

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**FUNÇÕES E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DOS MINERAIS
ESSENCIAIS AO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Marcus Vinicius Monge de Souza
Orientador: Prof. Me. Edson Júnior Heitor de Paula

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JUNHO/2011

S729f Souza, Marcus Vinicius Monge de.
Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais ao sistema de produção de bovinos / Marcus Vinicius Monge de Souza. – Pontes e Lacerda : [s.n.], 2011.
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado – Zootecnia) –
Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, 2011.

Orientador: Prof. Me. Edson Júnior Heitor de Paula.

1. Índice Zootécnico. 2. Macroelementos. 3. Microflora Ruminant. I. Título. II. Pontes e Lacerda – Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda.

CDU 636.087.7

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**FUNÇÕES E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DOS MINERAIS
ESSENCIAIS AO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Marcus Vinicius Monge de Souza



Orientador: Prof. Me. Edson Júnior Heitor de Paula



Membro: Zootecnista Luiz Durvalino Schoenberger



Membro: Prof. Me. Cristiano da Cruz

PONTES E LACERDA
JUNHO/2011

A meus pais Antônio Rodrigues de Souza e Dolores Monge de Souza, que sempre deram as condições necessárias para a vida de seus filhos e todo tipo de ajuda e incentivo aos estudos. A quem sempre terei orgulho, carinho e gratidão e aos meus irmãos Guilherme Allony Monge de Souza, Steffersson Monge de Souza, e minha namorada Liliane da Costa Santos por acreditarem e depositarem em mim toda a sua confiança.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me iluminar durante toda essa minha jornada a que consegui conquistar.

Aos meus pais Antônio Rodrigues de Souza e Dolores Monge de Souza por investirem e confiarem em meu potencial e depositarem todo o seu amor e carinho.

Aos meus irmãos Guilherme Allony Monge de Souza e Steffersson Monge de Souza por me apoiarem e incentivarem em toda minha vida.

A minha namorada Liliane da Costa Santos pelo apoio e companheirismo.

À Universidade do estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do Curso de Zootecnia pelos valiosos ensinamentos.

Aos Prof. Me. Edson Júnior Heitor de Paula, Prof^a. Dr^a. Jocilaine Garcia por orientarem e auxiliarem no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores Dr. Alexandre Agostinho Mexia, Dr. Luiz Juliano Valério Geron, Ms. Cristiano da Cruz, Dr^a. Adriana Fernandes de Barros pela paciência e colaboração no meu desenvolvimento técnico e ao zootecnista Luiz Durvalino Schoenberger por participar da minha banca de apresentação do TCC.

Aos tantos colegas que me apoiaram e me ajudaram principalmente os da minha sala que estiveram durante esta longa jornada que enfrentamos juntos.

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar; é melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se sem fazer nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver."

(Martin Luther King)

RESUMO

A bovinocultura de corte tem importante papel na economia do Brasil, e vem assumindo posição de liderança no mercado mundial de carnes, destacando-se por ter o maior rebanho comercial do mundo, principalmente animais criados sob pastejo. Mas as forrageiras tropicais sofrem com as estações e raramente são capazes de fornecer todos os minerais requeridos pelos bovinos, portanto constitui-se uma prática necessária de se fazer a suplementação com mistura mineral adequada para assegurar o necessário consumo dos elementos essenciais pelos animais, dentre os minerais se destacam, o fósforo, cobre, sódio, zinco, cobalto, selênio, iodo e manganês que são os de maior deficiência nas forragens tropicais. A suplementação mineral correta deve conter as melhores fontes de macro e microelementos para um maior incremento na produção e, além disso, deve ser de elevada biodisponibilidade e livres de contaminantes, para suprir as exigências dos animais e proporciona aumento significativo nos índices zootécnicos, sobretudo, no ganho de peso e na taxa de fertilidade e evitar problemas causados pelas deficiências, que é o principal obstáculo na criação dos rebanhos criados sob pastejo. A exigência dos animais pode ser mensurada através fatores como sexo, grupo genético, peso, idade, categoria animal (bezerros, vacas e bois etc.), nível de produção e forma química dos elementos da dieta. Outro fator que deve ser levado em consideração é a quantidade de mineral existente na forragem.

Palavras-chave: índice zootécnico, macroelementos, microelementos, microflora ruminal

ABSTRACT

The beef cattle industry has an important role in Brazil's economy, and has assumed leadership position in the global meat market, especially for having the largest commercial herd in the world, especially animals raised under grazing. But the tropical forages suffer from the seasonality and are rarely able to provide all the minerals required by the cattle, therefore constitutes a practical need to make mineral supplementation is necessary to ensure adequate intake of essential elements for animals, among stand minerals, phosphorus, copper, sodium, zinc, cobalt, selenium, iodine and manganese that are of greatest deficiency in tropical forages. The correct mineral supplement should contain the best sources of macro and trace elements to a larger increase in production and, furthermore, must be highly bioavailable and free of contaminants, to meet the requirements of animals and provides a significant increase in the indexes, especially weight gain and the fertility rate and avoid problems caused by disabilities, which is the main obstacle in the creation of grazing livestock raised. The requirement of animals can be measured by factors such as sex, genetic group, weight, age, animal type (calves, cows and oxen, etc.), the production level and chemical form of elements of the diet. Another factor that should be considering is the amount of mineral in existing forage.

Keywords: livestock index, macroelements, microelements, rumen microflora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Importância da suplementação mineral para a bovinocultura	11
2.2 Panorama da suplementação mineral dos bovinos no Brasil	13
2.2.1 A importância de uma correta mistura mineral	13
2.3 Minerais e suas interações	14
2.4 Biodisponibilidade das fontes minerais	15
2.5 Importância dos minerais para a microflora do rúmen	17
2.6 Exigências de macro e microelementos	17
2.7 Função e doenças devido à deficiência dos macro e microelementos	19
2.8 Macroelementos	19
2.8.1 Cálcio	19
2.8.2 Fósforo (P)	20
2.8.3 Sódio e Cloro	21
2.8.4 Magnésio	22
2.8.5 Enxofre	22
2.8.6 Potássio	23
2.9 Microelementos	24
2.9.1 Cobalto	24
2.9.2 Cobre	25
2.9.3 Molibdênio	26
2.9.4 Ferro	26
2.9.5 Manganês	27
2.9.6 Iodo	28
2.9.7 Selênio	29
2.9.8 Zinco	30
2.9.9 Flúor	31
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, constituído de 176.610.943 milhões de cabeça, ANUALPEC (2010) e possuem 20% de sua área agricultável coberta com pastagem, o que equivale cerca de 185 milhões de hectares (MOREIRA et al., 2006).

Segundo Tokarnia et al. (2000) as deficiências minerais estão ligadas a certas áreas geográficas, quando estas apresentam acentuadas, podem ser responsáveis pela pobreza geral que existe em determinadas regiões, onde a população depende principalmente da criação de gado. Deficiências leves ou moderadas também podem causar prejuízos econômicos sérios, porque reduzem a produtividade dos animais e constituem obstáculo à melhoria dos rebanhos.

Nas duas últimas décadas houve um grande incremento na criação de bovinos em pasto nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. As deficiências minerais se destacaram como principal obstáculo na criação dos rebanhos da região, a subnutrição mineral é o principal fator limitante para a produção de bovinos criados em pasto, desse modo se faz necessário o uso incondicional da suplementação mineral (MORAES, 2001a).

Para Andriguetto et al. (1983) as forrageiras raramente são capazes de fornecer todos os minerais requeridos para os bovinos, portanto é necessária a suplementação para assegurar o fornecimento dos elementos minerais essenciais requerido pelos animais. Assim o suplemento mineral deve ser disponível em cocho coberto, estes que podem ser de um único compartimento ou subdivididos, pois os minerais podem ser fornecidos em forma de mistura completa: suplemento de fósforo adicionado ao sal comum e mais microelementos, ou então suplemento de fósforo em uma divisão e sal comum mais microelementos na outra divisão.

A suplementação mineral correta deve conter as melhores fontes de macro e microelementos para um maior incremento na produção e, além disso, deve ser de elevada biodisponibilidade e livres de contaminantes. Neste sentido, o uso de microminerais na forma orgânica na dieta dos bovinos proporciona aumento da biodisponibilidade desses ingredientes em relação a fontes inorgânicas com melhoria significativa na produtividade de forma geral (BARUSELLI, 2005).

De acordo Silva (2001) é a suplementação mineral que proporciona aumento significativo nos índices zootécnicos dos animais, sobretudo, no ganho de peso e na taxa de fertilidade, pois o fornecimento de suplementos minerais de alta qualidade tornou-se indispensável e obrigatório para a manutenção das funções de crescimento, de reprodução e produção de animais criados sob pastejo.

A forragem produzida em solos tropicais pode ser deficiente em grande número de macro e microelementos inorgânicos necessários ao animal, o que caracteriza a necessidade de se incluir, em uma mistura mineral, os elementos deficientes para que se alcance produção mais eficiente e lucrativa (DOMINGUES, 2008).

Segundo Wunsch et al. (2005) um aporte adequado de minerais também é importante para a otimização da atividade microbiana no rúmen. Entretanto, o excesso de alguns minerais pode dificultar a absorção ou interagir no metabolismo de outros, causando perdas na produtividade dos rebanhos e alterações reprodutivas. Dessa forma, as concentrações dos elementos essenciais devem ser mantidas dentro de limites estreitos para resguardar o funcionamento e a integridade dos tecidos, não ocorrendo prejuízos no crescimento, saúde e produtividade do animal.

O objetivo deste trabalho foi descrever as funções dos minerais e os problemas causados pelas deficiências destes minerais para a bovinocultura e a importância de se fazer uma correta mistura mineral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A deficiência mineral é um problema visto na maioria dos sistemas de produção nas diversas partes do Brasil, gerando perdas econômicas devido à diminuição da produtividade do rebanho. Nos últimos 30 anos, a suplementação mineral em rebanhos bovinos sofreu grande avanço, sobretudo em função da massiva propaganda realizada pelas empresas de suplementos minerais. Isso foi positivo, pois conscientizou os produtores sobre as deficiências minerais, sendo a principal causa de enfermidades e de prejuízos econômicos, havendo assim crescimento na suplementação mineral. Observa-se, no entanto que muitos vendedores e consultores indicam aos produtores misturas minerais comerciais (MMC) que podem apresentar concentrações abaixo da demanda metabólica animal de uma dada propriedade, comprometendo a sanidade e os índices reprodutivos. No entanto, vários fatores influenciam a indicação de determinada mistura. A exemplo o fornecido pela forragem e/ou piquete, a finalidade da criação (carne ou leite), categoria animal bezerro, vaca, boi, etc. (BARCELOS et al., 2010).

2.1 Importância da suplementação mineral para a bovinocultura

Para Veiga et al. (2005) os minerais compõem cerca de 3 a 5% do corpo de um animal. Os nutrientes minerais contribuem com grande parte da composição do esqueleto, cerca de (80% a 85%) e da estrutura dos músculos e são indispensáveis ao bom funcionamento do organismo e a algumas funções vitais no organismo. Suas deficiências podem resultar em desordens nutricionais sérias, ocasionando no animal baixo desempenho produtivo e reprodutivo (SILVA, 1995). A Tabela 1 está demonstrando em percentagem os minerais na composição corporal.

Moraes (2001b) relatou que os desequilíbrios minerais são responsáveis por baixa produção de carne, leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas. Tanto a deficiência severa, acompanhada por taxas de elevada mortalidade, como as deficiências subclínicas, cujos sintomas não são perceptíveis clinicamente, podem levar a perdas consideráveis na produtividade. Para prevenir estes efeitos, deve ser fornecido na dieta a ser ingerida pelo animal, as quantidades necessárias para seu bom desempenho, que podem

variar segundo as três condições fisiológicas nas quais pode se encontrar o animal: crescimento, produção ou manutenção (COTTA, 2001).

Tabela 1: Composição corporal (%) em minerais

MINERAL	PERCENTUAL
Cálcio	1,33
Fósforo	0,74
Potássio	0,19
Sódio	0,16
Enxofre	0,15
Cloro	0,11
Magnésio	0,04
Microminerais	0,3

Fonte: Oliveira (2003).

Segundo Leonel et al. (2006) o fator crítico da nutrição mineral dos bovinos na pecuária brasileira é a localização dos sistemas de produção, marginalizada quanto à fertilidade dos solos, refletindo negativamente nos teores de minerais nas forrageiras, que é alimento básico dos bovinos. Esses e outros fatores explicam os históricos de deficiências em minerais, como fósforo e magnésio, que, no passado, inviabilizaram a produção de bovinos sem suplementação em muitas regiões do Brasil. A Tabela 2 esta demonstrando concentrações médias de elementos minerais na estação seca e chuvosa de diferentes espécies forrageiras cultivadas na Embrapa gado de Corte.

Tabela 2: Concentração média estacional de elementos minerais em diferentes espécies cultivadas na Embrapa gado de Corte

E.F	Ca (%)		P (%)		Mg (%)		S (%)		K (%)	
	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
B. B.	0,29	0,40	0,13	0,11	0,29	0,37	0,14	0,12	1,86	1,16
B.D.	0,26	0,33	0,13	0,09	0,26	0,26	0,13	0,12	1,74	1,15
B.H.	0,30	0,26	0,14	0,11	0,20	0,25	n.d.	n.d.	0,76	0,30
Colonião	0,26	0,46	0,17	0,12	0,22	0,29	0,17	0,16	1,74	1,30
Tobiatã	0,27	0,40	0,14	0,10	0,19	0,22	0,15	1,13	1,68	1,29
Tanzânia	0,30	0,43	0,15	0,11	0,24	0,28	0,15	0,13	1,66	1,22
E.F	Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Na (mg/kg)	
	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
B. B.	406	n.d.	107	n.d.	20	25	6,0	6,0	58	43
B.D.	223	251	189	201	21	20	5,4	5,2	97	89
B.H.	441	160	265	222	27	29	3,8	2,7	2465	1214
Colonião	281	446	102	203	22	24	8,9	8,5	99	96
Tobiatã	960	1929	142	157	18	17	9,7	8,7	46	57
Tanzânia	200	570	145	267	16	15	6,8	6,8	79	94

Brachiaria Brizantha (BB), Brachiaria Decumbens (BD), Brachiaria Humindicula (BH), Espécie forrageira (EF), n.d. - não determinado. Fonte: adaptado: Moraes (2001)

2.2 Panorama da suplementação mineral dos bovinos no Brasil

No Brasil existe uma grande variação em termos de sistemas de exploração da pecuária de corte e de leite. Em algumas regiões, os bovinos são criados em condições perfeitas, parecidas com às dos países desenvolvidos, já em outras, verifica-se um extrativismo muito grande na criação dos animais, com grande variação no nível nutricional dos bovinos. Na Figura 1 mostra a situação do quadro nutricional dos bovinos no Brasil. Principalmente no quesito suplementação mineral, nos deparamos com as seguintes situações: Grande maioria dos pecuaristas opta pela utilização de uma mistura mineral comercial, outra parte compra uma mistura mineral completa formulada com base na análise de solo e de forrageiras de sua propriedade, uma pequena parcela dos pecuaristas não fornece qualquer suplemento mineral ao rebanho, outro grupo de pecuaristas suplementam os animais de maneira muito irregular e descontínua com mistura mineral, ou só o cloreto de sódio, como as misturas minerais são insumos caros, alguns proprietários diluem essas misturas com o sal comum, o que obviamente reduz a concentração dos minerais, se não for bem misturado e na quantidade adequada (PEIXOTO, 2005).



Figura 1: Quadro de nutrição dos bovinos no Brasil. Fonte: Martin (1993)

2.2.1 A importância de uma correta mistura mineral

De acordo com Moraes et al. (2001c) inúmeros fatores devem ser levados em consideração para uma adequada utilização de misturas minerais, entre eles, a exigência animal por idade, sexo e peso e a época do ano. No período chuvoso, há melhor oferta de energia e de proteína pela forrageira e maior exigência de minerais (a resposta à

suplementação de fósforo é evidente), no período seco, baixa a oferta dos nutrientes, e conseqüentemente as exigências minerais são reduzidas, ao menos para animais de recria e engorda que estão em manutenção ou mesmo perdendo peso. Deve-se ter em mente que uma suplementação adequada, é a forma de suprir aos animais os nutrientes minerais necessários para corrigir as deficiências ou desequilíbrios de sua dieta, na quantidade e época correta, visando à máxima resposta ao menor custo. Muitas vezes, uma mistura mineral completa pode não ser adequada para um tipo de pastagem que contenha somente três ou quatro elementos deficientes. Assim sendo, ressalta-se que uma nutrição mineral apropriada é fator que pode contribuir bastante para o aumento da produção e melhoria da relação custo/benefício do sistema de produção de carne e leite a pasto.

Apesar da necessidade de se baratear custos nas formulações minerais, deve-se ter cuidado na escolha da matéria prima, de modo que os criadores e técnicos precisam ficar atentos nas misturas, formulações inadequadas podem causar efeitos colaterais danosos, e cujos efeitos podem se manifestar como quadros clínicos ou, mesmo, silenciosos. Os bovinos que consumirem sal mineral contaminado pelo flúor, por exemplo, podem ter alterações no sistema reprodutivo, tais como: interferências no ciclo reprodutivo das vacas, anestro, aumento no intervalo entre-partos e alterações de performances. Além disso, o fósforo em excesso, pode ser prejudicial para os animais, principalmente em relação ao adequado e necessário equilíbrio com o cálcio que deve ser de 2:1. Há, contudo, também importantes aspectos ambientais. O fósforo em excesso e o flúor que são inorgânicos podem ser continuamente eliminados pelos dejetos animais. Em curto prazo essa eliminação poderá se constituir em outros problemas epidemiológicos, contaminando plantas, mananciais hídricos e diferentes formas de seres vivos do ecossistema (MARÇAL et al., 2005).

2.3 Minerais e suas interações

Para Moraes (2009), os minerais podem interagir entre si, ou com outros nutrientes. Essas interações podem ser sinérgicas ou antagônicas, elas podem acontecer nas misturas alimentares, e durante o metabolismo no trato digestivo, nos tecidos e no metabolismo celular. Os minerais apresentam interações sinérgicas quando dois ou mais minerais associados atuam, aumentando a sua absorção no aparelho digestivo e/ou quando associados realizam alguma função metabólica no tecido ou a nível celular, como por exemplo, interação direta no

aparelho digestivo, os elementos, tais como: o cálcio, fósforo e vitamina D têm atuação conjunta. O fósforo atua em sinergismo com o cálcio. A vitamina D incrementa absorção do cálcio.

O antagonismo é definido como a ação de um elemento mineral que inibe a absorção de outro elemento no aparelho digestivo. O antagonismo de um mineral pode ser de um para o outro ou mutuo assim o fósforo e o magnésio, o zinco e o cobre inibem a absorção mutuamente um do outro em nível de intestino. Por outro lado, potássio inibe a absorção do zinco, mas aparentemente o zinco não interfere na absorção do potássio (CAVALHEIRO et al., 1992).

2.4 Biodisponibilidade das fontes minerais

A biodisponibilidade pode ser considerada como uma medida da habilidade de um determinado elemento suportar os processos fisiológicos do animal. O elemento precisa passar pelos processos de digestão, absorção e transporte até ficar disponível para exercer suas funções. Ou seja, àquela porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal, sendo expressa em porcentagem do contido no alimento, e a disponibilidade de nutrientes de diferentes fontes pode variar. Tais diferenças podem ser medidas e comparadas. Pouco se sabe a respeito da forma na qual os minerais estão presente nos alimentos ou dos fatores que controlam a biodisponibilidade, por causa da dificuldade da sua determinação, pois, normalmente, não é determinada a molécula ou o complexo a que o mineral está ligado (COSTA, 2005).

De acordo com Haddad et al. (2008) vários fatores irão influenciar na biodisponibilidade do elemento ingerido, idade do animal, estado nutricional, condições ambientais, pH intestinal, presença de antagonistas e, principalmente a fonte mineral. 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.

Na Tabela 3 estão apresentadas o percentual de minerais em algumas fontes usadas em suplementos minerais e sua biodisponibilidade relativa, de acordo com Homma et al. (2006)..

Tabela 3: Percentual de minerais em algumas fontes usadas em suplementos e sua biodisponibilidade relativa.

Elemento	Fonte	% do elemento	Disponibilidade
Cálcio	Farinha de ossos autoclavados	29 (23-37)	alta
	Fosfato de rocha desfluorizado	29,2 (19,9-35,7)	média
	Carbonato de cálcio	40	média
	Calcário calcítico	38,5	média
	Fosfato monocálcio	16,2	Alta
	Fosfato bicálcio	23,2	Alta
Fósforo	Fosfato de rocha desfluorizado	13,1 (8,7 - 21,0)	média
	Fosfato de cálcio	18,6 - 21,0	Alta
	Fosfato bicálcico	18,5	Alta
	Fosfato de sódio	21,0 - 25,0	Alta
	Farinha de ossos autoclavados	12,6 (8-18)	média
Magnésio	Carbonato de magnésio	21,0 - 28,0	Alta
	Cloreto de magnésio	12,0	Alta
	Óxido de magnésio	54,0 - 60,0	Alta
	Sulfato de magnésio	9,8 - 17,0	Alta
Enxofre	Sulfato de cálcio (gesso)	12,0 - 21,0	Baixa
	Sulfato de potássio	28,0	Alta
	Sulfato de magnésio e potássio	22,0	Alta
	Sulfato de sódio	10,0	média
	Sulfato de cobre	18,84	Alta
Cobre	Sulfato de cobre	25,0	Alta
	Carbonato de cobre	53,0	Media
	Cloreto de cobre	37,2	Media
	Óxido de cobre	80,0	Baixa
	Nitrato de cobre	33,9	Media
Ferro	Óxido de ferro	46,0 - 60,0	Não disponível
	Carbonato de ferro	36,0 - 42,0	Baixa
	Sulfato de ferro	20,0 - 30,0	Alta
Iodo	Iodato de cálcio	63,5	Alta
	Iodato de potássio estabilizado	69,0	Alta
	Iodeto de cobre	66,6	Alta
Manganês	Sulfato de manganês	27,0	Alta
	Óxido de manganês	52,0 - 62,0	Media
Zinco	Carbonato de zinco	52,0	Alta
	Cloreto de zinco	48,0	Media
	Sulfato de zinco	22,0 - 36,0	Alta
	Óxido de zinco	46,0 - 73,0	Alta

Fonte: adaptado Homma et al. (2006)

2.5 Importância dos minerais para a microflora do rúmen

Moraes (2001b) descreve que alguns elementos minerais são essenciais, tanto para o organismo animal, quanto para a microflora, entre os elementos incluem-se: potássio, essencial para o crescimento de certas espécies de microorganismos; fósforo, essencial para os processos energéticos das células, tanto do animal, como da microflora; magnésio, ferro, zinco e molibdênio, componentes ativadores de enzimas bacterianas. Destacando esta importância para os microorganismos que produzem os metabólitos requeridos pelo organismo animal e para atingir a máxima eficiência de digestão dos nutrientes. Por exemplo, certos grupos de bactérias que produzem vitamina B12 (cianocobalamina) e as que fazem digestão da celulose e assimilação de N não-protéico. Também participam na criação de um meio ótimo para suporte dos microorganismos, no rúmen, sendo este um sistema biológico fechado, tendo que permanecer em constante (ação tampão, pressão osmótica, concentração relativa de íons).

2.6 Exigências de macro e microelementos

De acordo com Nicodemo et al. (2008a) o enfoque utilizado no estabelecimento de exigências nutricionais consistia na definição da ingestão mínima de nutrientes para prevenir doenças, e por meio de critérios de desempenho específicos dos animais. Mais recentemente, passou-se a buscar a otimização das funções fisiológicas (manutenção, ganho de peso, produção de leite). Informações sobre resposta imunológica e desempenho reprodutivo, passaram a ser consideradas nas avaliações e podem ser calculadas pelo método fatorial, no qual os requisitos líquidos (do tecido) são calculados a partir de estimativas de armazenamento do elemento minerais nos tecidos, secreção e nos animais durante o crescimento, gestação e lactação e às perdas endógenas (fecais e urinárias).

Os minerais têm papel destacado no campo da bioquímica nutricional. Apesar de não fornecer energia ou proteína para o metabolismo, eles são essenciais tanto para os microrganismos ruminais como para os tecidos corporais, e contribuem significativamente para manutenção do corpo animal e desempenha funções importantes, como ativadores de sistemas enzimáticos (reações metabólicas); manter a pressão osmótica e excreção; atuar no

equilíbrio ácido-base; exercer efeitos característicos na irritabilidade dos músculos e nervos (MARTINS et al., 2007).

Segundo Fontes (1995), é de extrema importância dar atenção a certos fatores como sexo, grupo genético, peso, idade, categoria animal (bezerros, vacas e bois etc.), nível de produção e forma química dos elementos da dieta, pois também podem influenciar nas exigências de minerais. Animais castrados e precoces são menos exigentes em elementos minerais que os não-castrados, e de maturidade tardia. Outros fatores, como as interações entre os minerais e as frações orgânicas e inorgânicas do alimento, a disponibilidade, consumo da mistura mineral, qualidade das pastagens, adaptabilidade do animal podem influenciar nesta determinação. O impacto das deficiências não é imediato, sendo notada depois de prolongado período de subnutrição. Por outro lado, o excesso no fornecimento de mineral apresenta sintomas imediatos, pois sua toxicidade é rapidamente detectada. Na Tabela 4 encontram-se dados de algumas exigências de elementos minerais essenciais de acordo com o estado fisiológico de bovinos de corte.

Tabela 4: Exigências de minerais para os bovinos de corte.

Minerais	Crescimento	Vacas em gestação	Vacas em lactação
Cálcio (%)	0,40 – 0,80	0,16 – 0,27	0,28 – 0,58
Fósforo (%)	0,22 – 0,50	0,17 – 0,22	0,22 – 0,39
Magnésio (%)	0,10	0,12	0,9
Potássio (%)	0,60	0,60	0,60
Sódio (%)	0,06 – 0,08	0,06 – 0,08	0,10
Enxofre (%)	0,15	0,15	0,15
Cobalto (ppm)	0,10	0,10	0,10
Cobre (ppm)	10	10	10
Iodo (ppm)	0,50	0,50	0,50
Ferro (ppm)	50	50	50
Manganês (ppm)	20	40	40
Selênio (ppm)	0,10	0,10	0,10
Zinco (ppm)	30	30	30

Fonte: NRC (1996)

2.7 Função e doenças devido à deficiência dos macro e microelementos

No decorrer das décadas, alguns macros e principalmente microelementos foram considerados como essenciais para os bovinos. Sendo estes minerais, essenciais á sua saúde e processos vitais. As funções dos minerais estão ligadas à composição estrutural, formação dos ossos, dentes, fisiológica e reguladora do corpo, participação sob forma iônica dos fluidos e líquidos intra e extracelular e como catalisador enzimático e hormonal. Os macrominerais são expressos em gramas por dia e os microminerais em miligramas. A deficiência mineral afeta de forma significativa os índices zootécnicos, refletindo diretamente no sistema de produção e na produtividade do rebanho, entretanto a carência e/ou excesso de minerais podem desenvolver sinais clínicos, ou aparecer na forma silenciosa, ou seja, subclínicas (BARCELOS et al., 2010).

2.8 Macroelementos

Segundo Cavalheiro (1992), os elementos inorgânicos classificado em macroelementos ou elementos exigidos em maiores quantidades também podem ser classificados em cátions (cálcio, magnésio, sódio e potássio) e ânions (fósforo, cloro e enxofre).

2.8.1 Cálcio

De acordo com Sauer (2005) O cálcio é um dos principais elementos estruturais do tecido ósseo, estando principalmente armazenado sobre a forma de sais de apatita, fosfato de cálcio e carbonato de cálcio. No organismo animal esta distribuído com 99% nos ossos e dentes, e somente 1% encontra-se distribuído nos tecidos moles, com alta concentração no plasma sanguíneos para ação de coagulante, e está envolvida nas funções vitais como a formação essencial do esqueleto, coagulação sangüínea, permeabilidade da membrana, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, regulação do ritmo cardíaco, secreção

de certos hormônios e ativação, estabilização de certas enzimas, secreção normal do leite, ganho de peso e eficiência alimentar.

De acordo Vitti et al. (2006) o cálcio requerido pelos animais pode variar com a categoria animal. Em deficiência os animais podem mobilizar cálcio dos ossos e tecidos para manter os níveis sanguíneos adequados ao desempenho das funções vitais. As principais fontes de cálcio usadas na alimentação animal como suplemento mineral são: carbonato de cálcio (calcário calcítico) e farinha de ostra e algumas fontes de fósforo também são ricos em cálcio tais como fosfato bicálcico, farinha de osso calcinada e farinha de osso autoclavada (Cavalheiro et al. 1992).

Praticamente pode-se afirmar que o cálcio não representa problema carêncial em bovinos de corte no Brasil, pois as forrageiras não declinam seus níveis de cálcio com a maturidade e senescência. Dieta deficiente de cálcio pode ocasionar em animais jovem raquitismo, ou seja, crescimento retardado, alterações no desenvolvimento ósseo, inchaço das juntas, engrossamento das extremidades dos ossos, arqueamento do dorso e enrijecimento das pernas. Em casos de deficiência mais acentuada apresentam joelhos curvados e pernas arqueadas. Nos animais adultos podem desenvolver osteomalácia, o cálcio é retirado dos ossos sem que ocorra reposição, tornando-os fracos e quebradiços os quais podem quebrar quando submetidos a algum esforço (MORAES, 2001a)

2.8.2 Fósforo (P)

Teixeira (2008) relatou que o fósforo é o segundo mineral essencial mais abundante no organismo animal é importante na formação da matriz óssea e 80% do fósforo presente no corpo dos animais compõem ossos e dentes. Os 20% restante de fósforo se distribui nos tecidos e fluidos corporais, e são essenciais na transmissão genética. Faz parte do sistema tampão do sangue e outros líquidos incluindo o do rúmem. Têm grande função ao funcionamento dos microorganismos do rúmem, especialmente os que digerem celulose. E este mineral quando fornecido em pequenas quantidades na dieta, os animais tem a capacidade de mobilizar reservas dos ossos e dentes.

Se faltar fósforo no rúmem a síntese de proteína pode ser prejudicada devido sua importância a microflora ruminal. O rumém apresenta alta concentração de fósforo sendo deste cerca de 50 a 70% de origem endógena, ou seja, fósforo que foi secretado pela saliva,

atuando como tampão contra o baixo pH. Alguns fatores podem determinar a necessidade de fósforo nos animais como raça, taxa de crescimento e produtividade, estresse, nível e disponibilidade do elemento na ração (BARRETOS, 2006).

De acordo com o autor supracitado a deficiência de fósforo é uma condição freqüente em bovinos criados a pasto, uma vez que as forrageiras de clima tropical são notoriamente deficientes do mineral, o seu nível nessas forragens é amplamente variável e influenciado principalmente pelos teores de fósforo do solo e fase de maturidade da forragem.

Segundo Barcellos et al. (1998) a produção de gado no Brasil tem predominância em pastagens de baixo valor nutricional, onde se caracteriza a deficiência desse mineral que causa muito prejuízo na produção e reprodução dos animais. Esta deficiência pode apresentar sinais crônicos como baixo ganho de peso, consumo reduzido, depravação do apetite, passando a ingerir terra, pedra, madeira, carcaças e, em especial ossos, falha reprodutiva, baixo índice fertilidade, dificuldade na parição, baixa produção de leite, baixa resistência a doença e baixo índice de nascimento de bezerro. Para reparar parte deste déficit os animais são capazes de remover até 30% do fósforo depositado nos ossos, sendo primeiro das vértebras e costela (ossos esponjosos).

De acordo com Veloso et al. (1999) existe grande variedade de fontes de fósforo, assim sua utilização é baseada na sua biodisponibilidade, ou seja, a sua capacidade de estar disponível aos processos fisiológicos do animal.

2.8.3 Sódio e Cloro

Para Londoño (2001), esse mineral é suprido aos ruminantes através do sal comum ou sal branco. Sendo esta uma forma prática de fornecer outros minerais aos ruminantes. Os animais geralmente têm o apetite pelo sódio, pois os pastos são deficientes neste mineral e o organismo animal tem pouco ou nenhuma capacidade de armazená-lo. Quando o consumo desse elemento é deficiente, o corpo do animal tem a capacidade de conservá-lo, excretando pequena quantidade na urina. O sódio e o cloro são de extrema importância ao animal atuado no controle da passagem dos nutrientes para as células, mantendo a pressão osmótica e controlando o equilíbrio ácido-base.

O cloro é o mais importante ânion do fluido extracelular, encontrado nas secreções gástricas, onde o ácido clorídrico é essencial para digestão das proteínas, e encontrado na bile,

suco pancreático e nas secreções intestinais. O cloreto de sódio é o principal regulador do consumo da mistura mineral. Portanto misturas com alta concentração desse elemento, resultam em baixo consumo pelos bovinos. O primeiro sintoma desta carência de sódio é um apetite exagerado pelo sal, habito de roer, lambar madeira, ingerir solos e suor de outros animais, anorexia e conseqüentemente perda de peso (Lana, 2005).

2.8.4 Magnésio

De acordo com Cavalheiro et al. (1992) o magnésio contido no organismo animal é entorno de 0,005%, onde 60% deste encontra-se no tecido esquelético, parte dele esta ligado a compostos fosfatado e o restante distribuído na superfície da estrutura óssea. Dos outros 40%, estão presentes nos tecidos moles, e apenas 1% encontra-se nos fluidos extracelular, e sua depleção nesse meio é que causa os sintomas de tetania muscular e hipersensibilidade (tetania das pastagens). Este elemento é essencial para integridade dos ossos e dentes, síntese de proteína e para respiração celular nos tecidos moles. E se destacando como o maior ativador de enzimas envolvidas no metabolismo de energia. Seu requerimento pelos animais irá depender da categoria animal.

Nos pré-ruminantes o principal local de absorção do magnésio é no intestino grosso, já em ruminantes é no reticulo-rúmem. Absorção deste mineral no rúmem é diretamente dependente da concentração de magnésio em solução no fluido ruminal. Alimentação que proporciona a queda do pH do rúmem torna o magnésio mais absorvível, isto explica o magnésio dos alimentos concentrados serem de mais fácil absorção do que os encontrados nas forragens. Animais com deficiência pode apresentar sinais clínicos como convulsões (tetania), redução do apetite, ranger dos dentes, grande salivação, convulsão e andar rígido e olhar fixo (CARVALHO et al., 2005).

2.8.5 Enxofre

Para Haddad et al. (2008) o enxofre compõem cerca de 0,2% do organismo animal, podendo se absorvido na forma orgânica. Quando na forma inorgânica para ser disponível,

deve ser oxidado a sulfato ou reduzido a sulfito pelos microorganismos no ciclo do enxofre. É essencial para os ruminantes, atuando na síntese de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) que irão compor a proteína de origem microbiana, participa na manutenção da microflora ruminal, e componente da Condoitrina, importante fração das cartilagens, tendões e paredes dos vasos.

Faz parte da Heparina anticoagulante, participa do metabolismo hormonal (insulina, ocitocina, estrógenos) e faz parte do metabolismo das vitaminas lipossolúveis Tiamina e biotina (ANDRIGUETTO, 2002).

A deficiência de enxofre nos ruminantes apresenta sintomas parecidos com sinais de deficiência de proteína, podem apresentar fraqueza, baixo consumo de alimento e conseqüentemente perda de peso e lacrimejamento. Esta deficiência pode ser devida o uso de pastagens velhas e maduras, e até quando os animais recebem alimento com uréia. Dietas com déficit de enxofre levam ao baixo consumo de matéria seca (TEIXERA, 2001).

2.8.6 Potássio

De acordo com Araújo et al. (2010) ao contrario do cálcio, do fósforo e do magnésio, que são armazenados no tecido ósseo, as reservas em potássio são muito pequenas, havendo necessidade de sempre suplementar os animais. Sua entrada na corrente sanguínea acontece em grande parte por canais de condutância na membrana basolateral da mucosa do intestino. Existe mais mecanismo de transporte do potássio através da membrana do que para outro elemento, tais como: a bomba de Na^+/K^+ e co-transporte e a bomba de prótons H^+/K^+ e outros seis tipos de canais de potássio.

O potássio é essencial ao bom funcionamento da vida animal, pois desempenha importante função no seu corpo: como no bom funcionamento de algumas enzimas, a normal contratibilidade muscular, transmissão do impulso nervoso e outras funções do sistema nervoso. Sendo também de grande importância para as funções renais, balanço eletrolítico, equilíbrio acido-base, balanço da água, transporte de dióxido de carbono e oxigênio (PEDREIRA et al., 2011).

A taxa de excreção de potássio pela urina é variável, estando ligada à concentração plasmática de sódio e ao estado de hidratação do animal, as perdas podem ser causadas por um aumento no consumo de água, já que o gradiente osmótico favorece o movimento de água

do fluído intracelular para urina, podendo carrear o potássio. O aumento na ingestão de potássio resulta em maior perda via urinária. Em ruminantes, o potássio é o principal cátion presente no suor, devido, a alta relação K:Na na dieta natural, o capim (CAVALHEIRO, 1992).

A deficiência acentuada de potássio pode levar à redução do consumo de matéria seca, consequentemente diminuição do crescimento, perda de peso, fraqueza muscular, acidose intracelular, distúrbios nervosos, perda de flexibilidade do couro, e definhamento. Os problemas são mais evidenciados em animais que recebem dietas a base de grão. Em geral os grãos de cereais são deficientes, contem menos que 0,5% de potássio, sendo que a exigência do animal é de 0,6% (ANDRIGUETTO et al., 2002).

2.9 Microelementos

Para Veiga (2005) os microelementos, por constituírem a fração menor e menos dispendiosa da mistura e, por muitas vezes, serem bastante deficientes nas pastagens, devem ser dosados para suprir até 100% das exigências animais, independente da composição da forragem consumida, Mesmo sendo expressos em parte por milhão (ppm), mas são fundamentais para o desenvolvimento normal dos animais.

2.9.1 Cobalto

O cobalto é um dos elementos minerais de maior importantes na alimentação dos animais domésticos, por fazer parte da molécula da vitamina B12 (cianocobalamina), por esta razão não deve faltar na dieta dos ruminantes. É um elemento requerido pela microflora ruminal, que também tem proveito da vitamina produzida. A vitamina B12 está relacionada no metabolismo de energia, através da transformação de ácido protônico em ácido succinato e, daí, para liberação final de energia (HADDAD et al., 2006).

Os microrganismos do rúmem sintetizam quantidade relativamente grande de vitamina B12 desde que suprida com o cobalto, e esta desempenha algumas funções vitais, e encontra-se armazenado, principalmente no fígado e nos rins. A quantidade desse elemento mineral no

fígado dos bovinos varia muito pouco com a idade, normalmente o nível de cobalto no fígado reflete na exigência do animal. A carência da vitamina B12 provoca drástica redução no apetite, a qual interfere no ganho de peso, na produção de leite e na fertilidade, além de causar o surgimento de anemia normocítica normocrômica e predisposição à verminose gastrointestinal e pulmonar. Quando a carência já está desenvolvida, os animais passam a ter apetite depravado, ingerindo casca de árvores, pedaços de pau, pedras etc (ORTOLANI, 2005).

Para Barbosa (2005), As pastagens de algumas regiões são deficientes em cobalto, pelas condições alcalinas de solo ou pelo excesso de manganês, causando diminuição da absorção do elemento pelas plantas. Quando os animais são submetidos ao consumo prolongado de pastagens pobres em cobalto, apresentam graves distúrbios como: pelame grosseiro, paralisação do crescimento, diminuição de peso, atrofia muscular alteração do apetite e anemia grave, que são seguidos pela morte. Segundo o autor pesquisa realizada por varias regiões do Brasil observou-se denominações para este mal de deficiência, como: "peste de secar", "mal de colete", "mal das cabeceiras".

2.9.2 Cobre

Este elemento está relacionado com a maturação da hemácia e do funcionamento do sistema enzimático, desempenha importante papel na formação do tecido ósseo, conjuntivo, imunológico e na integridade do sistema nervoso central e musculatura cardíaca (MAYNARD, 1984).

Para Yoshikwa (2009) as concentrações de cobre ocorrem no cérebro, rins, fígado coração, partes pigmentadas dos olhos, pelos e lã. Sua absorção varia com a espécie e predominantemente ocorre no intestino delgado à absorção do cobre e baixa em ruminantes, já em animais em aleitamento absorção é alta. O cobre é transportado do fígado para os órgãos periféricos pela ceruloplasmina, que atua como armazenadora e transportadora para manter a homeostase desse elemento.

Segundo Andrigueto et al. (1983) em ruminantes a deficiência de cobre é causada por antagonistas presentes na forragem que reduz a absorção do mineral. Dietas com altas concentrações de molibdênio, enxofre e ferro reduzem sua absorção. Animais ruminantes com deficiência podem apresentar sinais clínicos como: despigmentação de pelos (cílios), lã e pele.

Podem apresentar anemia, crescimento retardado, ossos frágeis, diarreia, fibrose do miocárdio, ruptura da aorta devido aos efeitos do cobre na formação da elastina. Ocorrem problemas de pigmentação de pelos e reduzem os índices de fertilidade do rebanho.

2.9.3 Molibdênio

O molibdênio está presente em pequenas quantidades nos tecidos vegetais e animais, mas sendo essencial para o bom funcionamento de vários sistemas enzimáticos dos mesmos. O fígado e os rins são os órgãos que apresentam as maiores concentrações deste mineral, sendo este nível influenciado pelo nível de sulfato inorgânico da dieta. Altos valores de sulfato na dieta reduzem a quantidade de molibdênio presente nos tecidos fazendo com que aumente a excreção urinária e reduz a absorção intestinal (COTTA, 2001).

O molibdênio e o enxofre interagem com o cobre na dieta, reduzindo a absorção do molibdênio pelo organismo animal. Este mineral é essencial a dieta, pois se este integra a molécula de uma flavoproteína, a xantina oxidase, uma enzima que catalisa importantes reações de oxidação no organismo. Sob condições de pastejo não foi identificado causas de deficiência natural de molibdênio em ruminantes, e portanto, o elemento só tem importância prática do ponto de vista de sua interferência com a utilização do cobre pelo animal, devido sua participação na composição de várias enzimas. O molibdênio é mais estudado pelo aspecto tóxico que pelo aspecto nutricional, não sendo conhecidas as exigências para bovinos (ROSA, 1993).

2.9.4 Ferro

A quantidade de ferro no corpo dos animais pode variar, com a idade, sexo, estado nutricional, sanitário e com espécie. Grande parte deste elemento se encontra junto com proteínas, porfirinas, principalmente hemoglobina e mioglobina. De modo geral no corpo dos animais apresenta ferro, sob forma complexa, no qual 57% na forma de hemoglobina e 7% mioglobina. O ferro desempenha importante função no metabolismo animal, principalmente

por que está ligado ao processo de respiração celular como um dos componentes da hemoglobina e mioglobina (TEIXEIRA, 2001).

Animais criados a pasto raramente irão passar por carência de ferro, pois as concentrações desse mineral nas pastagens normalmente são superiores as exigências pelos animais. O ferro tem sua maior absorção no duodeno, na forma reduzida (F^{++}) sendo esta, limitada as necessidades corporais e reguladas pelas células da mucosa intestinal. A glicoprotina é importante no transporte das moléculas de ferro, na corrente sanguínea e reguladora no metabolismo do elemento mineral, age contra toxidez e na fuga do ferro via rins, atuando também como depósito de ferro circulante (CAVALHEIRO et al., 1992).

Segundo Martin (1993) sinais de deficiência de ferro é mais comum em bezerros lactantes (o leite é pobre em ferro) e em animais com excessiva perda de sangue por parasita ou outra doença. Vermes e carrapatos causam grande perda de sangue. Os sinais de deficiência de ferro podem apresentar anemia microcítica hipocrômica, menor ganho de peso, perda de elasticidade das veias e artérias diminuindo a resistência da pressão circulatória, respiração forçada depois de exercício brando, decréscimo do apetite e decréscimo da resistência do organismo às infecções e palidez da mucosa. A adição de ferro na dieta de bezerros lactantes melhora consideravelmente o seu desenvolvimento.

2.9.5 Manganês

O manganês despenha importante função ao animal, atuam na formação de cartilagens e ossos, na formação da protrombina no sangue, na proteção das células à oxidação (atua como um co-fator na produção de enzimas antioxidante) e síntese de hormônios. O manganês atua ainda na coagulação sanguínea, na ação da insulina, na síntese de colesterol – produção de hormônios sexuais, e como ativador de varias enzimas do metabolismo dos carboidratos, gordura, proteína e ácidos nucléicos – DNA e RNA, a exemplo de da enzima piruvato carboxilase. As fêmeas prenhas necessitam de maiores quantidades de manganês do que animais ganhando peso, por causa do desenvolvimento normal do feto (YOSHIKAWA, 2009).

A deficiência do manganês é pouco provável em bovinos sob condições de pastagens, pois estas apresentam quantidades adequadas que suprem as exigências dos animais, por outro lado, pastos formados em áreas que eram originalmente florestas podem apresentar teores

deficientes em manganês. Nestes casos e em outros que animais apresentam deficiência, pode apresentar sinais que afetam o seu desenvolvimento animal, como: crescimento sub-ótimo, tecidos moles, juntas inchadas, conformação óssea anormal, fraqueza muscular, excesso de acúmulo de gordura, falhas reprodutivas cio irregular, baixa concepção na primeira cobertura, esterilidade, maior reabsorção fetal, anormalidades fetais e baixo peso ao nascimento (OLIVEIRA, 2003).

2.9.6 Iodo

Para Bernadá (2004), absorção do consumo diário gera em torno de 70 a 80% no rúmen e 10% pelo abomaso. Cerca de 80% do iodo presente no corpo dos animais é encontrado na glândula tireóide e com algum acúmulo em outros tecidos, como músculo, ovários, pele, placenta, glândula mamária e fígado quando esse elemento é consumido em excesso. Em casos de excesso de iodo no organismo, este primeiramente é excretado pela urina, nas fezes em pequenas quantidades e suor. Em regiões tropicais as perdas de iodo através do suor são significativas devidas à alta temperatura. Animal em lactação grande parte do iodo é secretado no leite, podendo variar com o nível nutricional e período de lactação.

De acordo com Moraes (2001a), o iodo é o único mineral exigido para uma única função, sendo este primordial para a síntese dos hormônios tiroxina (T4) e triiodotironina (T3). Esses hormônios regulam o metabolismo energético, ou seja, a produção de energia para manutenção, termorregulação, reprodução, crescimento, circulação sanguínea e função muscular. Sua exigência é regulada pela eficiência com que a tireóide capta o iodo da ração.

Na falta de iodo, ocorre redução dos hormônios, afetando todos os órgãos em algum estágio de desenvolvimento, crescimento e maturação. Em casos extremos há aumento da glândula tireóide, denominado bócio. É uma resposta do organismo, que ocorre em função da deficiência deste mineral, sendo este aumento uma tentativa para compensar a falta na produção de hormônios, predominante em recém-nascidos. Além do aparecimento do bócio, podem ocorrer abortos, reabsorção embrionária, nascimento de animais sem pelos, pele seca, redução na taxa de natalidade devida à suspensão do cio e perda de libido nos machos, reabsorção fetal, aborto, animal nasce fraco. O requerimento de iodo para vacas em lactação são de 0,6 ppm ou 0,0076% no sal iodado, e para outros ruminantes, de 0,1 ppm na matéria seca (NICODEMO, 1999).

2.9.7 Selênio

Embora o selênio algum tempo fosse reconhecido como um elemento tóxico para bovinos, atualmente o selênio é comprovadamente um elemento essencial. Os bovinos alimentados em pastagens desenvolvidas em solos ácidos estão mais sujeitos a essa deficiência. Nos bezerros, a falta de selênio causa doença do músculo branco e em adultos, prejudica o desempenho reprodutivo. Quase todos os alimentos que compõem a dieta animal apresentam selênio, sendo esta em quantidades variáveis. É um dos elementos essenciais cuja sua necessidade é indiscutível, mas o limite entre níveis tóxico e essencial é bem estreito. Ele está presente em baixa concentração no organismo animal, podendo ser achado na forma solúvel que é rapidamente absorvido pela mucosa intestinal (COTTA, 2001).

Para Lima (2007), o selênio desempenha a função de aumentar a efetividade da vitamina E, bem como no crescimento e no seu desenvolvimento normal do animal, prevenção da oxidação dos ácidos graxos insaturados, atua na função imunológica e na prevenção da mastite bovina, entre outras. Sua concentração nas gônadas masculinas é crítica para a higidez dos espermatozóides e retarda o envelhecimento e endurecimento dos tecidos provocados pela oxidação, ajudando em uma função cardíaca adequada preservando a elasticidade dos tecidos.

Segundo o mesmo autor, a função metabólica do selênio está intimamente ligada a vitamina E, onde ambos atuam protegendo membranas biológicas contra a degeneração oxidativa. O selênio demonstrou ser, entre todos os minerais indicados como essenciais um dos elementos mais importantes quando se trata de reprodução.

Ocorrem diversas alterações físicas e metabólicas ligadas à deficiência do selênio nos animais, entre elas destacam-se desconforto muscular, fraqueza, doenças cardíaca, anemia, menor atividade bacteriana, falta de vitalidade, crescimento retardado e podendo levar o animal a morte devido à necrose do miocárdio. Os bezerros apresentam musculatura enrijecida e com dificuldade de permanecer em pé, nas fêmeas adultas a carência tem sido considerada como uma das causas de retenção de placenta, infertilidade, abortos, nascimentos prematuros, bezerros debilitado ou morte ao nascer, cistos ovarianos, metrite, baixas taxas de concepção e baixos índices de fertilidade. E nos machos o selênio desempenha importante papel na fertilidade, ele se concentra nos testículos e epidídimo exercendo função metabólica, como antioxidante na formação e na maturação espermática, pela ação da enzima glutathione peroxidase (PEDREIRA, 2011).

2.9.8 Zinco

A proporção de zinco nos animais varia de acordo com a espécie, sendo este muito importante nos processos de respostas imunológicas celular, disfunção endócrina e situação de estresse, podendo ser utilizado como um método de diminuir estresse nos animais na desmama. Este elemento está distribuído em alta concentração no fígado, pâncreas, rins, coróide dos olhos, medula óssea e nos animais jovens, no baço. Localizam-se também no núcleo celular, da pele, pêlos, das gônadas e as ilhotas de Langerhans. A absorção ocorre principalmente á nível de intestino delgado, sendo o duodeno o local mais ativo desta absorção (MORAES, 2002).

De acordo com Nicodemo et al. (2008b), a absorção é afetada pela quantidade e proporção de outros nutrientes componentes da ração e pela forma química do zinco presente na mesma. Quando os animais estão com deficiência apresentam uma maior absorção do que os animais que possuam níveis normais no organismo. O metabolismo do zinco pode ser afetado por interações sinérgicas com outros elementos como cádmio, cálcio, cobre, ferro, magnésio e selênio.

O zinco desempenha um importante papel no funcionamento normal do organismo e sua participação no centro ativo de várias enzimas anidrase carbônica, enzima que atua no equilíbrio ácido-básico do organismo, a fosfatase alcalina, superóxido dismutase, collagenase etc. Agem também como catalisador de importantes reações químicas no organismo. Outras atividades essenciais do zinco que se pode destacar são: seu papel no controle da ingestão de alimentos, na retenção de nutriente, na expansão de alguns genes que estão ligados á transcrição e replicação celular e na imunidade. O zinco faz parte de enzimas que regulam a síntese de alguns aminoácidos que estão ligados ao centro da fome, e participa da molécula de um polipeptídeo salivar denominado gustina, a qual é responsável pela sensação do sabor (VALLE, 2002).

Um dos principais sintomas de deficiência do zinco, verificados em todas as espécies, são redução no apetite, emagrecimento progressivo, queda na produtividade com o retardamento no crescimento de bezerro, baixa estatura, diminuição de libido e redução na qualidade espermática. Outros sintomas são problema na formação dos ossos, baixo desenvolvimento dos testículos (atrofia), demora na cicatrização de feridas, baixa tolerância glicose. Em quadros severos de deficiência pode provocar lesões na epiderme que caracterizam a paraqueratose, apresentando o engrossamento da pele e excesso de produção

de quitina, que confere aspecto crostoso, à pele fica com coloração cinza-enegrecida, podendo ocorrer inclusive fissuras nessas crostas. Paraqueratose é uma doença que afeta principalmente bezerros lactantes, pois o período de maior exigência da vaca é pós-parto, assim o organismo deixa de excretar zinco através do leite, para que seu metabolismo normal não fique comprometido. Com isso, a quantidade de zinco recebida pelo bezerro através do leite é mínima ou inexistente, predispondo então a um quadro de paraqueratose (ANDRIGUETTO et al., 1983).

2.9.9 Flúor

O flúor é distribuído em quase todos os tecidos e órgão dos animais, encontrado nos rins, fígado, tireóide, pâncreas, coração, músculos estriado e sua grande maioria nos ossos e dentes, esta percentagem variam em torno de 0,02 a 0,05. Nos tecidos moles as concentrações são mais baixas e não aumentam com a idade. O que vai regular a concentração de flúor no organismo e a quantidade de ingestão do elemento. Grande quantidade de flúor na dieta pode aumentar sua concentração no organismo e levar a uma intoxicação do animal (Andriguetto, 2002).

Lana (2005) relatou que o flúor é muito importante na formação do esmalte dentário e indispensável para a ossificação. Dentre suas funções este elemento apresenta reações inibidoras sobre ações enzimáticas, principalmente aquelas em que o metal é o catalisador, formando uma ligação entre metal e flúor. De modo geral a glicose é inibida pelo flúor, devido a formação de um complexo estável, pela ligação entre a enolase e o elemento, enzima responsável pela transformação do ácido 2-fosfoglicérico em ácido fosfoenolpirúvico.

O flúor é considerado essencial para o bom desenvolvimento dos animais, devido aos efeitos positivos que tem apresentado. O consumo do flúor em quantidades adequadas é importante no processo de conservação dos dentes e prevenção contra as cáries. Em até pouco tempo o que mais preocupava era em relação à intoxicação dos animais, esta influenciada pela duração de ingestão do elemento, da solubilidade dos compostos que contem flúor e idade do animal. Os sinais clínicos de intoxicação são alterações na forma dos dentes, tamanho e cor. Redução no apetite e crescimento, queda na fertilidade, alterações ósseas e morte do recém-nascido. Níveis de baixos de flúor na dieta causam o amolecimento dentário e excessivo provocam queda de produção de leite e redução de consumo (CAVALHEIRO, 1992).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária bovina brasileira é baseada quase que exclusiva na produção de animais em pastagens, o desempenho destes animais é resultado da qualidade das forragens, as quais apresentam irregularidades no seu valor nutricional ao decorrer das estações. Como resultado, os ruminantes estão freqüentemente sujeitos a deficiências nutricionais de minerais.

As deficiências minerais se destacam como principal obstáculo na criação dos rebanhos criados sob pastejo, fazendo-se necessário o uso de suplementação mineral, que proporciona aumento significativo nos índices zootécnicos dos animais, sobretudo, no ganho de peso e na taxa de fertilidade, pois o fornecimento de suplementos minerais de alta qualidade tornou-se indispensável e obrigatório para a manutenção das funções de crescimento, de reprodução e produção de animais criados a pasto.

A suplementação mineral é importante para o bom funcionamento do organismo animal e correção de deficiências e desequilíbrios na dieta de bovinos. Para que a mistura seja formulada corretamente são necessárias informações sobre as características da região, exigências nutricionais, estimativas de consumo e qualidade da dieta. E as fontes de minerais utilizadas devem ser palatáveis, de boa biodisponibilidade e relativamente livres de contaminantes tóxicos.

Para se avaliar as exigências dos animais devem-se levar em consideração vários fatores, dentre eles nível de produção, idade, raça, categoria animal, estagio fisiológico, grau de adaptação, nível e forma química do mineral, relações dos minerais com outros nutrientes da dieta, consumo de mistura mineral e qualidade das pastagens.

O presente trabalho demonstra a importância da utilização de suplemento mineral para bovinocultura, para que os animais possam expressar o máximo do seu potencial produtivo.

REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal, as bases e os fundamentos da nutrição animal**, Ed. Nobel, 2002, 395 p.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 2 ed., São Paulo: Editora Nobel, 1983.425 p.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**, 2010, São Paulo, p. 75.
- ARAÚJO, W. A. G. de; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Potássio na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 117 v. 7, n 04 p.1280-1291, Julho/Agosto 2010.
- BARBOSA, J. D.; OLIVEIRA, C. M. C.; DUARTE, M. D. Doenças de Búfalo na Amazônia. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE BUIATRIA, II, 2005, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte, Minas Gerais, Escola de Medicina Veterinária da UFPA, 2005. p. 1-11.
- BARCELLOS, J.O.J. O papel de fósforo na nutrição de bovinos de corte. In: DIAZ GONZALEZ, F.H.; OSPINA, H.; BARCELLOS, J.O.J. **Nutrição mineral em ruminantes**. 2. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998, p. 23-72.
- BARCELOS, V. B.; SANTOS, J. P. C. dos; MADEIRA, E. M. et al. **Suplementação mineral e transtornos reprodutivos em vacas leiteiras**. In. NUPEEC – Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária, Pelotas- RS, Janeiro de 2010. 7p.
- BARRETO, J. C., **Avaliação de diferentes fontes de fósforo na nutrição de ruminantes**. 2006. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- BARUSELLI, M. S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 01, Brasília. **Anais...**, Brasília: Universidade de Pós Graduação Integrada, 2005. p. 20-30.
- BERNADÁ, M. H. G. **Metabolismo do iodo**. 2004. 12p. Pós-Graduação em (Ciências Veterinárias) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.
- CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; McDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. 2. Belo Horizonte – BH: Editora: Gradual, 2005. 411 p.

CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Editora: Sagra-DC Luzzatto, 1992. 142 p.

COSTA, R. **Requerimentos de minerais para bovinos de corte**. Êxito Rural-Consultoria Rural. Araçatuba/SP, 2005. Disponível em: <
<http://www.exitorural.com.br/visualizar.php?tip=1&cod=1>> Acesso em: 12/04/2011.

COTTA, T. **Minerais e vitaminas para bovino, ovino e caprino**. Viçosa-MG, Aprenda Fácil, 2001, 128p.

DOMINGUES, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.. et al. Desempenho ponderal de novilhas mestiças Holandês x Zebu submetidas a duas estratégias de suplementação mineral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.343-349, 2008.

FONTES, C. A. de A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu: Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 7, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV. 1995. p.419-455.

HADDAD, C. M.; ALVES, F. V. Minerais para gado corte. In: BITTAR, C. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. Minerais e aditivos para bovinos. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 8, 2006, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2006. p. 63-76.

HADDAD, C. M.; ALVES, F. V. Novos conceitos e tecnologias na suplementação mineral de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2008, Fortaleza-Seara. **Anais...** Fortaleza: Departamento de Zootecnia – ESALQ/ USP 2008. p. 1-14.

HOMMA, A. K. O.; SOUZA FILHO, A. P. da S.; FERREIRA, C. A. P. Criação de bovinos de corte no estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**. Sistemas de Produção 15dezembro./2006.

LANA, R. de P. **Nutrição e alimento animal (mitos e verdades)**. Viçosa-MG, UFV, 2005. 344p.

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J. C.; AUGUSTO, R. Exigências nutricionais em macronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para novilhos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.584-590, 2006.

LIMA, L. G.; DOMINGUES, J. L. Uso do selênio na produção de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Descalvado-SP. v.4, n.4, p.462-474, Julho/Agosto 2007.

LONDOÑO, F. I. H.; MANCIO, A. B.; FERREIRA, A. S. **Suplementação mineral para gado de corte**: Novas Estratégias. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001, 164p.

MARÇAL, W. S.; OLIVEIRA JUNIOR, B. C. de; ORTUNHO, V. V. Teores de fósforo e flúor em suplementos minerais para bovinos comercializados no estado do Paraná. **Acta Scientiae Veterinariae**. Londrina-PR, v.33, n.3, p.315-319, 2005.

MARTIN, L. C. T.; **Nutrição mineral de bovinos de corte**, Nobel; São Paulo, 1993, 173 p.

MARTINS, R. G. R.; PAULINO, M. F.; FERNANDES, H. J. et al. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (ca, p, na, k e mg) de bovinos nelore e mestiços, não castrados, em confinamento. **Revista Ceres**, Belo Horizonte – MG, v.54, n.315, p. 453-460, set/out 2007.

MAYNARD, L. A. **Nutrição animal**. 3. Editora: Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1984 p.260-280.

MORAES, P. M; LOUREIRO, V. R; PADILHA, P. M. Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Revista Química Nova**, Botucatu-SP, v. 32, n. 4, p. 923-927, 2009.

MORAES, S. da S. Principais deficiências minerais em bovinos de corte; **EMBRAPA Gado de Corte**. Campo Grande-MS, documento 112, 27p. novembro de 2001a.

MORAES, S. da S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. **EMBRAPA gado de corte**. Campo Grande-MS, documento 114, 26 p. dezembro de 2001b.

MORAES, S. da S.; NICODEMO, M. L. F. Recomendações para o uso correto da suplementação mineral para bovinos em pastejo. **EMBRAPA gado de corte**. Campo Grande-RS, n. 47, agosto. 2001c.

MORAES, S. da S.; THIAGO, L. R. L. de S.; MACEDO, M. C. M. Dose única de zinco como fator moderador do estresse metabólico na desmama de bovinos de corte. **EMBRAPA-Gado de corte**. Comunicado Técnico, n.71, dezembro 2002.

MOREIRA, J. N.; ARAÚJO, G. G. L. de; FRANÇA, C. A. de. Potencial de produção de leite em pastagens nativas e cultivadas no semi-árido. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTO DE RUMINANTE, 5, 2006, Petrolina-PE. **Anais...** Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2006, p. 61-79.

NICODEMO, M. L. F. Diagnóstico de deficiência mineral em bovinos. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1, 1999, Goiânia. **Anais...** Universidade de Goiânia, 1999. p.57-80.

NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; MOREIRA, A. Nutrição mineral de bovinos de corte em pastejo - respostas de plantas forrageiras à adubação e de bovinos à suplementação da pastagem. **Embrapa Pecuária Sudeste**, Documentos 81, São Carlos, SP, 2008a. 57p.

NICODEMO, M. L. F.; SERENO, J. R. B.; AMARAL, T. B. Minerais na eficiência reprodutiva de bovinos. **EMBRAPA Pecuária Sudeste**, documento 80, São Carlos, SP, 2008.b, 53p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requeriments of Deef Cattle**, Wasintgton, d. c: Academy press, 7 ed, 1996, 360p.

OLIVEIRA, D. E. de. **Minerais: funções, deficiências, toxidez e outros aspectos da suplementação**. Material Técnico sobre Minerais, Depto. Técnico da Agrocere Nutrição Animal Ltda, Campinas-SP, 2003, 21p.

ORTOLANI, E. L. Aspectos básicos das carências de macro e microelementos em ruminantes. In: ANAIS DO ZOOTEC, 3, 2005, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – USP, 2005. p. 1-10.

PEDREIRA, M. dos S.; BERCHIELLI, T. T.; Minerais. In: BERCHIELLI, Telma Teresinha, PIRES, Alexandre Vaz; OLIVEIRA, Simone Gisele de. **Nutrição de Ruminante**. 2. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 345-366.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P., J.; BARBOSA, D. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, 2005.

ROSA, I. V.. Deficiências minerais e desempenho reprodutivo de ruminantes. **EMBRAPA gado de corte**. Circular técnica 83, Campo Grande-MS. 1993.

SAUER, J. M. **Hipocalcemia em vacas leiteiras**. 2005. 74p. Monografia (Graduação em Veterinária) Centro de Ciências Agrárias. Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, J.F. C. da. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.

SILVA, S.; BARUSELLI, M. S. **Os dez mandamento da suplementação mineral**, Guaíba - RS, editora:Agropecuária, 2001, 106 p.

TEIXEIRA, J. C.; **Nutrição de ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 183 p.

TEIXEIRA, S. **Fontes de fósforo em suplementos para bovinos de corte em pastagem de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst**. 2008. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.20, n.3, p. 11-22, 2000.

VALLE, S. de F. **Característica do perfil mineral em bovinos de corte em Cachoeira do Sul (região da depressão central do Rio Grande do Sul)**. 2002, 84p. Dissertação (Mestrado em Veterinária), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

VEIGA, J. B da; CARDOSO, E. da C. **Criação de gado leiteiro na zona bragantina**. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, PA Sistemas de Produção 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/.htm>> Acesso em: 04/04/2011.

VELOSO, J.A.F.; MEDEIROS, S.L.S. Avaliação nutricional do fósforo disponível de quatro fontes de fósforo para suínos em fase de terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.5, 1999.

VITTI, Dorinha Miriam Silber Schmidt; ROQUE, Ana Paula; DIAS, Raquel Souza et al. Metabolismo de cálcio em ovinos em crescimento sob suplementação com diferentes fontes de cálcio: aplicação e comparação de dois modelos matemáticos. **Revista Brasileira Zootecnia**, viçosa-MG, v.35, n.6, p.2487-2495, 2006.

WUNSCH, Carolina; BARCELLOS, Júlio Otávio Jardim; PRATES, Ênio Rosa. Microminerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.903-908, 2005.

YOSHIKAWA, Carolina Yumi Cascão. **Efeitos da suplementação mineral injetável em bezerros nelore na fase de desmama**. 2009, 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2009.