G absorption by the lamb. **Jornal of Animal Science**. v. 54, n. 4, p. 871 – 878, 2005.
- CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; Mc DOWELL, L.R. **Nutrição de Bovinos a pasto.** Belo Horizonte – MG. Editora Papelform, 2003. p157 – 365.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados a pastejo.** Porto Alegre – RS. Editora Sagra, 1992.
- COSTA, R.G.; RESENDE, K.T.; RODRIGUES, M. T.et al. Exigências de Minerais para Cabras durante a Gestação: Na, K, Mg, S, Fe e Zn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.431-436, 2003.

- DIAS, M. **Estratégias de suplementação de vacas primíparas de corte.** Disponível em <http://www.mactal.com.br/uploads/2079263864.PDF>. Acesso em 31/05/2008.
- COTTA, T. **Minerais e vitaminas para bovinos, ovinos e caprinos.** Viçosa – MG. Editora Aprenda Fácil, 2001.
- FERRELL, C.L.; GARRETT, W.N.; HINMAN, N. Growth, Development and Composition of the Udder and Gravid Uterus of Beef Heifers during Pregnancy. **Jornal of Animal Science.** v. 42, n. 6, p. 1477-1489, 1976.
- FERREL, C.L.; LASTER, D.B.; PRIOR, R.L. Mineral accretion during prenatal growth of cattle. **Jornal of Animal Science.** v. 54, n.3 p.618-624, 1982.
- FRANCO, G.P.D. **Desafios da interação entre os aspectos nutritivos e reprodutivos o gado de corte.** In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS DE NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, Brasília – DF, p. 35 – 45, 2005
- FRANCO, M. Sal mineral dispara por causa do bicálcico. **Revista DBO**, ano 27 nº. 329, p34-37, 2008.
- GODOY, M.M.; ALVES, J.B.; MONTEIRO, A.L.G. et al. Parâmetro reprodutivo e metabólico de vacas da raça guzerá suplementadas no pré e pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 103-111, 2004.
- GONZÁLES, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes In: GONZÁLES, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O. et al. **Perfil metabólico em ruminantes – seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** p. 31-52, 2000.
- HADDAD, C.M. Suplementação de vitaminas ADE para bovinos por via parenteral. **Boletim técnico**, artigo n. 47. 1999.
- HADDAD, C.M.; ALVES. F.V. **Minerais para bovinos de corte.** In: BITTAR, C.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. et al. Minerais e aditivos para ruminantes, Piracicaba –SP FEALQ, p. 63 – 74. 2006.
- HADDAD, C.M.; ALVES. F.V. Novos Conceitos e Tecnologias na Suplementação Mineral de Bovinos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL – II CLANA, São Paulo – SP, p. 1 -9. 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário (IBGE) 2007.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em:05/04/2008.
- ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO. C.C.B.F. Formulação de misturas minerais para bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 15, 2005, Campo Grande – MS. **Anais...** Campo Grande – MS, 2005 (CD-Rom).
- LOPES, H.O.S. **Suplementação de baixo custo para bovinos – Mineral e Alimentar.** EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande-MS, 1998.
- LIMA, L.G.; DOMINGUES, J. L. Uso do selênio na produção de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 4, n. 4, p. 462-474, 2007.
- MARTIN, L.C.T. **Nutrição mineral de bovinos de corte.** São Paulo – SP. Editora Nobel, 1993. 167 p.
- MORAES, S.S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte.** Campo Grande-MS, n. 114. p. 10 – 20. 2001.
- MARQUES, A.P. RIET-CORREA, F. SOARES, M.P. et al. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. **Pesquisa Veterinária Brasileira.** V. 23, n. 1, p. 21-32, 2003.

- MACEDO, P.M., SOBRINHO, E.B., CAMINHAS, M.M.T. et al. Efeitos da suplementação mineral sobre o desempenho de vacas de corte e seus produtos mantidos em pastagens tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnista, 39, 2002, Recife. **Sociedade brasileira de zootecnia**. Recife - PB, 2002. (CD-Rom).
- NASCIMENTO, E.E., MORAES, G.V., MACEDO, F.A.F., et al. **Suplementação de selênio na dieta de caprinos sobre a produção e qualidade do embrião**. PUBVET, v.2, n. 23, Art. 251. 21p. 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Committee on animal nutrition. Nutrient Requirements of Dairy cattle**. 7ª ed. revised, Washington: National Academy of sciences, 381p. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requeriment of Beef Cattle**. 7ed. Washington D.C. National Academic Press, 1996. 242p.
- NICODEMO, M.L.F.; **Cálculo de mistura mineral para bovinos**. Campo Grande-MS, n.109.25p. 2001.
- NICODEMO, M.L.F.; LAURA, V.A. **Elementos minerais em forrageiras: Formas químicas, distribuição e biodisponibilidade**. Campo Grande-MS, n. 115. 39p. 2001.
- NICODEMO, M.L.F.; MORAES, S.S.; THIAGO, L.R.L.S. et al. Metabolismo Ósseo de Vacas Jovens Nelore em Pastos de *Brachiaria brizantha* Suplementadas ou não Durante a Seca com Fósforo/Cálcio e Concentrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 15, 2005, Campo Grande – MS. **Anais...**2005. Campo Grande – MS, 2005 (CD- Rom).
- NICODEMO, M.L.F.; LAURA, V.A. **Recomendações para o uso correto da suplementação mineral para bovinos em pastejo**. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD47.html>. Acesso em: 29/05/2008.
- OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F.; LADEIRA, M.M. et al. **Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria**. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F. Bovinocultura de Corte – desafios e tecnologias, Salvador -BA, Editora Edufba, p. 24 – 80. 2007.
- ROSA, I.V. **Deficiências minerais e desempenho reprodutivo de ruminantes**. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct23/index.html>. Acesso em 31/05/2008.
- SANTOS, H.B.; MADRUGA, M.S.; BION, F.M. et al. Estudos bioquímicos e hematológicos em ratos sobre biodisponibilidade de minerais numa dieta enriquecida com multimistura. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 613 – 617. 2004.
- SIGNORETTI, R.D. et al. Recria de novilhas leiteiras em pastejo suplementadas com proteinado contendo minerais inorgânicos ou orgânicos. In: 44ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal, SP. ANAIS DA 44ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. JABOTICABAL, SP, 2007.
- SILVA, M.A.M.L.; FILHO, R.M.P.; FILHO, A.C.R. et al. Determinação das concentrações de cobre e zinco séricos de eqüinos da região de espírito santo do pinhal. **Boletim Medico Veterinário**. v. 3, n. 3, p. 24-34, 2007.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa veterinária Brasileira** v. 20, n 3, p. 127-138, 2000.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; MORAES S.S. et al. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos - revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa veterinária Brasileira** v. 19, n 2, p. 47-62, 2000.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo**. In: BITTAR, C.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. et al. Minerais e aditivos para ruminantes Piracicaba –SP FEALQ. 2006. p. 7 – 35.

VEIGA, J.B.; CARDOSO E.C. **Criação de Gado Leiteiro na Zona Bragantina**. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite /index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/index.htm). Acesso em 01/06/2008.