

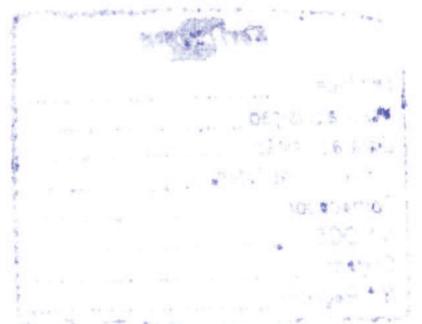


Gado de Corte

III CURSO SOBRE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS

Campo Grande, MS
7 a 9 de novembro de 2000

- Compilação dos trabalhos apresentados -



Campo Grande, MS
Novembro 2000

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Embrapa Gado de Corte. Documentos, 91

Rodovia BR 262, km 4

Caixa Postal 154

Telefone: (67) 768 2000

Fax: (67) 768 2150

79002-970 Campo Grande, MS

<http://www.cnpgc.embrapa.br>

Tiragem: 50 exemplares

Comitê de Publicações

Ademir Hugo Zimmer - Presidente

Cacilda Borges do Valle

Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima - Coordenação Editorial

José Raul Valério

Manuel Cláudio Motta Macedo

Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra - Normalização

Osni Corrêa de Souza

Ronaldo de Oliveira Encarnação

Tênisson Waldow de Souza

Valéria Pacheco Batista Euclides

Curso sobre Suplementação Mineral em Bovinos (3. : 2000 : Campo Grande, MS)

Compilação dos trabalhos apresentados : 3º Curso sobre Suplementação Mineral em Bovinos, 7 a 9 de novembro de 2000. -- Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2000.

76p. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 91)

ISBN 85-297-0066-X

1. Bovino de corte - Nutrição. 2. Suplementação mineral. 3. Mistura mineral - Cálculo. 4. Estimulante de crescimento. 5. Quelato. 6. Pastagem - Adubação. 7. Fósforo. I. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

CDD 636.085

© Embrapa 2000

Embrapa Gado de Corte. Documentos, 91

Rodovia BR 262, km 4

Caixa Postal 154

Telefone: (67) 768 2000

Fax: (67) 768 2150

79002-970 Campo Grande, MS

<http://www.cnpgc.embrapa.br>

Tiragem: 50 exemplares

Comitê de Publicações

Ademir Hugo Zimmer - Presidente

Cacilda Borges do Valle

Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima - Coordenação Editorial

José Raul Valério

Manuel Cláudio Motta Macedo

Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra - Normalização

Osni Corrêa de Souza

Ronaldo de Oliveira Encarnação

Tênisson Waldow de Souza

Valéria Pacheco Batista Euclides

Curso sobre Suplementação Mineral em Bovinos (3. : 2000 : Campo Grande, MS)

Compilação dos trabalhos apresentados : 3º Curso sobre Suplementação Mineral em Bovinos, 7 a 9 de novembro de 2000. -- Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2000.

76p. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 91)

1. Bovino de corte – Nutrição. 2. Suplementação mineral. 3. Mistura mineral – Cálculo. 4. Estimulante de crescimento. 5. Quelato. 6. Pastagem – Adubação. 7. Fósforo. I. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

CDD 636.085

© Embrapa 2000

COORDENADORES:

Sheila da Silva Moraes
Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Luciene Drumond Madureira

REALIZAÇÃO:

Área de Comunicação Empresarial da Embrapa Gado de Corte

EQUIPE TÉCNICA:

João Roberto Felipe
Zoot., Navimix

Júlio César de Sousa
Eng.-Agr., Navimix

Luiz Roberto Lopes de S. Thiago
Eng.-Agr., Pesquisador Embrapa Gado de Corte

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Zoot., Pesquisadora Embrapa Gado de Corte

Ronaldo Linares Sanchez
Méd.-Vet., Laboratório de Físico-química do LARA, Pedro Leopoldo, MG

Roza Maria Schunke
Enga.-Agra., Pesquisadora Embrapa Gado de Corte

Sheila da Silva Moraes
Méda.-Veta., Pesquisadora Embrapa Gado de Corte

SUMÁRIO

	Pág.
Importância da suplementação mineral para bovinos de corte <i>S. da S. Moraes</i>	1
Estratégia de suplementação mineral de bovinos de corte <i>J. C. de Sousa & J. R. Felipe</i>	13
Cálculo de misturas minerais para bovinos <i>M. L. F. Nicodemo</i>	21
Alguns aspectos da adubação de pastagens tropicais em relação à suplementação mineral <i>R. M. Schunke</i>	31
→ Uso de promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte <i>M. L. F. Nicodemo</i>	41
Suplementação de bovinos em pastejo <i>L. R. L. de S. Thiago & J. M. da Silva</i>	51
Elementos minerais quelatados em suplementos para bovinos de corte <i>S. da S. Moraes</i>	62
Fósforo suplementar para bovinos de corte <i>M. L. F. Nicodemo</i>	67

IMPORTÂNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA BOVINOS DE CORTE

Sheila da Silva Moraes¹

Deficiências e desequilíbrios minerais para bovinos criados em campo são descritos em quase todas as regiões do mundo. Os elementos minerais deficientes para ruminantes em condição exclusiva de pastejo são fósforo (P), sódio (Na), cobre (Cu), cobalto (Co), zinco (Zn), iodo (I) e selênio (Se). Em algumas regiões, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), manganês (Mn) e eventualmente ferro (Fe) podem também estar deficientes. Molibdênio (Mo), flúor (F), selênio (Se), ferro (Fe) e manganês (Mn) estão muitas vezes em excesso, causando toxidez.

Os desequilíbrios minerais são responsáveis por baixa produção de carne, leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência orgânica. Tanto a deficiência severa, acompanhada por taxas de elevada mortalidade, como as deficiências subclínicas podem levar a perdas consideráveis na produtividade.

ESSENCIABILIDADE DOS MINERAIS

Um mineral pode ser considerado essencial quando sua ausência na dieta ocasiona redução no desempenho e/ou saúde dos animais. Existe uma 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, crescimento e reprodução mantenham-se inalterados. As funções biológicas ocorrem dentro de uma concentração ótima nos tecidos, mantida pelos mecanismos homeostáticos. A consequência inicial da deficiência de um nutriente na dieta é tornar esse balanço mais difícil de ser mantido. Concentrações subótimas provocam lesões bioquímicas, que resultam em prejuízo às funções fisiológicas. Apetite em geral é afetado e o desempenho animal cai. Sintomas clínicos podem auxiliar o diagnóstico, mas a deficiência pode já estar bastante avançada quando são percebidos; ou os sintomas podem ser inespecíficos ou, ainda, podem ser complicados por deficiências múltiplas (Little, 1981).

A Fig. 1 mostra uma curva de resposta biológica à oferta do elemento na dieta. A faixa de concentração de ação fisiológica adequada (faixa de segurança) é o "plateau" onde a ingestão do nutriente permite uma resposta ótima; níveis abaixo ou acima desta faixa resultam prejuízo consistente e reproduzível do equilíbrio fisiológico, e por conseguinte, do desempenho e/ou saúde.

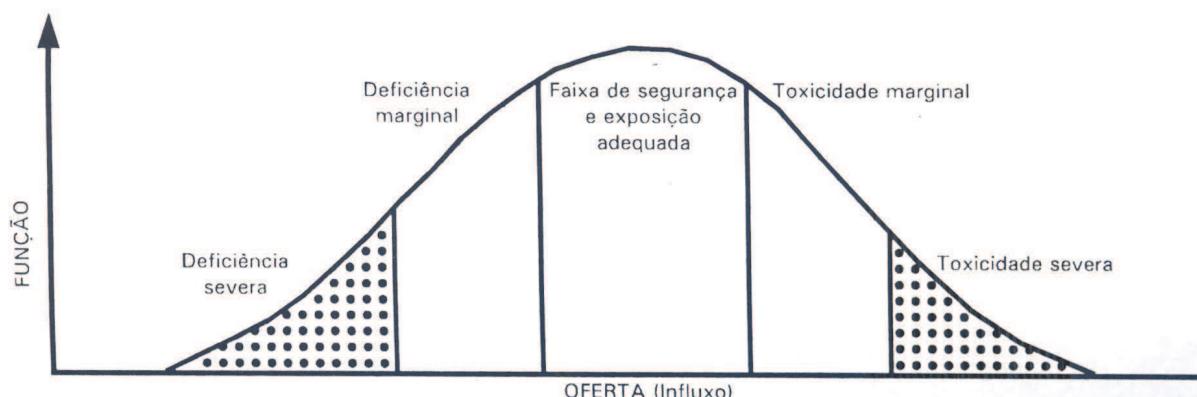


FIG. 1. Resposta biológica à oferta de elementos minerais na dieta.

¹ Méda.-Veta., Ph.D., CRMV-MS Nº 1038, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

EXIGÊNCIAS MINERAIS DE BOVINOS

O requerimento mineral depende muito do nível de produtividade. O aumento da taxa de crescimento, reprodução e produção leiteira aumentam os requisitos minerais. Em baixos níveis de produção, deficiências minerais marginais (próximas ao limite mínimo de exigência) não se manifestam, mas, com aumento dos níveis de produção, tornam-se severas, com sinais clínicos bem característicos. Os cálculos de suplementos dietéticos podem se basear nos requerimentos de nutrientes sugeridos pelo National Research Council - NRC (1984) americano. Esse valor é corrigido pela porcentagem do elemento absorvido na dieta. Quando os dados para estimativa por meio do método citado (fatorial) são escassos, utilizam-se observações experimentais e de campo, descrevendo os efeitos de uma faixa de ingestão do elemento no desempenho e saúde (Agricultural Research Council - ARC, 1980). Os requisitos para ótima saúde são talvez 25% a 50% maiores do que aqueles necessários para o crescimento normal, no caso de alguns microelementos (Herd, 1997). O NRC (1996) considera correção para raças de bovinos criados nos trópicos e a necessidade de maior atenção para as exigências dos microelementos minerais, levando em conta a demanda funcional. Na Tabela 1 observam-se os intervalos de exigências dos respectivos minerais compilados dos dois trabalhos.

TABELA 1. Intervalo das exigências minerais sugeridas para bovinos de corte (% na matéria seca da dieta).

Elementos minerais	Intervalo sugerido, 1984	Intervalo sugerido, 1996	Concentração máxima
Macroelementos (%)			
- cálcio (Ca)	0,18-0,60	0,19-0,33	-
- fósforo (P)	0,18-0,43	0,12-0,20	-
- magnésio (Mg)	0,05-0,25	0,10-0,20	0,40
- potássio (K)	0,50-0,75	0,60-0,70	3,00
- sódio (Na)	0,06-0,10	0,06-0,10	-
- enxofre (S)	0,08-0,15	0,08-0,15	0,40
Microelementos (mg/kg)			
- cobalto (Co)	0,070-0,11	0,07-0,11	10
- cobre (Cu)	4-10	4,00-10,00	100
- iodo (I)	0,2-2	0,50	50
- ferro (Fe)	10-50	40-50	1.000
- manganês (Mn)	10-40	20-40	1.000
- selênio (Se)	0,05-0,30	0,10	2
- zinco (Zn)	20-40	30	50

Fonte: NRC (1984, 1996).

Para bovinos sob pastejo, é comum o fósforo ser o mineral mais deficiente. Existem divergentes opiniões quanto ao requerimento de fósforo para bovino de corte. Na Austrália, pesquisadores concluíram que 0,12% de P na matéria seca das forrageiras tropicais estariam mais próximos das necessidades para bovinos do que os níveis estabelecidos pelo NRC, que estaria cerca de 30% superestimado para as condições daquele país. Experimento conduzido no Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) demonstrou resultado não muito diferente deste, com bovinos nelores recebendo dietas que continham 100%, 70% e 40% dos requerimentos de P, conforme NRC (1984). Os animais que receberam 70% dos requisitos ganharam peso na ordem de 0,5 a 0,6 kg/dia, semelhante aos que receberam 100% de requisitos.

As relações entre os nutrientes precisam ser consideradas na determinação dos níveis ótimos de minerais em uma dada situação. Os requerimentos para o cobre são bem maiores se a pastagem tem teores consideráveis de molibdênio e enxofre. Isto se deve ao efeito antagônico dos referidos elementos no metabolismo do cobre. Outro aspecto já mencionado, é

que os requisitos para algumas funções orgânicas podem ser maiores do que para crescimento ótimo. Assim, por exemplo, as exigências do zinco para a espermatogênese e desenvolvimento testicular de carneiro são muito maiores do que para o crescimento. Similar situação ocorre com o cobre e manganês para ovelhas no período reprodutivo (Underwood, 1981). Novos trabalhos têm demonstrado o efeito da nutrição sobre a função imune. As deficiências de cobre e zinco alteram várias funções do sistema imunológico (Suttle & Jones, 1989; Spear, 1991). Existem, portanto, indicações de que as exigências desses elementos na fase de formação do sistema imunológico devem ser maiores do que as necessidades dos mesmos considerando apenas crescimento.

COMPOSIÇÃO MINERAL DE ALGUMAS FORRAGEIRAS TROPICAIS

Nas regiões tropicais, o rebanho bovino obtém a maior parte dos nutrientes necessários para o seu desempenho das forrageiras. A maioria das áreas de ocupação são solos de média e baixa fertilidade, daí as plantas apresentarem concentração, de certo modo, baixa de alguns nutrientes, que às vezes são limitantes também para o seu desenvolvimento. As forrageiras de áreas consideradas férteis podem passar a apresentar problemas de deficiências de minerais devido à progressiva exaustão dos nutrientes, quando não houve preocupação com a manutenção da fertilidade do solo. Somado a estes fatores, considere que plantas forrageiras não necessitam de alguns elementos que são essenciais para o animal, como selênio, cobalto ou iodo. Braquiárias podem apresentar produção de matéria seca adequada, ao mesmo tempo que apresentam concentrações muito baixas de alguns minerais, insuficientes para atender às demandas nutricionais dos bovinos.

Os principais minerais deficientes nas forrageiras tropicais, nativas ou cultivadas são fósforo, sódio, zinco, cobre e iodo. Em algumas áreas também cobalto e selênio. O cálcio, magnésio e enxofre não representam problema de maneira geral, e deve-se estar atento ao excesso de ferro e manganês (Sousa, 1978; Sousa et al. 1981, 1983, 1985a,b; Sousa & Darsie, 1986). Como ilustração, em um estudo feito em *Brachiaria decumbens* na região de cerrado central (Sousa et al., 1986) os minerais apresentaram os seguintes valores médios nos períodos de chuva e seca: Ca = 0,22% e 0,23%; P = 0,11% e 0,09%; Mg = 0,16% e 0,20%; K = 1,13% e 0,27%; Na = 76,9 mg/kg e 28,6 mg/kg; Fe = 197 mg/kg e 587 mg/kg; Mn = 151 mg/kg e 157 mg/kg; Zn = 4,74 mg/kg e 4,59 mg/kg; Cu = 2,20 mg/kg e 4,6 mg/kg.

No Pantanal, estudos demonstraram a existência marcante da deficiência de fósforo, deficiência de cálcio e magnésio, zinco e cobre, e toxidez de ferro e manganês no período chuvoso, nas sub-regiões de Nhecolândia e Paiaguás e Miranda (Brum et al., 1987a,b; Pott et al., 1989a,b,c,d). Por outro lado, levantamento do valor nutritivo de plantas forrageiras nativas, arbustos, árvores e ervas não-gramíneas, consumidas por bovinos, demonstraram teores altos de cálcio, magnésio, potássio, ferro, manganês, zinco e proteína (Pott & Pott, 1987). Animais ingerindo dieta variada (na qual algumas plantas apresentam concentração elevada de nutrientes específicos) apresentam menores riscos de deficiência de minerais, ao contrário do que ocorre em bovinos pastejando áreas formadas por uma só espécie de gramínea, onde a deficiência de minerais se soma ao aumento dos requisitos ocasionados pelo maior desempenho.

Levantamentos como esses foram muito importantes para a evolução da pecuária no cerrado central, servindo de base para correção de desequilíbrios e carências através da suplementação mineral.

Os resultados de análise de elementos minerais das principais forrageiras analisadas na Embrapa Gado de Corte encontram-se resumidos na Tabela 2. São teores médios da composição química nos períodos seco e chuvoso, avaliação nutricional e desempenho de bovinos.

TABELA 2. Concentração média estacional de elementos minerais em diferentes espécies forrageiras cultivadas na Embrapa Gado de Corte, relativa aos anos de 1987 a 1994.

Espécie forrageira	Ca (%)		P (%)		Mg (%)		S (%)		K (%)	
	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
<i>B. brizantha</i>	0,29	0,40	0,13	0,11	0,29	0,37	0,14	0,12	1,86	1,16
<i>B. decumbens</i>	0,26	0,33	0,13	0,09	0,26	0,26	0,13	0,12	1,74	1,15
<i>B. humidicola</i>	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	0,13	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

Espécie forrageira	Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Na (mg/kg)	
	Água	Seca								
<i>B. brizantha</i>	406	454	107	304	20	25	6,0	6,0	58	43
<i>B. decumbens</i>	223	251	189	201	21	20	5,4	5,2	97	89
<i>B. humidicola</i>	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

n.d. – não determinado

FUNÇÕES DOS MINERAIS

As principais funções dos minerais estão ligadas à composição estrutural do corpo, participação sob forma iônica dos fluidos e líquidos intra e extracelular e como catalisadores enzimático e hormonal. Existem funções dos minerais que não são de um elemento em particular, mas podem ser desempenhadas por mais de um elemento ao mesmo tempo. Pode-se considerar três grupos distintos.

- Os elementos que são componentes estruturais dos órgãos e tecidos corporais, tais como o cálcio, fósforo, magnésio e flúor nos ossos e dentes, e o fósforo e enxofre nas proteínas musculares. O osso contém cerca de 98% do total de cálcio, 80% do total de fósforo e 70% do magnésio, 40% de microelementos do organismo animal. O P faz parte de uma gama de reações metabólicas produtoras de energia e da molécula de ácido nucléico e seus derivados, importante na transmissão do código genético. Cerca de 1% do Ca encontra-se distribuído no tecido mole (contração e relaxamento muscular) e na forma iônica, no plasma sanguíneo (coagulação do sangue, excitabilidade neuromuscular, permeabilidade da membrana).
- Os elementos que são componentes dos fluidos e tecidos corporais como eletrólitos na manutenção da pressão osmótica, balanço ácido/básico, permeabilidade das membranas, irritabilidade tissular. Assim, têm-se o sódio, potássio, cloro, cálcio e magnésio presentes no sangue, fluido cérebro-espinhal e o suco gástrico. Os minerais estão presentes como sais solúveis no meio celular e demais fluidos do organismo animal.
- Os elementos que atuam como catalisadores do sistema enzimático e humorai sob forma de componentes integrantes específicos da estrutura de metaloenzimas ou como ativadores menos específicos em tais sistemas. As enzimas são os mais específicos e efetivos instrumentos de todo o processo catalítico. A catálise dos sistemas enzimáticos requer freqüentemente a presença não somente da enzima e do substrato, mas também de uma substância não protéica denominada de cofator (vitaminas), que são as

coenzimas, e íons metálicos. As reações entre os íons metálicos e as enzimas formam um complexo organometálico (metaloenzima, metaloproteína) fundamental no sistema biológico. Metais como o manganês, ferro, cobre, molibdênio e zinco catalisam em geral reações de redox e participam na formação de centros enzimáticos ativos do metabolismo animal. O efeito de cada metal é específico. Podem existir, também, microelementos que atuam na manutenção de certas macromoléculas não enzimáticas, como o silício (Si) no colágeno e como cromo (Cr), ingrediente ativo do fator de tolerância da glicose (GTF) (Anderson, 1987).

Alguns elementos que têm efeito específico na ação de hormônios como a aldosterona (Na), hormônio da paratireóide (Ca), a calcitonina (Ca), a insulina, prolactina, oxitocina, vasopressina (enxofre sob forma de ponte dissulfídrica que interliga cadeias de aminoácidos). O iodo é um elemento único por ser parte estrutural, integrante e específica do hormônio tironina da glândula tireóide. O cromo vem despertando interesse na pecuária de corte em função de sua ação ativa do fator de tolerância à glicose (GTF) e a sua relação com o estresse.

PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVINOS CRIADOS EM PASTO

Consumo contínuo de dietas que são deficientes, desequilibradas ou muito altas em minerais induzem trocas na forma ou concentração dos minerais nos tecidos e fluidos do corpo, alterando sua concentração e o estado fisiológico. Em tais condições, podem ocorrer alterações bioquímicas e as funções fisiológicas podem ser afetadas de forma desfavorável. Desordens estruturais podem variar com o elemento, a duração da dieta deficiente ou tóxica e, ainda, com a idade, sexo e espécie de animal envolvido.

➤ Cálcio, fósforo e magnésio

Cálcio

A deficiência de cálcio em pastagens é rara nas regiões tropicais. Alguns aspectos colaboram com este fato: 1 – as forrageiras encerram em seus tecidos concentrações de cálcio superiores às de fósforo; 2 – os solos deficientes em cálcio são menos comuns do que os deficientes em fósforo; 3 – os níveis de cálcio nas forrageiras não declinam com a maturidade e senescênci da planta, o que acontece com o fósforo. Outro aspecto importante é a presença de oxalato em algumas forrageiras tropicais, que complexa o cálcio, tornando-o indisponível para a utilização de alguns animais. Embora seja uma verdade incontestável com respeito a eqüinos (Rosa, 1994), dificilmente poderia aplicar-se a bovinos, que têm uma capacidade muito maior de utilizar o cálcio sob a forma de oxalato (Blaney et al., 1982). Assim, é muito difícil de se estabelecer deficiência de cálcio em áreas de pastagens brasileiras, a não ser em algumas regiões ou condições atípicas. Por exemplo, trabalhos realizados em diferentes regiões brasileiras têm demonstrado que apenas algumas regiões do Pantanal Sul-Mato-Grossense apresentam concentrações deficientes de cálcio (Brum et al., 1987a; Pott et al., 1987 e 1989a).

Estudos realizados em bovinos alimentados com dietas ricas em concentrados, o suplemento de cálcio, em quantidades superiores às exigências do animal podem melhorar o ganho ou a eficiência alimentar (Bock et al., 1991), mais pelo seu efeito tamponante reduzindo as flutuações do pH ruminal do que como elemento *per se*.

Fósforo

Já a deficiência de fósforo é ampla e de maior importância econômica, envolvendo bovinos sob condições de pastagens. Nos pastos nativos ou cultivados da região de cerrado do Brasil, as concentrações de fósforo são quase insuficientes para suprir as exigências das diferentes categorias e manter o bom nível de produção, em especial no período das águas. Os sintomas da carência de fósforo podem manifestar-se, no início, por redução do apetite, seguindo-se perda de peso, apatia geral, redução da fertilidade, alterações ósseas (deformidade e fraturas), enrijecimento das articulações ("andar duro"), claudicação, apetite

depravado (pica, alotriofagia), caracterizado por mastigar ou chupar materiais em geral estranhos à dieta, como ossos, couro, madeira, pedras etc.

As categorias mais suscetíveis à deficiência de fósforo são as vacas jovens com cria ao pé que exibem primeiro os sintomas da carência, devido a sua alta demanda por este elemento. A seguir, as vacas adultas, animais em crescimento (macho e fêmeas), os animais em acabamento e, por último, os animais recém-desmamados, por apresentarem reservas de fósforo adquirido durante o aleitamento. Os teores de fósforo no plasma declinam de forma marcante durante a deficiência (Tcorn, 1991).

Uma das doenças mais sérias ocorrida nos últimos anos e que provocou prejuízos consideráveis para a pecuária de corte do Brasil Central é o botulismo epizoótico dos bovinos, considerado como importante causa de mortalidade na "síndrome da vaca caída", uma doença causada pela intoxicação produzida pelas toxinas do *Clostridium botulinum*. Isto ocorre em função do apetite depravado que se instala, em consequência da severa deficiência de fósforo e a presença de cadáveres ou ossadas nas pastagens (Rosa, 1994).

É sabido que a relação cálcio:fósforo é importante e afeta a absorção de ambos, mas para bovinos de corte é muito menos crítica do que para a maioria dos outros animais (Perry, 1995). Pesquisas têm mostrado que bovinos de corte toleram a relação Ca:P até de 7:1, sem efeitos prejudiciais (Wise et al., 1963), desde que os níveis de P estejam adequados.

Magnésio

A deficiência de magnésio no animal manifesta-se por uma série de sinais clínicos, tais como: crescimento retardado, hiperirritabilidade e tetania, anorexia, incoordenação muscular e motora, convulsões. O quadro clínico mais característico da carência de magnésio é a tetania dos pastos, quando os níveis séricos do elemento podem estar até dez vezes abaixo do normal. São raros os relatos de deficiência de magnésio em animais mantidos em pasto no Brasil. A susceptibilidade dos bovinos à deficiência de magnésio acentua-se à medida que os animais avançam a idade, devido a uma dificuldade progressiva em mobilizar o mineral de seus depósitos lábeis do corpo, e a uma redução da capacidade de absorção intestinal do elemento. Num levantamento dos teores de elementos minerais em gramíneas forrageiras no CNPGC, magnésio não se apresentou-se deficiente (Tabela 2).

➤ Sódio, cloro, potássio e enxofre

Sódio e cloro

Bovinos mantidos em pasto necessitam ser suplementados com sódio, porque as forrageiras em geral são pobres no elemento. Uma exceção é a *Brachiaria humidicola*, cujo nível de sódio pode ser bastante superior ao de outras forrageiras cultivadas na mesma área, mostrando-se às vezes adequadas às exigências dos animais.

As altas concentrações de potássio, que muitas vezes ocorrem nas forrageiras tropicais, podem agravar o problema de carência de sódio por promover a excreção deste pela urina.

O primeiro sinal da deficiência dietética de sódio é um apetite exagerado para o sal, manifestando-se pelo hábito de roer, lamber ou chupar madeira, lamber ou ingerir solos e lamber o suor de outros animais. A avidez pelo sal estabelece-se após poucas semanas de uma dieta deficiente, pois não existe um órgão ou tecido de depósito no organismo. Isto implica em que o cloreto de sódio deva ser suprido em uma base constante aos animais em pastejo. O bicarbonato de sódio é tão efetivo na recuperação do animal carente quanto o cloreto de sódio, indicando que o elemento realmente carente é o sódio. Embora não se encontre relatos sobre deficiência de cloro, ele faz parte do suco gástrico, formando o ácido clorídrico para degradação das proteínas no abomaso, além de ser mediador no balanço ácido/básico do sangue e tem função de ativação das amilases (Perry, 1995).

Potássio

Apesar de requerimentos dietéticos altos de potássio (Tabela 1), a maioria dos alimentos encerram este mineral em concentrações adequadas. A deficiência de potássio é difícil de acontecer e de ser avaliada em bovinos sob pastejo. A degradação contínua das

pastagens pode favorecer a redução na disponibilidade deste elemento para os animais, possibilitando o aparecimento da deficiência. Teores de 3% na dieta de bovinos podem interferir na utilização do magnésio. O aumento da concentração do magnésio na dieta oferece proteção contra a toxicidade do potássio.

Enxofre

Na deficiência de enxofre, a síntese da proteína microbiana é reduzida e os animais apresentam aspecto distrófico. A falta de enxofre permite o desenvolvimento de microorganismos no rúmen que não utilizam o lactato, que acumula no rúmen, sangue e urina. É difícil diagnosticar uma deficiência de enxofre. Ocorre perda de peso, debilidade muscular, lacrimejamento, tontura e morte. A flora microbiana dos ruminantes tem capacidade de converter o enxofre inorgânico em compostos orgânicos sulfurados, que são utilizados pelo animal ou pelos próprios microorganismos do rúmen. Com o crescente aumento do uso de nitrogênio não-protéico (NNP) para suplementar parte da proteína na dieta dos ruminantes, aumentam as probabilidades de ocorrência de carência de enxofre. Recomenda-se a suplementação de uma parte de enxofre para cada dez a quinze partes de NNP utilizado em complementação à proteína verdadeira da dieta dos bovinos.

A suplementação de enxofre pode ser importante para ruminantes sob dieta de volumoso de baixa qualidade, produzido em solos pobres de enxofre ou volumosos fornecidos com alguma fonte de nitrogênio não-protéico. A concentração máxima tolerável de enxofre em dieta de bovinos tem sido estimada em 0,40% e níveis excedentes a este podem resultar em grave intoxicação.

➤ Ferro, manganês, cobre e zinco

Ferro

Setenta por cento do ferro no organismo animal está sob forma de hemoglobina e 30% encontra-se no fígado, baço e medula óssea. A hemoglobina é o composto de eleição para diagnóstico da deficiência de ferro. Esta raramente ocorre no gado bovino, exceto quando os animais apresentam alto grau de parasitismo ou hemorragia. Nos solos tropicais, a disponibilidade de ferro nas forrageiras é suficiente e até alta para atender à demanda dos bovinos. Em termos de pesquisa, é possível que o ferro deva ser um motivo mais de preocupação em relação ao seu potencial tóxico que de deficiência, para bovinos. O principal efeito deletério do excesso de ferro na dieta seria a formação de complexo insolúvel com o fósforo no rúmen.

Manganês

O manganês é necessário para manter o funcionamento perfeito dos processos reprodutivos tanto dos machos como das fêmeas. Ele é necessário, também, para a manutenção da estrutura óssea normal e o funcionamento adequado do sistema nervoso central. O fígado é o órgão de eleição para a estocagem do manganês. A deficiência de manganês é pouco provável em bovinos sob condições de pastagens, pois estas encerram quantidades adequadas que suprem as exigências dos animais. Por outro lado, pastos formados em áreas que eram originalmente floresta podem apresentar teores deficientes de manganês. Os sintomas da deficiência desse elemento podem ser expressos por anomalias no esqueleto de animais jovens e recém-nascidos, transtornos na reprodução, retardamento do cio e consequente baixa taxa de concepção. Este elemento não costuma se fazer necessário nas misturas minerais das regiões de Cerrados, onde as concentrações são elevadas. A disponibilidade do Mn é maior em solos cujo pH está abaixo de 6, como nas regiões de Cerrados. Análise de pastagens nativas e cultivadas nesta região tem demonstrado concentrações sempre acima do nível máximo de exigência de bovinos.

Cobre

Este elemento está diretamente ligado à formação da hemoglobina, maturação da hemácia e no funcionamento do sistema enzimático. Participa da formação do tecido ósseo e conjuntivo e do sistema imunológico. Ele é importante para a integridade do sistema nervoso

central e da musculatura cardíaca. O fígado é também o órgão de estocagem deste microelemento. Os principais sintomas de sua deficiência são: 1) anemia nutricional, resultante de uma prolongada deficiência de cobre; 2) ataxia enzoótica em bezerros recém-nascidos, caracterizada por perturbações da locomoção, paralisia posterior e morte, causada pela má formação da bainha de mielina da medula espinhal em decorrência da deficiência crônica de cobre das mães; 3) morte súbita, caracterizada por atrofia e fibrose do miocárdio, os animais caem e morrem de súbito por falência cardíaca aguda; 4) diarréia, uma ocorrência mais comumente associada com a deficiência de cobre direta ou induzida (toxidez de molibdênio e/ou enxofre); 5) perda da cor natural dos pêlos, demonstrada em animais de pelagem escura; 6) declínio da fertilidade pela falta ou retardamento do cio; 7) deformidade e enfraquecimento dos ossos longos, que fraturam com relativa facilidade. Carências de fósforo e cobre estão entre as mais generalizadas em ruminante em pastejo. Em algumas regiões do Brasil, como as de solos mais férteis, pode ocorrer a deficiência condicionada de cobre, devido a altas concentrações de molibdênio e/ou enxofre no solo. O excesso de molibdênio na dieta causa sinais clínicos similares e indistinguíveis da deficiência de cobre. Tanto o excesso de molibdênio como o cobre deficiente podem ser corrigidos pela provisão adicional de cobre aos animais. Nas áreas onde o molibdênio está presente em altas concentrações nas pastagens, a melhor maneira de suplementar o cobre é pela aplicação de injeções periódicas de compostos à base desse elemento, evitando complexação no trato gastrointestinal.

Zinco

O zinco tem papel fundamental no metabolismo do ácido nucléico e de proteínas, em consequência, nos processos fundamentais de multiplicação celular. É um elemento estrutural ou ativador de uma série de enzimas. Ele é necessário para a adequada formação e funcionamento do sistema imunológico na primeira fase de vida do animal. Uma parte do zinco da dieta é absorvida no abomaso e o restante no duodeno, daí é metabolizado no fígado. O zinco, ao contrário dos demais elementos, não é estocado em nenhum órgão. Ele se constitui "pool" móvel, comandado por uma proteína específica, que mobiliza-o para um tecido ou órgão de maior demanda. É um elemento muito importante nos processos de estresses.

Deficiência de zinco em animais em pastejo dificilmente se manifesta de uma forma clara, com a sintomatologia clínica bem definida. Deficiências subclínicas são comuns. Bezerros pertencem à categoria animal mais predisposta a esta deficiência. A carência de zinco incide primeiro no bloqueio da síntese de proteínas; em consequência há redução do apetite, redução na imunocompetência (baixa resistência às infecções), dificuldade de cicatrização das lesões cutâneas, paraqueratose e infertilidade, tanto de machos como de fêmeas. A administração de doses orais ou de injeções de compostos à base de zinco pode reduzir o estresse metabólico presente na desmama.

➤ Iodo, cobalto e selênio

Iodo

É o único elemento exigido para uma só função primordial no organismo dos mamíferos. Ele é necessário para a síntese do hormônio tiroxina pela glândula tireóide, que regula o metabolismo energético, ou seja, da produção de energia para manutenção (termorregulação, reprodução, crescimento, circulação sanguínea, função muscular).

Na falta de iodo, o hormônio não é sintetizado e ocorrendo aumento da glândula tireóide (bócio). Alguns fatores que contribuem para a deficiência do elemento incluem solos com baixos níveis de iodo e muito drenados, distância do mar, variação da capacidade da planta em absorver iodo. Bovinos em pastejo estão sujeitos à deficiência desse elemento. A maneira mais eficiente de prevenir a deficiência de iodo é suplementá-lo em misturas minerais. O uso de iodeto de potássio não estabilizado deve ser evitado porque o iodo se volatiliza com facilidade nas condições tropicais. O iodato de potássio é mais estável.

Cobalto

O cobalto é requerido pelos microorganismos do rúmen para a síntese da vitamina B₁₂ (cianocobalamina), requerida para funcionamento de vários sistemas enzimáticos na utilização de energia.

A deficiência de cobalto, pela sua gravidade e freqüência com que ocorre, é uma das mais importantes para bovinos em condição de pastagem. Ela é caracterizada pela falta de apetite, perda de peso, pêlos arrepiados, pele grossa, anemia e às vezes morte. Os sintomas são indistinguíveis dos da subnutrição protéica ou energética e parecem indicar que o efeito da falta de cobalto pode ser sobre o apetite, em vez de um efeito direto sobre o organismo animal. Há também variação de ano para ano na mesma área.

A deficiência do cobalto pode ser prevenida ou tratada com adição de sais de cobalto à mistura mineral, do uso de balas de cobalto (que permanecem no rúmen-retículo liberando o elemento de modo gradativo), ou de injeções de vitamina B₁₂. O adequado suprimento de cobalto aos bovinos deficientes produz rápida redução e desaparecimento dos sintomas, sendo este talvez o sinal mais seguro para o correto diagnóstico da deficiência do elemento.

Selênio

O selênio é um elemento ativador de uma enzima estratégica na eliminação dos radicais livres originados dos processos de estresse, infecções, atuando juntamente com a vitamina E (tocoferol). A enzima (glutationa peroxidase) atua no citoplasma celular e a vitamina E na membrana. Hoje é sabido que este elemento está envolvido, com o zinco e cobre, na formação e desenvolvimento dos órgãos de defesa na resposta imunitária e no combate ao estresse.

Os sinais clínicos da deficiência de selênio em ruminantes são: falta de vitalidade, crescimento retardado e infertilidade. O sintoma característico da deficiência grave de selênio em bezerros e cordeiros é a "doença do músculo branco", uma distrofia muscular de origem nutricional. A forma mais adequada de suplementar selênio é pelas misturas minerais, ou pela administração via intramuscular de compostos contendo selênio e vitamina E.

DIAGNÓSTICO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS

Deficiências de um ou mais elementos na dieta são suspeitas quando o desempenho produtivo e/ou reprodutivo do rebanho mostra-se aquém do esperado. Para se realizar um diagnóstico adequado, cumpre destacar outras possíveis causas que contribuem para os mesmos problemas e até que ponto estão presentes, como doenças crônicas, parasitismos internos e externos etc.

Um diagnóstico inicial pode ser feito utilizando o conhecimento de quando o problema ocorre, idade e categoria dos bovinos afetados, sintomatologia apresentada, tipos de solo e pastagem, clima, época do ano, manejo do rebanho, disponibilidade de alimentos, ocorrência de problemas semelhantes no rebanho local etc.

O diagnóstico definitivo de uma ou mais deficiências no rebanho e até que ponto ela interfere na saúde ou desempenho do rebanho não são tarefas fáceis.

O levantamento das deficiências minerais de um rebanho, fazenda ou região deve contemplar as seguintes fases:

1. levantamento de históricos;
2. estudo dos solos (formação geológica, pH, análise mineral etc.);
3. análise das fontes de água;
4. determinação da concentração dos minerais de forrageiras representativa da dieta animal;
5. determinação de minerais em amostras de tecidos animais (sangue, fígado, osso);
6. estudo da sintomatologia clínica exibida pelos animais;
7. resposta dos animais à suplementação de mineral ou minerais diagnosticados como deficientes na dieta.

O estudo dos solos pode fornecer indicações de possíveis deficiências. À medida que o pH aumenta, a disponibilidade e uso pelas plantas de ferro, manganês, zinco, cobre e cobalto decresce, enquanto as concentrações de fósforo, cálcio, magnésio, molibdênio e

selênio se elevam (McDowell & Conrad, 1977). Análises de forrageiras apresentam limitações pela dificuldade de colher amostras representativas da dieta animal, possibilidade de contaminação por solo e desconhecimento da quantidade consumida pelo animal.

A análise das concentrações dos minerais nos tecidos pode de certa forma fornecer indicações do meio ambiente como um todo e indicar o(s) elemento(s) deficiente(s) na dieta. Todavia, é desejável a confirmação do diagnóstico de deficiência mineral pela suplementação adequada do mineral ou minerais considerados deficientes na dieta, com finalidade de observar a resposta animal em saúde ou desempenho.

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Nos tempos atuais, em que a degradação de pastagem, alterações climáticas e mudanças no mercado inferem mudanças, devem ser observados, ainda com maior atenção, alguns fatores tais como: 1) situação dos solos (férteis, fracos, alcalinos, ácidos, adubados e reformados); 2) exigência da categoria animal (cria, recria e engorda); 3) época do ano (período chuvoso, melhor oferta de energia e proteína nas forrageiras, maior exigência de minerais; período seco, baixa oferta dos referidos nutrientes, adaptação do animal, exigências de minerais reduzidas); 4) uso de mistura múltipla (contém em sua fórmula, além dos minerais, fontes de proteína e energia, para manter o nível adequado de desenvolvimento e ganho de peso do bovino no período seco).

Assim, a suplementação mineral adequada é aquela que maximiza a utilização dos recursos disponíveis para o animal, corrigindo as deficiências ou desequilíbrios de sua dieta, fornecendo as quantidades necessárias e na época certa, visando máxima resposta ao menor custo. A nutrição mineral correta propicia aumento de produção e melhoria na relação custo/benefício na criação de bovinos a pasto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, England). The nutrient requirement of ruminant livestock. Farnham Royal: CAB. 1980. p.228-229.
- ANDERSON, R.A. Chromium. In: MERTZ, W. **Trace elements in human and animal nutrition**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1987. v.1. p.232.
- BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; MEAD, T.A. The effects of oxalate in tropical grasses on calcium, phosphorus and magnesium availability to cattle. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.99, n.3, p.533-539, Dec. 1982.
- BOCK, B.J.; HARMON, D.L.; BRAND JUNIOR, R.T.; SCHNEIDER, J.E. Fat and calcium level effects on finishing steer performance digestion and metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.5, p.2211-2224, May 1991.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C.; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, I.L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-grossense. 1. Cálcio, fósforo e magnésio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p.1039-1048, set./out. 1987a.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C.; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, I.L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás no Pantanal Mato-grossense. 2. Cobre, zinco, manganês e ferro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p.1049-1060, set./out. 1987b.
- GORTSCH, Q.I.; OWENS, F.N. Effects of calcium source and level on site of digestion and calcium levels in the digestive tract of cattle fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, n.4, p.995-1003, Oct. 1985.
- HERD, D.B. Mineral supplementation of beef cattle in Texas. Yahoo. Disponível Zeta site URL: <http://www.jci.net/~sharonw/Ranching/mineral.html>. Palavra Chave: mineral supplementation. Consultado em 12 nov.1997.
- LITTLE, D.A. Utilization of minerals. In: HACKES, J.B. **Nutritional limits to animal production from pastures**. Proceedings of an International Symposium Sta.' Luci, 1981, Queensland, Farnham Royal: CSIRO, 1981, p.259-83.

- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H. Trace mineral nutrition in Latin American. **World Animal Review**, Gainesville, v.24, p.24, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. Minerals, 6.rev.ed., Washington: National Academic Press, 1984, p.11-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. Minerals, 7.rev.ed., Washington: National Academic Press, 1996, p.54-69.
- PERRY, T.W. Mineral requirements of beef cattle. In: PERRY, T.W.; CECAVA, M.J. **Beef cattle feeding and nutrition**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. p.36-52.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L.; COMASTRI FILHO, J.A.; DYNIA, J.F. Nutrição mineral dos bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 1. Levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p.1093-1109, set./out. 1987.
- POTT, E.B.; POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Paiaguás do Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.11/12, p.1293-1299, nov./dez. 1987.
- POTT, E.B.; POTT, A.; ALMEIDA, I.L.; BRUM, P.A.R.; COMASTRI FILHO; J.A.; TULIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes no baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.11, p.1361-1368, nov. 1989a.
- POTT, E.B.; POTT, A.; ALMEIDA, I.L.; BRUM, P.A.R.; COMASTRI FILHO; J.A.; TULIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de micronutrientes no baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.11, p.1369-1380, nov. 1989b.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes na região de Aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.11, p.1381-1395, nov. 1989c.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L.; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de micronutrientes na região de Aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.11, p.1397-1411, nov. 1989d.
- ROSA, I.V. Suplementação mineral de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** [S.I.]: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, [1994?]. p.213-243.
- SOUSA, J.C. Os requerimentos minerais dos bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA RUMINANTES NO BRASIL. 1978, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1978. p.64-68.
- SOUSA, J.C.; CONRAD, G.L.; BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B.; McDowell, L.R. Inter-relações entre minerais no solo, planta forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.11, p.1397-1411, nov. 1981.
- SOUSA, J.C.; DARSIE, G. Deficiência minerais em bovinos de Roraima, Brasil. 2. Ferro e manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.7, p.763-769, jul. 1986.
- SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; RESENDE, A.M.; ROSA, I.V.; CARDOSO, E.G.; GOMES, A.; COSTA, F.P.; OLIVEIRA, A.R.; COELHO NETO, L.; CURVO, J.B.E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagem de capim Colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.311-318, mar. 1983.
- SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; ROSA, I.V.; CARDOSO, E.G. Suplementação sazonal de fósforo a novilho de corte em pastagem adubada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.8, p.981-990, ago. 1985a.
- SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M.; EUCLIDES, V.P. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim Colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.259-269, fev. 1985b.
- SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; VIANNA, J.A.C.; NUNES, V.A.; SCHENK, A.P.; ROSA, I.V.; GUIMARÃES, E.D. Suplementação mineral de bovinos com doença periodontal (Cara Inchada) I. Aspectos nutricionais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.1, p.1-16, fev. 1986.

- SPEAR, J.W.; KEGLEY, E.B. Effect of zinc and manganese methionine of performance of beef cows and calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69 (suppl.), p.59 (abstract).
- SUTTLE, N.F.; JONES, D.G. Recent developments in trace element metabolism and function: trace elements disease resistance and immune responsiveness in ruminant. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.119, p.1055-1061, Jan. 1989.
- TCORN. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract and Review**, Farnham Royal, v.61, ser.B, p.573-612, 1991.
- UNDERWOOD, E. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic Press, p.111. 1981.
- WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L.; BARRICK, E.R. Influence of variation in dietary calcium ration on performance and blood constituents of calves. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.79, p.79, Febr. 1963.

ESTRATÉGIA DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL DE BOVINOS DE CORTE

Júlio César de Sousa¹
João Roberto Felipe²

INTRODUÇÃO

A suplementação mineral da pecuária brasileira tem melhorado de maneira substancial nas últimas décadas. Parte deste avanço foi conseguido por causa do esforço dos órgãos de pesquisa e a necessidade de ajuste das pastagens de braquiária às exigências nutricionais dos bovinos. As pastagens cultivadas em solos de cerrado, principalmente do gênero *Brachiaria*, desenvolveram-se relativamente bem, com produção de matéria seca, proteína e digestibilidade razoável, considerando-se a baixa fertilidade dos solos de cerrado.

Entretanto, a concentração mineral nas braquiárias é baixa, principalmente em fósforo, zinco, cobre, cobalto, selênio e sódio. Alguns minerais, como ferro, manganês, cálcio e magnésio, existem em níveis variando de médio a elevado. Ferro e manganês, em geral, existem em níveis elevados, não somente nas braquiárias, como na maioria das gramíneas forrageiras, sendo relativamente freqüentes os níveis de ferro superiores a 400 ppm da dieta, teores considerados no limite da toxidez.

Há dez ou vinte anos a suplementação mineral era apenas com macro e microelementos. Atualmente, tornou-se comum o uso dos suplementos protéicos no período seco (inverno) e energético ou protéico-energético no período chuvoso (verão). Além dessas mudanças, está sendo iniciada uma nova fase, isto é, a suplementação com rações energéticas contendo minerais, energia, proteína, às vezes minerais quelatados, vitaminas, ionóforos e probióticos. Tem-se observado, ainda em Mato Grosso do Sul, a introdução de suplementos líquidos, blocos, uréia líquida (*slow release*), uréia extrusada (amiréia), produtos homeopáticos e outros.

Assim sendo, com o aparecimento de várias alternativas, o comportamento dos pecuaristas vem sofrendo constantes mudanças na maneira de fazer a suplementação mineral do rebanho, já aceitando hoje programas de suplementação.

O objetivo deste trabalho é elaborar estratégia de suplementação mineral para gado de corte em pastagens.

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL NA SECA

Sabe-se que a suplementação mineral de bovinos de corte é mais importante quando existe disponibilidade de boas pastagens, geralmente durante a estação chuvosa (Costa et al., 1982). Entretanto, na época da seca, quase sempre as vacas estão prenhas e a maioria dos partos ocorre nesta época. Em consequência, têm-se vacas em lactação e prenhas, próximo ao parto que não devem ficar sem suplementação mineral, pela grande demanda de minerais para produção de leite ou desenvolvimento do feto.

Trabalho realizado por Rosa et al. (1993a), com animais de sobreano, mostrou maior ganho de peso para os bovinos que receberam mistura mineral completa no período chuvoso e sal comum com microelementos no período seco. Observou-se, ainda, que no período seco, a adição de microelementos ao sal comum foi mais importante do ponto de vista nutricional do que o fornecimento de sal comum mais cálcio e fósforo (Tabela 1).

¹ Eng.-Agr., Ph.D., Navimix, Departamento Técnico, Rua Principal 1, nº 354, Núcleo Industrial, CEP 79108-550 Campo Grande, MS.

² Zootecnista, Especialista em Produção de Ruminantes, Navimix, Departamento Técnico, Rua Principal 1, nº 354, Núcleo Industrial, CEP 79108-550 Campo Grande, MS.

TABELA 1. Suplementação mineral na seca de bovinos em crescimento.

Tratamentos	Peso inicial	Peso final	Ganho de peso
Água : sal + Ca + P + micro			
T1	165,1	301,1b	134,9b
Seca : sal + Ca + P + micro			
Água : sal + Ca + P + micro			
T2	166,6	320,5a	154,3a
Seca : sal + micro			
Água : sal + Ca + P + micro			
T3	167,1	310,1b	143,9b
Seca : sal + Ca + P			

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Rosa et al. (1993a)

Período: 27.4.90 a 28.1.92 (645 dias)

O experimento teve a duração de aproximadamente 21 meses e os animais ganharam cerca de 0,23 g/cab./dia.

Em outro experimento, também realizado por Rosa et al. (1993b), com machos nelorados de dezoito meses, com duração aproximada de vinte e um meses, em pastagens de *Brachiaria humidicola* formada em solos pobres de cerrado, não foi encontrada diferença significativa entre o fornecimento de uma mistura mineral completa o ano todo e mistura mineral completa nas águas com apenas sal comum na seca (Tabela 2). Houve diferença significativa apenas na segunda seca entre as perdas de peso dos tratamentos 2 e 3. A Tabela 2 mostra uma tendência de melhores resultados quando se usa sal comum mais microelementos na seca ao invés de sal comum mais cálcio e fósforo. Os resultados mostram também baixos ganhos de peso no período chuvoso e ganho de peso na primeira seca, sendo que, na segunda seca, todos os lotes perderam peso, embora essas perdas tenham sido relativamente pequenas. Observa-se que neste experimento, apesar das pequenas perdas de peso na segunda seca, os animais devem ter sido abatidos com aproximadamente 40 meses.

Apesar de os trabalhos mostrarem a baixa eficiência da suplementação mineral no período seco do ano para novilhos, nota-se que os criadores fazem uma suplementação mineral melhor no período seco do que no chuvoso. No caso de vacas prenhas e vacas paridas a referida estratégia não pode ser aplicada, corroborando assim com a opinião dos produtores de que quando os animais recebem mistura mineral completa o ano todo, há redução na morbidade e na mortalidade do rebanho. Nestes últimos anos, a suplementação com misturas múltiplas no período seco tem se tornado realidade, sendo alta a porcentagem de criadores que deixaram de usar mistura mineral completa na seca para usarem as misturas múltiplas. Nesta última seca, o comportamento das vendas de suplementos minerais para bovinos de corte chegou a proporção de dois sacos de mistura múltipla para um saco de mistura mineral comum, sendo pequena, em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, a porcentagem de criadores que usam apenas o sal comum. Deve-se acrescentar que apenas na região do Pantanal, onde grande parte da pastagem é nativa, a maioria dos produtores ainda usa o ano todo apenas sal comum.

O que vem sendo usado na época seca pelos pecuaristas é mistura múltipla (sal protéico) para garrotes e bois de engorda e, mistura mineral completa, para vacas, bezerros, bezerras e novilhas.

TABELA 2. Suplementação mineral estratégica de novilhos nelorados (Rosa et al., 1993b).

Parâmetros	T1 Mistura completa o ano inteiro	T2 T1 nas águas e na seca T1 - (Ca + P)	T3 T1 nas águas e microelementos na seca T1 -	T4 T1 nas águas e sal comum na seca
1ª seca, 22/7 a 28/11 – 125 dias (chuva 242 mm)				
Ganho de peso em kg no período	42,2	37,4	34,5	34,8
Consumo de minerais (g/dia)	38,2	31,6	36,7	36,5
1ª chuva, 28/11 a 29/6 – 213 dias (chuva 2.138 mm)				
Ganho de peso em kg no período	75,6	63,7	72,2	73,3
Consumo de minerais (g/dia)	44,3	48,7	43,0	44,7
2ª seca, 29/6 a 5/10 – 96 dias (chuva 159 mm)				
Ganho de peso em kg no período	-1,8	-6,7	-0,9	-6,1
Consumo de minerais (g/dia)	42,4	42,2	51,0	35,4
2ª chuva, 5/10 a 19/4 – 196 dias (chuva 1.377 mm)				
Ganho de peso em kg no período	95,6	94,0	97,5	95,4
Consumo de minerais (g/dia)	35,4	47,0	39,5	40,3
Total de ganho de peso (kg)	211,6	188,4	203,3	197,4
Ganho/dia (kg)	0,335	0,299	0,322	0,313

Nota: O experimento teve duração de aproximadamente 21 meses e os animais ganharam 310 g/cab./dia.

* Nos períodos de chuva, os animais de todos os tratamentos receberam mistura mineral completa. Nas épocas de seca houve variação, com exceção do Tratamento 1 (T1), que recebeu mistura mineral completa o ano inteiro.

SUPLEMENTAÇÃO COM MISTURAS MÚLTIPLAS NA ÉPOCA SECA

Há mais de vinte anos os órgãos de pesquisa brasileiros vêm recomendando o uso de uréia pecuária misturada ao sal mineral no período da seca. Com o passar dos anos, essas misturas evoluíram para sal mineral mais uréia mais milho moído ou similar e essas misturas vêm sendo chamadas pelos pecuaristas de "sal protéico" ou "sal proteinado". Atualmente, têm aparecido no mercado diversos tipos de uréia, entre eles, além da uréia pecuária comum, as uréias extrusadas com milho e sorgo (existem diversas marcas comerciais) e a uréia líquida de liberação lenta no rúmen, produzida com tecnologia importada. O uso desses produtos tem sido muito divulgado e tem contribuído para o aumento do uso dos sais proteinados no período seco pelos bovinos de corte, sendo mais restrito o uso dos sais protéicos pelo gado de leite.

O consumo dessas misturas múltiplas é variado. A uréia, por ser pouco palatável (amarga), é limitante de consumo. Assim sendo, misturas múltiplas com muito sal comum e muita uréia em geral têm consumo relativamente pequeno. As misturas múltiplas mais usadas

possuem de 15% a 25% de sal comum, de 5% a 15% de uréia pecuária, minerais e, aproximadamente, 50% de milho moído e farelos protéicos. Essas misturas têm apresentado consumo voluntário cerca de um grama por quilograma de peso vivo, mas apresentam grandes variações, dependendo da categoria animal, tipo de pastagem, fertilidade do solo e muitas vezes da qualidade da água, se é calcária, salobra ou doce. É comum a redução de consumo pelos bovinos de misturas protéicas no início das chuvas. Em algumas propriedades, o consumo chega a ser insignificante, provavelmente pelo aparecimento de brotos verdes, mudança na flora ruminal, baixo consumo de matéria seca ou mesmo estresse por causa da mudança de consumo de forragem seca para forragem verde e, muitas vezes ainda, em pequena quantidade. Nessas ocasiões, nota-se diarréia e perda de peso em alguns animais.

Entretanto, existem misturas múltiplas com mais de 30% de sal comum e muitas vezes 30% a 40% de uréia pecuária. São misturas que consomem cerca de meio grama por quilograma de peso vivo e apresentam também grandes variações na ingestão.

Paulino (1999) destaca que a importância do uso dos sais protéicos é suprir a deficiência de nitrogênio das bactérias do rúmen, fortalecendo a flora microbiana, aumentando a velocidade de digestão, melhorando o consumo de forrageiras de baixa qualidade e, em consequência, maior ingestão de nutrientes, revertendo a perda de peso para manutenção ou ganhos em torno de duzentos a trezentos gramas por dia, dependendo da disponibilidade e qualidade da forragem.

Os "saís protéicos" aumentam o consumo das forragens de baixa qualidade, enquanto as rações, de maneira geral, diminuem o consumo das forrageiras. Assim sendo, se na época da seca a pastagem tiver bastante massa, os "saís protéicos" poderão ser indicados, caso contrário é mais recomendado o uso de rações.

SAIS MINERAIS COM URÉIA

Embora tais produtos estejam sendo substituídos pelas misturas múltiplas, ainda é significativo o número de produtores que usam essas misturas no período seco, com concentração alta de uréia (20% a 30%), pouco fubá de milho (5% a 10%) e sal comum próximo a 20%.

Muitos pecuaristas usam este tipo de mistura para vacas prenhas, paridas e animais de recria, porque o consumo é baixo e fica economicamente mais barato. É comum fornecerem "sal protético", para os bois de engorda, e minerais com uréia, para as demais categorias; porém nota-se que, na época seca, a cada ano aumenta o consumo dos saís protéicos e diminui o uso de misturas minerais com uréia e misturas tradicionais.

O consumo das misturas de minerais com uréia gira em torno de cem a duzentos gramas por vaca ao dia, geralmente têm equivalente protético variando de 50% a 90%. Esses produtos, embora de consumo baixo, exigem manejo cuidadoso na adaptação e no fornecimento aos animais. Quando não são observados esses cuidados é comum a ocorrência de intoxicação seguida de morte de animais.

Com o aparecimento no mercado de uréia extrusada (fubá de milho, uréia e enxofre aquecidos com vapor), recomendada por Teixeira & Santos (1992), como sendo menos tóxica do que a uréia pecuária, tem aumentado o uso desses produtos com as misturas minerais, algumas vezes feitos na própria fazenda.

A maioria das empresas produtoras de sal mineral reduziu o uso de uréia pecuária comum e passou a usar a uréia extrusada (amiréia) nas misturas minerais e nos saís protéicos, embora sejam poucos os trabalhos científicos feitos no Brasil sobre a eficiência nutricional do referido produto.

CAMA DE FRANGO NA SECA

Vários produtores vêm usando cama de frango como fonte protética na época seca do ano. Existem produtores que misturam com milho, sorgo, milheto e fornecem aos animais. Estes animais demoram alguns dias para se acostumarem com o sabor, existindo casos de fornecimento de apenas cama de frango e mistura mineral. Thiago & Silva (2000) sugerem misturas nas seguintes proporções: cama de frango – 80% a 90%, farelo de soja ou algodão

– 5% a 10%, e milho triturado, sorgo, farelo de trigo ou de arroz – 5% a 10%. Os autores chamam a atenção para que a cama seja bem tratada, isto é, amontoada por duas semanas, com umidade entre 12% e 25% e temperatura entre 60°C e 70°C. Essa cama, quando bem palatabilizada, permite consumo pelos animais na época seca de um a três quilos ao dia.

Paulino et al. (1993a) mostram os dados da suplementação de novilhos mestiços com peso vivo médio de 320 quilos em pastagem de capim-colonião. Foi usada uma mistura que continha 30% de cama de frango, 4% de mistura mineral, 1% de gesso, 10% de farinha de carne, 10% de farelo de algodão, 10% de farelo de trigo, 1,5% de uréia e 33,5% de rolão de milho. Os animais consumiram em média 1,910 quilo dessa mistura, no período da seca e ganharam em média 352 gramas por cabeça ao dia. Na época das águas, o consumo das misturas com cama de frango é muito reduzido. Se os cochos não forem cobertos, quando chove e molha a mistura, o consumo fica ainda menor.

Recomenda-se a vacinação dos bovinos com vacina polivalente contra clostridiose, inclusive botulismo, duas a três semanas antes do início da suplementação com cama de frango.

SUPLEMENTAÇÃO COM MISTURAS MINERAIS NA ÉPOCA DAS ÁGUAS

Com a chegada da primavera (final de setembro), inicia-se a estação chuvosa nos trópicos. Os dias ficam mais longos, aumenta a disponibilidade de luz e as forrageiras tropicais iniciam o processo de vegetação, que pode ser entendido como síntese de nutrientes.

Com a abundância da produção de forragem, aumenta a importância da suplementação mineral para os bovinos de corte. É nesta época que os bovinos mais se desenvolvem, crescem, ganham peso e se reproduzem. Portanto, é quando mais necessitam de uma boa suplementação mineral.

No Brasil, em especial no Centro-Oeste, a suplementação mineral na época das águas é geralmente negligenciada ou considerada pouco importante por muitos produtores. Isto é demonstrado pela venda de suplementos minerais. Na época da seca, os criadores fazem uma boa suplementação mineral, mas na época das águas a venda de suplementos minerais é reduzida em torno de 30% a 40%. Essa redução na demanda é, provavelmente, por causa de o produto não ser colocado no cocho à disposição dos animais. Muitas vezes o criador vê a pastagem verde, o gado em bom estado, imagina que não há tanta necessidade de suplementação mineral, entretanto, pode-se afirmar que a suplementação mineral é mais lucrativa na época das águas do que na época da seca (Costa et al., 1982). O criador precisa pelo menos fazer a suplementação da época das águas, semelhante a que ele já faz na época da seca.

Não é recomendável deixar de suplementar vacas de cria na época da seca, pois é nesta época que elas estão prenhas ou paridas e sua necessidade nutricional é muito alta. Mesmo os animais jovens, quando em pastagem de braquiária (muitas vezes degradadas), se não forem suplementados ficam muito sujeitos a doenças, pela queda de resistência em função das deficiências subclínicas, aumentando as despesas com medicamentos e mão-de-obra, além da redução do valor de revenda. Embora existam muitas afirmações quanto a esta prática, os criadores não têm aceitado e cada vez mais suplementam seus rebanhos na época seca. O maior erro dos produtores é reduzir a suplementação no período chuvoso.

SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA NA ÉPOCA DAS ÁGUAS

A suplementação com misturas energéticas no período das águas visa reduzir a idade de abate dos novilhos para algo próximo de 22 a 28 meses. Paulino (1998) recomenda suplementação que permita ganhos entre 800 gramas e 1.000 gramas ao dia durante o período das águas, bem como ganhos entre 500 gramas e 600 gramas ao dia na primeira seca, associados a ganhos superiores a 700 gramas durante o final das águas e durante a segunda seca.

O trabalho de Paulino et al. (1993b) recomenda suplementação sem controle de consumo, fornecidos diariamente, procurando-se fazer com que o consumo do suplemento não coincida com os períodos em que o pastejo ocorre mais intensamente. Os autores citam

consumo de 0,8% a 1% do peso vivo do animal. Os suplementos fornecidos suprem as exigências de minerais, 80% a 100% de proteína e apenas 50% a 60% de fósforo e com adição de monensina. Os níveis de energia acima de 30% do consumo total de matéria seca aceleram o processo de substituição da forrageira pelo suplemento (Thiago, 1999).

Nota-se que enquanto as instituições de pesquisa trabalham com suplementação na base de até 3 quilos de suplemento por animal ao dia, a iniciativa privada vende produtos para os criadores fornecerem um grama por quilo de peso vivo, sendo que grande parte dos pecuaristas considera esse consumo muito elevado.

Para o acabamento de novilhos na época das águas em pastagem de braquiária, torna-se necessário o fornecimento de mistura mineral de boa qualidade para garantir ganho de peso da ordem de 500 gramas a 600 gramas por dia, sabendo-se que, essas pastagens são, em geral, pobres em fósforo, zinco, cobre, sódio e cobalto, principalmente, podendo limitar o ganho de peso.

A suplementação energética para animais em pastejo provoca efeito de substituição de forragem e também efeito de adição em relação ao consumo total de matéria seca (Haddad & Castro, 2000). Euclides et al. (1997) mostram que o efeito aditivo pode ser medido pelo aumento no ganho de peso e o substitutivo pela redução no consumo de forragem. Esses efeitos citados são determinados, principalmente, pela qualidade da forragem. Quando ela é de baixa qualidade o consumo é baixo, não sendo reduzido significativamente quando o suplemento energético é fornecido, porque o consumo já é baixo. Nesse caso, tem-se o efeito aditivo. Se a forrageira é de alta qualidade, o fornecimento de suplemento energético reduzirá a ingestão de forragem, isto é, ter-se-á o efeito substitutivo.

A quantidade de suplemento energético, comumente usado pelos criadores, varia entre um a dois gramas por quilo de peso vivo. Nessas quantidades, por ser pouco suplemento oferecido aos animais, não oferece risco significativo de decréscimo no consumo de forragem (S. Thiago, 1999). O suplemento energético ou mistura múltipla energética e protéica mais usado contém todos os macro e microelementos, cerca de 10% a 12% de proteína verdadeira (não contém uréia), aproximadamente 50% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e entre 15% e 25% de sal comum. Essas misturas são de consumo auto-reguláveis, podendo ser fornecidas à vontade em cochos de preferência cobertos. Com tais proporções de sal comum, o consumo poderá variar entre um e dois gramas por quilo de peso vivo.

Embora as instituições de pesquisa ainda estejam estudando vários parâmetros da suplementação energética no período das águas, a iniciativa privada fornece aos pecuaristas esse tipo de suplemento há vários anos e a cada ano aumenta o número de criadores que passam a suplementar, principalmente os bois na fase de engorda no período chuvoso. O objetivo dessa suplementação é acelerar o ganho de peso dos novilhos em terminação no período das águas, para reduzir as necessidades de ganho no período seco.

Os pecuaristas fazem diferença entre sal energético e ração energética. O sal energético é quando o consumo é auto-regulável e gira em torno de um a dois gramas por quilo de peso vivo, e ração é quando o fornecimento é diário e tem consumo entre 1 quilo e 4 quilos por dia. Algumas empresas produzem as chamadas rações ou suplementos energéticos para as águas, sendo mais comum produtos de fornecimento diário, com consumo entre 1 quilo e 1,5 quilo, porém existem alguns para fornecer até mais de 3 quilos por dia. Grande parte dessas rações possuem probióticos, ionóforos, vitaminas, óleo vegetal (resíduo), amido, macro e microelementos e muitas vezes minerais quelatados.

ANIMAIS COM ESTRESSE E MINERAIS QUELATADOS

Encarnação (1997), citando Hans Salye, define estresse como "o estado do organismo que após a ação de agentes ambientais de qualquer tipo, apresenta uma série de reações não específicas de adaptação". Entre as reações dos animais com estresse nota-se hiperatividade do córtex da glândula adrenal ou supra-renal, com aumento significativo da secreção de hormônios, especialmente os glicocorticoides. Entre estes destaca-se a hidrocortisona, também chamada de cortisol.

Altos níveis de cortisol no sangue provocam degradação de tecidos musculares e gordurosos, assim como inibição da síntese desses tecidos, causando perda de peso e

redução no crescimento. Além desses importantes efeitos no metabolismo das proteínas e dos carboidratos, níveis altos de cortisol no sangue reduzem a capacidade de defesa do organismo contra doenças e infecções (Encarnação et al., 1997 e Raug & Dale, 1993).

Chang & Mowat (1992) mostram a importância do cromo quelatado fornecido a bezerros após serem transportados em caminhão durante dezoito horas. A seguir foi dado um descanso de dez horas, com água e feno. Após esse descanso, os bezerros foram transportados por mais vinte e seis horas, quando chegaram ao destino. Bovinos quando viajam em caminhões boiadeiros ficam seriamente estressados. Os autores trataram os bezerros estressados com oxitetraciclina e cromo quelatado e os resultados encontram-se na Tabela 3. Nota-se baixo consumo de matéria seca na primeira semana, especialmente no grupo controle. Os animais que receberam antibiótico aumentaram o consumo de matéria seca no tratamento com cromo, e cromo sem antibiótico teve o mesmo efeito. O consumo de matéria seca foi igualado em todos os tratamentos com quatro semanas, sugerindo que a duração do estresse é de, aproximadamente, vinte e oito dias.

TABELA 3. Comportamento de bezerros desmamados e transportados em caminhões boiadeiros durante os primeiros 28 dias após a desmama.

	Sem oxitetraciclina		Com oxitetraciclina	
	Sem cromo	Com cromo	Sem cromo	Com cromo
Número de bezerros	27	27	27	27
Peso vivo (kg)				
Inicial	243,7	247,9	245,6	242,7
Final	260,7	270,4	267,8	265,0
Ganho/dia (g)	0,61	0,79	0,79	0,80
Consumo de matéria seca (kg/dia)				
Primeira semana	2,93	3,27	3,63	3,40
Segunda semana	4,96	5,27	5,91	5,40
Terceira semana	5,78	6,16	6,85	6,67
Quarta semana	6,33	6,35	6,50	6,26
Média de consumo	4,79	5,05	5,51	5,23
Conversão alimentar (kg de matéria seca consumida/kg de ganho)				
C.A.	7,85	6,39	6,97	6,54
Animais doentes	28	24	12,5	15,4

Fonte: Chang & Mowat (1992)

Assim sendo, pode-se afirmar que as alterações ambientais, como desmama, transporte em caminhões, calor, frio, fome, infecções, descorna, confinamento e outras condições semelhantes, podem causar estresse. Bovinos com estresse aumentam a excreção de cromo, zinco e cobre pela urina (Orr et al., 1990). Entretanto, a suplementação com cromo quelatado protege ratos estressados das perdas pela urina de zinco, cobre, ferro e manganês. Os autores mostram ainda que o cromo quelatado foi capaz de reduzir o cortisol de 89,38 mmol/litro para 64,38 mmol/litro no sangue de novilhos recebendo ração de milho com uréia (Chang & Mowat, 1992).

Verificou-se que pode ser reduzido, de maneira significativa, o estresse dos bovinos com suplementação de minerais quelatados, tais como cromo, zinco, cobre e antibiótico. É importante acrescentar que o estresse termina com, aproximadamente, vinte e oito dias, e o tratamento, após esse período, apresenta resultados pouco expressivos.

No Brasil, o prejuízo causado pelo estresse nos bovinos, com transporte, desmama, descorna, confinamento, castração, manejo do gado no curral, fraturas, infecções, fome, geadas e outros fatores estressantes, é seguramente significativo. Por causa da importância econômica do estresse na pecuária, torna-se necessário trabalho de pesquisa em condições brasileiras para reduzir os prejuízos dos pecuaristas.

LITERATURA

- CHANG, X.; MOWAT, D.N. Supplemental chromium for stressed and growing Feeder Calves. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.70, p.559, 1992.
- COSTA, F.P.; SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M. da; EUCLIDES, V.P.B. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.1, n.7, p.1083, jul. 1982.
- ENCARNAÇÃO, R. de O. *Estresse e produção animal*. 3. Reimpr. Campo Grande : EMBRAPA-CNPB, 1997. 32p. (EMBRAPA-CNPB. Documentos, 34).
- ENCARNAÇÃO, R. de O.; THIAGO, L.R. de S.; VALLE, E.R. do. *Estresse à desmama em bovinos de corte*. 1. Reimpr. Campo Grande : EMBRAPA-CNPB, 1997. 47p. (EMBRAPA-CNPB. Documentos, 62).
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K., ARRUDA, Z.J. de. *Alternativa de suplementação para redução da idade de abate de bovinos em pastagem de Brachiaria decumbens*. Campo Grande : EMBRAPA-CNPB, 1997. 14p. (EMBRAPA-CNPB. Circular Técnica, 25).
- HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Misturas múltiplas para alimentação de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Goiânia. *Anais...* Goiânia : CBNA. 2000.
- ORR, C.L.; HUTCHESON, D.P.; GRAINGER, R.B.; CUMMINS, J.M.; MOCK, R.E. Serum copper, zinc, calcium and phosphorus concentrations of calves stressed by bovine respiratory disease and infections bovine rhinotracheitis, *Journal of Animal Science*, Champaign, v.68, p.2893, 1990.
- PAULINO, M.F.; RUAS, J.R.M.; LEITE, R.D.A. Efeito de diferentes níveis de uréia sobre o desenvolvimento de novilhos mestiços em pastoreio. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Niterói : SBZ, 1993a. p.538.
- PAULINO, M.F.; LEITE, R.D.A.; RUAS, J.R.M. Efeito de diferentes níveis de monensina sobre o desenvolvimento de novilhas zebuínas em pastoreio. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Niterói : SBZ, 1993b. p.534.
- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia. Viçosa, Novembro, 1998.
- PAULINO, M.F. Estratégia de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Goiânia. *Anais...* Goiânia : CBNA. 1999. p.95-104.
- RAUG, H.P.; DALE, M.M. Farmacologia. 2.ed., Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1993. 595 p.
- ROSA, I.V.; MORAES, S. da S.; NICODEMO, M.L.F. Efeito da restrição mineral no período seco sobre o desempenho de bovinos em crescimento. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Niterói : SBZ, 1993a. p.433.
- ROSA, I.V.; REIS, R.A.T.; NICODEMO, M.L.F. Restrição mineral no período seco e desenvolvimento de bovinos de recria. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Niterói : SBZ, 1993b. p.429.
- TEIXEIRA, J.C.; SANTOS, R.M. dos. Aproveitamento do macho leiteiro utilizando dietas a base de Amíreia 45S. ESAL, Coordenadoria de Extensão, Circular Ano 1, n.3, Lavras, 1992, 7 p.
- THIAGO, L.R.L. de S. Suplementação de bovinos em pastejo: aspectos práticos para o seu uso na manutenção ou ganho de peso. Embrapa Gado de Corte. <http://www.cnpgc.embrapa.br>, Out. 1999.
- THIAGO, L.R.L. de S.; SILVA, J.M. da. Suplementação de bovinos em pastejo. In: CURSO SUPLEMENTAÇÃO EM PASTO E CONFINAMENTO DE BOVINOS, 2000, Campo Grande, Embrapa Gado de Corte, 2000. p.47-57. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 86).

CÁLCULO DE MISTURAS MINERAIS PARA BOVINOS

Maria Luiza Franceschi Nicodemo¹

As misturas minerais propiciam a correção de desequilíbrios e deficiências de elementos minerais na dieta. Para a formulação de misturas minerais adequadas, é necessário conhecer as exigências nutricionais da categoria suplementada, estimar a quantidade e qualidade do alimento ingerido/dia e conhecer a composição das fontes de minerais e sua disponibilidade biológica.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

As exigências nutricionais (Tabela 1) podem ser calculadas pelo método fatorial (Agricultural Research Council - ARC, 1980), no qual os requisitos líquidos (do tecido) são calculados a partir de estimativas de armazenamento do elemento nos tecidos e secreção no leite durante o crescimento, gestação e lactação, somados às perdas endógenas. Esse total é corrigido pela eficiência de absorção, que representa a estimativa de quanto do elemento presente na dieta é absorvido.

TABELA 1. Requisitos nutricionais de bovinos de corte.

Mineral	Unidade	Crescimento e terminação	Novilhas e vacas**		Níveis máximos
			Gestação	Lactação	
Cálcio	%	Variável*	0,24-0,35	0,23	-
Cloro	%	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	-	-	-	1.000
Cobalto	mg/kg	0,1	0,1	0,1	10
Cobre	mg/kg	10	10	10	100
Iodo	mg/kg	0,5	0,5	0,5	50
Ferro	mg/kg	50	50	50	1.000
Magnésio	%	0,10	0,12	0,20	0,40
Manganês	mg/kg	20	40	40	1.000
Molibdênio	mg/kg	-	-	-	5
Níquel	mg/kg	-	-	-	50
Fósforo	%	Variável*	0,14-0,20	0,16	-
Potássio	%	0,6	0,6	0,7	3
Selênio	mg/kg	0,1	0,1	0,1	2
Sódio	%	0,06-0,08	0,06-0,08	0,10	9***
Enxofre	%	0,15	0,15	0,15	0,40
Zinco	mg/kg	30	30	30	500

Fonte: NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1996), adaptada.

*Tabela 2

** Cálculo: vaca nelore adulta = 450 kg; produção leiteira máxima = 4 kg; bezerro = 30 kg.

***NRC (1980).

As categorias animais mais exigentes são fêmeas em produção (novilhas>vacas) e animais jovens com altas taxas de ganho de peso. Os requisitos nutricionais de cálcio e fósforo variam muito em função da idade e produção (Tabela 2).

¹ Zoot., Ph.D., CRMV-MS Nº 100-Z, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

TABELA 2. Requisitos de cálcio e fósforo para recria e engorda.

Ganho de peso	0,2 kg/dia		1 kg/dia	
Peso vivo, kg	200	400	200	400
Ca, g/dia*	11,80	16,50	32,40	30,30
(% na matéria seca)	(0,30)	(0,21)	(0,65)	(0,30)
P, g/dia*	7	11,10	15,30	16,70
(% na matéria seca)	(0,18)	(0,14)	(0,31)	(0,17)
Consumo de matéria seca, kg/dia	4	8	5	10

* NRC (1996).

Como a taxa de crescimento ósseo é maior nos animais jovens, um animal mais maduro requer relativamente menos Ca e P para cada kg de ganho: um novilho de 400 kg deposita 7,3 g de P e 18 g de Ca/kg ganho, enquanto um animal de 200 kg deposita 10,6 g de P e 26,2 g de Ca em cada kg de ganho, ou seja, cerca de 30% a mais. Quanto maior o nível de produção, maiores são as exigências. Assim, um novilho de 200 kg de peso vivo, ganhando 0,20 kg/dia, precisa de cerca de 7 g/dia de fósforo, enquanto aquele ganhando 1 kg/dia precisa de 15,3 g/dia, o dobro.

CONSUMO DE ALIMENTO

O consumo de matéria seca é uma informação difícil de ser obtida para animais em pastejo. Muitos fatores podem afetar a ingestão de forragem, entre eles tamanho corporal, produção de leite, condição corporal, qualidade e disponibilidade de forragem, quantidade e tipo de suplemento e fatores ambientais (Rasby et al., 1995). Estimativas de consumo médio das forrageiras podem ser obtidas com o uso de equações baseadas nas relações existentes entre peso corporal, qualidade da forragem e ingestão de matéria seca (Tabela 3). Esses valores servem de orientação quanto à faixa de consumo.

TABELA 3. Estimativa do consumo da matéria seca da forragem.

Qualidade da forragem	Tipo de animal	Consumo de matéria seca
Baixa	Vaca seca, novilho	1,5 % do peso vivo
	Vaca lactante	2 % do peso vivo
Boa	Vaca seca, novilho	2 % do peso vivo
	Vaca lactante	2,3 % do peso vivo
Excelente	Vaca seca, novilho	2,5 % do peso vivo
	Vaca lactante	2,7 % do peso vivo

Fonte: Rasby et al. (1995).

Quando os animais são suplementados em campo, pequenas quantidades de suplemento (< 0,2% do peso vivo) em geral podem ser somadas ao consumo de forrageira; o efeito de substituição pode ocorrer quando maior quantidade de concentrado é fornecida (0,3 a 1,0% do peso vivo). Neste caso, pode-se considerar que para cada 250 g de matéria seca suplementada, o animal deixe de comer 300 g de matéria seca da forragem (Herd, s.d.).

A contribuição da água para o atendimento dos requisitos nutricionais é modesta. Entretanto, em algumas situações, a água pode fornecer níveis significativos de minerais como ferro, sódio e cálcio (Virgens et al., 1983; Nicodemo, 1988), o que devem ser levados em consideração nos cálculos das misturas minerais. A ingestão de águas das lagoas salinas no Pantanal de Nhecolândia é parcialmente responsável pelo baixo consumo de misturas minerais naquela região (Brum & Sousa, 1985). O controle cuidadoso da quantidade de cloreto de sódio na mistura mineral, associado ao uso de palatabilizantes (melaço, farelo de algodão etc.), pode ser necessário para contornar o problema (McDowell, 1985).

A ingestão de solo pode contribuir para a ingestão significativa de alguns elementos, como o ferro e alumínio, especialmente em condições em que a quantidade de matéria seca disponível é baixa.

DEFICIÊNCIAS MINERAIS DE BOVINOS EM PASTEJO NO BRASIL CENTRAL

A composição da forrageira pode variar em função de fertilidade do solo, temperatura, umidade, espécie, grau de maturidade, interação solo-planta etc. Devido ao pastejo seletivo dos bovinos, a qualidade do alimento ingerido é, em geral, superior à média disponível no pasto. Os minerais mais deficientes na região dos Cerrados do Brasil Central são: P, Na, Cu, Co e Zn. Existem também indicações de deficiência de selênio, iodo e enxofre. Deficiências de Fe, K, Mg e Mn não têm sido observadas (Tokarnia et al., 1988; Lopes et al., 1997). Níveis de cálcio são considerados adequados nas forrageiras. No Pantanal, existem indicações de deficiência de cálcio, fósforo e de magnésio nas sub-regiões de Nhecolândia (Pott et al., 1987) e Paiaguás (Brum et al., 1987a), estando também zinco e cobre em concentrações consideradas deficientes (Brum et al., 1987b; Pott et al., 1989).

FONTES DE ELEMENTOS MINERAIS

As principais fontes de elementos minerais e sua composição média são listados no Anexo 1. O valor biológico das diversas fontes de minerais varia em função da concentração do elemento de interesse, disponibilidade biológica, palatabilidade, presença de elementos tóxicos ou contaminantes etc.

Biodisponibilidade

O conteúdo total de um determinado elemento na fonte precisa ser qualificado por um fator que indique a disponibilidade biológica. O elemento precisa passar pelos processos de digestão, absorção e transporte até ficar disponível para exercer suas funções. A biodisponibilidade pode ser considerada como uma medida da habilidade de um determinado suplemento suportar os processos fisiológicos do animal (McGillivray, 1978). Valores médios (relativos) para a biodisponibilidade das principais fontes são dados no Anexo 1.

Palatabilidade

Misturas minerais contendo 30% ou mais de sal comum são bem consumidas. Farinha de ossos autoclavada, de boa qualidade, é considerada muito palatável, embora seja menos estável que fosfatos inorgânicos. A utilização de farinha de osso autoclavada está, no momento, proibida no Brasil.

Contaminantes

Minerais presentes na rocha que deu origem ao fosfato podem aparecer como contaminantes. O alumínio e o ferro, por exemplo, podem complexar o fósforo, reduzindo sua disponibilidade biológica (Ammerman et al., 1957; International Minerals and Chemical Corporation - IMCC, 1982). As rochas fosfáticas brasileiras apresentam níveis baixos de flúor e metais pesados (Ballio, 1986, citado por Lopes, 1996). Em estudo recente (Lopes et al., 1996), as concentrações de chumbo foram 3,82 mg/kg e 2,55 mg/kg no fosfato bicálcico e superfosfato triplo (obtido a partir do fosfato de Tapira), respectivamente. As concentrações de cádmio nos fosfatos testados ficaram abaixo do limite de detecção (0,1 mg/kg). Bovinos recebendo misturas minerais contendo 70 g de P/kg na forma de fosfato bicálcico ou superfosfato triplo durante cerca de dois anos apresentavam níveis aceitáveis de arsênico, cádmio, mercúrio e chumbo na carne, fígado e rim.

A questão do flúor

A legislação em vigor (Portaria MAA-SRD nº 06 de 4 de fevereiro de 2000) proíbe a comercialização de misturas minerais com flúor acima de 2.000 ppm (mg/kg). Os mais importantes minerais que contêm flúor são fluorita, fluorapatita e fosfato de rocha sedimentar. Flúor também está presente em menor quantidade em compostos de cálcio, como a calcita e aragonita (NRC, 1974). A concentração de flúor nos fosfatos alimentares depende em grande parte da origem e processamento. Exemplos da concentração média de flúor em alguns compostos estão na Tabela 4.

TABELA 4. Concentração média de flúor em alguns fosfatos e no gesso.

Fonte	% F	P/F
Fosfato bicálcico	0,08	225
Fosfato monoamônico (alimentar)	0,21	114
Fosfato monoamônico (fertilizante)	Até 1	23,5
Superfosfato triplo (fertilizante)	0,57	36
Sulfato de cálcio (gesso)	0,6-1	-

Os efeitos tóxicos do flúor têm caráter acumulativo e dependem da quantidade ingerida, duração e continuidade da ingestão, solubilidade da fonte de flúor, espécie animal, idade, nutrição e presença de antagonistas. Como fósforo e flúor participam da mesma molécula de apatita, as disponibilidades biológicas de ambos estão interligadas. Níveis máximos toleráveis na dieta de bovinos variam de 40 ppm para novilhas a 100 ppm para bovinos em terminação (NRC, 1974).

QUANTO SUPLEMENTAR?

As exigências nutricionais devem ser atendidas pela ingestão de forragem, água, solo e suplementos. Assim, busca-se fornecer na mistura mineral aqueles nutrientes inorgânicos presentes em quantidades inadequadas no resto da dieta, corrigindo também desequilíbrios, quando for o caso.

A deficiência de sódio é generalizada, e a mistura mineral em geral busca atender a 100% dos requisitos nutricionais deste elemento. Os animais apresentam apetite específico por sal comum, que é utilizado como veículo para a ingestão de outros minerais. Misturas contendo pelo menos 30% a 40% de sal comum são bem consumidas (McDowell, 1985). Os requisitos de sal comum para um bovino adulto estão ao redor de 27 g/cabeça/dia, mas a ingestão voluntária com freqüência excede as exigências mínimas. O sal comum não é um regulador preciso da ingestão, e alguns animais toleram mais sal que outros. Podem ser necessários alguns ajustes para obtenção do consumo apropriado da mistura, pela elevação do teor de NaCl, ou inclusão de palatabilizantes. O sal comum também tem sido utilizado para limitar o consumo de alimentos muito palatáveis, como grãos e suplementos. Nestas circunstâncias, a ingestão voluntária diária vai ser de cerca de 100 g NaCl/100 kg de peso vivo para a maioria das categorias do rebanho (Rich & Gill, 1996). Bovinos podem tolerar uma alta concentração de sal na dieta desde que tenham água de boa qualidade à disposição. Níveis tóxicos de sal comum na dieta de bovinos situa-se por volta de 9% (NRC, 1980).

No caso de macroelementos, é possível estimar a ingestão por meio da dieta e ajustar quanto deve ser suplementado via mistura mineral. Como regra geral, aconselha-se suplementar de 50% a 150% dos requisitos dos microelementos reconhecidamente deficientes na região. Alguns autores acreditam que a suplementação de pelo menos 25% a 50 % dos requisitos nutricionais seriam adequados na ausência de informações mais precisas (Houser et al., 1976).

EXEMPLO DO CÁLCULO DA MISTURA MINERAL

Considerando-se um rebanho de vacas de cria, em pastagens de capim *Brachiaria brizantha* na região dos Cerrados, solos de baixa fertilidade:

Peso vivo adulto: 450 kg

Consumo de matéria seca: 2% do peso vivo → 9 kg de matéria seca/dia.

Concentração média (na estação chuvosa) de Ca = 0,28% e P = 0,11% na matéria seca da forragem.

Requisitos nutricionais médios para Ca = 23 g/dia e P = 15 g/dia (NRC, 1996).

TABELA 5. Quantidades estimadas de Ca e P (g/dia) fornecidas pela forrageira.

Discriminação	Ca	P
Forragem	25,2	9,9
Requisitos	23	15
Diferença	+ 2,2	-5,1

A mistura mineral deve suplementar cerca de 5 g de P/dia (Tabela 5), estando Ca adequado.

Considerando a possível deficiência de Cu, Zn, Co, I, Se e Na nessas condições, estes elementos serão também suplementados. Os requisitos nutricionais desses elementos encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6. Nível de suplementação de nutrientes por meio da mistura mineral.

Elemento	Nível suplementado	Cálculo	Ingestão do elemento/dia
Fósforo	-	-	5 g
Sódio	0,1%	(0,1 x 9)/100	9 g
Cobalto	0,1 mg/kg	(0,1 x 9)	0,9 mg
Cobre	10 mg/kg	(10 x 9)	90 mg
Iodo	0,5 mg/kg	(0,5 x 9)	4,5 mg
Selênio	0,1 mg/kg	(0,1 x 9)	0,9 mg
Zinco	40 mg/kg	(40 x 9)	360 mg

Para calcular a quantidade do elemento na dieta do animal, considere que a vaca ingere 9 kg de matéria seca/dia. Usando regra de três:

$$0,1 \text{ kg de sódio} \rightarrow 100 \text{ kg de matéria seca}$$

$$A \text{ kg de sódio} \rightarrow 9 \text{ kg de matéria seca da dieta}$$

$$A = (9 \times 0,1)/100 = 0,009 \text{ kg, ou } 9 \text{ g de sódio/dia}$$

E no caso dos requisitos estarem expressos como mg/kg de matéria seca (ppm), o cálculo é o que segue:

$$0,1 \text{ mg de cobalto} \rightarrow 1 \text{ kg de matéria seca}$$

$$B \text{ mg de cobalto} \rightarrow 9 \text{ kg de matéria seca da dieta}$$

$$B = (9 \times 0,1) / 1 = 0,9 \text{ mg de cobalto/dia}$$

A Tabela 6 mostra os cálculos das quantidades a serem suplementadas para os demais elementos minerais.

A quantidade da fonte de minerais que deve ser suplementada é calculada usando a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times \text{ingestão desejada do elemento (g/dia)}}{\text{porcentagem do elemento na fonte}}$$

Por exemplo,

$$\text{Fosfato bicálcico} = 18\% \text{ P};$$

$$\text{Ingestão desejada} = 5 \text{ g/dia};$$

$$\text{Cálculo} = (100 \times 5)/18 = 27,778 \text{ g/dia}$$

A Tabela 7 mostra este cálculo para todos os elementos suplementados e a composição final da mistura mineral (kg da fonte de mineral/100 kg mistura mineral, ou %).

TABELA 7. Cálculo e composição final da mistura mineral usada como exemplo.*

Elemento	Fonte	% do elemento	Cálculo	Fonte, g/dia	kg da fonte/100 kg
Fósforo	Fosfato bicálcico	18	(100 x 5)/18	27,778 g	51,415
Sódio	Cloreto de sódio	37	(100 x 9)/37	24,324 g	45,022
Cobalto	Sulfato de cobalto	24	(100 x 0,9)/24	0,004 g	0,007
Cobre	Sulfato de cobre	26	(100 x 90)/26	0,346 g	0,640
Iodo	Iodato de potássio	59	(100 x 4,5)/59	0,008 g	0,015
Selênio	Selenito de sódio	45	(100 x 0,9)/45	0,002 g	0,004
Zinco	Sulfato de zinco	23	(100 x 360)/23	1,565 g	2,897
Total				54,027 g	100

* Estima-se que uma vaca seca, adulta, deva consumir cerca de 54 g/dia da mistura.

Cálculo da composição final:

(Ingestão da fonte, g/dia x 100) / consumo diário da mistura, g

Dessa forma, a participação do fosfato bicálcico em 100 kg de mistura mineral: $(27,778 \times 100)/54,027 = 51,415$ kg, e assim por diante.

A relação Ca:P está adequada?

É importante lembrar que bovinos apresentam uma grande tolerância à ingestão de cálcio em excesso às suas necessidades, desde que os requisitos de P estejam atendidos (Technical Committee on Responses to Nutrients - TCORN, 1991). Relações Ca:P acima de 8:1 podem comprometer o desempenho. Não há relatos de deficiência de cálcio em bovinos mantidos em pastagens da região dos Cerrados, estando os níveis de Ca nas forrageiras geralmente adequados.

Algumas forrageiras tropicais podem apresentar níveis altos de oxalato (>1,0%) e baixa razão Ca/oxalato (<0,3) (Nunes et al., 1990), mas bovinos têm a capacidade de degradar oxalatos no rúmen. Níveis altos de oxalato podem reduzir a biodisponibilidade do cálcio da forrageira em cerca de 20% (Blaney et al., 1982). Intoxicação por oxalato foi descrita em vacas lactantes, subalimentadas, pastejando setária (Schenk et al., 1982). Alguns nutricionistas preferem suplementar Ca quando o fosfato não fornece este elemento (como o fosfato monoamônico), mantendo uma relação na mistura de 1:1, que é o nível mínimo de Ca:P aceito nas misturas minerais pela legislação em vigor.

CONSUMO DAS MISTURAS MINERAIS

Muitos fatores afetam a ingestão da mistura mineral, entre eles a fertilidade do solo, tipo de forragem consumida, disponibilidade de suplementos protéico-energéticos, variação individual, salinidade da água, palatabilidade da mistura mineral, disponibilidade do suplemento em boas condições físicas e forma física da mistura mineral. Esses fatores foram revisados por Pamp et al. (1976), Rosa (1985) e McDowell (1985), entre outros.

Recomenda-se a avaliação periódica do consumo de misturas minerais, de forma que ajustes possam ser feitos para garantir ingestão apropriada do suplemento. Animais deficientes tendem a ingerir uma quantidade exagerada de mistura mineral durante o período inicial de suplementação. É aconselhável esperar cerca de duas semanas antes de serem tomadas medidas para controle do consumo. Como foi comentado, as concentrações de sal no suplemento e na dieta são importantes na regulação da ingestão da mistura mineral. A inclusão de 5% a 15% de melaço, grãos e farelos encoraja o consumo. Processos visando à redução de poeira também podem contribuir para melhorar o consumo das misturas minerais (Herd, s.d.).

Recomenda-se muito cuidado com os suplementos protéico e/ou energéticos utilizando sal como regulador do consumo. Sal comum, e moído grosseiramente, deve ser utilizado com

essa finalidade. Quando é necessária a inclusão de microelementos no suplemento, garantir que a ingestão dos mesmos se dê nos níveis recomendados, evitando o consumo excessivo que possa provocar desequilíbrios e intoxicações (Rich & Gill, 1996).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, England). *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- AMMERMAN, C.B.; FORBES, R.M.; GARRIGUS, V.S.; NEWMAN, A.L.; NORTON, H.W.; HATFIELD, E.E. Ruminant utilization of inorganic phosphates. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.16, n.4, p.796-810, 1957.
- BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; HEAD, T.A. The effects of oxalate in tropical grasses on calcium, phosphorus and magnesium availability to cattle. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.99, n.3, p.533-539, 1982.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C. Níveis de nutrientes minerais em lagoas ("Baías" e "Salinas") no pantanal sul-matogrossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.12, p.1451-1454, 1985.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C.; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, I.L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no pantanal mato-grossense. I. Cálcio, fósforo e magnésio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.9/10, p.1039-1048, 1987a.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C.; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, I.L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no pantanal mato-grossense. II. Cobre, zinco e ferro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.9/10, p.1049-1060, 1987b.
- HERD, D.B. Mineral supplementation of beef cows in Texas. Disponível: site HyperNet Business Web Page (s/d). <http://zeta.hpsc.com/~sharonw/Ranching>. Consultado em 12/11/1997.
- HOUSER, R.H.; McDOWELL, L.R.; FICK, K.R.; VALLE, L. Avaliação de suplementos minerais para ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, 1976. *Anais...* Belo Horizonte, UFMG, Escola de Veterinária, 1976. p.181-192.
- INTERNATIONAL MINERALS AND CHEMICAL CORPORATION. *Calcium and phosphorus in animal nutrition*. [S.I.], 1982. 55p.
- LOPES, H.O.S.; PEREIRA, E.A.; SOARES, W.V.; PEREIRA, G.; COSTA, M.F. V. da; SANCHES, R.L.; AQUINO, D.K. dos S.; ABDALLA, A.L.; VITTI, D.M.S.S.; GOMES, A.C. Metais pesados e flúor em tecidos de bovinos recebendo superfosfato triplo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. *Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados*. Anais. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.479-483.
- LOPES, H.O.S.; PEREIRA, E.A.; SOARES, W.V.; SANZONOWICZ, C.; PEREIRA, G.; ALMEIDA, A.D. *Suplementação mineral para gado de corte no estado do Tocantins*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 7p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 71).
- MCDOWELL, L.R. *Nutrition of grazing ruminants ruminants in warm climates*. Orlando, Academic Press, 1985. 443p.
- MCGILLIVRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: ANNUAL INTERNATIONAL MINERALS CONFERENCE, 1. 1978. St. Petersburg Beach. Anais. St. Petersburg Beach, IMC, 1978. p.73-86.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition (Washington, DC, USA). *Effects of fluorides in animals*. Washington: National Academy of Sciences, 1974. 70p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. (Washington, DC, USA). *Nutrient requirements of beef cattle*, 7.ed., Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals (Washington, DC, USA). *Mineral tolerance of domestic animals*. Washington: National Academy of Sciences, 1980. 577p.

- NICODEMO, M.L.F. **Efeito de diferentes fontes de fósforo na suplementação mineral em novilhas azebuadas em pastejo.** Belo Horizonte: UFMG, 1988. 162p. Dissertação de mestrado.
- NUNES, S.G.; SILVA, J.M.; QUEIROZ, H.P. **Avaliação de gramíneas forrageiras para eqüinos.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 5p. (EMBRAPA- CNPGC. Pesquisa em Andamento, 45).
- PAMP, D.E.; GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C. A review of the practice of feeding minerals. **World Review of Animal Production**, Edinburg, v.12, n.4, p.13-18, 1976.
- POTT, E.B.; ALMEIDA, I.J.; BRUM, P.A.R.; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A.; DYNIA, J.F. Nutrição mineral de bovinos de corte do pantanal mato-grossense. 2. Micronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.109-126, 1989.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L.; COMASTRI FILHO, J.A.; DYNIA, J.F. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal mato-grossense. I. Levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p.1093-1109, 1987.
- RASBY, R.; RUSH, I.G.; ADAMS, D. Feeding the beef cow herd—Part II Managing the feeding program. G95-1262-A. Disponível: site NebGuide (September 1995) <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g1262.htm>. Consultado em 30/04/1998.
- RICH, T.D.; GILL, D.R. Limiting feed intake with salt. G76-324-A. Disponível: site NebGuide (June 1996) <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g324.htm>. Consultado em 30/04/1998.
- ROSA, I.V. Técnicas de avaliação de suplementos minerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 1985. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1985. p.99-112.
- SCHENK, M.A.M.; FARIA FILHO, T.T.; PIMENTEL, D.M.; THIAGO, L.R.L.S. Intoxicação por oxalatos em vacas lactantes de Setaria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.9, p.1403-1407, 1982.
- SOUSA, J.C. **Aspectos da suplementação mineral de bovinos de corte.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1981. 50p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular Técnica, 5).
- TECNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Ser. B, Farnham Royal, v.61, p.573-612, 1991.
- TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J.; MORAES, S.S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v.8, n.1/2, p.1-16, 1988.
- VIRGENS, N.C.; BAUTISTA, A.R.P.L.; PENNA, A.P.; RODRIGUES, F.M; SUZART, J.C.C.; COSTA, J.B. Limitações da ingestão de fósforo pela presença excessiva de sódio em aguadas e forrageiras no trópico semi-árido baiano. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 20., 1983. Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983. p.164.

Anexo 1. Características médias das principais fontes de elementos minerais.

Elemento	Fonte	Fórmula	Elemento (%)	Forma física	Biodisponibilidade
Cálcio					
Carbonato de cálcio		CaCO_3	40	Pó branco	Média
Calcário calcítico		CaCO_3	35	Pó insolúvel	Média
Calcário dolomítico		$\text{CaCO}_3\cdot\text{MgCO}_3$	22,3	Pó insolúvel	Média
Farinha de ostra		$\text{CaCO}_3\cdot\text{CaX}$	38	Granulada	Média
Fosfato monocálcico		$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$	15,9	Cristais brancos	Alta
Fosfato bicálcico		$\text{CaHPO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	23,3	Cristais brancos	Alta
Fosfato tricálcico		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	38,6	Pó branco	-
Sulfato de cálcio diidratado (gesso)		$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	22	Pó branco	-
Farinha de ossos autoclavada		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaX}$	26	-	Alta
Farinha de ossos calcinada		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaX}$	36	-	Alta
Fósforo					
Fosfato monocálcico		$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$	24,6	Cristais brancos	Alta
Fosfato bicálcico		$\text{CaHPO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	18	Cristais brancos	Média
Fosfato tricálcico		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	20	Pó branco	Média
Farinha de ossos autoclavada		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaX}$	14,5	-	Alta
Farinha de ossos calcinada		$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaX}$	15,5	-	Alta
Ácido fosfórico		H_3PO_4	24	-	Alta
Fosfato monoamônico		$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	23,5	Pó branco	Alta
Sódio	Cloreto de sódio	NaCl	37	Cristais brancos	Alta
Magnésio	Óxido de magnésio	MgO	60,3	Pó branco	Alta
	Carbonato de magnésio	MgCO_3	28,8	Cristais brancos	Alta
Potássio	Cloreto de potássio	KCl	50	Pó ou cristal branco	Alta
	Sulfato de potássio	KSO_4	41	Pó ou cristal branco	Alta
Enxofre	Flor de enxofre	S°	96	Pó amarelo	Baixo
	Sulfato de amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	24	-	Médio
	Sulfato de cálcio diidratado (gesso)	$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	18	Pó branco	Baixo

Ferro	Sulfato ferroso anidro	FeSO ₄	36,7	Pó solúvel	Alto
	Óxido de ferro	FeO	46-60	Pó preto	Indisponível
	Carbonato ferroso	FeCO _{3.H₂O}	41,7	Pó ligeiramente solúvel	Médio
Cobalto	Sulfato de cobalto	CoSO _{4.7H₂O}	24,8	Cristais vermelhos	^a
	Carbonato de cobalto	CoCO ₃	49,5	Cristais vermelhos	^a
	Cloreto de cobalto	CoCl _{2.6H₂O}	24,7	Cristais vermelho-escuros	^a
Iodo	Iodato de potássio	KIO ₃	59	Cristais brancos	Alta
	Iodeto de potássio	KI	76	Cristais brancos	Alta ^b
	Iodato de cálcio	Ca(IIO ₃) ₂	62	Cristais brancos	Alta
Manganês	Sulfato de manganês	MnSO _{4.H₂O}	32,5	Cristais avermelhados	Alta
	Óxido de manganês	MnO	77,4	Cristais verdes	Alta
	Carbonato de manganês	MnCO ₃	47,8	Pó avermelhado	Médio
Cobre	Sulfato de cobre	CuSO _{4.5H₂O}	25,5	Cristais azuis	Alta
	Óxido de cobre	CuO	80	Pó preto	Baixa
	Cloreto de cobre	CuCl _{2.H₂O}	37,2	Cristais verdes	Alta
Zinco	Sulfato de zinco	ZnSO _{4.7H₂O}	22,7	Cristais brancos	Alta
	Óxido de zinco	ZnO	80,3	Pó branco	Alta
	Cloreto de zinco	ZnCl ₂	48	Cristais brancos	Média
	Carbonato de zinco	ZnCO ₃	52,1	Cristais brancos	Alta
Selénio	Selenito de sódio	Na ₂ SeO ₃	45	Cristais brancos	Alta

^aefetivo.^bcomposto instável.

Fontes: Sousa (1981), McDowell (1985), Nicodemo (1988), NRC (1996).

ALGUNS ASPECTOS DA ADUBAÇÃO DE PASTAGENS TROPICAIS EM RELAÇÃO À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Roza M. Schunke¹

INTRODUÇÃO

As pastagens no Brasil ocupam cerca de 171 milhões de hectares, sendo que as pastagens nativas ainda são uma das mais importantes fontes de alimentos para os rebanhos em muitos regimes do Brasil, porém as pastagens cultivadas vêm ocupando um espaço cada vez maior, passando de 29.782 milhões de hectares em 1970 para 74.097 milhões em 1985 com crescimento de área 2,5 vezes maior num período de 15 anos (Zimmer & Corrêa, 1993). Este aumento de área das pastagens cultivadas foi devido, em grande parte, ao surgimento de espécies e cultivares mais adaptadas como a *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *Andropogon gayanus*, *B. brizantha*, entre outras, e com o surgimento de novas técnicas de plantio que têm favorecido a substituição de áreas de cerrado e florestas por pastagens.

A absorção dos elementos minerais do solo pelas forrageiras obedece aos mesmos mecanismos que operam nas plantas superiores em geral, e a Tabela 1 mostra comparativamente a lista dos elementos essenciais para as forrageiras e para os animais, com 21 elementos ao todo, sendo que 15 destes são comprovadamente comuns.

TABELA 1. Exigências de elementos das forrageiras e dos animais.

Elementos	Planta	Animal
Orgânicos	CHO	CHO
Minerais		
- Macronutrientes	N P K Ca Mg S B Cl Cu	N P K Ca Mg S Na Cl Cu
- Micronutrientes	Fe Mn Mo Zn Co* Ni Na Si**	Fe Mn Mo Zn Ni I Se F Si

*Co - essencial em determinadas condições

**Ni, Na, Si - essencialidade em discussão

Fatores externos (concentração, temperatura, tensão do O₂, pH, outros íons presentes no substrato, micorrizas) e internos (potencial genético, presença de substratos respiratórios, idade, estado iônico na célula) influenciam a velocidade de absorção dos nutrientes. Como a solução do solo representa uma complexa população de íons (aí estão presentes os elementos minerais essenciais, os benéficos e os tóxicos), a existência de um dado elemento em concentração muito alta, relativamente à de outro, pode fazer com que a absorção do segundo seja diminuída por inibição competitiva ou não competitiva. Como consequência, o primeiro poderá se acumular na planta até atingir níveis prejudiciais aos animais, enquanto o segundo poderá não ser absorvido em quantidade suficiente. Alguns exemplos são: a "tetania dos pastos" que é uma deficiência de Mg induzida por excesso de K ou de Ca; o excesso de Mo pode causar deficiência de Cu (diarréia das pastagens); o excesso de S que pode induzir à carência de Se.

As espécies e mesmo as cultivares de uma mesma espécie de forrageiras podem diferir quanto a sua capacidade de absorção de um dado elemento, sendo que as leguminosas seletivamente absorvem mais P e Ca que as gramíneas (Tabela 2). As quantidades de nutrientes extraídas podem variar ainda em função da idade e estádio de desenvolvimento da planta, e à medida que as plantas forrageiras envelhecem, diminuem os teores de N, P e Mg aumentando o de Ca, o que está de acordo com o relatado por Malavolta et al. (1974) e Macedo (1997).

¹ Enga.-Agra., M.Sc., CREA Nº 23540/D, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

TABELA 2. Faixa de teores de nutrientes adequados para algumas forrageiras, calculados com base na matéria seca.

Forrageira	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe
	g/kg										
Colonião	15-25	1,0-3,0	15-30	3-8	1,5-5,0	1,0-3,0	10-30	4-14	20-50	40-200	50-200
Napier	15-25	1,0-3,0	15-30	3-8	1,5-4,0	1,0-3,0	10-25	4-17	20-50	40-200	50-200
Coast-cross	15-25	1,5-3,0	15-30	3-8	2,0-4,0	1,0-3,0	10-25	4-14	30-50	40-200	50-200
Tifton	20-26	1,5-3,0	15-30	3-8	1,5-4,0	1,5-3,0	5-30	4-20	15-70	20-300	50-200
<i>B. brizantha</i>	13-20	0,8-3,0	12-30	3-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-25	4-12	20-50	40-250	50-250
<i>Andropogon</i>	12-25	1,1-3,0	12-25	2-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-20	4-12	20-50	40-250	50-250
<i>B. decumbens</i>	12-20	0,8-3,0	12-25	2-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-25	10-25	20-50	40-250	50-250
Batatais	12-22	1,0-3,0	12-25	3-6	2,0-4,0	0,8-2,5	10-25	10-25	20-50	40-250	50-250
Soja perene	20-40	1,5-3,0	12-30	5-20	2,0-5,0	1,5-3,0	30-50	5-12	20-50	40-150	40-250
Leucena	20-48	1,5-3,0	13-30	5-20	2,0-4,0	1,5-3,0	25-50	5-12	20-50	40-150	40-250
<i>Stylosanthes</i>	20-40	1,5-3,0	10-30	5-20	2,0-4,0	1,5-3,0	25-50	6-12	20-50	40-200	40-250
Guandu	20-40	1,5-3,0	12-30	5-20	2,0-5,0	1,5-3,0	20-50	6-12	25-50	40-200	40-200
Alfafa	34-56	2,5-5,0	20-35	10-25	3-8	2,0-4,0	30-60	8-20	30-50	40-100	40-250

Fonte: Werner et al. (1996).

Os teores de nutrientes em gramíneas forrageiras também variam em função do tipo de solo, do clima e de época de amostragem, como se vê na Tabela 3, onde as forrageiras cultivadas no Estado de São Paulo, que possui solos menos intemperizados e o clima mais favorável, apresentam valores mais altos do que as cultivadas em Mato Grosso do Sul.

TABELA 3. Teores de macronutrientes em gramíneas forrageiras em função do local de coleta.

	SP ¹	MS ²
Nitrogênio	1,20-2,41	-
Fósforo	0,13-0,35	0,05-0,15
Potássio	1,19-3,86	0,25-1,58
Cálcio	0,18-0,82	0,12-0,59
Magnésio	0,21-0,39	0,09-0,28
Enxofre	0,07-0,21	-

Fontes: ¹ Gallo et al. (1974); ² Sousa et al. (1986).

De acordo com a revisão de literatura de Malavolta et al. (1986) os teores de cálcio encontrados nas forrageiras e nos ossos dos animais são tidos como suficientes, sendo que o oposto acontece com os de P; apesar de os teores de Cu das forrageiras serem baixos, os teores no fígado do animal são altos, o que é devido à suplementação mineral recebida. Embora os teores de Mn nas plantas possam ser considerados satisfatórios para o animal, os níveis hepáticos são, em muitos casos, considerados deficientes, provavelmente por causa dos altos teores de Fe nas primeiras; o teor de Co nas forrageiras pode ser considerado deficiente para os animais, sendo necessário suplementá-lo. Há deficiência generalizada de Zn nas plantas e no fígado; o Mg se apresenta em teores normais tanto nas plantas como nos ossos; as quantidades de K na forrageira foram consideradas suficientes para o animal, o inverso ocorrendo com os teores de Na.

RESPOSTA DAS FORRAGEIRAS À ADUBAÇÃO

As pastagens estão implantadas predominantemente em solos oxisolos e ultissolos. Estes solos por definição apresentam sérios problemas de fertilidade, sendo que mais de 90% são pobres em matéria orgânica e deficientes em fósforo, cálcio, magnésio, zinco e cobre. Estas pastagens têm sido utilizadas intensamente, sem um manejo adequado do sistema solo-planta-animal, ou seja, sem que os nutrientes absorvidos pelas plantas e a matéria orgânica decomposta sejam repostos. Estas áreas atualmente encontram-se degradadas ou em processo de degradação, o que tem implicado em diminuição da produtividade e em problemas ambientais, tais como erosão e, em casos mais extremos, início de desertificação.

A recuperação destas pastagens é normalmente feita através do preparo do solo e da adubação, principalmente com calagem e fósforo, sendo a gramínea implantada imediatamente, ou após um ou mais plantios de culturas de milho, arroz e soja. A utilização estratégica destes insumos, onde se alia a capacidade de adaptação e resposta à adubação das forrageiras aos diversos sistemas de produção pecuários e respectivas práticas culturais e manejo animal é um desafio para a manutenção do negócio agrícola.

➤ Produção de matéria seca

O aumento da produção de matéria seca das forrageiras, em resposta às adubações aplicadas, são grandes, como mostra a Fig. 1, onde tem-se quatro cultivares de *Panicum maximum*, que estão sendo atualmente utilizadas em pastagens; adubadas com níveis crescentes de nitrogênio e de fósforo responderam à adubação nitrogenada, sendo que na presença de fósforo esta foi intensificada. A figura também mostra as diferenças na resposta entre as cultivares, onde a 'Vencedor' foi a menos produtiva em todos os níveis de N, tanto na ausência como na presença do fósforo. A cultivar Aruana foi a mais produtiva em todos os níveis de N na presença de fósforo e a cv. Tanzânia foi a mais produtiva nos níveis mais elevados de N, na ausência de fósforo. As produções de matéria seca, obtidas para 'Tobiatá', foram semelhantes às encontradas por Couto et al. (1997), para níveis de adubação similares.

Por outro lado, as produções de matéria seca do capim-tanzânia foram, ao nível de 80 kg de N/ha, superiores às relatadas por Corrêa & Monteiro (1997).

A adubação fosfatada, dentre as práticas de manejo, contribui efetivamente para aumentar as produções de matéria seca das forrageiras, especialmente em presença de adubação nitrogenada. As braquiárias, que são as forrageiras mais difundidas atualmente na região Centro-Oeste, também mostram aumento da produção de matéria seca com a adubação fosfatada (Fig. 2), sendo que os baixos teores de fósforo do solo aumentam proporcionalmente as doses do fertilizante aplicadas.

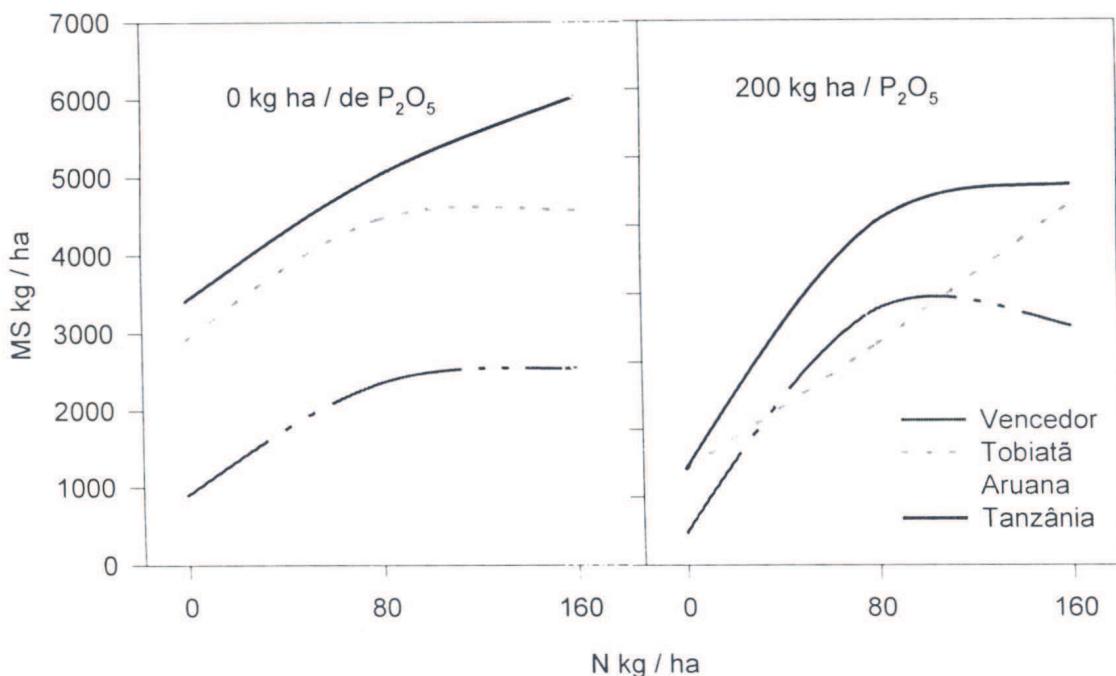


FIG. 1. Produção de matéria seca de quatro cultivares de *Panicum maximum*, cultivadas em solo podzólico vermelho escuro, e adubadas com níveis de nitrogênio e de fósforo (Schunke et al., dados não publicados).

Considerando que o fósforo desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas, sua deficiência passa a limitar a capacidade produtiva das forrageiras e, consequentemente, das pastagens. Outros autores como Corrêa & Monteiro (1997) obtiveram aumento de produção de matéria seca da parte aérea para o capim-tanzânia com o emprego da superfosfato simples até a dose de 200 kg/ha de P₂O₅. Porém, Couto et al. (1997) trabalhando com a cultivar Tobiatã, no Estado do Pará, num solo Latossolo Amarelo textura média, verificaram que a melhor resposta foi obtida com apenas 100 kg/ha P₂O₅. Estes autores fizeram uma interessante comparação entre o superfosfato simples (ST) e o fosfato carolina do norte (CN), sendo o preço do quilograma de P₂O₅ de ST e CN, respectivamente, R\$ 0,97 e R\$ 0,65 é possível obter aumentos na produção de forragem com menor investimento utilizando-se o CN. A elevada reatividade do CN é decorrente da substituição de fosfato carbonato na rede cristalina sendo assim facilmente solubilizado. O emprego dessa fonte alternativa de fósforo é válido desde que seja comprovada sua eficiência agronômica a custo mais baixo em diferentes regiões brasileiras, para diferentes espécies forrageiras ou outras cultivares de *Panicum*.

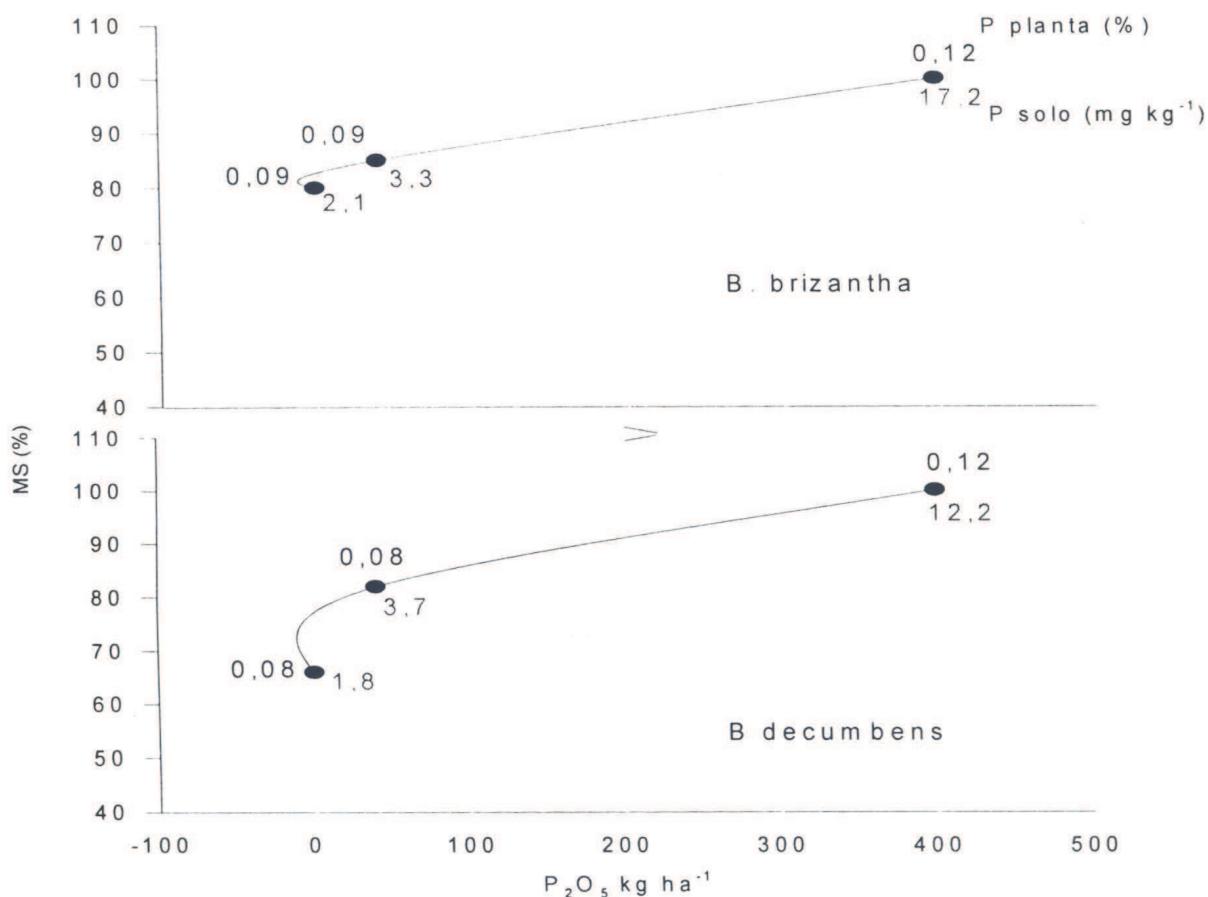


FIG. 2. Produção relativa de matéria seca e teores de fósforo no solo e nos tecidos vegetal de duas espécies de *Brachiaria* em função de níveis de fósforo aplicados a um solo latossolo vermelho escuro, textura média (Schunke, 1998).

A maioria das gramíneas forrageiras tropicais desenvolve-se bem em solos com pH em torno de 5,0, sendo que suas respostas à calagem em condições brasileiras são baixas, ficando em torno de 1 t/ha, quantidades estas suficientes para suprir as plantas do cálcio e magnésio necessários para seu metabolismo, e não para alterar a reação do solo.

➤ Qualidade da matéria seca

A prática da adubação, além de aumentar a produção de matéria seca das forrageiras, como foi descrito no item anterior, também provoca alterações na composição química dos tecidos.

O teor de fósforo dos tecidos das *Brachiaria*, por exemplo, aumentam com a adubação fosfatada (Fig. 2), porém este aumentos são significativos nas doses mais altas do adubo, sendo que nas doses recomendadas usualmente não se verificam grandes alterações das concentrações do elemento nos tecidos. O que ocorre é que o fósforo absorvido pela planta nos níveis mais baixos de P disponível no solo, estimula o crescimento, porém o elemento se dilui nos tecidos.

Outros elementos importantes para a nutrição animal como o N, Mg e Zn (Tabela 4), aumentam tanto em função da adubação fosfatada como da nitrogenada, correlacionando-se com o aumento da produção de matéria seca. Considera-se como adequados para *P. maximum*, teores de nitrogênio entre 11,3 e 15,0 g/kg de matéria seca (Malavolta et al., 1986), sendo que as adubações aqui descritas superaram estes valores.

TABELA 4. Teores de nitrogênio, magnésio e zinco nas folhas recém-expandidas de quatro introduções de *Panicum maximum* cultivadas em solo PV adubado com diferentes níveis de nitrogênio e de fósforo.

Cultivar	$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ (kg/ha)}$						
	0			200			
	0	80	160	N (kg/ha)	0	80	160
g/kg							
N							
Vencedor	11,5	14,9	14,8		13,5	16,9	19,4
Tobiatã	10,5	9,2	13,2		8,4	7,8	15,3
Aruana	15,8	22,4	19,4		15,4	20,2	22,5
Tanzânia	7,1	12,8	14,1		7,5	11,1	14,3
Mg							
Vencedor	2,4	2,2	2,7		2,8	3,0	3,4
Tobiatã	2,2	2,2	1,8		2,2	2,4	2,6
Aruana	2,1	2,3	2,4		2,5	2,9	4,1
Tanzânia	2,6	3,5	3,3		2,5	3,2	5,1
Zn							
Vencedor	20	21	21		18	21	23
Tobiatã	17	21	20		17	19	26
Aruana	19	22	24		18	22	25
Tanzânia	18	19	21		16	21	21

Os teores de Mg estão dentro das faixas consideradas adequadas para o *P. maximum* cv. Colonião, ou seja 1,2 a 2,2 g/kg. De modo geral, há um efeito positivo das doses de nitrogênio, sobre a acumulação de Mg na parte aérea, principalmente em presença de adubação fosfatada. Os teores de Zn também estão dentro das faixas consideradas adequadas para o *P. maximum* cv. Colonião, ou seja 20-25 mg/kg. Não foi observada, no presente trabalho, a clássica "deficiência de zinco induzida pelo fósforo", ou seja, altos níveis de fósforo no solo, causando diminuição na absorção de Zn.

ADUBAÇÃO FOSFATADA E A SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

A carência de fósforo no animal é usualmente corrigida pelo fornecimento de suplementação mineral, cujos resultados são surpreendentes, em especial na época chuvosa. Esta prática, porém, onera sobremaneira a produção de carne, devido ao alto custo do transporte e também em função de que as formas de fósforo assimiláveis pelos bovinos são específicas, como é o caso do fosfato bicálcico. Pode-se afirmar que num sistema de produção extensivo típico da região de Cerrados, o sal mineral corresponde a aproximadamente 20% dos gastos da fazenda, sendo que a fonte de fósforo é responsável por 60-70% do custo do suplemento (Sousa, 1985). Há então a necessidade de racionalizar o uso deste insumo, de forma a se obter a máxima eficiência, técnica e econômica.

Uma das formas de racionalização do uso deste nutriente é a adubação fosfatada, que poderá implicar numa razão benefício/custo maior que na administração do sal mineral no cocho, pois a adubação estende seus efeitos ao complexo solo-planta-animal, ao contrário da suplementação que os restringe a este último e não garante o consumo homogêneo do suplemento por parte dos animais do rebanho.

A comparação biológica dos efeitos da fertilização fosfatada e da suplementação mineral, sobre o desempenho de bovinos machos da raça Nelore em pastagem de *B. decumbens* implantada em solo areia quartzosa distrófica, mostra que, independente da forma aplicada, o fósforo aumenta o desempenho animal, sendo que quando o elemento é fornecido no sal mineral há um maior ganho de peso por animal (Tabela 5), enquanto que a adubação fosfatada proporciona ainda maior ganho de peso por área (Tabela 6). Coates (1994) obteve aumento de ganho de peso animal tanto com a fertilização como com a suplementação com

fósforo, bem como com a interação de ambos, sendo que os animais mantidos em pastagem sem adubação respondem à suplementação fosfatada, enquanto que os mantidos em condições de pastagem adubada mostram uma resposta menor ou mesmo inexistente à suplementação.

TABELA 5. Ganho de peso de animais nelores submetidos a diferentes formas de suplementação com fósforo, em pastagem de *Brachiaria decumbens* implantada em solo areia quartzosa distrófica.

Tratamentos	Ganho de peso*			Consumo médio de minerais g/animal/dia
	Seca	Águas	Total	
Testemunha (1,5 U.A.)	30b	52c	82d	44,6
Adubação (1,5 U.A.)	47a	73ab	120c	44,1
Suplementação (1,5 U.A.)	53a	81a	134a	55,3
Adubação (2,13 U.A.)	48a	68b	116c	36,7
Adubação e Suplementação (1,5 U.A.)	50a	77a	127ab	51,8
Adubação e Suplementação (2,13 U.A.)	49a	74ab	123bc	41,1

- *Média de três anos;

- Médias seguidas das mesmas letras dentro da mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan a 1%;

- Adubação = 100 kg P₂O₅/ha (1/3 superfosfato simples + 2/3 fosfato Araxá);

- Suplementação = 400 mg/kg de P (fosfato bicálcico);

- U.A. = Unidade Animal.

Fonte: Schunke et al. (1991).

TABELA 6. Ganho de peso por área com animais nelores submetidos a diferentes formas de suplementação com fósforo, em pastagem de *Brachiaria decumbens* implantada em solo areia quartzosa distrófica.

Tratamentos	Nº de animais	Ganho de peso kg/ha/ano			Média
		1º ano	2º ano	3º ano	
Testemunha	12	401	259	336	332
Adubação (1,5 U.A.)	12	615	390	446	484
Suplementação (1,5 U.A.)	12	598	460	561	540
Adubação (2,13 U.A.)	17	778	469	656	634
Adubação e Suplementação (1,5 U.A.)	12	598	498	443	513
Adubação e Suplementação (2,13 U.A.)	17	- 841	541	656	692

Fonte: Schunke et al. (1991).

Winter et al. (1990), comparando a adubação com a suplementação em diferentes locais na Austrália, também encontraram respostas positivas para ambos os tratamentos, ainda que estas tenham variado em função da fertilidade inicial dos solos estudados, dos níveis de adubação e de suplementação utilizados, do tempo de aplicação do adubo, das espécies forrageiras utilizadas. Obtiveram maiores respostas da produção animal durante o período das chuvas, e afirmaram que, uma vez que as respostas à adubação e à suplementação ocorreram de forma simultânea, as chances de interações entre estas duas tecnologias são consideráveis. Em solos com baixa fertilidade obtiveram que em alguns casos a suplementação causou ganhos iguais àqueles obtidos em solo com alta fertilidade, enquanto em outros a suplementação não mostrou diferenças positivas.

Na Fig. 3, os tratamentos testemunha e suplementação com fósforo refletem as duas situações mais comuns a que são submetidas as pastagens dentro do contexto atual de pecuária. O sinal básico de uma deficiência de fósforo no bovino é a depressão do consumo de alimentos. Nas condições deste estudo, os animais do tratamento testemunha ganharam

pouco peso, e a partir do segundo ano houve um aumento da disponibilidade de forragem resultante da baixa extração do sistema pelo animal e da alta taxa de retorno do material morto da pastagem. Quando se introduziu a suplementação mineral com fósforo nestas condições, o consumo voluntário aumentou e a disponibilidade de matéria seca decresceu. Como as respostas à suplementação mineral com fósforo são difíceis de serem isoladas, devido ao concomitante aumento do consumo voluntário, estas observações levantam a hipótese de que o uso isolado da suplementação com fósforo, dentro das condições estudadas, aceleram o processo de degradação das pastagens. Outros autores também mostram que os animais suplementados com fósforo aumentam o consumo de alimentos (Winter et al., 1990; McLean et al., 1990; Coates, 1994).

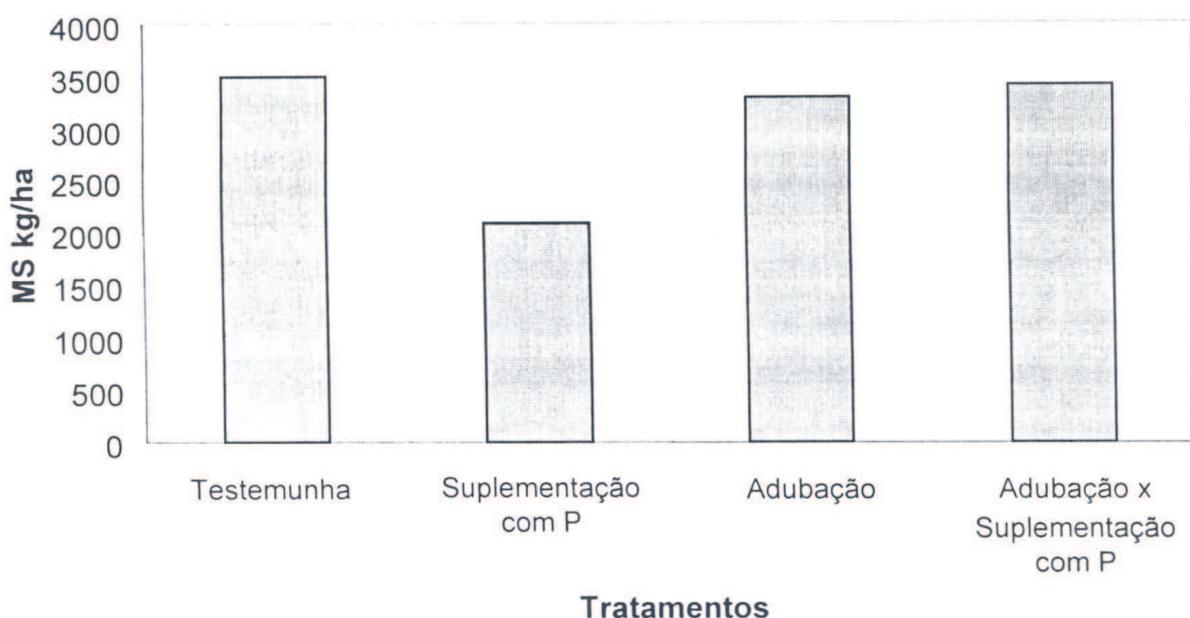


FIG. 3. Disponibilidade de forragem da *Brachiaria decumbens* após três anos de pastejo.

Quando se aplicou o fertilizante fosfatado, a disponibilidade de pasto foi maior, ainda que tenha se trabalhado com carga maior e se tenha suplementado os animais com fósforo. Nestas condições houve aumento das concentrações de nitrogênio dos tecidos novos das plantas, mas não alterou a de fósforo, sugerindo que os efeitos desta prática estão no aumento da disponibilidade de matéria seca, da concentração de nitrogênio e do consumo voluntário do animal. Os benefícios indiretos da adubação fosfatada também foram evidenciados por Thornton & Minson (1973) onde os autores encontraram que o aumento no desempenho animal, associado com crescentes aplicações de fósforo, foi provavelmente mais influenciado por mudanças nos componentes do que pelos níveis de minerais da pastagem, sendo que Coates (1994) sugere que como o ganho animal nestas condições é muito maior do que o esperado, os dados disponíveis na literatura que determinam as necessidades de fósforo para animais em crescimento (ARC, 1980; NRC, 1984; TCORN, 1990) são superestimados e precisam ser revistos.

A análise financeira, na qual o efeito residual da adubação foi diluída em um horizonte de três anos (Tabela 7), resultou que a adubação mostrou um valor presente líquido superior à suplementação nas condições em que este trabalho foi desenvolvido.

TABELA 7. Custos e benefícios adicionais (US\$/ha/ano) da utilização de fósforo no sal mineral e na adubação.

Ano	Indicador Financeiro	Suplementação	Adubação
1	Custo adicional (a)	11,77	83,30
	Benefício adicional (b)	71,18	103,05
	Benefício líquido adicional (a-b)	59,41	19,74
2	Custo adicional (a)	11,77	-
	Benefício adicional (b)	71,18	103,05
	Benefício líquido adicional (a-b)	59,41	103,05
3	Custo adicional (a)	11,77	-
	Benefício adicional (b)	71,18	103,05
	Benefício líquido adicional (a-b)	59,41	103,05
	VPL*	177,06	208,69

*Valor presente líquido dos benefícios adicionais, considerada uma taxa de desconto de 6% ao ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (London, England). The nutrient requirement of ruminant livestock. Farnham Royal: CAB. 1980. p.228-229.
- COATES, D.B. The effect of phosphorus as fertiliser or supplement on pasture and cattle productivity in the semi-arid tropics of north Queensland. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.28, n.2, p.90-108, 1994.
- CORRÊA, B.D.; MONTEIRO, F.A. Doses de nitrogênio e de magnésio afetando a produção de matéria seca e perfilhamento nos capins colonião, tanzânia 1 e vendedor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo. Anais**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 4p.
- COUTO, W.S.; TEIXEIRA NETO, J.F.T.; SIMÃO NETO, M.; VEIGA, J.B.da. Estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Tobiatã sob diferentes fontes e níveis de fósforo na região de Bragantina, Estado do Pará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.2, p.187-189.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.31, n.1, p.115-137, 1974.
- MACEDO, M.C.M. Adubação e calagem para a implantação de pastagens cultivadas na região de cerrados In: CURSO DE PASTAGENS, 1997, Campo Grande. **Palestras apresentadas**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPVC, 1997. não paginado.
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985. Nova Odessa. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.31-76.
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. 496p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.
- MCLEAN, R.W.; HENDRICKSEN, R.E.; COATES, D.B.; WINTER, W.H. Phosphorus and beef production in northern Australia. 6. Dietary attributes and their relation to cattle growth. **Tropical Grassland**, Brisbane, v.24, n.3, p.197-208, set. 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle: Minerals, 6.rev.ed., Washington: National Academic Press, 1984, p.11-23.
- SCHUNKE, R.M.; VIEIRA, J.M.; SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; COSTA F.P. **Resposta à suplementação fosfatada e à suplementação mineral de bovinos de corte sob pastejo em**

- Brachiaria decumbens.*** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1991. 24p. (EMBRAPA-CNPGC.Boletim de Pesquisa, 5).
- SOUSA, J.C. Composição mineral da *Brachiaria* em relação a outras gramíneas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 1986, Nova Odessa: IZ/MANAH, 1986. p.IV/1-IV/22.
- SOUSA, J.C. de. Formação de preço do suplemento mineral. **CNPGC Informa**, Campo Grande, v.2, n.2, p.1-2, 1985.
- TCORN (AFRC Technical Committee on Responses to nutrient). Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirement of sheep and cattle. Nutrition and Abstract Reviews (Series B), 573-612, 1990.
- THORNTON, R.F.; MINSON, D.J. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the Wallum of South-Eastern Queensland. Relation of liveweight changes to chemical composition of blood and pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Victoria, v.13, n.64, p.537-543, 1973.
- WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p.263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).
- WINTER, W.H., COATES, D.B.; HENDRICKSEN, R.E.; KERRIDGE, P.C.; McLEAN, R.W.; MILLER, C.P. Phosphorus and beef production in northern Australia. 4. The response of cattle to fertilizer and supplementary phosphorus. **Tropical Grassland**, Brisbane, v.24, n.3, p.170-184, set. 1990.
- ZIMMER, A.H.; CORRÊA, E.S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993. Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1993. p.1-25.

USO DE PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE

Maria Luiza Franceschi Nicodemo¹

Vários suplementos alimentares podem contribuir para melhor desempenho dos animais em crescimento e terminação. O efeito primário dos aditivos é a melhoria da conversão alimentar e/ou ganho de peso. Alguns aditivos têm benefícios secundários, que incluem redução da incidência de acidose, coccidiose, timpanismo, abcesso de fígado, e outras patologias ligadas à alimentação. Aditivos podem ser divididos em seis categorias gerais: ionóforos, antibióticos, supressores do estro, tampões, produtos biológicos e outros. A maior parte dos aditivos apresenta restrições de uso: alguns precisam ser retirados da dieta por um determinado período antes do abate, outros não devem ser utilizados em fêmeas em reprodução, ou devem ser utilizados somente em bovinos em terminação. Alguns podem ser utilizados em combinação (Sewell, 1998; Stock & Mader, 1998). Esta revisão tem por objetivo mostrar as características dos aditivos alimentares mais importantes e restrições de alimentação, sendo que alguns deles podem ser utilizados para animais em pastejo.

IONÓFOROS

Definição:

- Ionóforos são um tipo de antibiótico que deprime ou inibe o crescimento de microorganismos do rúmen seletivamente, pela formação de complexos lipossolúveis com alguns cátions, facilitando seu transporte através das membranas celulares onde se incorporam. A seletividade depende da permeabilidade do invólucro celular. Bactérias gram-positivas (cujo invólucro celular é composto apenas de parede celular) são mais inibidas que bactérias gram-negativas (invólucro celular formado por parede celular e membrana externa) por monensina e outros ionóforos parecidos. Os ionóforos desorganizam o transporte de cátions através da membrana das bactérias gram-positivas, promovendo maior gasto energético para manutenção do balanço osmótico. Como estas bactérias são menos eficientes na produção de ATP (trifosfato de adenosina) a partir da glicose (ao contrário das bactérias gram-negativas, geralmente não possuem citocromos e não geram ATP da membrana) tendem a desaparecer. Protozoários e fungos também são sensíveis aos ionóforos. Pelo menos 74 destes foram descobertos depois de lasalocid, em 1951. Os ionóforos foram inicialmente utilizados como coccidiostáticos para aves, mas a partir da década de 70 começaram a ser utilizados na dieta de ruminantes (Machado & Madeira, 1990; Spears, 1990; Wallace, 1994; Sewell, 1998).

Modo de ação:

- As ações dos ionóforos sobre o desempenho parecem resultar de uma série de efeitos sobre o metabolismo (Schelling, 1984; Spears, 1990; Stock & Mader, 1998):

1. Os ionóforos melhoram a eficiência do metabolismo de energia alterando os tipos de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen (aumento de propionato, redução de acetato e butirato) e diminuindo a energia perdida durante a fermentação do alimento. Ionóforos podem reduzir a taxa de passagem e aumentar a capacidade de enchimento do rúmen, o que deve refletir em maior eficiência de fermentação. O melhor desempenho animal é resultante de maior retenção de energia durante a fermentação ruminal.
2. Os ionóforos reduzem a degradação de proteína do alimento e podem diminuir a síntese de proteína microbiana, aumentando a quantidade de proteína de origem alimentar (geralmente mais digestível) que chega ao intestino delgado. Embora esta atividade tenha poucas implicações para bovinos em dietas com alto teor de grão, os efeitos são

¹ Zoot., Ph.D., M.Sc., CRMV-MS Nº 100-Z, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

significativos em bovinos em crescimento, recebendo dieta à base de forrageiras, quando proteína é suplementada abaixo dos requisitos.

3. Ionóforos podem reduzir a incidência de acidose (pelo aumento no pH ruminal), timpanismo, e coccidiose. A redução dessas patologias melhora o desempenho.

Respostas ao uso de ionóforos:

- Em dietas com alto teor de grãos, ionóforos geralmente reduzem a ingestão de alimento em cerca de 8% a 10%, melhoram a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário, sem afetar as características de carcaça. Quando o ionóforo é incluído na dieta, o consumo pode cair, no início, cerca de 15%, retornando cerca de 90% do consumo original depois de alguns dias (Dickie & Forsyth, 1982; Kunkle & Sand, 1998; Stock & Mader, 1998).
- Bovinos confinados recebendo dieta com alto teor de volumosos melhoram o ganho de peso e conversão ao receber ionóforos, enquanto a ingestão de alimento se mantém inalterada (Stock & Mader, 1998). Resultados de uma série de experimentos mostraram que bovinos (180 quilos a 380 quilos de peso vivo), pastejando uma ampla gama de forrageiras (propiciando ganhos nos animais recebendo apenas suplemento protéico/energético de 0,19 a 0,96 kg/dia), se beneficiaram da adição de monensina (200 mg/dia) ao suplemento. Observaram-se incrementos no ganho de peso de 0,03 a 0,20 kg/dia (média=0,09 kg/dia, cerca de 15%) e melhoria também na conversão alimentar (Potter et al., 1986). Características de carcaça não são afetadas por monensina (Boling et al., 1977).

Quantidade a ser suplementada:

- Níveis elevados de ionóforos na dieta são tóxicos, causando inapetência e, eventualmente, a morte. A maior parte dos problemas de intoxicação se dão no período inicial de adição de ionóforo à dieta, e muitas vezes envolvem erros na mistura (Potter et al., 1984).
- A adaptação dos bovinos aos ionóforos é recomendável, especialmente quando se utiliza monensina.

Estabilidade do ionóforo em misturas minerais:

A grande maioria dos trabalhos utiliza grãos e farelos como veículos para a ingestão de ionóforos por bovinos em pastejo. Essa prática minimiza os riscos de intoxicação. Além disso, parece haver problemas com a estabilidade do ionóforo. Em um trabalho com novilhos em pastejo, observou-se redução da atividade da salinomicina em 50%, duas semanas após a mistura com o suplemento mineral (1.285 mg/kg vs 608 mg/kg). Não houve diferença em ganho de peso entre animais consumindo mistura mineral medicada ou controlada, já que a ingestão média de salinomicina foi de apenas 38 mg/cabeça/dia, e previa-se melhoria no desempenho em animais recebendo acima de 50 mg/dia (Bagley et al., 1988).

• Monensina (Rumensin)

O ingrediente ativo de Rumensin é a monensina sódica. As quantidades fornecidas nesta revisão se referem ao produto comercial (Rumensin).

1. Efeito: Melhora a eficiência alimentar em bovinos confinados, ganho de peso de bovinos em pasto e novilhas de reposição.
2. Restrições: Não pode ser utilizado para vacas em reprodução, sendo tóxico para cavalos e suínos.
3. Forma de suplementação: pode ser utilizado em suplementos líquidos e secos. Rumensin deve ser, preferencialmente, misturado ao suplemento energético/protéico de animais em pasto, embora possa também ser fornecido em bloco ou mistura granulada (Stock & Mader, 1998). Para animais em confinamento, fornecer cerca de 10 g/tonelada de alimento no período inicial, estabilizando a concentração ao redor de 25 a 30 g/tonelada. Este procedimento melhora ganho de peso, conversão alimentar e ingestão de alimento, se comparado ao início da suplementação com 30 g/tonelada (Dickie & Forsyth, 1982; Stock & Mader, 1998). Monensina deve ser fornecida para bovinos em pastejo em pelo menos 450 gramas de suplemento para reduzir o risco de intoxicação em pasto. Fornecer 100 mg/cabeça/dia do aditivo nos primeiros cinco dias (fase de adaptação), passando a seguir a fornecer 200 mg/450 g de suplemento (Potter et al., 1984). Os teores de sal

Uso de promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte

necessários para limitar o consumo de suplemento protéico/energético são acentuadamente mais baixos (25% a 50%) quando monensina é incluída. A ingestão do suplemento (+aditivo) deve ser monitorada e a quantidade de sal ajustada para a obtenção do consumo desejado (Muller et al., 1986). Se os animais param de receber monensina por mais de 72 horas, devem ser novamente adaptados ao aditivo (Dickie & Forsyth, 1982).

4. Associação: pode ser fornecido com tilosina ou acetato de melengestrol (Stock & Mader, 1998).
5. Tempo de retirada antes do abate: desnecessário.

Categoria animal	Terminação	Crescimento
Ganho de peso	+ 1-3%	+ 5-17%
Eficiência alimentar	+ 6-8%	+ 8-20%
Nível de uso	20-30 g/tonelada ração seca ao ar, ou 200-250 mg/cabeça/dia	Pasto: 100-200 mg/cabeça/dia, ou 400 mg em dias alternados; Silagem de milho: 150-200 mg/cabeça/dia

Fontes: Potter et al. (1976); Kunkle & Sand (1998); Stock & Mader (1998).

- **Lasalocid (Bovatec)**

As quantidades fornecidas se referem ao Bovatec.

1. Efeito: melhora do ganho de peso e conversão alimentar para gado confinado e melhora do ganho de peso para bovinos em pastejo.
2. Restrições: Não pode ser utilizado em vacas; não é seguro para cavalos e suínos.
3. Forma de suplementação: Pode ser incluído em suplementos secos e líquidos.
4. Associação: não foi ainda estabelecida segurança no uso conjunto de lasalocid e antibióticos.
5. Tempo de retirada antes do abate: desnecessário.

Categoria animal	Terminação	Crescimento
Ganho de peso	+ 4-6%	+ 5-15%
Eficiência alimentar	+ 6-8%	+ 8-12%
Nível de uso	30 g/tonelada de ração seca ao ar, ou 300 mg/cabeça/dia	Forragem baixa qualidade: 100-150 mg/cabeça/dia; Forragem média qualidade: 150-200 mg/cabeça/dia; Silagem de milho: 200 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

ANTIBIÓTICOS

Antibióticos são fornecidos a bovinos em terminação para o controle do abcesso de fígado, que pode reduzir o ganho de peso e aumentar a eficiência alimentar em 10%. Antibiótico também pode diminuir o timpanismo, mas existem ainda poucos dados. A melhoria no ganho de peso e a conversão alimentar podem ser atribuídas, parcialmente, à redução nos

abcessos de fígado (Stock & Mader, 1998), mas antibióticos também evitam o crescimento de microorganismos nocivos no trato gastrointestinal. Essa redução ocasiona menor competição por nutrientes entre esses microorganismos e o hospedeiro. Alguns dos efeitos podem ser atribuídos ao estado mais saudável da mucosa do trato digestivo, auxiliando a absorção de nutrientes e evitando a passagem de bactérias patogênicas (Sewell, 1998). O uso intermitente de tetraciclina, quando outros aditivos são retirados da dieta, evita problemas da combinação de aditivos (Stock & Mader, 1998). Os níveis de antibióticos para uso contínuo na dieta variam de 35 a 100 mg/cabeça/dia. Altos níveis, de 250 mg a 1 g /cabeça/dia, são utilizados em períodos de três dias a quatro semanas. A magnitude da resposta a antibióticos é muito variável. Geralmente animais em estresse, como na desmama, transporte e ao início do confinamento, são os mais beneficiados. Bezerros costumam responder melhor que novilhos de sobreano ao fornecimento de antibióticos (Sewell, 1998). Antibióticos geralmente dão melhores resultados quando fornecidos com dietas com alta proporção de volumosos (Kunkle & Sand, 1998).

- **Clortetraciclina**

1. Efeito: melhora do ganho de peso e conversão alimentar, reduz abcessos de fígado, diarréia bacteriana e outros problemas ligados à alimentação. Clortetraciclina tem dado resultados muito bons quando fornecido com dietas à base de milho.
2. Restrição: Não pode ser utilizado em suplementos líquidos.
3. Tempo de retirada antes do abate: Varia com o nível suplementado e combinação. Não é necessário esperar quando suplementados 70-100 mg/cabeça/dia. Deve ser retirado 48 horas antes do abate quando o nível utilizado for de 350 mg/cabeça/dia. Deve ser retirado por sete dias antes do abate se são fornecidos 350 miligramas de clortetraciclina e 350 mg/cabeça/dia de sulfametazona.

Categoria animal	Terminação
Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 5%
Nível de uso	70-100 mg/cabeça/dia (melhoria do ganho de peso e conversão alimentar); 350 mg/cabeça/dia (prevenção da pneumonia bacteriana, infecção respiratória, anaplasmosse).

Fontes: Kunkle & Sand (1998); Stock & Mader (1998).

Trezentos mg/cabeça/dia de clortetraciclina (Aureomicina) propiciaram aumento de cerca de 100 g/dia no ganho de peso de animais em pasto (verão), quando suplementado em misturas minerais (Sewell, 1998).

- **Oxitetraciclina**

1. Efeito: melhora do ganho de peso e conversão alimentar, reduz abcessos de fígado e timpanismo.
2. Restrição: Não pode ser utilizado em suplementos líquidos.
3. Tempo de retirada antes do abate: Varia com o nível suplementado e combinação. Não é necessário esperar quando suplementados 75 mg/cabeça/dia. Deve ser retirado cinco dias antes do abate quando o nível utilizado for >2 g/cabeça/dia. Deve ser retirado por sete dias antes do abate se são fornecidos 2 gramas de oxitetraciclina e 1,4 grama de neomicina.

Categoria animal	Terminação
Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 5%
Nível de uso	75 mg/cabeça/dia (melhoria ganho de peso e conversão alimentar); 1,1-11,0 mg/kg peso vivo/dia (prevenção da pneumonia bacteriana, infecção respiratória, anaplasmoses); 0,5-2,0 mg/cabeça/dia (prevenção problemas de transporte)

Fonte: Stock & Mader (1998).

Geralmente, níveis relativamente altos (350-550 mg/cabeça/dia) de clortetraciclina e oxitetraciclina são fornecidos nas primeiras semanas de confinamento, e os animais passam a receber cerca de 70-80 mg/cabeça/dia durante o restante do período (Kunkle & Sand, 1998).

- **Bacitracina**

1. Efeito: melhora do ganho de peso e conversão alimentar.
2. Restrição: Não pode ser utilizado em suplementos líquidos.
3. Tempo de retirada antes do abate: Não necessário.

Categoria animal	Terminação
Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 1 a 5%
Nível de uso	35 – 70 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

- **Tylosina**

1. Efeito: reduz incidência de abcesso de fígado.
2. Forma de suplementação: pode ser utilizado em suplementos líquidos e secos.
3. Associação: Pode ser combinado à monensina.
4. Tempo de retirada antes do abate: Não necessário.

Categoria animal	Terminação
Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 5%
Nível de uso	8-10 g/tonelada de alimento seco ao ar ou 60-90 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

Restrições ao uso de antibióticos em rações para animais:

O aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos em seres humanos vem sendo relacionado com o uso de antibióticos em alimentação animal. As estruturas de alguns promotores de crescimento, como avoparcin, virginiamicina e avilamycin são semelhantes às estruturas de antibióticos de última geração desenvolvidos para uso humano, Vancomycin, Synercid e Ziracin, respectivamente. Bactérias resistentes a estes antibióticos foram encontradas no trato gastrointestinal de aves e suínos. O uso de antibióticos na produção animal é considerado pela Organização Mundial de Saúde (Departamento de Doenças Emergentes e Outras Doenças Notificáveis) um risco crescente para a saúde humana. Há um trabalho de técnicos de órgãos oficiais e associações de consumidores em prol da restrição

total ao uso de antibióticos como promotores de crescimento na Europa (A smoking ..., 1998).

SUPRESSORES DO ESTRO EM NOVILHAS

Acetato de melengestrol (MGA) é um hormônio sintético, semelhante à progesterona, que leva à supressão do estro. Como consequência, reduz injúrias produzidas por monta, além de reduzir as perdas de energia dos animais por monta e perseguição. A resposta ao MGA é variável, dependendo da idade das novilhas, número de novilhas e espaço disponível (Stock & Mader, 1998).

1. Efeito: melhora ganho e eficiência alimentar pela supressão do estro em novilhas.
2. Forma de suplementação: pode ser utilizado em suplementos líquidos e secos.
3. Associação: Pode ser combinado à monensina.
4. Tempo de retirada antes do abate: 48 horas antes do abate.

Categoria animal	Terminação
Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 7%
Nível de uso	0,25-0,50 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

TAMPÕES

Tampões evitam mudanças no pH do rúmen na presença de ácidos. Grandes quantidades de ácidos orgânicos são produzidas no rúmen durante a fermentação microbiana. Tampões são utilizados para reduzir a incidência de acidose em dietas com alto teor de grãos ou para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas à base de silagem de milho. A saliva é o principal agente tampão. Aditivos utilizados como tampões incluem bicarbonato de sódio, calcário, bentonita e óxido de magnésio (Stock & Mader, 1998). O uso de tampões pode ser benéfico em rações contendo alto teor de grãos, adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho, grãos com alta umidade ou à base de trigo (Sewell, 1998). O desempenho animal em resposta à inclusão de tampões na dieta é variável. Não há necessidade de se evitar uso de tampões antes do abate (Stock & Mader, 1998).

Categoria animal	Uso geral
Ganho de peso e eficiência alimentar	-2 a + 5%
Nível de uso	Bicarbonato de sódio: 0,75-1,5% na matéria seca da ração Calcário: cerca de 1% da matéria seca da ração Óxido de magnésio: 0,5-0,75% da matéria seca da ração

Fonte: Stock & Mader (1998).

MICROORGANISMOS

Embora o termo probiótico possa ser definido como qualquer composto que auxilie o desenvolvimento da população microbiana do trato digestivo, alguns pesquisadores preferem que o termo seja utilizado para microorganismos vivos, que melhoraram o crescimento e eficiência alimentar sem sofrer absorção no trato digestivo, não deixando qualquer resíduo nos tecidos animais (Wu, 1987).

Culturas microbianas vivas e seus extratos, especialmente de *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisaea*, têm sido utilizados como suplementos alimentares há vários anos. O seu uso na manipulação da fermentação ruminal, isto é, na seleção de bactérias específicas de interesse, é mais recente. Em média, existem indicações de que aditivos microbianos podem melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, magnitude semelhante à de ionóforos. Esses efeitos são, entretanto, muito variáveis. Existem poucos dados sobre dose e interações com a dieta. A ação desses microorganismos parece se concentrar na elevação do consumo, provocada por elevação na taxa de degradação da fibra e no fluxo de amino-nitrogênio absorvível. Há aumento expressivo no número de bactérias anaeróbicas; aumentam números de bactérias celulolíticas e bactérias que utilizam lactato (Wallace, 1994).

- **Levedura**

Fungos unicelulares, especialmente do gênero *Saccharomyces* (leveduras), são tradicionalmente utilizados na fermentação do açúcar de alimentos para consumo humano. Seu uso em alimentação de bovinos de corte foi ligado ao aumento na digestibilidade da matéria seca, especialmente da fibra, melhorando a eficiência alimentar e ganho de peso. É também muito palatável. O pH para crescimento ótimo do *Saccharomyces* é cerca de 4,5. Nas condições de rúmen, a taxa de crescimento do fungo é menor, e ele secreta compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas, assim como enzimas hidrolíticas, mais profusamente. Esses compostos vão servir de fatores de crescimento para as bactérias do rúmen, além de contribuírem para a nutrição do bovino. Em pH próximo de 6,5, o fungo produz uma grande quantidade de enzimas hidrolíticas, que se por um lado disponibiliza os nutrientes armazenados nos fungos para os microorganismos do rúmen e para o bovino, também ocasiona uma redução na população de fungos. Assim, as leveduras devem ser suplementadas continuamente. As leveduras apresentam grande capacidade de armazenamento e podem auxiliar a manutenção do pH no rúmen (a estabilização do pH ruminal foi relacionada com o aumento do consumo de sólidos em dietas para bezerros); além disso, parecem contribuir para o suprimento de nutrientes para a população bacteriana do intestino. O fungo tem grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microorganismos anaeróbicos. O meio de cultura em geral faz parte do composto suplementado ao animal, e contribui para aumentar a viabilidade dos fungos inoculados, além de trazerem consigo enzimas, minerais e fatores de crescimento para as bactérias. *Saccharomyces* são facilmente cultivados e viáveis após secagem em condições controladas (Hughes, 1987; Lyons, 1987; Rose, 1987). Tem havido interesse em modificar geneticamente *Saccharomyces* para expressão de enzimas digestivas, como chimosina e alfa-amilase (Wu, 1987).

- **Lactobacilos**

Lactobacilos são bactérias anaeróbicas facultativas, e podem utilizar a maioria dos carboidratos como fonte de energia; o principal produto final de fermentação é o ácido lático (Wu, 1987). O uso de lactobacilos (e streptococos) tem-se dado principalmente na alimentação de monogástricos e bezerros jovens. Sua utilização baseia-se no fato de que estresse e doenças alteram o equilíbrio de microorganismos no trato intestinal e favorecem a proliferação de patógenos, como *Escherichia coli*. Lactobacilos criam um ambiente desfavorável aos patógenos. Várias teorias foram desenvolvidas para tentar explicar o processo, incluindo a redução do pH, devido à produção de ácido lático e peróxido de hidrogênio; produção de antibióticos como "nisin", por lactobacilos e streptococos; inibição da atividade de enterotoxinas; e adesão à parede do trato intestinal, evitando colonização por patógenos. *Lactobacillus* sp. pode também produzir amilase, auxiliando na digestão do alimento. Para que os lactobacilos exerçam ação benéfica, alguns critérios devem ser atendidos: 1) animal suplementado deve estar sob estresse; 2) bactérias devem ser capazes de alcançar e colonizar o trato intestinal (resistência ao ácido clorídrico e ácidos biliares); 3) bactéria deve apresentar alta taxa de produção de ácidos; 4) presença de número suficiente de bactérias viáveis (a estabilidade das bactérias no produto comercializado pode variar acentuadamente, dependendo do processamento; o encapsulamento das bactérias parece ser

benéfico), e 5) bactérias devem ser rapidamente ativadas e apresentar alta taxa de crescimento (Lyons, 1987; Wu, 1987).

- **Flora microbiana desidratada**

Um produto composto da flora digestiva integral de herbívoros desidratada, cálcio, fósforo e vitaminas suplementado a bezerros jovens (um a sete meses de idade) não proporcionou aumentos no ganho de peso, comparados a bezerros que não recebiam o aditivo. Os autores sugeriram que talvez as condições do rúmen não fossem adequadas ao estabelecimento precoce dos microorganismos inoculados (Coutinho Filho et al., 1989), mas a viabilidade dos microorganismos não parece ter sido testada.

- **Enzimas**

Cereais e forrageiras são degradados por uma mistura de microorganismos no rúmen, que incluem bactérias, fungos e protozoários. Espécies nessas populações possuem enzimas que degradam a parede celular da planta: celulases, xilanases, e uma quantidade de enzimas que degradam as ramificações de xilanas. As bactérias envolvidas na degradação das porções facilmente digestíveis da fibra são *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *R. flavefaciens*; *F. succinogenes* e fungos degradam as porções menos digestíveis. Sugeriu-se que a manipulação de enzimas que digerem fibras pode aumentar a taxa e extensão da digestão de forragem por ruminantes. Os métodos propostos incluem a suplementação direta de enzimas (celulases etc.) produzidas por fermentação em larga escala de *Aspergillus* sp. e *Trichoderma* sp. e a produção de plantas/bactérias ruminais transgênicas contendo enzimas como xilanase e amilases (Forsberg, 1995). A atividade das enzimas brutas depende do substrato de preparo e do método de colheita; para terem valor comercial, precisam ser estáveis e estarem ativas nas condições de utilização (Marquadt et al., 1987). Os trabalhos encontram-se ainda na fase inicial. Lewis et al. (1996) observaram aumento no desaparecimento da matéria seca e fibra detergente neutra, assim como aumento na digestibilidade total da matéria seca e fibras detergente neutra e ácido, em bovinos recebendo dieta baseada em volumosos tratada com enzimas fibrolíticas. Marquadt et al. (1987) consideram que ruminantes adultos, provavelmente, não teriam melhor desempenho com o tratamento de grãos com enzimas, embora bezerros jovens pudessem ser beneficiados.

OUTROS

- **Poloxalene**

Poloxalene reduz a incidência de timpanismo por redução da tensão superficial do fluido ruminal, evitando a formação de espuma estável ou bolhas (Sewell, 1998). Timpanismo é comum em animais confinados ou consumindo leguminosas temperadas. A acumulação de ácidos orgânicos e mucopolissacarídeos produzidos durante a fermentação pode perturbar a função ruminal normal. Pode haver redução do pH e motilidade do rúmen, aumentando a viscosidade do líquido ruminal e promovendo a formação de uma espuma estável, que acumula gás (Cheng et al., 1998).

1. Efeito: Reduz incidência de timpanismo.
2. Forma de suplementação: Está disponível em três formas, blocos de melaço, granular e líquido. Pode ser incluído em suplementos secos e líquidos (Sewell, 1998).
3. Tempo de retirada antes do abate: desnecessário.

- **Sarsaponin**

Sarsaponin (nome comercial = Sevarin) é um produto vegetal recomendado para ser usado em combinação com monensina ou lasalocid e seu princípio ativo e modo de atuação não são conhecidos. Pode melhorar o ganho de peso e conversão alimentar. Não há restrição de uso (Stock & Mader, 1998).

Categoria animal	Uso geral
Ganho de peso e eficiência alimentar	0 a +4%
Nível de uso	0,5 g/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

CONCLUSÃO

Existe um grande número de aditivos potencialmente benéficos para os microorganismos do rúmen, com reflexos na produção do bovino. Dentre estes, destacam-se para uso em campo os ionóforos. Recomenda-se sua incorporação em pelo menos 450 gramas de concentrado para minimizar riscos de intoxicação. A sua utilização direta em misturas minerais pode ser prejudicada por redução da atividade do ionóforo. A inclusão de microorganismos vivos parece ser benéfica para o desempenho de bovinos recebendo dietas à base de volumosos, mas não foi possível encontrar nenhum dado para animais em campo. A concentração, viabilidade da cultura e interações com a dieta precisam ser melhor estudadas, e no caso de inclusão em misturas minerais, a estabilidade dos aditivos merece atenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGLEY, C.P.; FEAZEL, J.I.; MORRISON, D.G.; LUCAS, D.M. Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.66, n.3, p.792-797, 1988.
- BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; CAMPBELL, L.D. Monensin levels for growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.44., n.5, p.867-871, 1977.
- CHENG, K.-J.; McALLISTER, T.A.; POPP, J.D.; HRISTOV, A.N.; MIR, Z.; SHIN, H.T. A review of bloat in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.76, n.1, p.299-308, 1998.
- COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L.; SIQUEIRA, P.A.; COSTA, R.M. Inoculação precoce de flora digestiva no desenvolvimento de bezerros. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.46, n.1, p.143-149, 1989.
- DICKIE, D.I.; FORSYTH, J.G. **Implants, MGA and rumensin for beef cattle**. Ontario: Ministry of Agriculture and Food, 1982. (Factsheet. Order n.82-093).
- FORSBERG, C.W. **Tackling the problem of improving forage utilization without chemicals in ruminants**. Dairy Research Report, 1995. Ontario: University of Guelph, 1995. (Publ. N.0395.)
- HUGUES, J. Yeast culture applications in calf and dairy diets – a brief appraisal. In: LYONS, T.P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p.143-148.
- KUNKLE, B.; SAND, B. Beef cattle: feeding. RF-AA070. Disponível: site Florida Agricultural Information Retrieval System, FAIRS (December 1992). <http://hammock.ifas.ufl.edu/txt/fairs//aa/951.html>. Consultado em 10/04/1998.
- LEWIS, G.E.; HUNT, C.W.; SANCHEZ, W.K.; TREACHER, R.; PRITCHARD, G.T.; FENG, P. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.74, n.12, p.3020-3028, 1996.

- LYONS, T.P. The role of biological tools in the feed industry. In: LYONS, T.P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p.1-49.
- MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.79-96.
- MARQUARDT, R.R.; FENGLER, A.I.; PAWLICK, J. Improvement of the nutritional value of rye and wheat grains through the use of crude enzymes of microbial origin. In: LYONS, T.P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p.241-250.
- MULLER, R.D.; POTTER, E.L.; WRAY, M.I.; RICHARDSON, L.F.; GRUETER, H.P. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate-day feeding schedule. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, n.3, p.593-600, 1986.
- POTTER, E.L.; VANDUYN, R.L.; COOLEY, C.O. Monensin toxicity in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1499-1511, 1984.
- POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RICHARDSON, L.F.; RAUN, O.P.; RATHMACHER, R.P. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.3, p.665-669, 1976.
- POTTER, E.L.; MULLER, R.D.; WRAY, M.I.; CARROLL, L.H.; MEYER, R.M. Effect of monensin on the performance of cattle on pastures or fed harvested forages in confinement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, v.3, p.583-592, 1986.
- ROSE, A.H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T.P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p.113-118.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.
- SEWELL, H.B. Feed additives for beef cattle. Agricultural publication G02075. Disponível: site University Extension, University of Missouri-Columbia (01/10/1993).<http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/ansci/g02075.htm>. Consultado em 30/03/1998.
- A SMOKING gun? Drug resistance in hospitals has been traced to the farmyard. **New Scientist**, London, v.157, n.2126, p.13, 21 Mar. 1998.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.120, n.6, p.632-638, 1990.
- STOCK, R.; MADER, T. Feed additives for beef cattle. Nebguide G85-761 - A. Disponível: site NebGuide (April 1997). <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g761.htm>. Consultado em 16/04/1998.
- WALLACE, R.J. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.11, p.2992-3003, 1994.
- WU, J.S. The microbiologist's function in developing action-specific microorganisms. In: LYONS, T.P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p.181-198.

SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO

Luiz Roberto Lopes de S.Thiago¹
José Marques da Silva²

INTRODUÇÃO

Uma tendência natural dos sistemas de produção de carne nos trópicos seria explorar ao máximo o potencial de cada forragem durante o seu período favorável de crescimento (primavera/verão). Isso porque, nesta época do ano, as pastagens poderiam ser consideradas como dietas completas, desde que suplementadas com água e mistura mineral. Já para o período da seca (outono/inverno), caracterizado pela baixa produção e qualidade das pastagens, o diferimento de um pasto seria uma alternativa de manejo visando a uma melhor distribuição da forragem durante o ano. Entretanto, mesmo a disponibilidade de forragem estando adequada, a qualidade da mesma, particularmente o baixo teor de proteína, limita o seu consumo e digestibilidade. Como resultado, os consumos de energia e proteína ficam abaixo das exigências diárias para um desempenho considerado satisfatório. Nessa situação, a suplementação pode ser utilizada como uma forma de corrigir deficiências nutricionais. As oportunidades para se suplementar e melhorar as taxas de ganho de peso podem ocorrer durante todo o ano, mas é no período da seca quando se alcança a melhor conversão alimentar (Hamilton & Dickie, 1988). Qualquer que seja a opção de suplementação a ser tomada, três fatores precisam ser sempre considerados: produção e aspectos nutricionais da pastagem; metas claras a serem alcançadas com a suplementação e relação custo/benefício.

AMBIENTE RUMINAL E O SUPLEMENTO

O retículo-rúmen representa cerca de 85% do estômago de um bovino adulto e com uma capacidade de até 200 litros (Hill, 1988). A temperatura interna é constante (entre 39°C e 40°C) e o valor do pH mantido próximo a 6,7, graças à produção de grande quantidade de saliva, o que normalmente ocorre com o animal em pastejo. O meio é anaeróbico (ausência de oxigênio) e os nutrientes são adicionados por meio do consumo da pastagem, alternados com períodos de ruminação, principal processo responsável pela redução do tamanho das partículas ingeridas. Um movimento regular e constante do retículo-rúmen mistura essas partículas recém-ingeridas com o conteúdo ruminal, contribuindo no processo de fermentação e na saída de partículas menores do que 1 milímetro (Poppi et al., 1980) para o restante do trato digestivo até a eliminação nas fezes. A concentração dos produtos da digestão no retículo-rúmen, principalmente os ácidos graxos voláteis, é mantida em níveis constantes, por processo contínuo de absorção pelas paredes ruminais. Essas condições ambientais, desde que estáveis, são extremamente favoráveis para uma enorme proliferação no retículo-rúmen de vários microorganismos, tais como as bactérias, os protozoários e os fungos. Dentre estes, o grupo das bactérias celulolíticas é quem confere aos bovinos a capacidade de sobreviverem em dietas exclusivas de forragens. Entretanto, essas bactérias são sensíveis à ausência de nitrogênio (níveis de amônia no líquido ruminal não deveriam estar abaixo de 5 mg/100 ml de líquido ruminal, de acordo com Satter & Slyter, 1974) ou alterações no pH ruminal (pH abaixo de 6,1 pode limitar seriamente seu crescimento, de acordo com Ørskov, 1982), ambos afetados diretamente pela dieta. Existem ainda outros fatores que contribuem para manter uma alta taxa de crescimento da população microbiana no retículo-rúmen, como a presença de aminoácidos específicos ou ácidos orgânicos (Petersen, 1987). De fato, esta é uma das razões porque a suplementação exclusiva com nitrogênio não protéico (NNP), caso da uréia, a qual fornece única e exclusivamente nitrogênio, não satisfaz totalmente as demandas protéicas de um animal. Esses conceitos básicos de nutrição servem para mostrar que é

¹ Eng.-Agr., Ph.D., CREA Nº 852/D – Visto 1.522/MS, Embrapa Gado de Corte, BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

² Eng.-Agr., M.Sc., CREA Nº 11.938/D - Visto 1.302/MS, Embrapa Gado de Corte.

extremamente importante manter um equilíbrio no ambiente ruminal, em uma determinada demanda de crescimento do bovino em pastejo. Alcançar este ponto de equilíbrio deveria ser a principal meta da suplementação, com a preocupação de maximizar, dentro do possível, a eficiência do uso da pastagem.

SUPLEMENTAÇÃO NA SECA

O maior problema no período da seca é o baixo desempenho dos bovinos em pastejo. As vacas de cria não recuperam a condição corporal necessária para manter o ciclo reprodutivo e as demais categorias animais apresentam baixas taxas de ganho de peso. O baixo teor de proteína é o fator limitante das pastagens nesta época do ano, e sua correção, normalmente, resulta em aumento no consumo e digestibilidade da pastagem. Essa correção pode ser feita na base de NNP (uréia), mas melhores desempenhos só serão alcançados com o uso também de proteínas verdadeiras (farelo de soja, algodão etc.). Níveis de substituição da proteína verdadeira pelo NNP em até 25%, aparentemente, não afetam o desempenho animal.

Suplementação na seca – Vacas de cria

- Objetivo da suplementação:** melhorar o desempenho animal, melhorando a utilização da pastagem disponível.
- Meta:** aumentar a taxa de natalidade de vacas de cria e a taxa de reconcepção de primíparas.
- Estratégia:** fornecer uma pequena quantidade de nutrientes que favoreçam os microorganismos do rúmen, de forma a estimular o consumo e digestibilidade do pasto.
- Tipo de suplemento:** que contenha alto teor de proteína (acima de 30% de proteína bruta) e minerais, preferivelmente, na forma de proteína verdadeira; mas se o propósito é reduzir custos, uma parte de NNP (uréia) é aceitável (até 40% da necessidade de proteína degradável no rúmen, PDR). O uso de suplementos com apenas NNP, como fonte de nitrogênio, não tem resultado em desempenhos consistentes.
- Nível de fornecimento:** 0,1% a 0,3% do peso vivo/animal/dia.

TABELA 1. Suplementos para vacas de cria, % base MN*.

Ingredientes	Mistura mineral/uréia	Mistura mineral/uréia + palatabilizante	Sal proteinado	Cama de frango
Milho triturado (e/ou sorgo, farelo de trigo, arroz, casca de soja etc.)	-	5-10	10-30	5-10
Farelo de soja (algodão)	-	-	20-40	5-10
Uréia	30-35	- 30-35	10-12	-
Sulfato de amônio (cálcio)	5	5	2	-
Mistura mineral	60-65	50-60	20-25	-
Sal comum (branco)	-	-	20-30	-
Cama de frango	-	-	-	80-90

*MN = matéria natural

Mistura mineral/uréia – baixo consumo resulta em desempenhos aquém do desejado. Uso específico para regiões de seca bem caracterizada onde haja disponibilidade de macega de baixa qualidade. Pode reverter uma situação de perda de peso vivo acentuada em moderada, manutenção ou até mesmo leve ganho de peso, dependendo do pasto e carga animal.

Mistura mineral/uréia + palatabilizante – consumo mais constante vai resultar em desempenhos mais consistentes, como citados na situação anterior.

Sal proteinado – consumo controlado com o uso do sal branco, pressupondo-se um consumo máximo de sal, próximo a 0,05% do peso vivo, isto é, uma vaca de 450 quilos poderia consumir até 225 gramas de sal comum. Este seria o ponto de partida para ajustar o consumo do sal proteinado próximo da quantidade desejada (0,1% do peso vivo). Os cálculos para se estabelecer o percentual de sal branco no sal proteinado é feito usando-se a seguinte equação:

$$\text{Sal branco (\%)} = [A \div (A + B)] \times 100, \text{ sendo}$$

A = consumo teórico de sal branco, equivalente a 0,05% do peso vivo. Considerando-se um animal de 450 quilos, este consumo seria de 225 gramas/animal/dia ($(450 \times 0,05) \div 100$);

B = consumo desejado do sal proteinado, que seria, aproximadamente, equivalente a 0,1% do peso vivo. Considerando-se um animal de 450 quilos, este consumo ficaria em 450 gramas/animal/dia ($(450 \times 0,1) \div 100$).

Com estes valores, é possível agora, determinar o percentual de sal branco na mistura:

$$\text{Sal branco (\%)} = [225 \div (225 + 500)] \times 100 = 31.$$

O ajuste final é feito por meio de avaliações freqüentes do consumo na sua fase inicial. Respeitar um espaço linear de cocho de 20 - 30 centímetros/vaca e ofertas do sal proteinado espaçadas a cada três ou quatro dias. É uma forma econômica de suplementação, com o objetivo de reduzir taxas de perdas de peso vivo, manter peso vivo ou, até mesmo, alcançar ganhos moderados de cerca de 200 gramas por vaca/dia, dependendo do pasto.

Cama de frango – pode ser uma boa fonte de proteína, energia e minerais. Uma cama bem tratada, normalmente, não apresenta problemas de consumo, mas se for preciso, pode-se adicionar algum palatabilizante, como sugerido na Tabela 1. Após retirada do galpão, a amontoa por cerca de três semanas é importante para eliminar possíveis agentes patogênicos, devido ao aumento na temperatura (deveria ficar entre 60°C e 70°C). Entretanto, se a umidade estiver abaixo de 12% ou acima de 25%, a cama não fermenta bem, por falta ou excesso de água. Umidade abaixo de 12%, a cama não esquenta, havendo a necessidade de se adicionar um pouco de água durante a amontoa. Por outro lado, valores de umidade acima de 25%, podem resultar em temperaturas acima de 70°C. Este fato pode reduzir em até 50% a disponibilidade do nitrogênio original presente na cama. Da proteína bruta total, 40% pode ser na forma de NNP. A cama de frango pode ser um alimento de baixo custo e boa qualidade, desde que alguns cuidados sejam tomados: selecionar o material a ser utilizado como cama; retirar carcaças de aves periodicamente; controlar tempo de acumulação e umidade (bebedouros adequados) e reduzir seu potencial de contaminação com materiais inertes (solo, plásticos, pregos etc.). É prática vacinar contra botulismo os animais que vão receber cama de frango. A cama de frango, em virtude de sua composição, não deveria ser utilizada na alimentação de vacas de leite. Para animais em engorda, a mesma deveria ser retirada da ração duas semanas antes do abate dos animais. Seu uso seria mais adequado para vacas de cria ou animais em recria.

Suplementação na seca – Animais em recria

- **Objetivo da suplementação:** melhorar o desempenho animal pelo fornecimento adicional de nutrientes.
- **Meta:** reduzir a idade de abate e/ou idade de primeira cria e/ou reduzir taxas de perda de peso vivo.
- **Estratégia:** fornecer um suplemento para aumentar o consumo total de energia, dentro de limites capazes de minimizar seu efeito sobre o consumo da pastagem.
- **Tipo de suplemento:** que contenha alto teor de proteína (acima de 25% de proteína bruta) e minerais, preferivelmente proteína natural. Se for para reduzir custos e atender às exigências ruminais, uma parte de NNP (uréia) é aceitável (até 30% da exigência em proteína degradável no rúmen).
- **Nível de fornecimento:** 0,1% a 0,5% do peso vivo/animal/dia.

TABELA 2. Suplementos para recria, % base MN*.

Ingredientes	Sal protéico	Mistura múltipla	Fornecimento diário	Cama de frango
Milho triturado (e/ou sorgo, farelo de trigo, arroz, casca de soja etc.)	15-25	50-60	60-70	10-15
Farelo de soja (algodão)	35-45	20-30	20-30	10-15
Uréia	8-10	3-5	3-5	-
Sulfato de amônio (cálcio)	1,5-2	0,5-1	0,5-1	-
Mistura mineral	10-15	3-5	2-5	-
Sal comum (branco)	15-25	7-15	-	
Cama de frango	-	-	-	70-80
Aditivo (2 g/400 kg de PV**) +	+	+	+	+

*MN = matéria natural

**PV = peso vivo

Sal proteinado – é uma forma econômica de manter o peso do rebanho ou ganhos moderados de até 200 gramas/animal/dia, dependendo do pasto. O consumo deveria ficar próximo a 0,1% do peso vivo/animal/dia. Por meio deste suplemento é possível fornecer ao animal aditivos capazes de melhorar o seu desempenho. Se este for o caso, seguir as recomendações do fabricante. Ajustar o percentual de sal branco no suplemento em função do consumo desejado, conforme já discutido.

Mistura múltipla e fornecimento diário – na situação em que o consumo do suplemento alcançar até 0,5% do peso vivo/animal/dia, é fundamental que o mesmo seja o mais uniforme possível entre os animais do lote, reduzindo assim diferenças no ganho de peso individual. O uso do sal branco é uma forma de controlar consumo, porém de resultados variáveis. A oferta diária do suplemento tende a distribuir melhor o consumo, desde que se respeite espaço de cocho (de 40 - 50 centímetros lineares de cocho/animal). Uma boa distribuição dos cochos no pasto também vai contribuir para que haja uma separação natural dos diversos grupos sociais, reduzindo o estresse. A opção pela oferta diária do suplemento, vai resultar em uma melhor eficiência do seu uso. Pode-se melhorar ainda mais esta eficiência, programando-se a hora do seu fornecimento, de forma a minimizar sua interferência no regime natural de pastejo do animal. O objetivo é não interferir no grande pastejo matinal. O fornecimento entre onze horas e dezesseis horas, talvez seja o mais adequado. Animais recebendo suplementos com sal comum para controlar consumo, precisam ter livre acesso à água.

Suplementação na seca – Animais em engorda (semiconfinamento)

- **Objetivo da suplementação:** melhorar o desempenho animal pelo fornecimento adicional de nutrientes.
- **Meta:** garantir o peso de abate e o acabamento até o final da seca.
- **Estratégia:** fornecer um suplemento para aumentar o consumo total de energia, mesmo ocorrendo substituição parcial no consumo do pasto.
- **Tipo de suplemento:** que contenha teor médio de proteína (18% a 25% de PB) e alta densidade energética (acima de 75% de NDT).
- **Nível de fornecimento:** 0,7% a 1,7% do peso vivo/animal/dia.

TABELA 3. Suplementos para engorda, % base MN*.

Ingredientes	Consumo de 0,7% do PV**	Consumo de 1% do PV	Consumo de 1,3% do PV	Consumo de 1,7% do PV
Milho triturado (e/ou sorgo, farelo de trigo, arroz, casca de soja, polpa cítrica etc.)	72,472	76,980	80,657	82,918
Farelo de soja (algodão)	22,911	18,784	15,760	14,243
Uréia	1,941	1,552	1,241	0,853
Sulfato de amônio (cálcio)	0,343	0,274	0,219	0,151
Mistura mineral	1,357	0,994	0,723	0,451
Calcário calcítico	0,904	1,356	1,355	1,354
Aditivo (2 g/400 kg de PV)	0,072	0,060	0,045	0,030

*MN = matéria natural

**PV = peso vivo

Os suplementos sugeridos na Tabela 3 são rações completas, formuladas em função do seu nível de oferta diária. Para os cálculos foi considerado um consumo total de matéria seca igual a 2,2% do peso vivo, composição química da pastagem igual a 5% de proteína bruta e 51% de NDT, e necessidade de proteína degradável no rúmen equivalente a 11,814% do NDT consumido. Para reduzir custos com o suplemento, sugere-se uma oferta inicial de 0,7% do peso vivo. Por essa ocasião, as pastagens ainda oferecem um certo grau de qualidade e disponibilidade. À medida que a seca for avançando e o pasto sendo consumido, aumentar, gradativamente, os níveis de oferta do suplemento, de forma a manter um desempenho animal capaz de atender a meta, isto é, peso de abate ao final da suplementação. Níveis de suplementação acima de 1,3% do peso vivo podem ser usados em casos extremos ou em situações temporárias de oportunidades de mercado, tais como redução no custo do suplemento e/ou aumento no preço do boi gordo. Apesar do uso do calcário calcítico, cuja função é aumentar o pH ruminal, se a oferta do suplemento ultrapassar 0,7% do peso vivo, considerar a possibilidade de fornecê-lo duas vezes ao dia. Isso reduzirá o risco de distúrbios metabólicos (acidoses).

SUPLEMENTAÇÃO NA CHUVA

Ao contrário do período da seca, animais em pastejo durante as águas, normalmente, alcançam ganhos de peso médios superiores a 500 gramas/animal/dia. Nessa situação, qualquer tentativa de suplementação deve ser, exaustivamente, analisada em termos da meta a ser alcançada dentro de um determinado sistema de produção de carne. Apesar do alto custo do ganho adicional a ser obtido com a suplementação nas águas (100 gramas a 200 gramas a mais por animal/dia), isto pode resultar em uma redução considerável no período de engorda do animal, quer seja em pasto ou em confinamento, com possíveis retornos econômicos.

Suplementação na chuva – Vacas de cria

Em geral, apenas a pastagem cultivada é suficiente para proporcionar elevadas taxas de natalidade, desde que bem manejada e suplementada com uma mistura mineral adequadamente balanceada.

Suplementação na chuva – Animais em recria e engorda

- **Objetivo da suplementação:** melhorar o desempenho animal pelo suprimento adicional de nutrientes, mas minimizando seu efeito sobre o consumo do pasto.
- **Meta:** reduzir a idade de abate e/ou idade de primeira cria.

- Estratégia:** maximizar a utilização do pasto pelo fornecimento de energia, proteína, minerais e aditivos.
- Tipo de suplemento:** que contenha teor médio de proteína e adequado para as diversas fases da estação das chuvas (12% a 25% de proteína bruta) e alta densidade energética (acima de 75% de NDT). Preferivelmente, proteína natural e de baixa degradabilidade, com uma pequena parcela de NNP (uréia), até um máximo de 25% da necessidade de proteína degradável no rúmen.
- Nível de fornecimento:** 0,2% a 0,4% do peso vivo/animal/dia.

TABELA 4. Suplementos para recria/engorda, % base MN*.

Ingredientes	Ração com 12% de PB**	Ração com 15% de PB***	Ração com 22% de PB****	Sal energético
Milho triturado (e/ou sorgo, farelo de trigo, arroz, casca de soja, polpa cítrica etc.)	88,85	87,65	76,45	40-60
Farelo de soja (algodão)	7	7	17	10-20
Uréia	-	1	2	-
Sulfato de amônio (cálcio)	-	0,20	0,40	-
Mistura mineral	4	4	4	10-20
Sal comum (sal branco)	-	-	-	15-25
Aditivo (2 g/400 kg de PV)	0,15	0,15	0,15	+

* MN = matéria natural; **início das chuvas; ***meio das chuvas; ****final das chuvas.

Ração com 12%, 15%, e 22% de proteína bruta - nesta fase de alto crescimento da pastagem, a dinâmica de translocação de nutrientes na planta é rápida e variável. Dessa forma, períodos relativamente curtos de alto teor de proteína (início das chuvas) são seguidos por períodos de teores médios (meio das chuvas) a baixos (final das chuvas), resultando em ganhos de peso vivo desuniformes com médias aquém das metas. Neste caso, a suplementação é necessária, para evitar desequilíbrios nutricionais e, consequentemente, obter um desempenho animal mais uniforme. Com este propósito, as formulações foram feitas em função da variação no teor de proteína bruta durante a estação das chuvas, de forma a manter um nível de proteína bruta na dieta sempre próximo a 17% do NDT. Os cálculos foram baseados supondo-se um consumo de 1 quilo/animal/dia do suplemento, por um animal de 300 quilos de peso vivo.

Sal energético – À semelhança com os princípios de uso do sal proteinado, o consumo do sal energético não deveria ultrapassar 0,1% do peso vivo, isto é, 450 gramas/dia para um animal de 450 quilos de peso vivo. Nas condições de chuva, quando o animal já estaria com ganhos médios diários superiores a 600 gramas/dia, é pouco provável que o consumo extra de energia proveniente do sal energético, possa adicionar alguma vantagem neste ganho de peso. Entretanto, o consumo regular da mistura mineral adicionada a este suplemento, poderia atender a maior demanda por minerais que normalmente ocorre com animais em pastejo no período das águas. Numa situação de uso exclusivo da mistura mineral, a incidência de chuva sobre a mesma, pode torná-la pouco disponível fisicamente ao animal (empedramento, encharcamento) e com reduzida palatabilidade. Além disso, o sal energético permite o uso de aditivos que podem contribuir para uma melhor eficiência metabólica. Por este ângulo, acredita-se nos possíveis benefícios que o uso do sal energético possa trazer ao animal em pastejo durante as águas.

CÁLCULO DE UM SUPLEMENTO

Para se calcular um suplemento é necessário o conhecimento prévio de quatro fatores:

- Composição nutricional da pastagem;
- Consumo da pastagem;
- Identificação das deficiências nutricionais do animal, e;
- Composição nutricional dos ingredientes do suplemento.

A composição da pastagem é determinada em material coletado de forma a simular pastejo. A representatividade da mesma é fundamental para se alcançar melhores resultados com a suplementação. A compra dos ingredientes a serem utilizados no suplemento, deve ser realizada, em função do custo unitário do nutriente que o mesmo estará fornecendo. Isto se alcança com o seguinte cálculo:

$$\text{Custo unitário do nutriente (CUN)} = A \div (B \div 100 \times C \div 100), \text{ sendo}$$

A = preço de 1 quilo do ingrediente;

B = porcentagem de MS do ingrediente;

C = porcentagem do nutriente na MS do ingrediente.

Exemplo: cálculo do custo da proteína bruta do farelo de soja. Preço/kg = R\$0,35; Teor de matéria seca do farelo de soja = 89%; Teor de proteína bruta do farelo de soja = 46%.

Portanto, CUN = [0,35 ÷ (89 ÷ 100 × 46 ÷ 100)] = R\$ 0,85/kg de PB.

Este valor deveria ser comparado com os valores calculados com outras fontes de PB, tais como, farelo de amendoim, de algodão, de girassol etc.

A composição nutricional de alguns alimentos mais comuns encontra-se na Tabela 5.

TABELA 5. Composição percentual de alimentos (base na MS).

Ingrediente	MS	PB	PDR	Ca	P	NDT
Algodão, caroço	90,4	23,6	15,3	0,17	0,62	90,0
Algodão, farelo	89,2	30,6	19,8	0,22	0,76	68,5
Amendoim, farelo	88,7	52,0	33,8	0,14	0,79	77,0
Arroz, farelo desengordurado	89,9	18,4	11,9	0,12	1,40	55,0
Arroz, farelo integral	88,2	14,1	9,2	0,08	1,55	68,0
Arroz, grão	89,0	7,8	3,9	0,04	0,25	75,0
Aveia, grão	89,0	13,0	6,5	0,07	0,38	75,0
Calcário calcítico	99,0	0,0	0,0	37,7	0,21	0,0
Cama de frango	82,3	22,0	15,4	4,2	1,7	58,0
Cana de açúcar	24,2	5,8	3,8	0,23	0,06	65,4
Girassol, farelo	90,0	46,6	31,2	0,84	0,96	68,0
Mandioca, raspa	88,5	3,0	2,0	0,15	0,07	81,0
MDPS	86,0	8,6	5,2	0,08	0,21	76,7
Melaço	73,5	5,4	3,5	1,0	0,11	75,0
Melaço em pó	94,0	10,0	6,5	1,10	0,15	72,0
Milho, farelo de gérmen	88,0	60,0	25,0	0,02	0,37	86,0
Milho, gérmen (Refinazil)	87,4	21,9	14,2	0,28	0,70	75,0
Milho, grão	88,0	9,5	4,3	0,03	0,26	85,0
Milho, silagem	33,0	7,2	5,0	0,31	0,20	63,0
Pastagem - seca	32,0	5,3	3,4	0,24	0,13	51,0
Polpa cítrica	91,0	7,0	4,6	1,95	0,12	79,0
Soja, casca	88,0	12,1	7,8	0,45	0,17	78,0
Soja, farelo	90,0	46,0	29,9	0,40	0,71	82,0
Soja, grão	89,2	38,1	24,8	0,25	0,55	91,0
Sorgo, grão	87,4	10,6	5,3	0,03	0,29	82,0
Sorgo, silagem	30,0	7,5	5,3	0,31	0,22	60,0
Trigo, farelo	87,5	17,5	11,4	0,13	1,34	70,0
Uréia (45% de nitrogênio)	99,0	281,0	225,0	0,0	0,0	0,0
Uréia + Sulfato de amônio ¹	99,0	260,0	208,0	0,0	0,0	0,0

¹Mistura de 85% de uréia + 15% de sulfato de amônio

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; PDR = proteína degradada no rúmen; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais.

As exigências animais por energia, proteína e minerais são fornecidas por tabelas, como aquelas elaboradas pelo National Research Council (NRC). Um exemplo desta tabela adaptada é mostrado na Tabela 6.

TABELA 6. Exigências nutricionais de bovinos machos de corte (400 quilos de peso vivo).

GMD, kg	CMS, kg/d	CNDT, kg/d	CPB, kg/d	CCa, g/d	CP, g/d
0,200	7,8	4,09	0,63	17	15
0,400	8,2	4,61	0,70	20	16
0,600	8,6	5,10	0,77	24	17
0,800	8,9	5,58	0,82	27	18
1,000	9,0	6,04	0,88	30	19
1,200	9,1	6,44	0,93	33	20
1,400	8,9	6,81	0,97	36	21

Adaptado do NRC (1984).

GMD = ganho médio diário; CMS = consumo de matéria seca; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; CPB = consumo de proteína bruta; CCa = consumo de cálcio; CP = consumo de fósforo.

A partir dessas informações básicas, pode-se então iniciar o cálculo de um suplemento, conforme a seqüência mostrada abaixo:

1. Situação existente:

- Pastagem de capim-marandu, época de seca;
- Novilho nelore de 400 quilos de peso vivo;
- Supor consumo diário de MS de pasto, equivalente a 1,8% do peso vivo;
- Meta a ser alcançada – ganho de 400 gramas/animal/dia.

2. Composição do pasto (na seca):

Ver na Tabela 5, item pastagem na seca, a composição em termos de: MS = 32,0; PB = 5,3; PDR = 3,4; Ca = 0,32; P = 0,13; NDT = 51,0. Devido a diversidade de situações de uma pastagem, e consequentemente diferenças no seu valor nutricional, o ideal seria fazer uma análise da mesma. Para isso, deveria ser feita uma coleta criteriosa da forragem disponível, usando a técnica da simulação de pastejo. Esta amostra seria enviada para um laboratório, onde seriam solicitadas as seguintes análises: Proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO). A partir da PB, pode-se calcular o PDR (taxa de degradabilidade no rúmen, que para as pastagens, de um modo geral, pode ser considerada igual a 70%). O potencial de consumo de MS pode ser estimado a partir do teor de FDN (Paterson, 2000), usando a seguinte fórmula: CMS (em % do peso vivo) = 120 ÷ FDN%. Para esta equação ter valor prático, é necessário que a amostra da pastagem seja bem representativa e que a metodologia laboratorial usada para determinar a FDN seja confiável. Uma alternativa para esta equação, seria usar estimativas de consumo, como por exemplo, 1,8% do peso vivo para a seca e 2,4% do peso vivo para as águas. O valor energético (NDT) pode ser estimado a partir da DIVMO, usando a equação: NDT = 0,99 x DIVMO, ou a partir da FDA, usando a equação: NDT = [88,9 - (0,779 x FDA%)] (Paterson, 2000).

3. Cálculo consumo diário de nutrientes via pasto:

- MS = (400 x 1,8) ÷ 100 = 7,200 quilos/animal/dia;
- PB = (7,200 x 5,3) ÷ 100 = 382 gramas/animal/dia;
- PDR = (7,200 x 3,4) ÷ 100 = 245 gramas/animal/dia;
- Ca = (7,200 x 0,24) ÷ 100 = 17,3 gramas/animal/dia;
- P = (7,200 x 0,13) ÷ 100 = 9 gramas/animal/dia
- NDT = (7,200 x 51,0) ÷ 100 = 3,672 quilos/animal/dia.

4. Exigências de um novilho de 400 quilos para um ganho diário de 400 gramas, de acordo com a Tabela 6 (adaptado do NRC, 1984):

Consumo diário de MS = 8,2 kg; PB = 700 g; Ca = 20 g; P = 16 g; NDT = 4,610 kg; e PDR = 553 g. Neste caso o valor de PDR foi calculado como sendo equivalente a 12% da ingestão total de NDT, de acordo com o NRC (1996). Este balanço protéico/energético no rúmen é fundamental para se maximizar a produção de proteína microbiana.

5. Cálculo do déficit nutricional:

A base de cálculo consiste em se efetuar a diferença entre as necessidades do animal (item 4) e a oferta da pastagem (item 3), para os nutrientes PB, NDT, PDR, Ca e P:

$$PB = -318 \text{ gramas/animal/dia} (700 - 382);$$

$$NDT = -938 \text{ gramas/animal/dia} (4,610 - 3,672);$$

$$PDR = -308 \text{ gramas/animal/dia} (553 - 245);$$

$$Ca = -2,7 \text{ gramas/animal/dia} (20 - 17,3);$$

$$P = -7 \text{ gramas/animal/dia} (16 - 9).$$

6. Escolha dos ingredientes que irão compor o suplemento:

Essa escolha deveria ser feita em função do custo unitário do nutriente a ser suplementado, conforme discutido anteriormente. Supor que foram selecionados os seguintes ingredientes: grão de milho moído, farelo de soja, mistura uréia (85%) + sulfato de amônio (15%), calcário calcítico, mistura mineral, e Rumensin (aditivo). A composição dos mesmos encontra-se na Tabela 5, exceção para a mistura mineral e Rumensin.

7. Formulação do suplemento:

Deve-se iniciar com a PDR, por ser este um nutriente essencial para o bom desempenho das bactérias ruminantes e eficiência no processo de utilização da MS. Do total de PDR necessário para fazer frente a ingestão de NDT (12% conforme calculado acima), no caso, 553 gramas/animal/dia, usar-se-á 30% na forma de nitrogênio não protéico (NNP), através da mistura uréia + sulfato de amônio. Portanto, $(553 \times 30) \div 100 = 166$ gramas/animal/dia de PDR na forma de NNP. Na Tabela 5, o valor de PDR da mistura uréia + sulfato de amônio é de 208%. Para transformar 166 gramas de PDR no produto uréia + sulfato de amônio, divide-se $(166 \div 208) \times 100 = 79,8$ gramas. Este é o primeiro valor quantitativo que será usado para a formulação do suplemento. Portanto, do déficit determinado de 308 gramas de PDR, 166 gramas serão fornecidos através de NNP. A diferença de 142 gramas/animal/dia de PDR ($308 - 166 = 142$ gramas), será fornecida na forma de farelo de soja. Entretanto, o componente energético a ser usado neste suplemento, grão de milho, também apresenta uma certa quantidade de PDR (no caso, 4,3%, ver Tabela 5) e isto precisa ser levado em consideração nos cálculos. A diferença no teor de PDR entre farelo de soja e milho é bastante alta, 29,9% e 4,3%, respectivamente. Já com respeito ao NDT, esta diferença é extremamente pequena (82% e 85% de NDT para o farelo de soja e milho, respectivamente). Portanto, o teor de NDT será o critério para cálculo do suplemento por meio dos seguintes passos:

- Usar o valor médio de NDT destes dois ingredientes, que é 83,5% (85 (milho) + 82 (farelo de soja) $\div 2$). Isto significa que o suprimento do déficit já determinado de NDT, que é de 938 gramas/animal/dia, com uma mistura de milho e farelo de soja com valor médio de NDT = 83,5%, vai ser equivalente a 1.123,4 gramas/animal/dia desta mistura ($(938 \div 83,5) \times 100$);
- Também já se sabe que esta quantidade de mistura (milho + farelo de soja) deve fornecer 142 gramas de PDR/animal/dia; consequentemente, seu teor de PDR será igual a 12,64% ($(142 \div 1123,4) \times 100$);
- A partir deste ponto, calcula-se as proporções de milho e farelo de soja na mistura. Para isto, pode-se usar o Quadrado de Pearson, o qual permite a determinação das proporções de dois componentes em uma mistura, no caso, milho e farelo de soja, com um nível de nutriente desejado, no caso, 12,64% de PDR.

Farelo de soja = 29,9		8,34 = 32,58%
	12,64	
Milho =	4,3	17,26 = 67,42%
Totais		25,60 = 100,00%

Portanto, as quantidades de milho e farelo de soja a serem utilizadas no suplemento em formulação, serão iguais a **757,4 gramas/animal/dia** ($(1123,4 \times 67,42) \div 100$) e **366 gramas/animal/dia** ($(1123,4 \times 32,58) \div 100$), respectivamente.

Os demais elementos serão adicionados ao suplemento, segundo os seguintes critérios:

- Calcário calcítico - fornecido na base de **50 gramas/animal/dia**. Sua função é corrigir pH ruminal, além de adicionar cálcio para manter relação Ca:P próxima de 2:1;
- Mistura mineral – fornecida na quantidade de **60 gramas/animal/dia**, para atender todas as necessidades de macro e microminerais;
- Rumensin – atender as recomendações do produto, isto é, **2 gramas/animal/dia**.

Com estas informações em mãos, pode-se agora formular o suplemento, expressando os valores em percentuais relativos à matéria seca (CMS, base para estimativa de consumo de nutrientes) e matéria natural (CMN, base de pesagem dos componentes da mistura), conforme Tabela 7.

TABELA 7. Suplemento para atender ganho de 400 gramas/animal/dia em novilho nelore de 400 quilos de peso vivo em pastagem de *Brachiaria brizantha* (capim-marandu) durante a seca.

Ingredientes	CMS	CPDR ¹	CNDT ¹	CMN ²	% ³
Milho	757,4	32,6	643,8	860,7	58,95
Farelo de soja	366,0	109,4	300,0	406,7	27,86
Uréia + Sulfato de amônio	79,8	166,0	0,0	80,6	5,52
Mistura mineral	60,0	0,0	0,0	60,0	4,11
Calcário calcítico	50,0	0,0	0,0	50,0	3,42
Rumensin	2,0	0,0	0,0	2,0	0,14
Totais	1315,2	308,0	943,8	1460,0	100,0

CMS, CPDR, CNDT e CMN = consumos de matéria seca, proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e matéria natural, respectivamente.

¹ Calculado com os valores extraídos da Tabela 5. Exemplo: CPDR do milho = $(757,4 \times 4,3) \div 100 = 32,6$ gramas/animal/dia de PDR; etc.

² Calculada com os valores de MS extraídos da Tabela 5. Exemplo: CMN do milho = $(757,4 \div 88) \times 100 = 860,7$ gramas/animal/dia de grão de milho moído natural; etc.

³ O percentual de participação de cada ingrediente no suplemento é calculado expressando-se a quantidade de cada um sobre o total. Exemplo: Percentual do milho no suplemento = $(860,7 \div 1460,0) \times 100 = 58,95\%$; etc. Estes são os valores finais da mistura a ser preparada, e que deverá ser fornecida na base de 1,460 quilo/animal/dia.

Para se calcular o valor de PDR e NDT do suplemento, é só expressar o total de cada um destes nutrientes na MS total. Exemplo: Teor de PDR = $(308,0 \div 1315,2) \times 100 = 23,4\%$; Teor de NDT = $(943,8 \div 1315,2) \times 100 = 71,8\%$.

Portanto, para se alcançar um ganho de peso vivo próximo a 400 gramas/animal/dia, em novilhos nelores de 400 quilos de peso vivo, em pastagem de *B. brizantha* durante a seca, com boa disponibilidade e condições qualitativas próximas às apresentadas na Tabela 5, o mesmo deveria receber um suplemento com 23,4% de PDR e 71,8% de NDT, oferecido na base de 1,460 quilo/animal/dia.

Observações: O valor PDR foi considerado no balanceamento do suplemento, de forma a manter um equilíbrio frente a ingestão de NDT, no caso, 12%. Do total de PDR, 30% foi oferecido na forma de NNP. Como a mistura mineral estará sendo consumida na base de 60

gramas/animal/dia, o consumo de todos os minerais deveria estar adequado. O que pode ser verificado é a relação Ca:P, que deveria ficar entre 2:1 e 4:1. Para isto, é só calcular a ingestão total de Ca e de P (tanto pela pastagem, como pelo concentrado), seguindo os passos já demonstrados para PDR e NDT. No caso do suplemento formulado (supor uma mistura mineral com 6% de P e 7,2% de Ca), esta relação ficou em 3:1.

CONCLUSÕES

A condição para a adoção da suplementação dentro dos sistemas de produção de carne é que a mesma atenda a uma relação custo/benefício favorável. Essa relação será diferente para cada produtor. Para determinar benefícios, é necessário conhecer o custo atual do suplemento (R\$/kg) e compará-lo ao valor do ganho de peso adicional correspondente (R\$/arroba). Podem ocorrer situações em que uma determinada suplementação não necessariamente pague o seu custo (exemplo, suplementação nas águas), mas esta análise deveria ser feita dentro de todo o sistema de produção de carne, com metas bem definidas. Para essa análise, considerar vantagens indiretas da suplementação, tais como menor tempo de permanência de animais no pasto, maior flexibilidade na taxa de lotação e novas oportunidades de negócios. Finalmente, lembrar que a necessidade da suplementação varia em função da expectativa de cada propriedade rural (meta), da quantidade e qualidade da pastagem (nível de manejo) e da cooperação da mãe natureza (clima).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HAMILTON, T.; DICKIE, D. **Creep feeding beef calves**. Ontario: Ministry of Agriculture and Food, 1988. 4p. (Factsheet nº 88-009, 1988).
- HILL, D.H. The effects of climate on production. In: PAYNE, W.J.A. **Cattle and buffalo meat production in the tropics**. London: Longman Scientific & Technical, 1988. p.6-17.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1984. p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. New York: Academic Press, 1982. 160p.
- PATERSON, J. **Designing a Winter Supplementation Program**. MSU Extension's fall newsletter for beef producers. V.2, nº2: <http://agadsrv.msu.montana.edu/arnr/beefnote/beef2.html>.
- PETERSEN, M.K. Nitrogen supplementation of grazing livestock. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 1987. **Proceedings...** Montana State University. p.115-121.
- POPPI, D.P.; NORTON, B.W.; MINSON, D.J.; HENDRICKSEN, R.E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.94, n.1, p.275-280, 1980.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.32, n.2, p.199-205, 1974.

ELEMENTOS MINERAIS QUELATADOS EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS DE CORTE

Sheila da Silva Moraes¹

ASPECTOS GERAIS

De um modo geral, bovinos criados em pasto estão sujeitos a deficiências minerais. Estas podem ser causadas por: a) uma quantidade subótima de um específico mineral no solo/forrageira; b) um desequilíbrio de elementos minerais e/ou outros nutrientes; c) condição fisiológica intestinal alterada (diarréias, parasitismo).

Para corrigir ou amenizar tais efeitos, a suplementação mineral é, geralmente, uma prática necessária, a fim de garantir um suprimento adequado às exigências dos animais para seu desenvolvimento saudável.

A avaliação dos alimentos e suplementos nutritivos como fonte de minerais depende não somente do que os alimentos contêm, ou seja, do conteúdo total, ou a concentração determinada fisio-quimicamente, mas de como muitos minerais podem ser absorvidos no intestino e usados pelas células e tecidos animais (Underwood, 1981). Assim, a presença do mineral na planta forrageira, usada como alimento, não garante a absorção pelo organismo animal.

Muitos fatores interagem para o adequado aproveitamento dos nutrientes minerais dos alimentos pelos animais. Entre os principais fatores estão: o clima, o tipo de solo, a espécie forrageira, o manejo, a composição química das plantas forrageiras (presença de ácido fítico e oxalatos), considerados como fatores extrínsecos, e a idade do animal, o pH dos conteúdos nos compartimentos do trato digestivo, a presença em excesso ou ausência de alguns minerais (incluindo o efeito antagônico), o conteúdo de nutrientes orgânicos (proteínas, carboidratos, vitaminas) considerados como fatores intrínsecos ao animal.

Normalmente, os minerais que estão envolvidos em vários processos metabólicos têm maior facilidade de se interrelacionarem com outros minerais, do que aqueles que estão envolvidos numa simples ou única função (Dyer, 1969; Suttle, 1975). Entre eles se destacam o cobre, ferro e zinco que são íons polivalentes.

COMPLEXOS MINERAIS METABÓLICOS

Capturar íons (cátions e ânions) faz parte dos processos metabólicos e do equilíbrio homeostático no organismo animal. Existem três tipos básicos de compostos que são formados com os íons para cumprirem suas funções essenciais, tais como:

1) Compostos ou moléculas que transportam e estocam íons metálicos: o metal não modifica as propriedades do ligante, que é necessário, devido as suas propriedades físicas e químicas para a absorção e transporte do metal até o local onde ele é necessário. Um exemplo típico é a transferrina.

2) Compostos ou moléculas que têm função fisiológica: no organismo animal existem muitas moléculas que permitem ao íon metálico executar sua função metabólica. O ferro "quematizado" na hemoglobina e o cobalto na vitamina B-12 são exemplos. Sem o ferro na molécula de hemoglobina não se efetivará a ligação, transporte e liberação do oxigênio.

3) Compostos ou moléculas, cujas ações dependem de cátions essenciais: a maioria das enzimas requer um cátion para executar sua função catalítica. Entre elas estão aquelas cujo metal é parte integrante de sua estrutura (Hughes, 1972) (por exemplo, a glutationa oxidase que tem em sua molécula quatro átomos de selênio - Se); ou uma parte ativa da enzima (por exemplo, a carboxipeptidase precisa de zinco (Zn) para seu efeito proteolítico); ou elemento com função integrante, mas que pode ser substituído por outro íon; o ativador

¹ Méda.-Veta., Ph.D., CRMV-MS Nº 1038, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

facultativo (por exemplo, a piruvatoquinase requer o potássio (K) e magnésio (Mg), porém o manganês (Mn) pode substituir este último sem alterar sua função (Lehninger, 1985)).

FORMAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS SINTÉTICOS "QUELATOS"

Nos últimos anos, estudos têm sido desenvolvidos com minerais orgânicos ou quelatados. A finalidade é de garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar na cadeia metabólica como acontece com todos os íons.

São denominados quelatos, compostos formados por íons metálicos seqüestrados por aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a estes íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade. A palavra "quelatos" vem da palavra grega "*chele*" que significa "*garra*", um termo adequado para descrever a maneira na qual íons metálicos polivalentes são ligados a compostos orgânicos ou sintéticos (Mellor, 1964).

Para a formação de compostos orgânicos como fonte de alguns microelementos minerais, pode-se lançar mão de numerosas moléculas como ligantes que têm função específica no metabolismo. Elas são de baixo peso molecular e a sua capacidade oxidativa ou "ligante" depende do tamanho da molécula e presença de radicais carboxílicos. As principais são ácidos aminados, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido glucônico e ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Normalmente, um cátion polivalente (mineral) pode fazer a ligação com uma, duas ou várias dessas moléculas, para formar um "composto mineral organicamente ligado" ou quelato, sendo assim vendido como fonte de mineral.

A "Association of American Feed Control Officials" (AAFCO, 1997) define estes produtos minerais orgânicos da seguinte forma:

- 1) Quelato metal-aminoácido é um produto resultante da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos na proporção molar, ou seja, um mol do metal para um a três moles (preferencialmente dois) de aminoácidos na forma de ligação covalente coordenada. O peso médio dos aminoácidos hidrolizados pode ser, aproximadamente, de 150 daltons e o peso molecular resultante do quelato não deve exceder a 800 daltons.
- 2) Complexo aminoácido-metal é um produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com aminoácido(s).
- 3) Complexo metal-aminoácido específico é o produto resultante da formação de um complexo de um sal solúvel e um aminoácido específico.
- 4) Metal proteinado é o produto resultante da quelação de um sal solúvel com uma proteína parcialmente hidrolizada.
- 5) Complexo metal-polissacarídeo é o produto resultante da complexação de um sal solúvel com polissacarídeo.

Em geral, elementos minerais quelatados têm-se mostrado, sob esta forma, com biodisponibilidade maior ou igual àqueles na forma de sulfato (Ammerman & Henry, 1994). Para fazer um uso mais efetivo deste produto, se fazem necessárias maiores informações a respeito de sua composição, absorção e metabolismo do tecido que define sua disponibilidade biológica.

BIODISPONIBILIDADE DOS QUELATOS

Disponibilidade biológica pode ser considerada como a medida da habilidade de um suplemento sustentar os processos biológicos nos animais (McGilliray, 1978). A biodisponibilidade de um nutriente é um termo relativo, sempre se referindo ao valor, de outro produto usado como padrão (Rosa, 1985). Então, o elemento mineral é "disponível" tanto dietético como tissular. Com respeito a certos minerais, a determinação da utilização do elemento é difícil e a pesquisa não tem encontrado, até agora, uma restrita definição de biodisponibilidade. Trabalhos de Fox et al. (1981) e O'Dell (1984) têm enfatizado estudos da utilização de nutrientes dentro do processo metabólico normal do animal. Daí estudos recentes têm desenvolvido compostos orgânicos semelhantes àquelas moléculas transportadoras de minerais no organismo animal, de maneira a garantir sua eficiência em suprir deficiências. Assim, a disponibilidade biológica do metal na forma quelatada é dependente de três

condições básicas na estrutura do composto: a) a forma de ligação com metal; b) do peso molecular da forma quelatada; c) e da constante de estabilização do quelato.

a) Forma de ligação com o metal: os metais quelatados são mais estáveis, devido às ligações covalentes com os compostos orgânicos, quando sob a forma de sais inorgânicos são ionizados no estômago, o que determina sua solubilidade. Assim, são mais reativos, podendo ser desviados da sua função por alguns agentes precipitantes. No caso dos quelatos formados com dois ou três aminoácidos, o íon metálico na molécula é quimicamente inerte, dessa forma entra com facilidade nas vias metabólicas, pois assume a característica de um dipeptídeo ou tripeptídeo, ou seja, da molécula em si. Dessa forma a estrutura química não é alterada pelo processo digestivo e pode ser absorvido como uma molécula intacta (Ashmead, 1993).

b) Peso molecular da forma quelatada: o baixo peso molecular é a chave para a absorção como uma molécula intacta. Se o peso molecular de um quelato for maior do que 800 daltons, certamente sofrerá prévia hidrólise na luz do trato digestivo e a absorção pela mucosa não será garantida (AAFCO, 1997). No caso de metal proteinado, existe pouca chance de continuidade no meio gastrintestinal.

c) Constante de estabilização do quelato: outro fator importante dos quelatos é a sua constante de estabilização. Constante de estabilização é um número logarítmico que indica a firmeza com que o íon metálico está ligado à molécula orgânica. Se um quelato de aminoácido é estabilizado por um processo tampão específico, sua constante de estabilização é modificada de maneira que resiste às diferentes variações de pH do trato digestivo. Quando somente um aminoácido é usado para quelatar um íon metálico, a estrutura quelante não é tão forte como aquela formada por dois ou mais aminoácidos. Dois aminoácidos quelantes fornecem quatro ligações (três aminoácidos promovem seis) para um simples átomo de metal. A combinação de ligações forma ângulos, que projeta a forma tetraédrica, que é um obstáculo para a competição eletrofílica das moléculas ou átomos que poderiam dissolver a ligação quelante. Assim, dois ou três anéis de aminoácidos quelantes são mais estáveis. Se a constante de estabilização dos aminoácidos é grande, estes irão resistir à ação de peptidases que quebram as ligações peptídicas internas, liberando o átomo de metal na molécula (Ashmead, 1993).

ABSORÇÃO DOS QUELATOS

Trabalhos "in vivo" têm demonstrado que minerais sob a forma de sais inorgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno, onde o pH ácido determina a solubilidade. Daí são ligados a proteínas e incorporados pela membrana das células da mucosa intestinal (Ashmead, 1993). O transporte para o interior das células se dá pela difusão passiva ou pelo transporte ativo. Nestas condições é que podem ocorrer perdas pela reação com compostos como colóides insolúveis (Herrick, 1993), ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas que inibem a absorção.

No caso de aminoácidos quelatados, o elemento mineral metálico na molécula é quimicamente inerte, devido à forma de ligação. Então não é afetado pelos diferentes anions como os íons metálicos livres. Os minerais quelatados são absorvidos no jejuno, atravessam as células da mucosa, e passam diretamente para o plasma. A separação do aminoácido quelante se dá no local onde o elemento mineral metálico é utilizado (Ashmead, 1993).

RESPOSTA À UTILIZAÇÃO DE MINERAIS QUELATADOS

Alguns estudos têm demonstrado resposta positiva de quelatos quando comparados com fontes inorgânicas (McDowell, 1996).

Spears (1991) citado por McDowell (1996) concluiu em seus estudos que certos complexos orgânicos na dieta de ruminantes aumentam o desempenho (crescimento e produção de leite), qualidade de carcaça, resposta imune e decresce a contagem de células epiteliais no leite comparada aos animais suplementados com as formas inorgânicas.

Em casos onde existem altas concentrações dietéticas de minerais, como o molibdênio (Mo), formas orgânicas de cobre (Cu) seriam vantajosas. Desta forma, pode-se evitar, por exemplo, a formação de complexo tiomolibdato de cobre (Cu-Mo-S) no sistema digestivo (Nelson, 1988).

Spears (1989) não encontrou nenhuma diferença no crescimento de novilhos recebendo óxido de zinco (ZnO) e o quelato de zinco com metionina, embora houvesse tendência a melhor resposta nesse último tratamento. Analisando os resultados, o autor observou que, nas condições experimentais, tanto o Zn presente, sob forma de óxido, como quelatado, foram absorvidos num grau semelhante; após a absorção, entretanto, parece que foram metabolizados de formas diferentes: houve tendência à menor excreção urinária e menor taxa de declínio no plasma do zinco nos animais suplementados com a forma quelatada.

O zinco e o cobre complexados com proteínas ou aminoácidos, tais como a metionina ou lisina, tendem a ter vantagem com relação as suas formas inorgânicas quando são administrados a animais estressados. Peso na desmama foi mais alto para bezerros desmamados suplementados com Zn-Mn-metionina comparados com o controle e os que recebiam óxido de zinco (Spears & Kegley, 1991).

Kropp (1993) avaliou a fertilidade de fêmeas de diferente raças (Angus, Hereford, Brangus e Simental) que tiveram acesso a sal mineral contendo zinco, manganês, cobre e cobalto quelatados com aminoácidos comparados à fórmula contendo sais inorgânicos, por um ano. O autor verificou que 77,4% da fêmeas que recebiam os quelatados apresentaram estro em relação a 42,1% das que recebiam sais inorgânicos. Destas, as que conceberam no primeiro serviço foram 71,4% das suplementadas com quelatos e 25% das com sal inorgânico. O autor concluiu que a suplementação de microelementos minerais quelatados, particularmente o cobre, teve influência positiva na melhoria do cio e taxa de concepção.

Há necessidade de se estudar melhor a seletividade dos agentes quelantes em relação aos minerais, à espécie e à quantidade mais efetiva, seu modo de ação e seu comportamento em diferentes espécies animais e interação com diferentes dietas. Os requerimentos dietéticos para minerais podem ser bem reduzidos pela adição de agentes quelantes à dieta animal, mas a relação custo-benefício precisa ser estabelecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL (AAFCO). Official Publication. Atlanta, 1997.
- AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. ed. *Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals and vitamins*. New York: Academic Press, 1995.
- AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. *Role of minerals in animal production: newer developments. Livestock production for the 21st century: priorities and research needs*. University of Saskatchewan, 1994, p.251-266.
- ASHMEAD, H.D. Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal amino acid chelates and inorganic metals salts. In: ASHMEAD, H.D., ed. *The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. New Jersey, 1993, p.47-51.
- DYER, I. Mineral requirements. In: HAFEZ, E. & DYER, I. ed. *Animal growth and nutrition*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1969. p.313.
- FOX, M.R.S.; JACOBS, R.M.; JONES, A.O.L.; FRY JUNIOR, B.E.; RAKOWSKA, M.; HAMILTON, R.P.; HARLAND, B.F.; STONE, C.L.; TAO, S.H. Animal models for assessing bioavailability of essential and toxic elements. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.58, p.6-11, 1981.
- HERRICK, J.B. Mineral in animal health. In: ASHMEAD, H.D. ed. *The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. New Jersey, 1993. p.3-9.
- HUGHES, M. *The inorganic chemistry of biological processes*. London: John Wiley, 1972. p.105.
- KROPP, J.R. The role of copper in beef cattle fertility. In: ASHMEAD, H.D. ed. *The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. New Jersey, 1993. p.154-169.
- LEHNINGER, A.L. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Savier, 1985. p.154, 295-296.

- McDOWELL, L.R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.60, p.247-271, 1996.
- McGILLIRRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: ANNUAL INTERNATIONAL MINERALS CONFERENCE, 1., 1978. Petersburg Beach. **Anais...** St. Petersburg Beach: IMC, 1978.
- MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: DWYER, F.; MELLOR, D. ed. **Chelating agents and metal chelates**. New York: Academic Press, 1964. p.1.
- NELSON, J. Review of trace mineral chelates and complexes available to the feed industry. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 1988, Winnipeg, Manitoba, p.1-36, 1988.
- O'DELL, B.L. Bioavailability of trace elements. **Nutrition Reviews**, New York, v.42, p.301-308, 1984.
- ROSA, I.V. Técnicas de avaliação de suplementos minerais. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 1985, Piracicaba. **Minerais para ruminantes. Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.99-112.
- SPEARS, J.W. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of Zn in labs and effects of growth and performance of growing heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.835-843, 1989.
- SPEARS, J.W.; KEGLEY, E.B. Effect of Zn and Mn-methionine on performance of beef cows and calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, suppl.1, p.59, 1991.
- SUTTLE, N. Trace element interactions in animal. In: NICHOLAS, D.; EGAN, A. ed. **Trace elements in soil-plant-animal systems**. New York: Academic Press, 1975. p.217.
- UNDERWOOD, E. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic Press, 1981. p.15.

FÓSFORO SUPLEMENTAR PARA BOVINOS DE CORTE

Maria Luiza Franceschi Nicodemo¹

INTRODUÇÃO

A deficiência de fósforo (P) é generalizada no Brasil (Tokarnia et al., 1988). Como esse é um componente caro da mistura mineral, há esforços freqüentes para buscar formas eficientes de suplementar fósforo. As forrageiras tendem a apresentar maiores concentrações de P na matéria seca (MS) na época de chuvas comparadas à época de seca (Tabela 1). Isso acontece porque à medida que a planta amadurece, o fósforo, que é um elemento móvel, vai se concentrando nas folhas verdes e sementes. Há também diluição do P na matéria seca, aumento na relação caule:folha e redução na capacidade da planta de absorver minerais (Gomide, 1976; Sousa et al., 1979). Apesar dessa queda na concentração de P em forrageiras maduras na seca, as respostas ao fornecimento de P suplementar podem ser pequenas ou inexistentes, por causa das deficiências mais limitantes de proteína e energia nas pastagens nessa época do ano (Resource Consulting Services, 1986; Rosa et al., 1993).

TABELA 1. Concentração média estacional (%) da MS de P em forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* analisadas na Embrapa Gado de Corte.

Forrageira	Época	
	Chuvas	Seca
<i>B. brizantha</i>	0,13	0,11
<i>B. decumbens</i>	0,13	0,09
<i>B. humidicola</i>	0,14	0,11
<i>P. maximum</i> cv. Colonião	0,17	0,12
<i>P. maximum</i> cv. Tobiatã	0,14	0,10
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	0,15	0,11

Fonte: Moraes (1998)

QUANTO DE FÓSFORO PRECISA SER SUPLEMENTADO?

Conhecendo-se as exigências da categoria animal e o alimento consumido, é possível estimar a quantidade de P que precisa ser suplementada. As exigências de P dos bovinos são muito variáveis, em função do nível de produção, estado fisiológico e idade dos mesmos. Cerca de 80% do P estão nos ossos. Como a taxa de crescimento ósseo é maior nos animais jovens, um animal mais maduro requer relativamente menos P para cada quilograma de ganho de peso. Quanto maior o nível de produção, maiores são as exigências (Tabela 2). Novilhas exigem, normalmente, maior concentração de P na dieta comparadas às vacas adultas por causa do menor consumo diário de matéria seca (Tabela 3).

TABELA 2. Exigências de P para duas taxas de ganho de peso na recria e na engorda de bovinos de corte.

Ganho de peso	0,2 kg/dia		1 kg/dia		
	Peso vivo, kg	200	400	200	400
P, g/dia*		7	11,10	15,30	16,70
(% MS)		(0,18)	(0,14)	(0,31)	(0,17)
Consumo MS, kg/dia		4	8	5	10

* National Research Council - NRC (1996)

¹ Zoot., Ph.D., CRMV-MS Nº 100/Z, Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

TABELA 3. Exigências de P para vacas e novilhas de corte em reprodução.

Estado fisiológico	Exigências nutricionais			
	Vacas		Novilhas	
	g/dia	% MS	g/dia	% MS
1/3 inicial de lactação	16,0	0,15	15,0	0,19
1/3 inicial de gestação	14,0	0,15	10,0	0,14
1/3 médio de gestação	11,0	0,12	11,0	0,16
1/3 final de gestação	14,0	0,16	15,0	0,21

* Cálculos baseados no NRC (1996). Critérios utilizados para cálculo das estimativas de exigências: Raça Nelore, peso adulto 450 kg, produção de um bezerro de 30 kg e 4 kg máximo leite/dia, intervalo entre partos de doze meses. Idade das novilhas à cobertura: 24 meses. Consumo MS vaca seca e novilha, pastagens média qualidade = 2% peso vivo (vaca = 9 kg; novilha = 7 kg). Consumo MS vaca lactante e de primeira cria, pastagem média qualidade = 2,3% peso vivo (vaca adulta = 10,35 kg; vaca de primeira cria = 8,05 kg).

De maneira geral, misturas minerais para animais em pastejo, fornecendo 4 a 5 gramas por dia de P, estão adequadas para recria e engorda, enquanto fêmeas necessitam de teores mais elevados, em torno de 6 a 9 gramas por dia. Fêmeas são particularmente susceptíveis à deficiência de P, pela grande quantidade desse elemento secretada no leite (0,95 grama por quilo), pelas exigências à formação do feto e o tempo que permanecem em produção. Assim, essa é a categoria mais afetada por botulismo epizoótico se a suplementação mineral for inadequada, já que a deficiência de P induz ao consumo de ossos.

Quando a dieta é variada, caso de pastagens nativas (Pott & Pott, 1987), ou o solo é de alta fertilidade natural e/ou adubado (Nogueira, 1988; Sousa et al., 1985), pode não haver resposta ao fornecimento de P na mistura mineral. A suplementação com grãos e farelos também contribui para o atendimento das exigências de P, e deve ser considerada (Tabela 4).

TABELA 4. Concentração de P em alguns grãos em farelos.

Ingredientes	% P
Farelo de soja	0,67
Farelo de algodão	1,10
Farelo de trigo	1,24
Grão de milho moído	0,33
Grão de sorgo	0,38
Cama de galinheiro	0,29

Fonte: Campos (1981)

A concentração de P fítico em grãos é relativamente alta, apresentando entre 50% e 80% do P total na forma de fitato. A fitase, produzida pelas bactérias do rúmen, hidroliza o fitato. Quando o fitato é quebrado, o P resultante fica disponível para o animal. Embora existam situações em que a disponibilidade do P fítico é reduzida, não parece haver problema na maioria das dietas práticas (Playne, 1976; Clark Junior et al., 1986; Morse et al., 1992).

FONTES DE FÓSFORO

A qualidade das fontes de minerais varia. Quando se fala em disponibilidade biológica (biodisponibilidade) de uma fonte de minerais, refere-se à eficiência relativa dessa fonte em suportar processos fisiológicos, comparada a uma fonte tradicional, que serve de testemunha. Os critérios utilizados nessa comparação incluem ganho de peso, conversão alimentar, concentração de mineral nas cinzas dos ossos, entre outros.

Os fosfatos mais comuns podem ser classificados em quatro categorias: fosfatos de cálcio (naturais e processados), fosfatos de amônio, fosfatos de sódio e ácido fosfórico. Para a obtenção dos fosfatos comerciais, a rocha fosfática deve sofrer concentração e processamento (Thompson, 1980), visando a obter um produto com uma relação fósforo:flúor

aceitável e boa disponibilidade biológica. Qualquer que seja o fosfato utilizado na mistura mineral, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento exige que as misturas minerais prontas para uso apresentem o máximo de 2.000 ppm (mg/kg) de flúor (F) e uma relação mínima de P:F de 60:1. As fontes de P utilizadas devem também estar registradas no Ministério (Portaria MAA/SDR nº 20, de 6 de junho de 1997).

Os fosfatos de cálcio naturais incluem as farinhas de ossos calcinadas e autoclavadas e os fosfatos de rocha. A farinha de ossos apresenta boa disponibilidade biológica e palatabilidade, sendo comparáveis ou ligeiramente superiores ao fosfato bicálcico (Nicodemo et al., 1998). As farinhas de ossos são obtidas pelo tratamento de ossos (*in natura* ou parcialmente processados) pelo calor, desidratação e moagem. A calcinação é a queima completa dos ossos a 800°C a 1.000°C. A farinha de ossos autoclavada pode ser obtida por meio de esterilização por cocção a vapor sob pressão, e contém cerca de 7% de matéria orgânica (Maciel & Leboute, 1978). Entretanto, a utilização de farinha de osso autoclavada, como suplemento alimentar, encontra-se proibida por razões de saúde pública.

Os fosfatos de rochas (patos, araxá, tapira etc.) são obtidos por meio do processamento das rochas fosfáticas, e se compõem, basicamente, de fosfato tricálcico. As rochas fosfáticas nacionais, de origem ígnea ou metamórfica, possuem, em geral, teores de flúor mais baixos que as rochas estrangeiras de origem sedimentar. O flúor pode se apresentar em concentrações tóxicas mesmo nos fosfatos de rocha nacionais, que também têm disponibilidade biológica cerca de 30% inferior ao fosfato bicálcico e baixa palatabilidade (EMBRAPA, 1994).

A intoxicação por flúor depende da quantidade consumida, da duração da ingestão (o efeito é acumulativo), da solubilidade da fonte de flúor (fluoreto de sódio é mais disponível que fluoreto de cálcio), espécie e idade do animal, estado geral de nutrição e a presença de antagonistas (como alumínio). Os sintomas de intoxicação incluem alterações dentárias em animais jovens, com perda de brilho, manchas, cáries e erosões, hipoplasia e desgaste anormal dos dentes, além de alterações ósseas, manqueira e rigidez das juntas (NRC, 1974). Existe um potencial de uso dos fosfatos de rocha para animais em confinamento (por períodos limitados), animais de engorda (acima de três anos) em pastagens e vacas de descarte. Em comum, essas categorias apresentam as seguintes características: idade mais avançada, curto tempo de permanência no rebanho e necessidade de suplementação de P reduzida (em relação às demais categorias). Outra possibilidade estudada foi a substituição parcial de até 30% de fosfatos convencionais por fosfato de rocha (EMBRAPA, 1994).

Ácido fosfórico (em geral, utilizado em suplementos líquidos) e fosfatos monocálcico, bicálcico e monoamônico são fontes de fósforo de boa disponibilidade e palatabilidade, sendo bastante utilizadas (Nicodemo et al., 1998).

O fosfato monoamônico não contém cálcio (Ca). A atual legislação exige que as misturas minerais contenham relação Ca:P mínima de 1:1. Embora em geral as concentrações de Ca nas pastagens estejam próximas das exigências de bovinos, altos níveis de oxalato têm sido encontrados em forrageiras tropicais (Nunes, 1990). Oxalato tem a capacidade de formar complexos com o cálcio. Os bovinos podem degradar oxalato no rúmen, se adaptados, mas é possível que ainda assim a disponibilidade do Ca seja diminuída (Blaney et al., 1982). O fosfato monoamônico é muito reativo, e a mistura mineral pode impedir quando fontes de cálcio, como carbonato de cálcio, são empregadas. Aparentemente, tal situação pode ser contornada com a substituição de carbonato por sulfato de cálcio (gesso), ou com a adição de 5% a 10% de material inerte (como casca de arroz) à mistura. Recomenda-se cautela no uso de sulfato de cálcio que pode apresentar altas concentrações de flúor (0,6%-1%).

O superfosfato triplo é um fertilizante formado, basicamente, por fosfato monocálcico e tem boa palatabilidade. Resultados experimentais mostraram que os bovinos suplementados com superfosfato triplo, produzido a partir de rochas nacionais, apresentaram desempenho semelhante ao fosfato bicálcico. A disponibilidade biológica também foi comparável. Contudo, bovinos ingerindo superfosfato triplo tendem a apresentar maior acúmulo de flúor nos ossos, comparados a animais suplementados com fosfato bicálcico (EMBRAPA, 1994). Há preocupações quanto ao uso de fosfato supertriplo obtido de rochas fosfáticas com alto teor de flúor para alimentação animal, considerando-se que pode haver variação na composição das jazidas e que o superfosfato triplo poderia, eventualmente, ser produzido a partir de

matéria-prima importada. Técnicos do Ministério da Agricultura e do Abastecimento incentivam o registro do produto para uso alimentar, o que traria garantias ao consumidor de que o mesmo se apresenta dentro de padrões aceitáveis.

CONCLUSÕES

Existe uma grande diversidade de fosfatos que podem ser utilizados com segurança para bovinos de corte. A utilização de fontes de fósforo, como o fosfato de rocha e superfosfato triplo, não regularizados nos órgãos competentes, implica em certos riscos. Nesse caso, há necessidade de monitoramento de rotina dos teores de fósforo, cálcio e flúor dos fosfatos por meio de análises em laboratórios idôneos, além de acompanhamento da suplementação por profissional habilitado, que conheça as limitações (inclusive em biodisponibilidade do P) e formas recomendadas de utilização desses fosfatos, e que seja capaz de reconhecer os sinais iniciais da intoxicação por flúor, tomando as providências necessárias para corrigi-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; HEAD, T.A. The effects of oxalate in tropical grasses on calcium, phosphorus and magnesium availability to cattle. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.99, n.3, p.533-539, 1982.
- CAMPOS, J. *Tabelas para cálculo de rações*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 64p.
- CLARK JUNIOR, W.D.; WOHLT, J.E.; GILBREATH, R.L.; ZAJAC, P.K. Phytate phosphorus intake and disappearance in the gastrointestinal tract of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*, Champaign, v.69, n.12, p.3151-3155, 1986.
- EMBRAPA. Presidência (Brasília, DF). *Parecer técnico científico: uso de fontes alternativas de fósforo na nutrição de bovinos - resultados, conclusões e recomendações*. Anexo ao OF. PR. EMBRAPA n. 257/94. Brasília, 26 abr. 1994. 17p.
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS; Belo Horizonte, 1976. *Anais...* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1976. p.20-33.
- MACIEL, M.L.C.; LEBOUTE, E.M. Avaliação de farinhas de osso por métodos indiretos e biológicos. *Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica Francisco Osório*, Porto Alegre, v.5, n.2, p.609-658, 1978.
- MORAES, S.da S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. In: CURSO SOBRE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS, Campo Grande, 1998. *Compilação dos trabalhos apresentados*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. p.6-28.
- MORSE, D; HEAD, H.H.; WILCOX, C.J. Disappearance of phosphorus in phytate from concentrates in vitro and from rations fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*, Champaign, v.75, n.7, p.1979-1986, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition (Washington, DC, USA). *Effects of fluorides in animals*. Washington: National Academy of Sciences, 1974. 70p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. (Washington, DC, USA). *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- NICODEMO, M.L.F.; SOUSA, J.C.; GOMES, R.F., NUNES, V.A.; ROSA, I.V.; VIANA, J.A.C. Fontes de fósforo em misturas minerais para novilhas em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.4, p.801-808, 1998.
- NOGUEIRA, P.P. *Efeito do fósforo suplementar sobre o crescimento de novilhos em pastagens de solos férteis*. Viçosa: UFV, 1988. Tese Mestrado. 1988. 73p.
- NUNES, S.G.; SILVA, J.M.; QUEIROZ, H.P. *Avaliação de gramíneas forrageiras para eqüinos*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 5p. (EMBRAPA-CNPGC. Pesquisa em Andamento, 45).

- PLAYNE, M.J. Availability of phosphorus in feedstuffs for utilization by ruminants. **Reviews in Rural Science**, v.3, p.155-164, 1976.
- POTT, E.B.; POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não-gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Paiaguás, do Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.11/12, p.1293-1299, 1987.
- RESOURCE CONSULTING SERVICES (Darwin, Australia). **A review of phosphorus requirements of grazing cattle in North Australia**. Darwin, 1986. 12p.
- ROSA, I.V.; REIS, R.A.T.; MORAES, S.da S.; NICODEMO, M.L.F. **Efeito da restrição mineral no período seco sobre o desempenho de bovinos de recria**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPBC, 1993. 4p. (EMBRAPA-CNPBC. Pesquisa em Andamento, 47).
- SOUSA, J.C.de; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M.da; EUCLIDES, V.P.B. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.259-269, 1985.
- SOUSA, J.C.de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; McDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.4, p.387-395, 1979.
- THOMPSON, D.J. Industrial considerations related to fluoride toxicity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, n.3, p.767-772, 1980.
- TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J.; MORAES, S.S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v.8, n.1/2, p.1-16, 1988.