

# Minerais Para Ruminantes em Pastejo em Regiões Tropicais



J. H. Conrad, L. R. McDowell, G. L. Ellis e J. K. Loosli

Departamento de Ciência Animal  
Centro de Agricultura Tropical  
Universidade da Flórida, Gainesville

e

Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional



Figura 7. Uma vaca na Argentina sofrendo de botulismo como conseqüência da ingestão de ossos. O animal *apresenta-se* fraco e tem dificuldade para se levantar (Cortesia Bernardo Jorge Carrillo, C.I.C.V., INTA, Castelar, Argentina).



Figura 15. Mudanças da coloração do pelo como conseqüência de uma deficiência de cobre. A cor escura é normal quando os animais recebem cobre em nível adequado (Cortesia Bernardo Jorge Carrillo, C.I.C.V., INTA, Castelar, Argentina).



Figura 14. Gado deficiente em cobalto no Norte do Mato Grosso, Brasil (Cortesia Jürgen Döbereiner e Carlos H. Tokarnia, EMBRAPA, Rio de Janeiro, Brasil).



Figura 27. Lesões provocadas pela deficiência de zinco observadas em gado em pastejo em Bethlehem, Estado de Orange Free, África do Sul. O maior sinal clínico é uma alopecia generalizada. As lesões mais severas estavam entre as patas dianteiras e traseiras, as quais não podem ser vistas. Sangramento destas áreas pode, algumas vezes, ser observado (Cortesia B.D.H. Van Niekerk, Voermol Products Ltd., Natal, África do Sul).

---

Capa: Cocho para mineral na Estação Experimental de Pichilingue Equador (acima). Cocho para mineral nos Llanos Colombianos (abaixo) (L.R. McDowell, Universidade da Flórida)

# Minerais Para Ruminantes em Pastejo em Regiões Tropicais

1985

J. H. Conrad, L. R. McDowell, G. L. Ellis e J. K. Loosli

Departamento de Ciência Animal  
Centro de Agricultura Tropical  
Universidade da Flórida, Gainesville

e

Agencia Americana para o Desenvolvimento International

Traduzido por

Valéria Pacheco Batista Euclides  
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
CNPGC-EMBRAPA  
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

## CONTEÚDO

	PÁGINA
PREFÁCIO . . . . .	4
INTRODUÇÃO . . . . .	5
FONTES DE MINERAIS PARA ANIMAIS EM PASTEJO . . . . .	5
Forragens . . . . .	5
Água e Solo . . . . .	7
FATÔRES QUE INFLUENCIAM O CONTEÚDO MINERAL DAS PLANTAS . . . . .	7
REQUERIMENTOS MINERAIS . . . . .	9
INCIDÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS E TOXICIDADES MINERAIS . . . . .	11
CÁLCIO E FÓSFORO . . . . .	11
Metabolismo . . . . .	11
Requerimento . . . . .	14
Deficiência . . . . .	14
Prevenção e Controle . . . . .	18
MAGNÉSIO . . . . .	19
Metabolismo . . . . .	19
Requerimento . . . . .	19
Deficiência . . . . .	19
Prevenção e Controle . . . . .	20
POTÁSSIO . . . . .	22
Metabolismo . . . . .	22
Requerimento . . . . .	22
Deficiência . . . . .	22
Prevenção e Controle . . . . .	22
Toxicidade . . . . .	24
SÓDIO E CLORO . . . . .	24
Metabolismo . . . . .	24
Requerimento . . . . .	24
Deficiência . . . . .	24
Prevenção e Controle . . . . .	26
Toxicidade . . . . .	26

	PÁGINA
ENXÔFRE . . . . .	26
Metabolismo . . . . .	26
Requerimento . . . . .	26
Deficiência . . . . .	28
Prevenção e Controle . . . . .	28
Toxicidade e Interrelações . . . . .	28
COBALTO . . . . .	29
Metabolismo . . . . .	29
Requerimento . . . . .	29
Deficiência . . . . .	29
Prevenção e Controle . . . . .	31
Toxicidade . . . . .	31
COBRE e MOLIBDÊNIO . . . . .	31
Metabolismo . . . . .	31
Requerimento . . . . .	32
Deficiência . . . . .	32
Prevenção e Controle . . . . .	33
Toxicidade . . . . .	35
IÔDO . . . . .	35
Metabolismo . . . . .	35
Requerimento . . . . .	35
Deficiência . . . . .	37
Prevenção e Controle . . . . .	37
Toxicidade . . . . .	37
FERRO E MANGANÊS . . . . .	37
Metabolismo . . . . .	37
Requerimento . . . . .	41
Deficiência . . . . .	41
Prevenção e Controle . . . . .	41
Toxicidade . . . . .	42
SELÊNIO . . . . .	42
Metabolismo . . . . .	42
Requerimento . . . . .	42
Deficiência . . . . .	42
Prevenção e Controle . . . . .	43
Toxicidade . . . . .	46

ZINCO . . . . .	46
Metabolismo . . . . .	46
Requerimento . . . . .	46
Deficiência . . . . .	46
Prevenção e Controle . . . . .	48
Toxicidade . . . . .	48
NOVOS MICROELEMENTOS . . . . .	48
ELEMENTOS TÓXICOS . . . . .	49
FLÚOR . . . . .	49
Essencialidade . . . . .	49
Toxicidade . . . . .	49
Formas Químicas . . . . .	50
Prevenção e Controle . . . . .	50
DIAGNÓSTICOS DE DEFICIÊNCIAS E IMBALANÇOS MINERAIS . . . . .	52
UMA TÉCNICA DE MAPEAMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS E TOXICIDADES MINERAIS . . . . .	55
RESPOSTAS À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL . . . . .	56
SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA ANIMAIS EM PASTEJO . . . . .	61
Requerimentos . . . . .	63
Disponibilidade Biológica . . . . .	64
Consumo de Mistura Mineral e Matéria Seca . . . . .	64
Concentrações dos elementos nas Misturas Minerais . . . . .	67
Etiqueta . . . . .	71
COCHOS PARA MINERAIS PARA RUMINANTES . . . . .	74
SUMÁRIO . . . . .	82
LITERATURA CITADA . . . . .	82
AGRADECIMENTOS . . . . .	87

## PREFÁCIO

Esta publicação enfoca os minerais nutricionalmente mais importantes para ruminantes em pastejo nos trópicos. Foi preparado pelo Instituto de Alimentação e Ciências Agrárias da Universidade da Flórida com fundos do escritório de Agricultura do Bureau para Ciência e Tecnologia e, Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), Washington, D.C. A Universidade da Flórida vêm mantendo um contrato, número AID/ta-c-1153, com a USAID nos últimos 9 anos para suportar o estudo de deficiências e toxicidade dos minerais para ruminantes em pastejo nos trópicos. O título deste projeto é "Desenvolvimento de Regimes de Suplementação Mineral Eficientes para ruminantes em Pastejo nos Trópicos." Pesquisas minerais conduzidas pela Universidade da Flórida em colaboração com grupos de pesquisas cooperativos está ou esteve em andamento em diferentes países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Indonésia, Quênia, Malawi, Malasia, México, Panamá, Paraguai, Peru, Filipinas, Sudão, Swazilândia, Trinidad, Tailândia, Uruguai, Venezuela e Zaire. Para informações adicionais a respeito deste programa contacte com o "Department of Animal Science, Animal Science Building, University of Florida, Gainesville, Florida 32611."

Alguns capítulos desta publicação são modificações daqueles encontrados no Florida Extension Bulletin 683 (revisado) "Minerals for Beef Cattle in Florida" preparado por C.B. Ammerman, R.L. Shirley, H.L. Chapman, Jr., J.F. Hentges, Jr., F.M. Pate, L.R. McDowell and J.H. Conrad.

## INTRODUÇÃO

Subnutrição é comumente aceita como sendo uma das limitações mais importantes para animais em pastejo nos países tropicais. Deficiências de energia e proteína são freqüentemente responsáveis pela baixa produção. Contudo, vários pesquisadores têm observado que mesmo quando a forragem disponível na pastagem é abundante o gado definha. É mundialmente reconhecido que desequilíbrios minerais (deficiência ou excesso) nos solos e nas forragens têm sido responsáveis por problemas de baixa produção bem como por problemas reprodutivos amplamente observados entre os ruminantes em pastejo nos trópicos. Perda de peso, desordens de pele, aborto não infeccioso, diarreia, anemia, perda de apetite, anormalidade óssea, tetania, baixa fertilidade e apetite depravado são sinais clínicos que freqüentemente indicam deficiências minerais.

Elementos minerais são dieteticamente essenciais para todos animais e têm influência direta sobre a eficiência de produção. Aproximadamente, 5% do peso vivo de um animal consiste de minerais. Pelo menos, 15 elementos minerais são reconhecidos como nutricionalmente essenciais para os ruminantes dentre os quais existem sete macromelementos, cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S), e oito microelementos, cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), selênio (Se) e zinco (Zn). Em determinadas regiões, concentrações tóxicas de Cu, F, Mn, Mo ou Se podem limitar a produtividade de animais em pastejo. Outros elementos tóxicos como alumínio (Al), arsênico (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), bem como essenciais recentemente descobertos tais como arsênico (As), cromo (Cr), Fluor (F), níquel (Ni), silício (Si), estanho (Sn) e vanádio (V), foram também revistos. Não se encontrou importância prática dos "novos" microelementos para ruminantes, as evidências da essencialidade foram obtidas baseando-se quase que exclusivamente no crescimento de animais recebendo dietas altamente purificadas e em ambientes controlados.

Forragem em solos tropicais é sabidamente deficiente em um grande número de macro e microelementos necessários ao animal. Este fato caracteriza a necessidade de se incluir numa mistura mineral, os elementos que se apresentarem deficientes para que se alcance uma produção mais eficiente e lucrativa. O principal objetivo desta publicação é o de sumarizar as informações disponíveis em nutrição mineral enfatizando-se a maneira mais objetiva de se fornecer suplementação mineral para animais em pastejo.

## FONTES DE MINERAIS PARA ANIMAIS EM PASTEJO

### Forragens

Em regiões tropicais, animais em pastejo normalmente não recebem suplementação mineral exceto sal comum, ficando o suprimento das necessidades nutricionais quase que exclusivamente na dependência das forragens. Tabela 1 sumariza a concentração mineral de 2615 forragens da América Latina. Pode-se observar que certos elementos apresentam níveis marginais de deficiências para muitas entradas: Co, 43%; Cu, 47%; Mg, 35%; P, 73%; Na, 60%; e Zn, 75%.

Tabela 1. Concentrações Médias de Minerais Encontrados em 2615 Forrageiras da América Latina  
(Com Base na Matéria Seca)<sup>a</sup>

Elemento	Porcentagem de forrageiras analisadas <sup>b</sup>	Número de entradas	Requerimentos <sup>c</sup>			
Cálcio	42,9	1123	0,18-0,60%	Concentrações, % % do total	<u>0- 0,30</u> 31,1	<u>Acima 0,30</u> 68,9
Cobalto	5,4	140	0,05-0,10 ppm	Concentrações, ppm % do total	<u>0- 0,10</u> 43,1	<u>Acima 0,10</u> 56,9
Cobre	9,0	236	4,00-10,0 ppm	Concentrações, ppm % do total	<u>0-10,0</u> 46,6	<u>Acima 10,0</u> 53,4
Ferro	9,8	256	10,0 -100 ppm	Concentrações, ppm % do total	<u>0-100</u> 24,1	<u>Acima 100</u> 75,9
Magnésio	11,1	290	0,04-1,18 ppm	Concentrações, % % do total	<u>0- 0,20</u> 35,2	<u>Acima 0,20</u> 64,8
Manganês	11,2	293	20,0 -40,0	Concentrações, ppm % do total	<u>0-40,0</u> 21,0	<u>Acima 40,0</u> 79,0
Molibdênio	5,1	133	0,01 ppm o menos	Concentrações, ppm % do total	<u>0- 3,0</u> 86,4	<u>Acima 3,0</u> 13,6
Fósforo	43,2	1129	0,18-0,43%	Concentrações, % % do total	<u>0- 0,30</u> 72,8	<u>Acima 0,30</u> 27,2
Potássio	7,6	198	0,60-0,80%	Concentrações, % % do total	<u>0- 0,80</u> 15,1	<u>Acima 0,80</u> 84,9
Sódio	5,6	146	0,10%	Concentrações, % % do total	<u>0- 0,10</u> 59,5	<u>Acima 0,10</u> 40,5
Zinco	6,9	177	10,0 -50,0 ppm	Concentrações, ppm % do total	<u>0-50,0</u> 74,6	<u>Acima 50,0</u> 22,4

<sup>a</sup>Latin American Tables of Feed Composition, McDowell et al. (1974); McDowell et al. (1977)

<sup>b</sup>Menos que 1% de outros minerais foram incluídos

<sup>c</sup>Sumarizado por McDowell et al. (1977)

## Água e Solo

Água normalmente não é a maior fonte de minerais. Contudo, embora em níveis altamente variáveis, ela contém todos minerais essenciais. Outra fonte inconstante e variável de minerais é o solo. A ingestão de solo é maior em solos não estruturados e mal drenados, quando a taxa de lotação é alta, sob condições onde as micro e macro faunas dos solos são ricas e durante os meses quando o crescimento das pastagens é baixo. Em Nova Zelândia, Healy (1974) encontrou ingestão anual máxima de solo igual a 75 e 600 kg para carneiros e gado de leite, respectivamente. A ingestão de solo na forma direta ou como consequência do consumo de pastagem contaminada pode resultar em maior consumo de Co e I, uma vez que a concentração destes elementos no solo é apreciavelmente maior do que suas concentrações na planta. Rosa (1980) encontrou que a inclusão de 10% de solo da Costa Rica na dieta de carneiro decresceu a absorção aparente e real de P. Consumo direto de grandes quantidades de solo (Figura 1) ou de ossos (Figura 2) freqüentemente é um indicador de deficiência mineral.

### FATORES QUE INFLUENCIAM O CONTEÚDO MINERAL DAS PLANTAS

Concentrações de elementos minerais na forragem dependem de vários fatores, incluindo espécies, estágio de maturidade, produção e manejo da pastagem, solo e clima. A influência das características físicas e químicas do solo sobre a ocorrência de problemas minerais para ruminantes em pastejo foi revisto por Reid e Horvath (1980). As deficiências minerais mais comuns em herbívoros estão diretamente relacionadas às características do solo. Formações geológicas jovens e alcalinas são mais ricas que as formações mais velhas, ácidas, grosseira e arenosa, em muitos microelementos. Em regiões tropicais sob condições de chuvas pesadas e altas temperaturas, há um marcado lixiviamento e corrosão dos solos, tornando-os deficientes em minerais. Más condições de drenagem freqüentemente aumentam microelementos extratíveis (i.e., Mn e Co), resultando, desta forma, em um aumento correspondente na absorção destes pela planta. A medida que o pH do solo aumenta, disponibilidade e absorção de Fe, Mn, Zn, Cu, e Co decrescem enquanto as concentrações de Mo e Se aumentam.

Grandes variações no conteúdo mineral de diferentes espécies cultivadas no mesmo solo têm sido verificadas. No Quênia, 58 gramíneas cultivadas no mesmo solo tiveram as seguintes variações na concentração: cinza total, 4,0-12,2%; Ca, 0,09-0,55%; e P, 0,05-0,37% (Dougall e Bogdan, 1958). É geralmente aceito que ervas e leguminosas são mais ricas que as gramíneas em grande número de elementos minerais. Para muitos minerais existem plantas "acumuladoras" as quais contém níveis extremamente altos de um mineral específico. A medida que as plantas tornam-se maduras, o conteúdo mineral decresce em consequência de um processo de diluição natural e translocação de nutrientes para o sistema radicular. Na maioria das circunstâncias, P, K, Mg, Na, Cl, Cu, Fe, Se, Zn e Mo declinam à medida que a planta torna-se madura.

Clima, produção e manejo da forragem influenciam a composição mineral da planta. Taxa de lotação influencia a disponibilidade da espécie forrageira predominante e promove mudanças na relação folha/caule, influenciando, deste modo, diretamente o conteúdo mineral do pasto. Aumentando-se a produção de culturas aumenta-se a taxa de remoção de



**Figura 1. Gado consumindo solo em "Hato El Frio" nos llanos, Estado de Apuré, Venezuela. Nota-se buracos no solo de consumos prévios. Consumo excessivo de solo está associado a uma deficiência de mineral pronunciada (Cortesia Eliecer Alberto Velasco, Hato El Frio, Apure State, Venezuela).**



**Figura 2. Uma vaca mastigando osso nos llanos, região de Santa Maria de Ipiré, Estado de Guarico, Venezuela. Ingestão de ossos está sempre associada à deficiência de fósforo (Cortesia David Morillo, Centro de Investigações Agronômicas, Maracay, Venezuela).**

minerais do solo, desta forma, deficiências são encontradas mais freqüentemente em fazendas mais progressistas. Fertilização com altos níveis de nitrogênio (N) e K aumenta a incidência de tetania das pastagens. Potássio reduz dramaticamente o conteúdo de Na nas forrageiras. Alto nível de calagem pode acentuar toxidez de Se ou Mo no animal uma vez que o aumento da concentração destes elementos na planta além de provocar aumento direto destes elementos no organismo animal, favorece deficiências de Co e Mn em consequência da baixa absorção destes pela planta.

### REQUERIMENTOS MINERAIS

Níveis aproximados de requerimentos minerais e níveis tóxicos para vários ruminantes são apresentados na Tabela 2. Muitos fatores influenciam o requerimento de minerais, incluindo natureza e níveis de produção, idade, nível e forma química do elemento nos ingredientes da dieta, interrelações com outros nutrientes, consumo de suplemento mineral, raça e adaptação animal. Requerimentos minerais são altamente dependentes do nível de produtividade. Critério de adequacidade é muito importante, o que pode ser ilustrado pelo fato de que o requerimento mínimo de Zn para espermatogênese e desenvolvimento testicular em carneiros é maior do que para crescimento, da mesma forma o requerimento de Mn para crescimento é menor do que para fertilidade (Underwood, 1981).

Melhoramento das práticas de manejo que levam a um aumento na produção de leite bem como nas taxas de crescimento necessitarão de maior atenção no que diz respeito à nutrição mineral. Deficiências minerais marginais, em baixos níveis de produção, tornam-se mais severas à medida que o nível de produção aumenta resultando em sinais de deficiências nutricionais previamente insuspeitos.

Requerimentos minerais específicos são difíceis de serem definidos desde que as necessidades exatas dependem além da forma química, de inúmeras interrelações entre os minerais. A forma química do elemento mineral influencia grandemente a quantidade do elemento fornecido e a disponibilidade biológica deste. O elemento Se é altamente não disponível para pintinhos sendo contudo bastante efetivo no controle de deficiência de Se em carneiros e gado (Underwood, 1981).

Diferenças importantes em metabolismo mineral podem ser atribuídas tanto à raça quanto a adaptação. Em ruminantes, têm sido observado variações entre racas, quanto a eficiência de absorção mineral da dieta. Diferentes trabalhos apresentam valores variando de 5-35% para Mg, 40-80% para P e 2-10% para Cu. A constatação do aumento da incidência de sinais de deficiência mineral, quando raças exóticas são introduzidas em determinada área é bastante comum. Raças indígenas, entretanto, que são tardias e de crescimento lento não exibem deficiências no mesmo grau. Animal não aclimatado, de zonas temperadas, os quais suam abundantemente, e perdem saliva e muco da boca podem perder quantidades significativas de mineral, particularmente nos trópicos áridos. Ingestão adequada de forragem pelos animais em pastejo é de primordial importância no atendimento das exigências minerais. Fatores, que reduzem grandemente o consumo de forrageiras, tais como baixo conteúdo de proteína (<7.0%) ou alto grau de lignificação também reduzem o consumo total de minerais.

Tabela 2. Requerimentos Minerais e Toxicidades Sugeridas para Ruminantes (Com Base na Matéria Seca)

Elementos Requeridos	Gado de Corte <sup>a</sup>		Vacas em Lactação <sup>b</sup>		Carneiro <sup>c</sup>		Cabrito <sup>d, f</sup>	
	Valores Sugeridos	Intervalo	Valores Sugeridos	Intervalo	Valores Sugeridos	Intervalo	Valores Sugeridos	Intervalo
<b>Macroelementos</b>								
Cálcio, %	(Tabela 4)	-----	(Tabela 5)	0,43-0,60	-----	0,21-0,52	-----	-----
Fósforo, %	(Tabela 4)	-----	(Tabela 5)	0,31-0,40	-----	0,16-0,37	-----	-----
Magnésio, %		0,05-0,25	0,20	-----	-----	0,04-0,08	-----	-----
Potássio, %	0,65	0,5 -0,7	0,80	0,80-1,20	0,50	-----	-----	0,5 -0,8
Sódio, %	0,08	0,06-0,10	0,18	-----	-----	0,04-0,1	-----	-----
Enxôfre, %	0,10	0,08-0,15	0,2	-----	-----	0,14-0,26	-----	0,16-0,32
<b>Microelementos</b>								
Cobalto, ppm	0,10	0,07-0,11	0,1	-----	0,1	-----	0,1	-----
Cobre, ppm	8,0	4-10	10,0	-----	5,0	-----	-----	-----
Iôdo, ppm	0,50	0,2-2,0	0,5	-----	-----	0,1 -0,8	-----	-----
Ferro, ppm	20,0	10-50	50	-----	-----	30-50	-----	-----
Manganês, ppm	20,0	10-40	40	-----	-----	20-40	>5,5	-----
Molibdênio, ppm	0,01	-----	-----	-----	>0,5	-----	-----	-----
Selênio, ppm	0,20	0,05-0,30	0,1	-----	0,1	-----	-----	-----
Zinco, ppm	30,0	20-40	40	-----	-----	35-40	>10,0	-----
<b>Elementos Tóxicos<sup>e</sup></b>								
Cobre, ppm		115		80		8-25		?
Fluor, ppm		30-100		30		60-200		?
Molibdênio, ppm		6		6		5-20		?
Selênio, ppm		5		5		>2,0		?
Zinco, ppm		500		500		1000		1000

Os elementos para os quais se fornece intervalo para nível de requerimento são aqueles sabidamente influenciados por uma série de fatores dietéticos e animal.

<sup>a</sup>NRC (1983), <sup>b</sup>NRC (1978), <sup>c</sup>NRC (1975), <sup>d</sup>NRC (1981), <sup>e</sup>NRC (1980).

<sup>f</sup>Requerimentos minerais para cabritos não foram estudados em detalhe. Cabra em lactação tem requerimentos semelhantes a vacas em lactação. Outros cabritos têm requerimentos minerais semelhantes aos de carneiros.

FORAGEIRAS TROPICAIS CONTÊM NÍVEIS INFERIORES DE MINERAIS DURANTE A ESTAÇÃO SECA, DESTA FORMA, SERIA LÓGICO ASSUMIR QUE RUMINANTES EM PASTEJO, PROVAVELMENTE APRESENTARIAM DEFICIÊNCIA MINERAL NESTE PERÍODO. CONTUDO INÚMEROS TRABALHOS, CONDUZIDOS EM QUÊNIA, BRASIL E ÁFRICA DO SUL, INDICAM QUE DEFICIÊNCIAS MINERAIS ESPECÍFICAS SÃO MAIS PREVALENTES DURANTE A ESTAÇÃO DAS ÁGUAS. GADO EM PASTEJO É MAIS SUSCEPTÍVEL À DEFICIÊNCIAS DE CO E P, E OS SINAIS CLÍNICOS DE DEFICIÊNCIA SÃO MAIS SEVEROS APÓS AS PRIMEIRAS CHUVAS QUANDO AS PASTAGENS APRESENTAM-SE VERDES E ABUNDANTES. ESTE AUMENTO NA INCIDÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS MINERAIS DURANTE A ESTAÇÃO DAS ÁGUAS ESTÁ DIRETAMENTE RELACIONADO COMO GRANDE AUMENTO DAS EXIGÊNCIAS DESTES MINERAIS, AS QUAIS SUPLANTAM AS CONCENTRAÇÕES DESTES ELEMENTOS NAS FORRAGEIRAS. DURANTE A ESTAÇÃO DAS ÁGUAS, OS RUMINANTES GANHAM PESO RAPIDAMENTE EM CONSEQÜÊNCIA DOS SUPRIMENTOS ADEQUADOS DE ENERGIA E PROTEÍNA, DESTA FORMA, OS REQUERIMENTOS MINERAIS SÃO MAIORES. DURANTE A ESTAÇÃO SECA, NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA INADEQUADOS RESULTAM EM PERDA DE PESO POR PARTE DOS ANIMAIS OS QUAIS DECRESCEM OS REQUERIMENTOS MINERAIS.

HA NOTÁVEIS EXCEÇÕES QUANTO A ESTAÇÃO DO ANO QUANDO SUPLEMENTAÇÃO MINERAL É MAIS CRÍTICA. NOS LLANOS DA VENEZUELA, COLÔMBIA E BOLÍVIA DURANTE A ESTAÇÃO SECA, O GADO PROCURA AS PARTES MAIS BAIXAS ONDE PASTEJAM GRANDE VARIEDADE DE ESPÉCIES DE PLANTAS. NESTAS CONDIÇÕES A INCIDÊNCIA MINERAL TORNA-SE INDEPENDENTE DA ESTAÇÃO DO ANO E, A PREVALÊNCIA DE ANIMAIS DEFICIENTES DURANTE A ESTAÇÃO DAS ÁGUAS DESAPARECE.

#### INCIDÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS E TOXICIDADE MINERAL

DEFICIÊNCIA E IMBALANÇOS MINERAIS PARA HERBÍVOROS TÊM SIDO VERIFICADOS EM QUASE TODAS REGIÕES DO MUNDO. TABELA 3 APRESENTA REGISTROS DE DEFICIÊNCIAS OU TOXICIDADES DE MINERAIS EM DIVERSOS PAÍSES TROPICAIS DA ÁFRICA, AMÉRICA LATINA E ÁSIA. ESTES DADOS INCLUEM ALÉM DE ÁREAS GEOGRÁFICAS QUE SÃO SABIDAMENTE DEFICIENTES OU APRESENTAM PROBLEMAS DE TOXICIDADE MINERAIS, ÁREAS ALTAMENTE SUSPEITAS DE APRESENTAREM UM OU OUTRO PROBLEMA PARA RUMINANTES. OS PAÍSES CITADOS NA TABELA 3 CONSTITUEM UM EXEMPLO BASTANTE AMPLO E GENERALIZADO DO PROBLEMA, INEVITAVELMENTE OMITI REGIÕES GEOGRÁFICAS IMPORTANTES, ENTRETANTO, ELA INDICA A EXTENSÃO DO PROBLEMA. A EXTENSÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS GERALMENTE NÃO É AVALIADA COM PRECISÃO, E É LÓGICO QUE AS INFORMAÇÕES SOBRE DEFICIÊNCIA MINERAL SERÃO GRANDEMENTE MELHORADAS À MEDIDA QUE MAIOR NÚMERO DE PAÍSES TROPICAIS EMPREENDEREM EM PESQUISAS MINERAIS, E USAREM MELHORES MÉTODOS DE DETECÇÃO.

PROVAVELMENTE, SOB CONDIÇÕES TROPICAIS, OS ELEMENTOS MINERAIS MAIS DEFICIENTES SÃO: Ca, P, Na, Cu, Co, I, Se e Zn e, EM ALGUMAS REGIÕES, SOB CONDIÇÕES ESPECÍFICAS, Mg, K, Fe e Mn podem ser deficientes e excesso de F, Mo e Se podem ser extremamente prejudiciais.

#### CÁLCIO E FÓSFORO

##### Metabolismo

CÁLCIO E P TÊM UMA FUNÇÃO VITAL EM QUASE TODOS TECIDOS DO CORPO E DEVEM ESTAR DISPONÍVEIS PARA OS ANIMAIS EM QUANTIDADES APROPRIADAS NA RAÇÃO. ESTES ELEMENTOS CONSTITUEM MAIS DE 70% DO TOTAL DOS ELEMENTOS MINERAIS ENCONTRADOS NO CORPO. NOVENTA E CINCO PORCENTO DO Ca e 80% DO P DO CORPO SÃO ENCONTRADOS NOS OSSOS E DENTES.

Tabela 3. Localizações Geográficas de Deficiências Minerais ou Toxicidade para Ruminantes em Países Tropicais da América Latina, África e Ásia

Elementos Requeridos

Cálcio	Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Guiana, Índia, Malawi, México, Panamá, Peru, Filipinas, Senegal, Suriname, Uganda, Venezuela, Zaire.
Magnésio	Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, Quênia, Malawi, Peru, Suriname, Trinidad, Uganda, Sul da África, Uruguai, Venezuela.
Fósforo	Antilhas, Argentina, Bolívia, Botswana, Brasil, Sri Lanka, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Equador, El Salvador, Egito, Gana, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Índia, Indonésia, Jamaica, Quênia, República de Malagasi, Malawi, Malásia, México, Nicarágua, Nigéria, Panamá, Paraguai, Peru, Filipinas, Porto Rico, Senegal, Somália, Sul da África, Suriname, Suazilândia, Tanzânia, Trinidad, Uganda, Uruguai, Venezuela, Zaire, Zimbabue.
Potássio	Brasil, Haiti, Panamá, Suazilândia, Uganda, Venezuela.
Sódio	Bolívia, Brasil, Chade, Colômbia, República Dominicana, Quênia, Malawi, Nova Guiné, Nigéria, Panamá, Filipinas, Senegal, Somália, Sul da África, Suriname, Suazilândia, Tailândia, Uganda, Uruguai, Venezuela.
Enxofre	Brasil, Colômbia, Equador, Uganda.
Cobalto	Argentina, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Egito, El Salvador, Guiana, Haiti, Índia, Indonésia, Catanga, Quênia, Malásia, México, Nicaragua, Norte da África, Peru, Filipinas, Sul da África, Suriname, Uganda, Uruguai, Zaire.
Cobre (ou toxicidade de molibdênio)	Argentina, Brasil, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Equador, El Salvador, Etiópia, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Índia, Indonésia, Quênia, Malásia, Malawi, México, Panamá, Peru, Filipinas, Senegal, Sul da África, Sudão, Suriname, Suazilândia, Tanzânia, Trinidad, Uruguai, Venezuela, Zaire, Zimbabue.
Iodo	Mundial.
Ferro	Brasil, Costa Rica, Índia, Panamá.
Manganês	Argentina, Brasil, Burma, Costa Rica, Panamá, Sul da África, Uganda.
Selênio	Bahamas, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, Guiana, Honduras, Indonésia, Malawi, México, Paraguai, Peru, Sul da África, Suazilândia, Trinidad, Uganda, Uruguai, Venezuela.
Zinco	Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Índia, Indonésia, Quênia, Malawi, México, Panamá, Peru, Filipinas, Porto Rico, Sul da África, Sudão, Suazilândia, Uganda, Uruguai, Venezuela.

Tabela 3. Localizações Geográficas de Deficiências Minerais ou Toxicidade para Ruminantes em Países Tropicais da América Latina, África e Ásia<sup>a</sup> (continuação)

<u>Elementos Tóxicos</u>	
Fúfor	Argélia, Argentina, Equador, Guiana, Índia, México, Marrocos, Arábia Saudita, Sul da África, Tanzânia, Tunísia.
Manganês	Brasil, Costa Rica, Indonésia, Peru, Suriname.
Selênio	Argentina, Brasil, República Centro Africana, Chade, Chile, Colômbia, Equador, Honduras, Índia, Iran, Quênia, Madagascar, México, Nigéria, Norte da África, Peru, Porto Rico, Sul da Africa, Sudao, Alto Voita, Venezuela.

<sup>a</sup>McDowell (1976); Fick et al. (1978); McDowell et al. (1983); Mtimuni (1982).

Aproximadamente, 1% do Ca do corpo não é encontrado no esqueleto e encontra-se distribuído nos tecidos moles e em maior concentração no plasma sanguíneo. Cálcio é essencial para a formação do esqueleto, coagulação normal do sangue, regulação das batidas cardíacas, manutenção da excitabilidade neuromuscular normal, ativação de enzimas e manutenção da permeabilidade das membranas. Aproximadamente, 20% do P do corpo não são encontrados no esqueleto e estão distribuídos entre os tecidos moles, estando concentrado especialmente nas células vermelhas do sangue, músculos e tecidos nervosos. Além de importante na formação do esqueleto, P também é essencial para a ação dos microorganismos do rúmen, especialmente aqueles que digerem celulose, na absorção e metabolismo da energia dos alimentos, no controle ácido-base do sangue e outros fluidos, em muitos sistemas enzimáticos e no metabolismo de proteínas.

### Requerimentos

Nutrição adequada de Ca e P depende não somente de um suplemento dietético suficiente, mas também da forma química na qual eles ocorrem na dieta e do nível de vitamina D na dieta do animal. A relação Ca:P na dieta também pode ser importante.

Assume-se que uma relação Ca:P entre 1:1 e 2:1 é ideal para o crescimento e formação dos ossos uma vez que esta é, aproximadamente, a relação existente entre os dois minerais nos ossos. Contudo, os ruminantes podem tolerar uma maior variação, particularmente, quando o nível de vitamina D é alto. Nove relações Ca:P, variando de 0,41:1 a 14,3:1 foram testadas por Wise, et al. (1963). As relações dietéticas abaixo de 1:1 e maiores que 7:1 mostraram que crescimento e eficiência alimentar decresceram significativamente. Quantidades excessivas de Ca e P na ração podem influenciar negativamente a disponibilidade de certos microelementos. Em fazendas com problemas não é aconselhável fornecer excessos de qualquer dos dois minerais.

Os requerimentos para gado de corte indicam que 0,13-1,04% de Ca e 0,18-0,70% de P são adequados para crescimento e engorda de novilhos e novilhas (Tabela 4); 0,43-0,60% de Ca e 0,31-0,40% de P para vacas em lactação (Tabela 5); e 0,21-0,52% de Ca e 0,16-0,37% de P para carneiros (Tabela 2).

### Deficiências

Sinais de deficiência de P e Ca quando os níveis destes elementos estão no limite não são facilmente distinguidos das outras deficiências. Consumo inadequado de Ca pode causar enfraquecimento dos ossos (Figuras 3 e 4), crescimento retardado, baixa produção de leite e tetania (convulsões) quando em deficiências severas. Sinais de deficiência de P não são facilmente reconhecidos exceto em casos severos quando os animais apresentam ossos fracos, fraqueza generalizada, perda de peso, depauperamento, enrigecimento, queda na produção de leite e apetite depravado (quando o animal passa a roer e a comer elementos estranhos a sua dieta). Apetite depravado também pode estar associado a outras deficiências dietéticas.

A deficiência mineral mais comum é a de P (Tabela 3). Na maioria das pastagens dos países tropicais, tanto o solo quanto as plantas têm baixos níveis de P. Muitas espécies forrageiras contendo mais de 0,30% de P durante a fase inicial de crescimento somente estão disponíveis para os



Figura 3

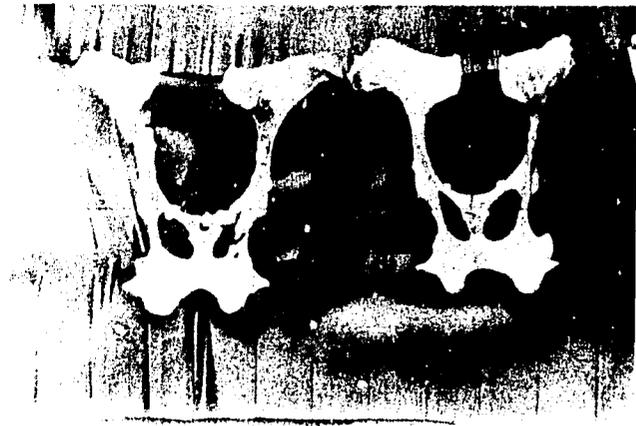


Figura 4

Figuras 3 e 4. Os ossos da bacia da vaca mostrada acima estavam quebrados, em consequência de uma dieta pobre em cálcio. As reservas de cálcio do esqueleto estavam esgotadas a ponto de os ossos estarem tão fracos que se quebraram facilmente. Ossos pélvicos de outras vacas do mesmo rebanho (Figura 4) estavam quebrados em três lugares diferentes (Florida Experiment Station Bulletin 262. R. Becker, W.M. Neal e A.L. Shealy, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.).



Figura 5. Esta foto mostra o conteúdo do rúmem de uma vaca que apresentava apetite depravado, condição que leva o animal ao consumo de objetos estranhos à dieta. Um grande número de pedras ( $\approx$  25 kg) foi encontrado no rúmem deste animal em La Libertad, Chiapas, México (Cortesia Carlos Garcia Bojalil, I.T.E.S.M., Queretaro, Qro., México).



Figura 6. Vaca mastigando ossos numa área deficiente em fósforo no Sul do Mato Grosso, Brasil. Osteofagia é uma manifestação característica de deficiência de fósforo e é facilmente reconhecida, mesmo à distância, pela posição típica do pescoço estendido (Cortesia Jürgen Döbereiner e Carlos H. Tokarnia, EMBRAPA, Rio de Janeiro, Brasil).

Tabela 4. Requerimentos de Ca e P para Gado de Corte<sup>a</sup>

Peso kg	Ganho Diário kg	Consumo Mínimo Diário MS kg	Cálcio		Fósforo	
			Diário g	Na Dieta MS %	Diário g	Na Dieta MS %
Crescimento - novilhos em fase de acabamento e sobreano						
200	0,0	3,5	15	0,18	9	0,18
200	0,5	5,8	19	0,24	11	0,22
200	1,0	4,9	31	0,47	15	0,37
300	0,0	4,7	16	0,18	12	0,18
300	0,5	6,2	20	0,22	14	0,20
300	1,0	7,6	29	0,27	16	0,23
Vacas com bezerro ao pé, capacidade de produção média						
350	0,4	7,3	20	0,27	15	0,21
400	0,4	8,0	22	0,28	16	0,20
Vacas com bezerro ao pé, capacidade de produção superior, primeiros 3-4 meses, 5,0 kg de leite/dia						
350	0,0	7,7	23	0,30	18	0,23
450	0,0	9,2	20	0,28	21	0,23
Vacas com bezerro ao pé, capacidade de pós parto, 10 kg de leite/dia						
350	0,0	6,8	36	0,53	24	0,36
450	0,0	9,0	39	0,43	26	0,29

<sup>a</sup>NRC (1976).

Tabela 5. Requerimentos de Ca e P para Vacas em Lactação<sup>a</sup>

Como Porcentagem da Ração

	<u>Ração para Vacas em Lactação</u>					Vacas Secas <u>Prenhas</u>	<u>Reprodutor</u>	Novilhas Toretas em <u>Crescimento</u>
	<u>Peso vaca, kg</u>	<u>Produção Diária de Leite, (kg)</u>						
	<400	<8	8-13	13-18	>18			
	500	<11	11-17	17-23	>23			
	600	<14	14-21	21-29	>29			
	>700	<18	18-26	26-35	>35			
Cálcio, %		0,43	0,48	0,54	0,60	0,37	0,24	0,40
Fósforo, %		0,31	0,34	0,38	0,40	0,26	0,18	0,26

<sup>a</sup>NRC (1978).

Baseados nos requerimentos diários.

#### Cálcio

O requerimento de manutenção para cálcio é cerca de 1,6 gramas por 100 kg de peso vivo. O requerimento de lactação para cálcio é 2,7 gramas de cálcio por kg de leite. Isto é baseado no fato de que 1 kg de leite contém, em média, 1,23 gramas de cálcio. A disponibilidade de cálcio é estimada em cerca de 45%.

#### Fósforo

O requerimento de manutenção para fósforo é cerca de 1,6 gramas por 100 kg de peso vivo. O requerimento de lactação para fósforo é 1,8 gramas de fósforo por kg de leite. Isto é baseado no fato de que 1 kg de leite contém, em média, 1,0 grama de fósforo. A disponibilidade de fósforo é estimada em cerca de 55%.

ruminantes em pastejo por curto período. A maior parte do ano, forragens maduras contém menos que 0,15% de P. Em muitos países tropicais, a presença de altos níveis de Fe e Al no solo acentuam a deficiência de P, pois formam complexos insolúveis com o P.

Na África do Sul no início do século um estudo pioneiro sobre a suplementação de P, revelou a causa do botulismo e da afosforose (Van Niekerk, 1978). Ambas condições apresentaram-se como resultado de deficiência severa de P, com o gado exibindo crescimento e reprodução sub-normais, e apetite depravado ilustrado pela ingestão de ossos. Além da África do sul, outros países incluindo Argentina (Figura 7, verso da primeira capa), Brasil e Senegal, têm verificado mortes de bovinos por botulismo.

Sob condições de extrema deficiência de P, os animais podem passar 2 ou 3 anos sem se reproduzirem apresentando, em muitos casos, anestro. Em áreas deficientes em P, é comum verificar a inexistência de ciclo estral após parto, condição que se prolonga até que o nível corporal de P se apresente normal, o que pode ser obtido por meio de suplementação de P ou, naturalmente, quando o bezerro é desmamado.

A concentração de Ca no plasma ou soro sanguíneo é influenciada somente pela deficiência severa deste elemento, enquanto que a deficiência do P inorgânico é influenciada por inúmeros fatores que serão discutidos em "diagnóstico das deficiências minerais e imbalances." Estes fatores são difíceis de serem controlados. Em conseqüência, níveis de Ca e P no soro não são bons indicadores dos níveis destes elementos no corpo, desta forma, análises da ração, composição do osso e resistência óssea (indicada pelo ponto de quebra), são as melhores maneiras de verificar-se deficiências de Ca e P.

### Prevenção e Controle

Deficiências de Ca e P podem ser prevenidas ou suplantadas pelo tratamento direto dos animais por meio de suplementação da dieta quer seja pelo uso de sal mineral quer seja pela adição dos minerais à água ou, indiretamente por meio de fertilização adequada das pastagens.

A escolha do tipo de suplementação a ser adotada irá depender das condições de cada fazenda. Onde a deficiência de P é esparsa, o método direto é o mais indicado porque o uso de fertilizantes fosfatados envolve altos custos de transporte e aplicação e, a produção forrageira usualmente é limitada pelo clima e por problemas de solo. Em áreas onde o clima é favorável e o manejo é intensivo a aplicação de fosfato objetivando, principalmente, o aumento de produção da pastagem apresenta também como conseqüência, o aumento da concentração de P. Sob condições extensivas onde aplicação de fertilizantes é antieconômica, como em muitas áreas da América Latina, Ásia e África, o fornecimento direto de P adicional pode ser feito utilizando-se suplementos contendo P ou pelo tratamento da água com fosfatos solúveis. A técnica mais fácil e barata é fornecer o suplemento mineral fosfatado em cochos ou caixas protegidas contra a chuva. Dentre as diferentes fontes de fosfato mineral, as consideradas melhores são: fosfato bicálcico e superfosfato; fosfato de rocha moído apresenta baixa aceitabilidade e muitas destas fontes são tão ricas em F que coloca em perigo sua utilização numa forma extensiva. Quando a técnica de suplementação requer fosfatos solúveis em água, fosfato monoácido de sódio

ou polifosfato de amônia são boas fontes, entretanto, eles são mais caros do que os fosfatos menos solúveis. Muitas fontes usadas como suplementos de P também fornecem quantidades significativas de Ca.

## MAGNÉSIO

### Metabolismo

O requerimento de Mg é geralmente atendido uma vez que este elemento é abundante na maioria dos alimentos. O Mg é bastante distribuído entre os diferentes tecidos de plantas e animais. Entretanto, 70% do Mg corporal total está presente no esqueleto. Magnésio está envolvido no metabolismo de carboidratos e lipídios, funciona como catalizador de vários sistemas enzimáticos, é requerido na oxidação celular e exerce grande influência na atividade neuromuscular.

Sinais de tetania hipomagnesêmica, são encontrados tanto em animais em pastejo quanto em bezerros alimentando-se exclusivamente de leite por períodos longos sem acesso a outros alimentos. Susceptibilidade a tetania das pastagens, em ruminantes, é proporcional à idade, sendo conseqüência direta da diminuição da habilidade de mobilizar Mg do esqueleto que também é reflexo da idade. Tetania das pastagens ocorre geralmente durante o início da primavera, ou esporadicamente no outono quando este apresenta-se particularmente úmido, em animais mais velhos pastejando gramíneas ou forrageiras de inverno. Em alguns países, tetania clínica e endêmica atinge uma proporção pequena do rebanho (1 a 2%). Contudo, rebanhos individuais podem apresentar incidência de tetania tão alta quanto 20%. Embora não caracterizada por morte, incidência de hipomagnesemia não clínica é muito maior que tetania clínica e as conseqüências do decréscimo de produção são substanciais.

### Requerimentos

Os requerimentos dietéticos de Mg para os animais variam com a espécie, raça, idade, taxa de crescimento ou produção e com a disponibilidade biológica na dieta. Requerimentos dietéticos de Mg são influenciados por vários outros fatores, incluindo o conteúdo de proteína da dieta e o nível de Mg no animal. Em ruminante adulto o retículo-rúmen é o principal local de absorção (Thomas e Potter, 1976). Condições no rúmen, tais como alto pH, que influencia negativamente a absorção de Mg, aumenta os requerimentos dietéticos. Altos níveis dietéticos de Ca e P reduzem absorção de Mg. O requerimento para ovinos e bovinos em crescimento pode ser geralmente atendido em pastagens ou por rações contendo 0,10% de Mg. Vaca em lactação, contudo, exige 0,18 a 0,20% (Tabela 2). Assume-se que em pastagens a disponibilidade de Mg é geralmente de 33%, podendo contudo, variar grandemente como é o caso de gramíneas no início da primavera as quais receberam fertilização pesada com N e K.

### Deficiência

Concentração de Mg no plasma ou no soro sanguíneo foram usados durante muito tempo como critério no estabelecimento da condição fisiológica de vacas adultas. Animais apresentando níveis de 2,0-3,5 mg/100 ml, são considerados normais; de 1,0-2,0 mg/100 ml apresentam deficiências e aqueles com menos de 1,0 mg/100 ml apresentam deficiência severa com risco de tetania. Concentração de Mg no plasma sanguíneo só decresce quando os animais apresentam-se com deficiência severa. Por outro lado, excesso ou

deficiência de Mg é imediatamente refletida na maior ou menor excreção diária de Mg pela urina. Desta forma, excreção urinária diária é um critério melhor do que concentração de Mg no plasma.

Um critério tentativo para Mg na urina é: níveis de excreção superior a 10,0 mg/100 ml são considerados adequados ou liberais; níveis entre 2,0-10,0 mg/100 ml inadequados e aqueles inferiores a 2,0 mg/100 ml são reflexos de deficiência severa com risco de tetania. Uma determinação mais grosseira pode ser obtida usando-se do conteúdo de Mg, N e K na pastagem. Este método é mais acurado quando a pastagem é amostrada em data próxima ao pastejo. Se o intervalo entre amostragem e pastejo é superior a uma semana a determinação não é confiável. Esse método só deve ser usado para animais em pastejo, enquanto que o método da urina só é realizável com animais estabelecidos (NCMN, 1973). As Figuras 8 e 9 ilustram deficiência de Mg em gado.

### Prevenção e Controle

Maneiras seguras e práticas de se elevar o consumo de Mg o suficiente para manter níveis normais no soro e prevenir perdas durante a lactação são extremamente importantes.

Fertilização com Mg (óxido de Mg ou sulfato de Mg) pode aumentar significativamente a concentração de Mg nas pastagens. Esse método de controle tem limitações em muitos tipos de solo e usualmente tem que ser acompanhado por suplementação adicional de Mg. Polvilhamento foliar com magnesita calcinada (MgO) antes ou durante os períodos propensos à tetania é o método que tem provado ser mais efetivo, desde que a quantidade aplicada não seja inferior a 17 kg/ha e o intervalo de aplicação não seja maior que 10 dias (Rogers, 1979).

Para bezerras e vacas que estão recebendo concentrados, uma suplementação adequada pode ser obtida pela adição de 50 g MgO/dia misturados a 300-400 g de concentrado. A incorporação do Mg à misturas minerais, ao melaço, à água ou ainda aspergindo o mineral nos alimentos tais como grãos, raízes cortadas, ou silagem, são todos métodos que têm se mostrado satisfatórios. Em geral, concorda-se que 50-60 g de MgO/dia é a dose profilática mínima segura para o gado adulto; 7-15 g/dia para bezerras; e 7 g/dia para ovelhas em lactação. Essas doses devem ser fornecidas continuamente a todos os animais durante o período em que eles são mais susceptíveis à tetania. Adição, na água, de sais solúveis de Mg tais como cloreto, sulfato e acetato tem sido estudada extensivamente como método profilático e a maioria dos resultados são benéficos (Rogers e Poole, 1976), contudo, o consumo voluntário de água varia grandemente entre indivíduos.

Injeção subcutânea de uma única dose de 400 ml de uma solução a 25% de sulfato de Mg ou injeção intravenosa de dose similar de lactato de Mg eleva o nível de Mg no soro de uma vaca afetada ao nível normal em 10 minutos. Concentração de Mg no soro cairá outra vez a menos que a vaca seja removida imediatamente da pastagem responsável pela tetania e suplementada com uma dieta adequada em Mg.

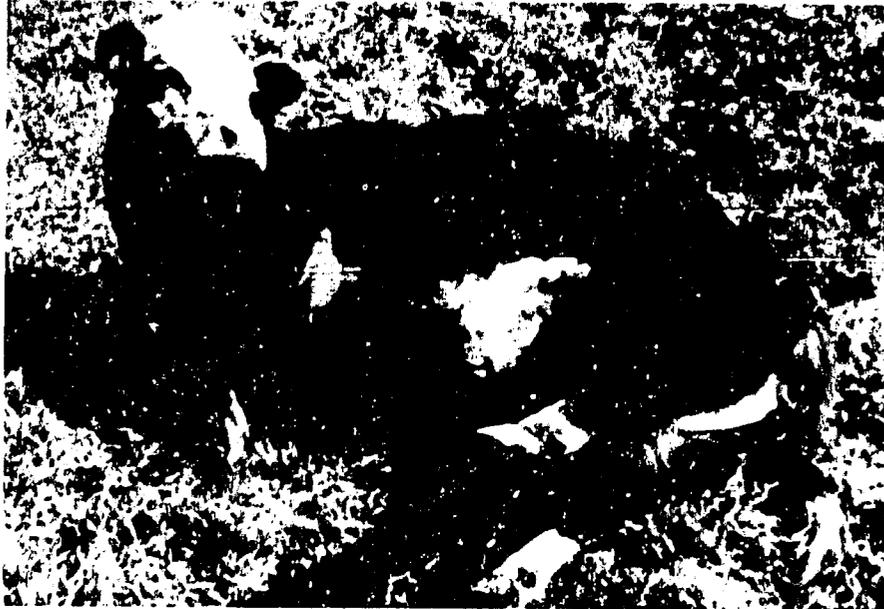


Figura 8



Figura 9

**Figura 8 e 9. Vaca em colapso, um dos estágios da tetania, e morte como consequência. Nota-se a área em volta das patas dianteiras onde o chão foi amassado durante as convulsões (Cortesia James A. Boling, Curtis W. Absher e Duane E. Miksch, University of Kentucky, Lexington, Kentucky).**

## POTÁSSIO

### Metabolismo

Potássio é o terceiro elemento mineral mais abundante no corpo animal e o principal cátion intracelular, é também um constituinte do fluido extracelular onde influencia a atividade muscular. O K é essencial à vida, sendo requerido em uma variedade de funções do corpo incluindo balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, vários sistemas enzimáticos e no balanço hídrico corporal. Existe um balanço iônico entre K, Na, Ca e Mg.

### Requerimento

O requerimento de K para ruminantes é mais alto que para não ruminantes. Estima-se em 0,5-0,8% o requerimento de K para os ruminantes. O requerimento de K parece ser maior para animais sob estresse. Excitamento tende a aumentar as perdas de K na urina. Estado febril e diarreia promovem um acréscimo adicional nas perdas de K. Um estudo conduzido no Texas indicou aumento em ganho de peso em novilhos que foram estressados pelo transporte quando a ração fornecida no confinamento continha 1,0-1,5 de K (Hutcheson, 1979). Estudos recentes na Flórida indicam que 0,8% de K não é adequado sob estresse em consequência da alta temperatura, particularmente, com vacas altas produtoras de leite (Beede et al., 1983).

### Deficiência

Deficiência de K resulta em sinais não específicos tais como crescimento retardado, decréscimo no consumo de alimento e água, decréscimo da eficiência alimentar, fraqueza muscular, desordens nervosas, depauperamento, rigidez e paralisia (Figura 10). Até há alguns anos, acreditava-se que a possibilidade de deficiência de K, era pequena uma vez que forragens novas, geralmente, contém consideravelmente mais K do que o requerido pelos animais em pastejo. Contudo, o conteúdo de K de muitos concentrados, os quais seriam os ingredientes básicos para o gado confinado, está abaixo do requerido. Informações recentes indicam também que forragens de inverno, ou feno que foi exposto a chuva e ao sol ou, foi feito com pastagem madura, podem ter níveis de K abaixo do adequado para uma boa nutrição. Em regiões tropicais, deficiência de K pode ser consequência do decréscimo do conteúdo deste mineral nas plantas com o amadurecimento da pastagem, durante uma estação seca prolongada e quando uréia é usada como suplemento, pois esta não fornece K.

Avaliação da deficiência de K é difícil. Análises com baixo teor de K no soro têm algum valor como diagnóstico no estabelecimento de deficiência, contudo, esta pode estar sendo causada por má nutrição. Balanço negativo de nitrogênio, perdas gastrointestinais ou por mal funcionamento endócrino. Consumo reduzido de alimento parece ser sinal precoce de uma dieta inadequada em K. Como avaliações seguras de deficiência de K baseado na análise de tecidos não são confiáveis, concentração de K na dieta parece ser o melhor indicador do nível de K.

### Prevenção e Controle

Dependendo dos níveis de K nas forrageiras e outros ingredientes usados na alimentação do rebanho, a suplementação de K pode-se fazer necessária. Um exemplo típico desta situação é verificado quando animais



**Figura 10. O carneiro no plano superior recebeu uma ração deficiente em potássio (0,1 por cento de potássio), enquanto que o carneiro de baixo recebeu uma dieta adequada para este elemento (0,6 por cento de potássio) (Cortesia University of Missouri e R.L. Preston).**

pastejando forrageiras de inverno ou forrageiras nativas durante a estação seca recebem uréia como fonte protéica em substituição a planta. Várias formas químicas de K, incluindo cloreto, carbonato, bicarbonato e ortofosfato, são aproximadamente iguais em valor, e o K encontrado nas forrageiras também parece ser utilizado eficientemente.

### Toxicidade

O nível máximo tolerável de K está em torno de 3% (NRC, 1980). Todo K ingerido além do nível requerido é excretado rapidamente, essa alta taxa de excreção faz com que toxicidade de K não seja problema em condições normais. Alto conteúdo de K nas forrageiras durante os períodos críticos do ano pode ser antagônico à absorção e/ou utilização de Mg podendo desta forma causar tetania das pastagens (vide Mg).

## SÓDIO E CLORO (Sal Comum)

### Metabolismo

Sódio e Cl, à semelhança do K, têm a função de manter a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base. Estes dois elementos minerais funcionam como eletrólitos nos fluidos do corpo e estão envolvidos especificamente, a nível celular, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos. Cloro é necessário na ativação da amilase e é essencial na formação do ácido hidrocloreídrico do suco gástrico.

### Requerimento

A importância de Na e Cl para os animais domésticos vem sendo demonstrada há milhares de anos pelo desejo natural por sal comum. Sódio é o nutriente crítico no sal comum, apesar de não haver evidência de deficiência dietética de Cl ocorrendo naturalmente, distinta de Na. Desta forma, o requerimento é freqüentemente expresso como sal comum (NaCl). O requerimento de Na recomendado para ruminantes em pastejo está entre 0,04-0,18% sendo o nível mais alto recomendado para vacas em lactação.

### Deficiência

O primeiro sinal de deficiência de Na e Cl é um enorme desejo por sal comum, o qual é demonstrado pela avidez com que os animais lambem madeira, solo e o suor de outros animais e bebem água. Deficiência prolongada causa perda de apetite, crescimento retardado, aparência não saudável, decréscimo na produção de leite e perda de peso (Figure 11).

Nos países tropicais, a maior parte dos animais em pastejo recebe quantidade insuficiente de sal sendo, na maioria das vezes, o acesso ao sal, limitado a certas épocas do ano. De acordo com Suttmoller et al. (1966), insuficiência de Na é a deficiência mineral mais comum na Bacia Amazônica, Brasil ( $\approx$  3,5 milhões de Km). Animais privados de sal podem ser tão vorazes a ponto de se ferirem na tentativa de alcançar o cocho. Deficiências de Na são mais prováveis: 1) durante a lactação como consequência da excreção de Na no leite; 2) em animais crescendo rapidamente; 3) em condições tropicais e semi-áridas, onde existe grandes perdas de água e Na no suor e, onde as pastagens são pobres em Na; 4) em animais pastejando forragens que receberam fertilização pesada com K, em consequência do decréscimo do nível de Na na planta. Mesmo após uma deficiência prolongada e severa, os níveis de NaCl excretados no leite



**Figura 11. Vaca leiteira deficiente em sal comum. Esta foto ilustra as condições antes e após um ano de deficiência de sal (Cornell Bulletin 938, cortesia S.E. Smith, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A.).**

continuam altos. Desta forma, animais em lactação são susceptíveis à deficiência de sal na dieta (Loosli, 1978).

A reação do animal à deficiência de Na é muito rápida e faz-se presente mesmo antes dos sinais clínicos tornarem-se aparentes. Desta forma, o melhor critério para se determinar os níveis de Na é análise das concentrações de Na e K na saliva, onde deficiência causa decréscimo de Na acompanhado de aumento nos níveis de K.

### Prevenção e Controle

Forragens tropicais, de um modo geral, não contêm Na em quantidade suficiente para atender os requerimentos dos animais durante todo o ano. Esta deficiência é facilmente superada pelo fornecimento de sal comum ad libitum. As necessidades do gado em pastejo, por exemplo, podem ser facilmente alcançadas utilizando-se de uma mistura mineral contendo 20 a 35% de sal desde que a quantidade consumida diariamente seja de, aproximadamente, 45 g por cabeça. Recomenda-se que as rações para confinamento conttenham 0,25% de sal, quantidade esta, que representa a metade do nível (0,5%) recomendado há alguns anos. Uma vantagem do decréscimo do conteúdo de sal nas rações modernas para confinamento é a prevenção do alto teor de sal nos resíduos de confinamento, o que diminui consideravelmente os problemas no tratamento do resíduo e sua utilização como fertilizante.

### Toxicidade

A maioria dos animais pode tolerar grande quantidade de sal na dieta, desde que um fornecimento adequado de água esteja sempre disponível. Os sinais clínicos observados após consumo de água com mais de 7000 ppm de sal dissolvido incluem, baixo consumo de alimento e água, distúrbios digestivos brandos, baixa taxa de ganho e diarreia.

## ENXÔFRE

### Metabolismo

O S é um elemento importante na síntese de proteína, sendo componente de dois amino-ácidos importantes, metionina e cistina. Além disto, ele é parte de vitaminas como tiamina e biotina e dos polissacarídeos sulfatados incluindo condroitina que é o principal componente da cartilagem, osso, tendões e paredes dos vasos sanguíneos. As funções do corpo que envolvem S incluem síntese de metabolismo de proteína, metabolismo de lipídios e carboidratos, coagulação do sangue, funções endócrinas e o equilíbrio ácido-base dos fluidos intra e extra celulares.

### Requerimentos

Os requerimentos de S pelos ruminantes não estão bem definidos. Estima-se entre 0,10 e 0,32% a quantidade exigida por ruminantes em pastejo (Tabela 2). O efeito mais importante do S parece estar associado à sua necessidade para uma boa ação microbiana. Resultados encontrados em diferentes trabalhos indicam que: o nível ótimo de S para a digestão da celulosa in vitro está entre 0,16 e 0,24% da matéria seca. O requerimento de S pelos ruminantes pode ser avaliado considerando-se a relação N:S. Tecidos bovinos contêm uma relação N:S de 15:1 e vários resultados indicam que dietas contendo 12 a 15:1 são excelentes para o gado. Para ovinos entretanto, quando se considera produção de lã, recomenda-se dietas contendo relação 10:1.



**Figura 12.** Carneiros alimentados com uma dieta pobre em enxôfre. O carneiro da esquerda recebeu 3 g de enxôfre por 454 g da ração, enquanto que o da direita não recebeu nenhum. Observa-se uma salivação e lacrimação excessivas, e queda de lã carneiro da direita (Cortesia U.S. Garrigus, University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, U.S.A.).

## Deficiência

A caracterização da deficiência tem sido feita baseada em sinais gerais como perda de peso, fraqueza, lacrimejamento e morte (Figura 12). No caso de deficiência de S a síntese de proteína microbiana é reduzida e o animal apresenta sinais de má nutrição em consequência de deficiência protéica. Deficiência de S resulta ainda, numa população microbiana incapaz de utilizar lactato, desta forma há um acúmulo deste no rúmen, sangue e urina. É muito difícil diagnosticar uma deficiência, especialmente em seu estágio inicial. Níveis de sulfato no soro tem sido sugerido como bom indicador de deficiência de S, entretanto níveis de lactato no sangue e de S na dieta podem ser melhores indicadores do nível de S. Miles e McDowell (1983) revisando quatro ensaios de suplementação onde as dietas controles continham entre 0,04 e 0,10% de S, concluíram que animais que tiveram a alimentação suplementada com S aumentaram o consumo de 7 para 260% e a produção de leite e de carne aumentaram de 6 para mais de 400%. Alguns trabalhos conduzidos em regiões tropicais indicam que fertilização com S pode aumentar o consumo de forragem como consequência da melhoria da aceitabilidade de espécies recusadas antes da fertilização. Entretanto, mais estudos sobre a importância de S para animais em pastejo se fazem necessários.

## Prevenção e Controle

A necessidade de suplementação da dieta de ruminantes com S está na dependência do manejo a que os animais são submetidos. A adição de S, provavelmente far-se-à necessária quando os animais estão pastejando forragem de baixa qualidade em solos deficientes em S ou, quando a alimentação constitui-se de forragem suplementada com uma fonte de nitrogênio não protéico tal como uréia, a qual não contém S. Enxôfre pode ser suplementado à dieta em ambas as formas, orgânica e inorgânica. Ruminantes podem utilizar o S nas seguintes formas: metionina, hidroximetionina análoga, sulfatos de Na, Ca, Mg, K ou amônia ou S elementar. Enxôfre na forma de S elementar ou sulfato de lignina é altamente insolúvel, e tem sido sugerido que a eficiência de utilização do S elementar (flor de enxôfre) é um terço daquela observada com os sulfatos ou metionina. Enxôfre de milho ou silagem de milho é menos disponível do que sulfato de Na, metionina e hidroximetionina análoga.

## Toxicidade e Interrelações

A relação do S com Co e Mo é discutida (vide Cu e Mo). Requerimento de Cu é proporcional ao acréscimo dos níveis de S e Mo. A interrelação entre Se e S é, em parte, consequência de suas estruturas semelhantes. Selênio pode substituir S em alguns compostos orgânicos, entretanto, atividades metabólicas dos compostos contendo Se é menor do que daqueles contendo S. Enxôfre pode ser usado para diminuir os efeitos prejudiciais do Se quando consumido em concentração tóxicas.

O nível máximo tolerável de Se é 0,40% (NRC, 1980), mas é bem menos definido que o requerimento máximo. Ruminantes são mais tolerantes a S proveniente de alimentos naturais do que são a sulfatos adicionados à dieta. Níveis excessivos de S podem causar toxicidade aguda resultando nos seguintes sinais clínicos, dor abdominal, contração muscular, diarreia, desidratação severa, cheiro forte de sulfito no hálito, pulmões congestionados e enterite aguda (Miller, 1979).

## COBALTO

### Metabolismo

Cobalto é requerido pelo rúmen para a síntese de vitamina B<sub>12</sub>. Embora sua essencialidade, para ruminantes, seja há muito tempo reconhecida, sua função nutricional ficou indeterminada até o descobrimento da vitamina B<sub>12</sub>, em 1948. A produção de vitamina B<sub>12</sub> no rúmen depende de Co, da quantidade de forragem na dieta e do consumo total diário. Não há evidência de síntese de vitamina B<sub>12</sub> nos tecidos do corpo. Desta forma os ruminantes são totalmente dependentes da capacidade sintetizadora dos microorganismos do rúmen. Microorganismos do rúmen produzem muitos compostos contendo Co, semelhantes à vitamina B<sub>12</sub>, os quais não têm a atividade da vitamina B<sub>12</sub> para os tecidos do animal. Existem informações mostrando que carneiros deficientes em Co convertem pelo menos 60% da quantidade já limitada de Co da dieta em compostos que não podem ser absorvidos e utilizados. A verdadeira vitamina B<sub>12</sub> (5,6 dimetil benzimidazolilcianocobalamida ou DMBC) é freqüentemente denominada cobalamina.

A principal fonte de energia para os ruminantes não é glicose, mas principalmente, os ácidos acético e propiônico. A vitamina B<sub>12</sub> é necessária para a função normal de vários sistemas enzimáticos na utilização de energia. Ruminantes deficientes em vitamina B<sub>12</sub> não são capazes de converter eficientemente propionato em succinato. A principal rota de excreção de Co é a urina a qual é responsável pelo controle do balanço metabólico.

### Requerimento

Requerimento de Co para ruminantes em pastejo foi estabelecido em 0,01 ppm. Em condições de pastejo, cordeiros são os mais susceptíveis à deficiência de Co, seguidos do carneiro adulto, bezerros e bovino adulto. Experimentos de campo sugerem que diferenças no requerimento de Co para ruminantes é muito pequena entre espécies. Dois dos fatores que contribuem para o requerimento relativamente alto de Co para ruminantes são: 1) uso ineficiente do Co dietético para a produção de vitamina B<sub>12</sub> no rúmen e 2) absorção desta vitamina no trato digestivo.

### Deficiência

Deficiência de Co ocorre mais freqüentemente em animais em pastejo e é largamente distribuída por extensas áreas na maioria dos países tropicais. Deficiência de Co, juntamente com deficiência de Na, P e Cu constituem uma das mais severas limitações para ruminantes em pastejo. Deficiência de Co é encontrada em solos de diversas origens incluindo: solos de textura grosseira, vulcânicos, areno-barrentos e arenosos. Elevando-se o pH pela aplicação de calcário, observa-se um decréscimo na absorção de Co pela planta, o que pode intensificar a severidade da deficiência. Formas severas de deficiência de Co em ruminantes em pastejo têm sido denominada por uma variedade de nomes locais, as quais descrevem uma perda severa em peso ("wasting disease"). Deficiência severa pode ocorrer em pastagens luxuriantes, contudo cavalos pastejando a mesma pastagem, não são afetados. Manifestações visuais de deficiência de Co não são específicas, são semelhantes àquelas observadas em má nutrição resultante de baixo consumo de energia e proteína. Animais em pastagens deficientes em Co gradualmente perdem o apetite, reduzem o crescimento e perdem peso. Segue-se extrema



**Figura 13. Deficiência de cobalto. A foto de cima mostra uma novilha deficiente em cobalto, ela teve acesso a um suplemento contendo ferro, cobre e sal comum, observe o depauperamento severo. Seu sangue continha 6,6 g de hemoglobina por 100 ml, em 25 de fevereiro de 1937. A foto da baixo é da mesma novilha completamente recuperada após uma suplementação com ferro, cobre e cobalto, a novilha continuou na mesma pastagem (Florida Experiment Station Bulletin 699. 1965. R.B. Becker, J.R. Henderson e R.B. Leighty, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.).**

perda de apetite, rápido definhamento muscular, apetite depravado, anemia severa e morte. Se a deficiência é branda ou marginal, os sinais clínicos descritos acima podem nunca ocorrer e somente os animais novos, os quais são mais susceptíveis, exibem uma aparência pouco saudável, a qual é indistinguível do efeito causado por parasitas ou baixo consumo de alimento. Deficiências de Co em gado é ilustrada na Figura 13 (abaixo) e Figura 14 (verso da primeira capa).

Formas brandas de deficiência de Co em ruminantes em pastejo são difíceis de serem diagnosticadas baseando-se em sinais clínicos e patológicos porque a única indicação pode ser uma aparência pouco saudável sem a presença de anemia. Conseqüentemente, a maneira mais segura de se estabelecer uma deficiência de Co é observar e medir as respostas resultantes da ministração oral de Co ou injeção de vitamina B<sub>12</sub>, em termos de aumento de apetite e ganho de peso. Níveis de Co no fígado inferiores a 0,07 ppm na matéria seca são indicativos de baixo nível de Co na dieta. Níveis de Co na pastagem inferiores a 0,1 ppm na matéria seca, provavelmente, produzirão deficiências em cordeiros e bezerras, entretanto, permanência prolongada em pastagens contendo menos do que 0,07 ppm de Co pode conduzir a deficiência generalizada.

#### Prevenção e Controle

Deficiência de Co em ruminantes pode ser melhor prevenida pela ministração oral direta de Co, por meio de um suplemento mineral contendo um mínimo de 0,002% de Co. Injeções freqüentes de vitamina B<sub>12</sub> podem ser utilizadas efetivamente na prevenção ou cura de deficiência de Co, mas têm a desvantagem de serem muito caras. Doses orais de solução de Co são satisfatórias se forem ministradas de maneira regular e freqüente. Ministração oral de vitamina B<sub>12</sub> é relativamente não efetiva. Colocação de bala de Co protegida no rumem é efetivo por muitos meses, entretanto, esta técnica tem como objetivo principal diagnosticar deficiência de Co.

Suplementação de Co em dietas deficientes aumenta de maneira marcante o conteúdo de vitamina B<sub>12</sub> no leite e particularmente no colostro. O colostro de vaca contém 4 a 10 vezes mais Co que o leite normal.

#### Toxicidade

Cobalto apresenta a mais baixa ordem de toxicidade em todas espécies até hoje estudadas. Doses diárias de 3 mg de Co/Kg de peso vivo ou, aproximadamente, 150 ppm de Co (1000 vezes o nível normal) podem ser toleradas por carneiros durante muitas semanas sem efeitos tóxicos visíveis. Doses de 4-10 de Co/kg de peso vivo promovem sensíveis decréscimos de apetite e conseqüentemente de peso vivo levando a um estado anêmico. Níveis muito altos podem causar morte de alguns animais.

### COBRE E MOLIBDÊNIO

#### Metabolismo

Cobre é essencial para produção de hemoglobina, funcionamento de sistemas enzimáticos, componente de vários pigmentos no corpo, estando ainda, envolvido no sistema nervoso central, no metabolismo dos ossos e no funcionamento do coração. O Cu está interrelacionado com outros fatores dietéticos incluindo Mo, S, Zn, proteína, Fe e outros microelementos.

Estas interações são de extrema importância quando se considera seu requerimento dietético. Molibdênio tem se mostrado um importante componente de certos sistemas enzimáticos. Entretanto, a importância do Mo para ruminantes está geralmente relacionada à problemas tóxicos.

### Requerimentos

Os requerimentos de Cu para os ruminantes são altamente dependentes das interações com outros componentes dietéticos, especialmente Mo e S. Esta interdependência faz com que seja necessário especificar as condições nas quais os requerimentos serão aplicados. Condições ideais são aquelas nas quais todos os fatores dietéticos influenciando a absorção e utilização do Cu pelo animal estão em níveis ótimos. Aplicação de altos níveis de carbonato de Ca nas pastagens tem refletido num requerimento de Cu para carneiro Merino de 10 ppm. Entretanto no Oeste da Austrália, em pastagens onde não ocorrem aplicação com carbonato de Ca e, os conteúdos de Mo das pastagens são inferiores a 1,5 ppm, 6 ppm de Cu mostrou ser um nível adequado (Camargo et al., 1962).

Os requerimentos de Cu para bovino em crescimento são superiores aos dos ovinos. Mesmo quando consumo de Mo é baixo, como no experimento de Mills et al. (1976) com bezerros Holandeses, 8 ppm de Cu/kg de matéria seca na dieta não foram suficientes para atender aos requerimentos dos bezerros, sendo 10 ppm sugerido como requerimento mínimo. Estima-se o requerimento de Mo para animais em pastejo, em 0,01 ppm ou menos, e nenhuma deficiência de Mo tem sido publicada ou identificada em animais em pastejo.

### Deficiência

Depois do P, deficiência de Cu é o maior limitante para animais em pastejo, principalmente em regiões tropicais de pastejo extensivo (Tabela 3). Deficiências de Cu em ruminantes ocorrem principalmente sob condições de pastejo, sendo raros sinais de deficiência quando a dieta é suplementada com concentrados. Os trabalhos, em sua grande maioria, têm sido orientados para a deficiência "condicionada" de Cu, onde quantidades normais de Cu (6-16 ppm) são inadequadas em consequência de altas quantidades (acima dos níveis normais) de outros elementos tais como Mo, S e outros, os quais bloqueiam a utilização do Cu pelo organismo. Deficiência de Cu geralmente ocorre quando o Mo das forragens excede a 3 ppm e o nível de Cu é inferior a 5 ppm. Ward (1977) classificou a deficiência de Cu em quatro grupos baseado na composição da dieta: 1) níveis altos de Mo (acima de 20 ppm); 2) níveis baixos de Cu mas quantidade adequada de Mo (i.e., uma relação maior do que 2:1); 3) níveis deficientes de Cu (inferior a 5 ppm); e 4) níveis normais de Cu associados a baixos níveis de Mo e a altos níveis de proteína solúvel. Sugere-se que a condição representada na última categoria seja o resultado de um consumo elevado de proteínas solúveis de pastagens verdes as quais são responsáveis por um aumento na quantidade de sulfito produzido no rúmen, o que resulta na formação de sulfito de Cu que não é disponível para o animal.

Sinais clínicos de deficiência de Cu incluem desinteria, palidez das membranas da boca e dos olhos, pelos duros e esbranquiçados (Figura 15, verso da primeira capa, 16 e 17), crescimento retardado e perda de peso. Contudo, muitos animais com deficiência de Cu podem estar gordos, apresentando pelos lisos, aparência normal e saudável. Outro sinal é o desenvolvimento de ossos fracos, particularmente os ossos longos, os quais

se fraturam facilmente e, algumas vezes, sem causa aparente. Bovinos apresentando esta anormalidade de esqueleto se movimenta com andar semelhante ao de cavalo. Bovinos deficientes em Cu, podem morrer rapidamente e exames conduzidos após a morte podem revelar pequenas lesões no coração. Não necessariamente todo animal deficiente apresenta este conjunto de sinais, e muitos destes sintomas podem ser provenientes de outras causas.

Determinação de Cu na dieta ou em pastagens é de valor limitado e como tal, pode ser facilmente mal interpretado, a menos que outros elementos com os quais o Cu interage, particularmente Mo e S, sejam também determinados. O critério utilizado para determinação de deficiência de Cu é a avaliação da concentração de Cu no fígado. Sendo o fígado o principal órgão de reserva de Cu, a concentração deste no fígado é considerada como sendo um índice útil do nível de Cu no animal. Os valores de Cu no fígado variam grandemente com a espécie, e idade do animal, sendo influenciados por certas doenças e natureza da dieta. Entre os animais domésticos, os valores de Cu no fígado em bovino e ovino sadio variam de 100-400 ppm na base da matéria seca. Em ovinos e bovinos, as concentrações no fígado variam ligeiramente do nascimento até a maturidade. As concentrações de Cu no fígado refletem o nível desta na dieta (Mills et al., 1976) mas são influenciados pela proporção dietética de Mo e S, pelos altos consumos de Zn e carbonato de Ca e outros compostos dietéticos. Portanto, eles devem ser usados com precaução quando o objetivo é diagnóstico. Diversas evidências indicam que valores de Cu de 25 a 75 ppm na matéria seca do fígado deveriam ser usados para diferenciar animais deficientes dos normais.

Concentrações no sangue ou no plasma também refletem, o nível do Cu dietético embora, neste caso, a variação seja muito maior. Para ovinos, bovinos e caprinos o nível normal varia entre 0,6 a 1,5 g de Cu/ml. Os valores são influenciados pela idade, prenhez e doenças tanto pelo consumo de Cu, Mo e S. Aceita-se que valores de Cu no sangue e no plasma consistentemente abaixo de 0,5 µg/ml sejam indicativos de deficiência em ovinos e bovinos.

Várias mudanças ocorrem na atividade de várias enzimas contendo Co no sangue e nos tecidos, durante o desenvolvimento da deficiência de Cu nos animais oferecendo assim, uma possibilidade para diagnóstico. Todd (1970) mostrou que estimativas de ceruloplasmina (ferroxidase I) no soro sanguíneo apresenta vantagens sobre determinações no sangue e no plasma por ser uma enzima relativamente estável, além de a amostra de soro requerida ser pequena e da conveniência do método.

### Prevenção e Controle

Em pastagens tropicais nativas, deficiência pode ser prevenida pelo fornecimento de suplementos contendo Cu, pela ministração oral de compostos de Cu ou pela injeção de complexos orgânicos cúpricos. Animais em pastejo recebendo suplementação mineral contendo 0,1 a 0,2% de sulfato de Cu apresentam consumo voluntário em quantidade suficiente para manter um consumo total adequado de Cu.

Injeções subcutâneas ou intramusculares de alguma forma cúprica de absorção segura e vagarosa constituem um método satisfatório de se tratar animais em áreas deficientes em Cu onde os níveis de Mo das pastagens são



**Figura 16.** Ilustra o pelo e coloração normal em volta dos olhos de uma vaca na Argentina.



**Figura 17.** Mostra um animal com deficiência de cobre, ilustrado pela perda de pelo (em volta dos olhos) (Cortesia Bernardo Jorge Carrillo, C.I.C.V., INTA, Castelar, Argentina).

moderados. Este método mostrou-se satisfatório mesmo quando as injeções foram aplicadas em intervalos de 3 meses (Sutherland et al., 1955). Glicinato de Cu, Cu-EDTA e dicuprenos podem ser usados em doses de 30-40 mg para bovinos (Cunnighan, 1959 ; Camargo et al., 1962).

A aplicação de fertilizantes contendo Cu, além de aumentar a produção da pastagem, pode ser um método efetivo na elevação do conteúdo de Cu das pastagens, colocando-o em níveis adequados para os animais em pastejo. As quantidades necessárias variam com o tipo de solo e condições climáticas. Experiência Australiana indica que uma simples adubação com 5-7 kg/ha de sulfato de Cu ou seus equivalentes em forma mais barata como minério de Cu, usualmente, é suficiente para 3 ou 4 anos exceto em solos calcáreos.

### Toxicidade

Numa revisão da toxicidade de Cu, notou-se que toxicidade crônica de Cu em ruminantes é quase que inteiramente confinada a ovinos. Níveis superiores a 20 ppm de Cu no alimento pode causar um envenenamento crônico em ovinos. A literatura sugere ainda que nível normal de Cu combinado com níveis baixos de Mo e S resultam em toxicidade de Cu em ovinos.

Ambos, toxicidade de Mo e deficiência de Cu são geralmente corrigidos fornecendo-se Cu adicional na dieta do animal. Em áreas severamente tóxicas em Mo, injeções de compostos de Cu constituem freqüentemente o método de ministração preferível desde que o local principal de interação de Cu e Mo é o intestino.

Desde 1938 sabe-se que o excesso de Mo nas forragens causa uma condição clínica no bovino que é difícil de distinguir, na aparência geral, da deficiência aguda de Cu. Diarréia (Figura 18), pelo esbranquiçado e queda deste, pele seca, juntas inflexíveis, depauperamento e anemia são características desta condição, podendo ocorrer quando os níveis de Mo são altos.

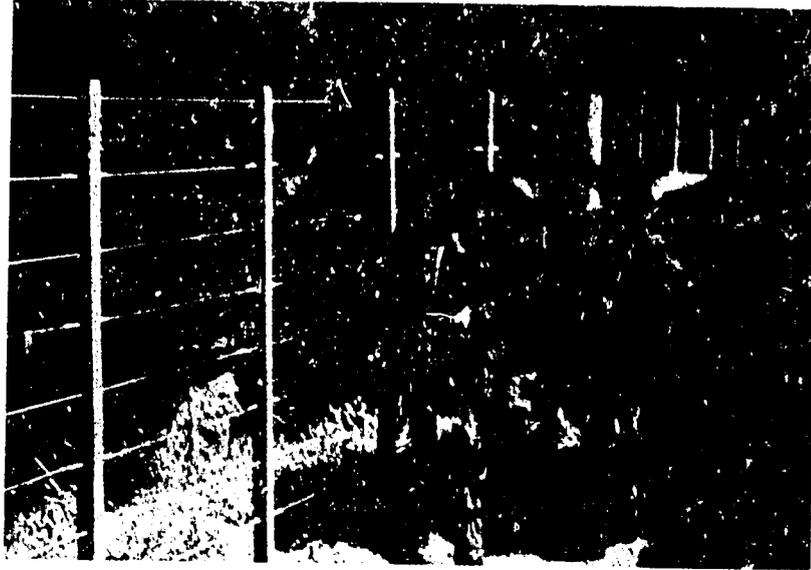
## IODO

### Metabolismo

A principal utilização fisiológica do I é na síntese de hormônios produzidos pela tireóide, a qual regula o metabolismo de energia. Estes hormônios têm um papel ativo na termorregulação, metabolismo intermediário, reprodução, crescimento e desenvolvimento, circulação e função muscular.

### Requerimentos

As estimativas de requerimento para ruminantes variam de 0,05 a 0,08 ppm. Os requerimentos de I para crescimento não são necessariamente idênticos àqueles para reprodução e lactação ou para manutenção da integridade estrutural e funcional da tireóide. Embora a deficiência de I seja resultante, principalmente, do baixo consumo deste elemento, sua incidência é altamente influenciada pelo consumo de goitrogênios, os quais interferem na utilização de I (Underwood, 1977). Na maioria dos casos, o efeito final dos goitrogênios é o de aumentar o requerimento de I. A importância da presença de substâncias goitrogênicas, como fator indutor de deficiência de I, talvez seja idêntica ou superior a baixos níveis dietéticos de I. Substâncias goitrogênicas são mais freqüentes nos alimentos do que geralmente se reconhece, estão presentes em diferentes



**Figura 18. Os animais acima exibem uma diarreia severa em consequência do excesso dietético de molibdênio e pouco cobre (Cortesia Bernardo Jorge Carrillo, C.I.C.V., INTA, Castelar, Argentina).**

espécies de brássicas (i.e., nabo, couve, colza) tanto quanto no farelo de soja. Numa dieta contendo 25% de alimentos ricos nestas substâncias, a suplementação de I deverá ser, pelo menos, dobrada.

### Deficiência

Deficiência de I em humanos e em animais domésticos na forma de bócio endêmico, é uma das deficiências mais comuns e, ocorre em quase todos os países do mundo (Figura 19). A freqüência desta deficiência, entretanto, tem diminuído em muitos países em resposta à disseminação da prática do fornecimento de sal iodado. Em muitos países tropicais, contudo, o bócio endêmico continua sendo um problema importante tanto para humanos quanto para animais domésticos.

Deficiência de I resulta em queda no nível de tiroxina e manifesta-se por uma fraqueza generalizada, crescimento retardado ou ainda, por natimortos apresentando bócio (Figuras 20 e 21). Deficiência de I em animais em reprodução resulta na interrupção do ciclo estral nas fêmeas e perda de libido nos machos (Church, 1971). Diversos estudos indicam que bovinos alimentados com níveis insuficientes de I são menos capazes de resistir ao estresse.

Deficiência severa de I pode ser diagnosticada baseando-se somente na evidência clínica do bócio. Formas menos severas de bócio (ou deficiência de I) são mais difíceis de serem diagnosticadas. Peso e estrutura da tireóide, associados a níveis de tiroxina no soro, são usados para se estabelecer o nível deste elemento. A concentração de I no leite é extremamente sensível a mudanças no consumo dietético e é utilizada para se estabelecer o nível de I no animal (vide Tabela 6).

### Prevenção e Controle

O uso de sal iodado para animais em pastejo tem eliminado deficiência de I em diversas partes do mundo. Estudos de disponibilidade em vários compostos iodados indicam que várias fontes possuem relativamente, a mesma disponibilidade (ver Tabela 10). Iodeto de potássio, iodeto de sódio e iodeto de cálcio são prontamente disponíveis para ruminantes mas são facilmente lixiviados ou evaporados em condições tropicais úmidas. Iodeto de potássio, iodeto de pentacálcico são igualmente disponíveis para os animais mas são formas de I muito mais estáveis não se perdendo facilmente nos blocos de sal.

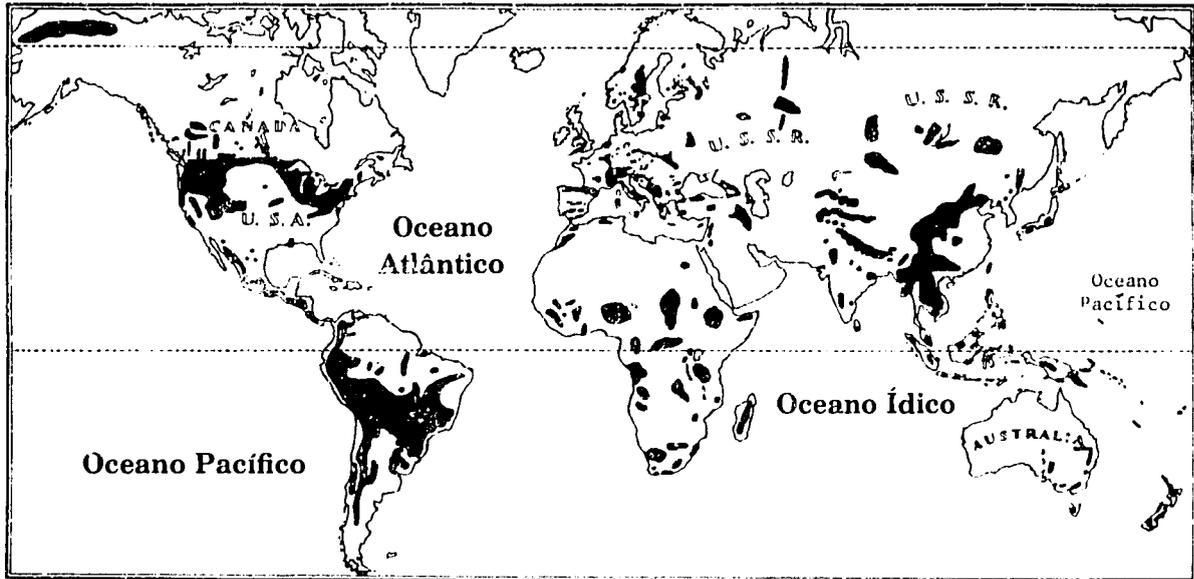
### Toxicidade

Toxicidade de I pode ser resultante de níveis altos deste elemento fornecido por longo período como é utilizado para correção de problemas tais como "footrot" e "lumpy jaw". Sinais de toxicidade incluem diminuição de apetite, melancolia, aparência lânguida, pele escamosa e com crostas, dificuldade em engolir, tosse curta e seca, e lacrimejação excessiva. Desaparecimento dos sinais de toxicidade é rapidamente observado tão logo o nível de I na dieta retorna ao normal.

## FERRO E MANGANÊS

### Metabolismo

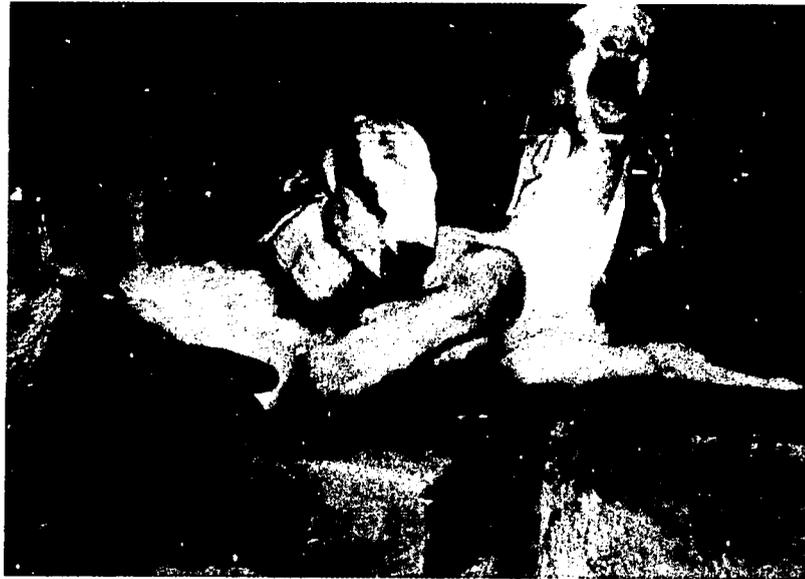
O Fe tem um papel vital no metabolismo animal, principalmente, relacionado ao processo de respiração celular, como um dos componentes da



**Figura 19. Mapa mundial mostrando a ocorrência de bócio endêmico. Áreas escuras indicam as áreas onde foi estabelecido a presença de bócio endêmico (Cortesia Chilean Iodine Educational Bureau, Chile House, 20 ropemaker Street, London E.C.2).**



**Figura 20. Bócio causado pela deficiência de iodo em bezerros e cabritos em Minas Gerais, Brasil (Cortesia Francisco Megale, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil).**



**Figura 21. Bócio em cabritos em consequência de deficiência de iodo em Yogyakarta, Indonésia (acima) em bezerros em Rondonopolis, Mato Grosso, Brasil (esquerda) e e Mindanao, Filipinas (direita) (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**

hemoglobina, mioglobulina, citocromo e de certas enzimas. Manganês é essencial para estrutura normal dos ossos, reprodução e funcionamento normal do sistema nervoso central. Manganês é um cofator para muitas enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos e na síntese de mucopolissacarídeos.

### Requerimento

Os requerimentos de Fe para ruminantes não são muito bem estabelecidos; sabe-se contudo, que animais novos têm requerimentos superiores aos adultos. Para ruminantes adultos, estima-se o requerimento de Fe entre 20-50 ppm (Tabela 2) enquanto o requerimento para bezerros é estimado em 100 ppm. Bezerros recebendo dieta exclusiva de leite (leite é pobre em Fe) desenvolvem uma anemia que normalmente manifesta-se entre dois e três meses de idade.

O requerimento dietético mínimo de Mn para ruminantes também não é conhecido precisamente, mas provavelmente varia entre 20 e 40 ppm. Requerimentos de Mn, ao contrário do Fe, são substancialmente inferiores para animais em crescimento quando comparados com os níveis exigidos para um ótimo desempenho reprodutivo. Além disto, eles tornam-se mais altos à medida que o consumo de Ca e P aumenta.

### Deficiência

Deficiência de Fe raramente ocorre em animais adultos. Entretanto, ela se faz presente quando há perda considerável de sangue em consequência de parasitas ou doenças. Sinais de deficiência de Fe, além de anemia e consequente mudanças no sangue, incluem menor ganho de peso, aparência lânguida, perda da elasticidade das veias e artérias diminuindo a resistência à pressão circulatória, respiração forçada depois de exercício brando, descréscimo no apetite e decréscimo na resistência do organismo à infecções (Miller, 1979). Dentre os sinais clínicos gerais de deficiência de Mn destacam-se degeneração reprodutiva, em ambos os sexos, má formação óssea, coxeamento, ataxia, despigmentação, deteriorização do sistema nervoso central, crescimento retardado e formação esquelética anormal. Embora raramente citado em regiões tropicais, sinais clínicos observados na Costa Rica (C. Lang, comunicação pessoal) e Mato Grosso, Brasil (Mendes, 1977), sugerem a presença de deficiência de Mn nestas regiões.

A determinação de Mn é feita pela concentração deste elemento no fígado, enquanto que a do Fe é avaliada pelo número de hemoglobina e pela porcentagem de saturação de transferrina (Tabela 6). A saturação de transferrina é mais apropriada para determinações feitas em estágios iniciais de deficiência, quando ela é mais sensível.

### Prevenção e Controle

Suplementação de Fe e Mn é muito menos importante do que a de outros microelementos. A maioria dos solos tropicais é ácido, resultando, geralmente, em pastagens com níveis de Fe e Mn em excesso aos requeridos. Além disto o consumo de solo supre quantidades substanciais deste minerais à dieta dos animais em pastejo, particularmente Fe. Suplementação de Fe para animais em pastejo só é justificada quando forragens contêm níveis inferiores a 100 ppm de Fe e/ou quando perdas substanciais de sangue são causadas por parasitas.

Em geral o Fe nas formas de sulfato ferroso e citrato férrico é mais disponível, do que na forma de carbonato ferroso e muito mais do que na de óxido férrico e fitato de Fe. Formas de Mn como sulfato, carbonato, óxido ou cloreto têm mostrado ser fontes efetivas para ruminantes.

#### Toxicidade

Manganês e Fe estão entre os microelementos menos tóxicos. Para ambos, o nível máximo tolerável é, aproximadamente, 1000 ppm. Toxicidade de Fe é caracterizada por consumo reduzido de alimento, menor ganho de peso, diarreia, hipotermia e acidose metabólica. Os primeiros efeitos observados em excesso dietético de Mn são, decréscimo no número de hemoglobina e no consumo de alimento e crescimento retardado.

Imbalanços minerais resultantes do excesso de Fe e Mn, os quais estão frequentemente associados à forrageiras tropicais, podem interferir com o metabolismo de outros minerais (Lebdosoekojo et al., 1980). Na Costa Rica, numa região caracterizada por solos vulcânicos e altas concentrações de Mn nas forragens, observou-se baixas taxas reprodutiva em bovinos (Lang, 1971).

### SELÊNIO

#### Metabolismo

Selênio é considerado um elemento essencial desde que foi estabelecida sua participação como componente efetivo do "fator-3" (Schwarz, 1959) na prevenção da diátese exudativa em pintinhos e da distrofia muscular de origem nutricional em bezerros e cordeiros. O duodeno é o principal local de absorção de Se não havendo nenhuma absorção no rúmen e abomaso. O Se absorvido é transportado principalmente pelo plasma onde ele passa por uma transformação química antes de ligar-se às proteínas plasmáticas. Desta forma, o Se torna-se parte da porção protéica de muitos tecidos animal. Peroxidase glutathione (GSH-Px), uma enzima contendo Se está associada aos amino-ácidos contendo S. Desde que GSH-Px foi identificada como sendo uma seleno-proteína, sua atividade tem sido demonstrada em vários tecidos e fluidos do corpo. Igualmente, vários estudos com diferentes espécies, têm mostrado que a atividade da GSH-Px dos tecidos depende gradualmente do consumo de Se na dieta. Consumo de dieta contendo níveis baixos de Se tende a decrescer a atividade da GSH-Px dos tecidos na seguinte ordem: plasma > rins > coração > fígado > pulmão > células vermelhas > testículos.

#### Requerimento

Um consumo de 0,1 ppm de Se proporciona uma margem de segurança satisfatória contra variações dietéticas normalmente encontradas por animais em pastejo. Os requerimentos mínimos de Se variam com a forma do Se ingerido e outros fatores dietéticos. Selênio é relativamente instável podendo ocorrer perdas durante secagem e estocagem. Alto consumo de sulfatos induz à redução na disponibilidade de Se para os animais, desta forma os requerimentos de Se serão provavelmente maiores quando o consumo de sulfatos é alto. Há uma interrelação nutricional complexa entre Se e vitamina E, cada um deles pode aliviar ou alterar o requerimento do outro, mas não podem substituir completamente um ao outro.

#### Deficiência

Sinais de deficiência pronunciada em ruminantes incluem, crescimento retardado e distrofia muscular de origem nutricional, geralmente conhecida

como "white muscle disease", em cordeiros e bezerros (Figuras 22 e 24). Distrofia muscular de origem nutricional é uma doença degenerativa dos músculos estriados comum a várias espécies animais, na qual não existe envolvimento neurológico. Em cordeiros ela pode manifestar-se do nascimento até os 12 meses, sendo, entretanto, mais comum entre 3 e 6 meses de idade. Cordeiros atingidos ao nascimento usualmente morrem em poucos dias, enquanto que aqueles que adquiriram a doença mais tarde apresentam o trem posterior inflexível e arqueado. Como conseqüência eles se recusam a andar, perdem peso e condição geral, tornam-se prostrados e morrem. Animais com envolvimento severo do coração podem morrer instantaneamente sem mostrar qualquer dos sinais externos descritos acima. "White muscle disease" tem recebido maior atenção em cordeiros e bezerros e é caracterizada bioquimicamente por concentrações subnormais de  $S_2$  e GSH-Px no sangue e tecidos e por níveis anormalmente altos de transaminase glutâmico oxaloacético (SGOT) no soro.

Aparência pouco saudável relacionada com a deficiência de Se é conhecida como "ill thrift" e ocorre em cordeiros em algumas partes da Nova Zelândia podendo ocorrer em gado de corte e de leite de todas as idades. A condição varia de uma taxa de crescimento subnormal a uma perda rápida de peso e, algumas vezes, morte. "Ill thrift" pode ser prevenida pelo tratamento com Se, o qual em alguns casos, é acompanhado por um tremendo aumento no crescimento e na produção de lã. O estado geral de fraqueza não é influenciado por vitamina E ou etoxiquim (antioxidante).

Baixo desempenho reprodutivo tem sido conseqüência da deficiência de Se em todas espécies estudadas. Alta incidência estacional de infertilidade em ovelhas ocorre em diferentes regiões da Nova Zelândia em associação com "white muscle disease." Em certas áreas, o número de ovelhas inférteis pode chegar a 30%, em conseqüência, as perdas de cordeiros são altas. Essa infertilidade resulta da alta taxa de mortalidade embrionária, ocorrendo entre 3 a 4 semanas depois da concepção, período que corresponde a mais ou menos aquele quando ocorre a implantação. Esta mortalidade pode ser prevenida por Se, mas não por vitamina E ou um antioxidante.

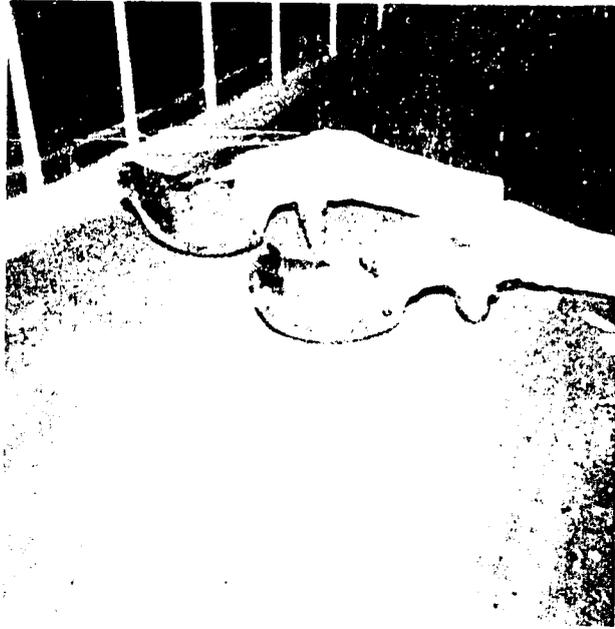
A taxa de retenção de placenta em gado tem sido grandemente reduzida pela ministração de níveis adequados de Se na dieta como mostrado em pesquisas nos Estados Unidos, Escócia e Brasil.

### Prevenção e Controle

O interesse inicial em Se estava relacionado com manifestações tóxicas (selenose) em animais em pastejo em parte das grandes planícies da América do Norte. Essas áreas ricas em Se produziam uma condição, caracterizada por desprendimento dos cascos queda de pelo da crina e da cauda dos cavalos. Esta condição foi denominada "alkali disease" ou "blind staggers". Nestas áreas o consumo tóxico de Se resulta do consumo de plantas acumuladoras de Se ou forragens normais com conteúdos de Se relativamente altos em conseqüência da presença de níveis de Se acima do normal nos solos. Outras áreas seleníferas têm sido identificadas na Argentina, Austrália, Colômbia, Irlanda, Israel, México, União Soviética e África do Sul.



**Figuras 22, 23 e 24. Distrofia muscular de origem nutricional. O bezerro de cima tem três meses de idade. Coxeamento e fraqueza generalizada dos músculos são visíveis. As fotos de baixo mostram áreas esbranquiçadas no músculos cardíaco (Cortesia O.H. Muth, School of Veterinary Medicine, Oregon State University, Corvallis, Oregon).**



**Figura 25.** Toxicidade de selênio numa região com problema de toxidez, Puerto Boyaca, Colômbia. Casco alongado em consequência de toxicidade de selênio (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).



**Figura 26.** Toxicidade de selênio em gado Holandês na região de Saltillo, México. Cascos alongados são encontrados freqüentemente, particularmente nos animais mais velhos (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).

Existem todos os graus de intoxicação por Se. Intoxicação crônica de Se é caracterizada por melancolia, depauperação, pelos endurecidos, perda de cabelo da crina e rabo em cavalos, crescimento alongado e dolorido do casco, inflexibilidade, manqueira em consequência da erosão das juntas e dos ossos longos, atrofia do coração e cirrose do fígado (Figuras 25 e 26). Em casos de toxidez aguda de Se os animais sofrem de cegueira, dor abdominal, salivação, rangem os dentes e algum grau de paralisia.

### Toxicidade

A toxicidade de Se pode ser modificada por níveis dietéticos de As, Ag, Hg, Cu e Cd. Arsênico tem sido usado com grande sucesso na redução de níveis de envenenamento por Se em gado. Entre as possíveis maneiras de prevenir-se ou reduzir-se o envenenamento por Se, destacam-se: 1) tratamento do solo para reduzir absorção de Se pela planta; 2) tratamento do animal para reduzir absorção ou aumentar excreção (As); 3) modificação da dieta do animal por diluição ou rotação dos animais utilizando-se de áreas não seleníferas.

## ZINCO

### Metabolismo

Os níveis e atividades das Zn-metaloenzimas e enzimas dependentes de Zn têm sido extensivamente estudados. O Zn está envolvido principalmente, no metabolismo de ácido nucleico e síntese de proteína e, conseqüentemente no processo fundamental de multiplicação celular. A utilização de amino-ácidos na síntese de proteína é prejudicada pela deficiência de Zn.

Cerca de um terço da absorção do Zn pelo organismo do bovino ocorre no abomaso, sendo o restante absorvido no intestino delgado. O Zn absorvido no intestino é levado até o fígado, que é o maior órgão de metabolismo de Zn. Ele é excretado principalmente pelas fezes, mas quantidades significativas são excretadas no suor, especialmente em regiões tropicais.

### Requerimento

O requerimento mínimo de Zn para ruminantes varia com a forma química ou combinação na qual o elemento ocorre com outros componentes da dieta. O requerimento de Zn, para o gado leiteiro, é estimado em 40 ppm sendo 30 ppm, para o gado de corte. Deficiência de Zn tem sido observada a campo quando a forrageira contém de 18 a 83 ppm. Legg e Sears (1960) demonstraram paraqueratose em bovino na Guiana, os quais consumiam forragem contendo de 18 a 42 ppm de Zn.

### Deficiência

Sob condições práticas, deficiência de Zn para animais em pastejo era considerada improvável. O primeiro caso de deficiência de Zn em condições de campo foi observado na Guiana (Legg e Sears, 1960). Mais recentemente, 16 outros países da América Latina, 3 da Europa, África do Sul e Estados Unidos confirmaram deficiência de Zn em gado em pastejo quando a ração continha menos que 40 ppm. Níveis baixos de Zn nos solos, plantas e tecidos animais têm sido publicados na grande maioria da América Latina.

Os efeitos iniciais de deficiência de Zn incluem consumo reduzido de alimentos, redução do crescimento e da eficiência alimentar, seguido por desordens na pele (Figura 27, verso da primeira capa, e 28). Sinais



**Figura 28. Lesões de deficiência de zinco em carneiro (Sudão) o qual respondeu à suplementação (Cortesía O.M. Mahmoud, University of Khartoum, Sudan).**

visuais de deficiência severa de Zn manifestam-se, principalmente, no pescoço, estômago, escroto e pernas que se apresentam com a pele seca, escamosa e quebradiça. machos jovens inteiros freqüentemente são os primeiros a apresentarem lesões na pele. Outros sinais clínicos incluem inflamação do nariz e da boca, inflexibilidade das juntas, endurecimento e perda dos pelos. Os efeitos importantes de deficiência de Zn ocorrem nos casos marginais onde sinais clínicos podem não se expressarem. Espermatogênese, crescimento testicular e os desenvolvimentos primários e secundários dos órgãos sexuais do macho, e todas as fases do processo reprodutivo na fêmea, do estro até o parto e lactação, podem ser influenciados pela deficiência de Zn.

#### Prevenção e Controle

Suplementação de Zn pode ser feita por meio de sal mineral contendo 0,50% de Zn. Em condições tropicais parece razoável acrescentar de 20 a 30 ppm de Zn à dieta dos ruminantes, exceto quando análises das forragens indicam nível adequado ou alto deste elemento. Este nível de Zn deve ser adequado para corrigir qualquer provável deficiência marginal. A maioria das misturas minerais indicam, na etiqueta, existência de Zn, mas muitas das misturas comerciais contém quantidade insuficiente de Zn para atender o requerimento animal.

#### Toxicidade

Bovino, ovino e muitos mamíferos exibem tolerância considerável a altos níveis de Zn. A extensão da tolerância depende, principalmente, dos conteúdos relativos de Ca, Cu, Fe e Cd com os quais o Zn interage no processo de absorção e utilização. Cordeiros consumindo dietas contendo 1.000 ppm de Zn na forma de óxido, apresentam redução no ganho de peso e eficiência alimentar. Consumo de dieta contendo 1.500 ppm levou a um decréscimo de consumo de alimentos e dieta contendo 1.770 ppm induziu a um apetite depravado. Níveis de Zn dietéticos superiores a 500 ppm são necessários para influenciar negativamente o desempenho de ruminantes.

### NOVOS MICROELEMENTOS

Novos microelementos para os quais existem evidências suportando suas essencialidades incluem F, V, Ni, Cr, Sn, Si, Cd e As. Estes minerais são algumas vezes denominados "novos microelementos" porque as evidências de suas essencialidades foram obtidas recentemente. Por outro lado, contudo, em humanos, há anos utiliza-se dos efeitos benéficos do F para os dentes pela adição de F à água. O Cr além de estar envolvido na manutenção do nível normal de colesterol no soro é parte integral do fator de tolerância à glicose em humanos. A essencialidade do Ni foi determinada por sua importância na manutenção da integridade do fígado além de ser necessário para a função ótima da enzima urease. Entre 1970 e 1977, vários resultados experimentais indicaram que Sn, V, Si, As e Cd eram necessários para um crescimento normal em ratos. Os últimos estudos foram conduzidos com dietas altamente purificadas e em ambiente isento de poeira. Arsênico, já em 1955, mostrou aumentar o crescimento e melhorar a eficiência alimentar em suínos e frangos, entretanto, esta resposta geralmente é considerada como não sendo um efeito nutricional.

Deficiências destes elementos não têm sido verificadas em animais domésticos, conseqüentemente, suplementação não é considerada necessária.

Contudo, informações contínuas são importantes para assegurar que estes "novos microelementos" continuem disponíveis em quantidades adequadas para os animais.

### ELEMENTOS TOXICOS

Todos elementos minerais, quer sejam considerados essenciais ou potencialmente tóxicos, podem ter um efeito adverso ao animal se incluído na dieta em níveis excessivamente altos. Muitos fatores incluindo idade, produção (produção de leite, carne, lã, etc.) e níveis de outros nutrientes na dieta, influenciam o nível no qual o mineral torna-se tóxico.

Toxicidades minerais são mais difíceis de se controlar do que suas deficiências, especialmente em condições de pastejo extensivos. Molibdenose é controlada por doses adicionais de Cu, fluorose evitando-se fosfatos e água com altos níveis de F e, selenose por pastejo rotacionado evitando-se acessos contínuos à forragem com altos níveis de Se ou, diluindo-se a ração com alimentos baixos em Se.

Além dos elementos já discutidos, há razões para se preocupar com a toxicidade de outros minerais como Pb, Ni, Hg, Cd e V. Em geral problemas de toxicidade de minerais em animais domésticos ocorrem em áreas específicas influenciadas pelo tipo de solo ou pela proximidade de uma fonte de poluição industrial. Os níveis de alguns minerais nos tecidos das plantas variam grandemente dependendo de certos fatores do solo, e quantidade do mineral presente nesse solo. Por esta razão, Mn, Se e Mo podem ocorrer em níveis elevados nas forragens. Forragens também tornam-se contaminadas na superfície da folha com minerais tais como F, Pb, Hg e Co como resultado da poluição industrial. O uso de resíduo de esgoto tratado para o melhoramento do solo pode resultar em níveis altos de Cd nos tecidos da planta. Suplementos naturais de água também podem conter níveis excessivos de S, F, Mn e Fe. Suplementos minerais contêm outros elementos além daqueles de interesse primário e que ocasionalmente contribuirão com níveis significativos de certos minerais para a dieta. O uso de excreções animais como alimento também contribui para um consumo mais alto de minerais.

### FLÚOR

Os três elementos que mais frequentemente causam problemas de toxicidade são F, Mo e Se, sendo que os dois últimos já foram discutidos anteriormente.

#### Essencialidade

Em quantidades limitadas, tem sido demonstrado em humanos e cobaias, que o F aumenta a resistência dos dentes à cáries. Resultados experimentais também evidenciam a redução de anemia e melhoria da fertilidade em camundongo podendo ainda, aumentar o crescimento de ratos. Contudo, se o F é um elemento essencial, os requerimentos para a maioria dos animais são excessivamente baixos.

#### Toxicidade

Embora aparentemente essencial para muitas espécies, somente os efeitos tóxicos são de importância para animais em pastejo. Fluorose crônica é geralmente observada sob três condições: 1) consumo contínuo de suplementos minerais ricos em F; 2) consumo de água com altos níveis de F

(3 a 15 ppm ou mais); e 3) pastejo de forragens contaminada com F, em áreas adjacentes a complexos industriais os quais emitem poeira e vapores ricos em F. Com raríssimas exceções o conteúdo de F das plantas é superior a 1 ou 2 ppm desde que muitas plantas têm capacidade limitada de absorver este elemento. A incidência mais comum de fluorose resulta do consumo de suplementos ricos em F ou forragens contaminadas por resíduos de fumaça ou poeira ricos em F.

Toxicidade de F é função da quantidade consumida e da duração do consumo, da solubilidade dos fluoretos ingeridos, idade do animal, nutrição, fatores estressantes e diferenças individuais. Se os animais são jovens os dentes podem modificar em forma, tamanho e cor. Os incisivos podem apresentar pequenos furos e os molares podem mostrar cáries resultantes de fratura ou desgaste, especialmente, se o excesso de F foi consumido antes do desenvolvimento dos dentes permanentes. Mandíbula e os ossos longos desenvolvem exostose e as juntas engrossam, fazendo com que o animal torne-se rígido e coxo. Nível de F na dieta entre 20 e 30 ppm pode causar manchas nos dentes, níveis superiores a 50 ppm provocam grande incidência de animais coxos e decresce a produção de leite das vacas em lactação. Níveis de F na dieta superiores a 50 ppm provocam freqüentemente decréscimo no consumo de alimento. Figuras 29-31 mostram os dentes e os ossos do metatarso de um animal sofrendo de fluorose.

Suttie et al. (1957) observaram que vacas em lactação podem tolerar 30 ppm de F e que 50 ppm resultou em fluorose num período de 3 a 5 anos. Os bovinos são menos tolerantes à toxicidade de F que outros animais em pastejo e alguns trabalhos indicam que má nutrição geralmente aumenta o efeito deletério da toxicidade de F.

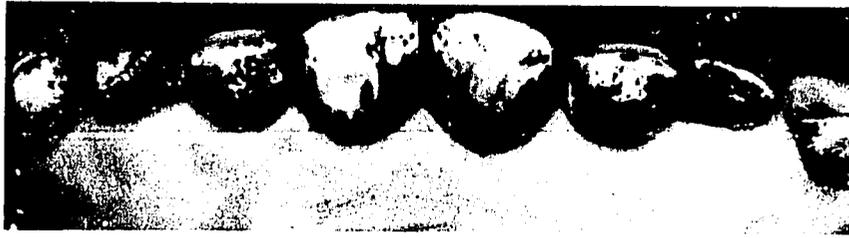
Estima-se que o consumo de F em águas contendo 1 ppm fornece 0,01-1,0 mg de F/kg de peso vivo/dia, o que não é uma quantidade significativa. Contudo, dentes manchados têm sido observados em vacas bebendo água contendo de 4 a 5 ppm deste elemento. Nos cálculos de consumo, o F presente na água deveria ser levado em consideração.

#### Formas Químicas

A forma química do F é importante considerando-se que o F no fluoreto de Na é muito mais disponível do que no fluoreto de Ca ou fosfato de rocha. Aparentemente fontes de fosfatos manufaturados em fornalhas são relativamente isentas de fluoretos. Aqueles manufaturados por ácido fosfórico defluorinado contém níveis seguros quando adicionados aos suplementos minerais para os animais atendendo a recomendação de conter níveis inferiores a 1 parte de F por 100 partes de P. Fosfato de rocha mole e fosfato de rocha bruta moído geralmente excedem esta relação de, aproximadamente, 10 vezes e, por esta razão devese-ia quanto cuidadosamente controlar a quantidade a ser fornecida aos animais, e a duração do fornecimento. Farinha de osso, farinha de peixe e cama de galinheiro podem, às vêzes, conter quantidades consideráveis de F as quais deveriam ser levadas em consideração quando da avaliação do total de F consumido.

#### Prevenção e Controle

Para prevenção de fluorose, tanto o conteúdo de F da água quanto o suplemento de P deveriam ser determinados. Além destas determinações, observações visuais devem ser feitas para detectar sinais iniciais de fluo-



**Figura 29.** Incisivos de um bovino com quatro anos de idade com uma fluorose dental severa. Lesões incluem, hipoplasia, hipocalcificação, manchas, desgaste anormal do esmalte o que é resultado de consumo elevado e praticamente constante durante a formação dos dentes.



**Figura 30.** Incisivos de um bovino com 5 anos com uma fluorose dental severa a qual reflete períodos intermitentes de ingestão elevada de flúor durante o período da formação dos dentes.



**Figura 31.** Metatarso de bovino. Esquerdo: normal. Direito: osteo-fluorose apresentando alto grau de osteoporose com superfície irregular e grosseira consistindo de osso desorganizado e mal mineralizado. Note-se que as articulações permaneceram inalteradas (todas as fotos são cortesia de J.L. Shupe e A.E. Olson, Utah State University, Logan, Utah. Reproduzido com permissão da Academia Nacional de Ciências).

rose. Em condições especiais justifica-se fornecimento de nível superior ao máximo recomendado para animais em pastejo (30-50 ppm). Quando fosfato defluorinado não é disponível ou proibitivamente caro, fertilizante ou fosfato não tratados seriam recomendados, mas somente por períodos curtos. Como exemplo, fosfato contendo altos níveis de F seria mais apropriado para o gado em confinamento do que para animais de cria ou de reposição.

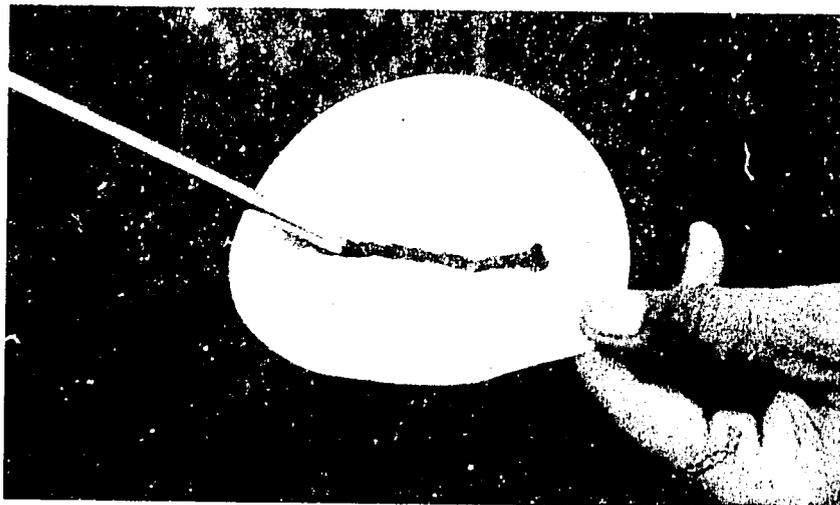
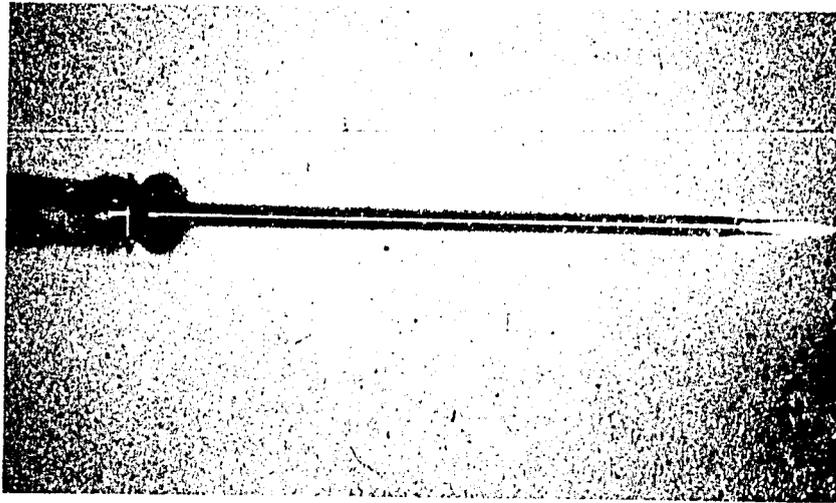
### DIAGNÓSTICO DE DEFICIÊNCIAS MINERAIS E IMBALANÇOS

Desordens relacionadas à nutrição mineral variam de uma deficiência mineral aguda ou toxicidades caracterizadas por sinais clínicos e mudanças patológicas distintos às condições brandas e transitórias difíceis de serem diagnosticadas, sendo expressas de forma vaga não bem definida como uma aparência pouco saudável ou como um crescimento e reprodução não satisfatórios. Essas últimas condições são de grande importância porque elas ocorrem em grandes áreas, atingem grande número de animais e, podem ser confundidas com deficiência de proteína e/ou energia e com vários tipos de parasitismo (Underwood, 1977).

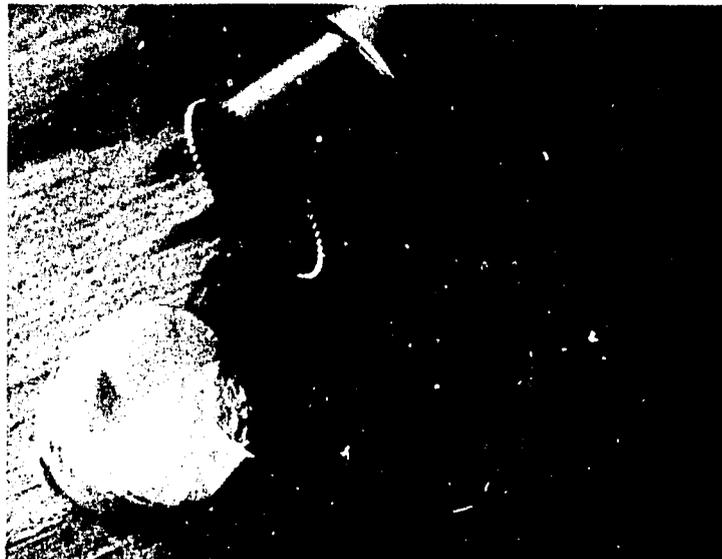
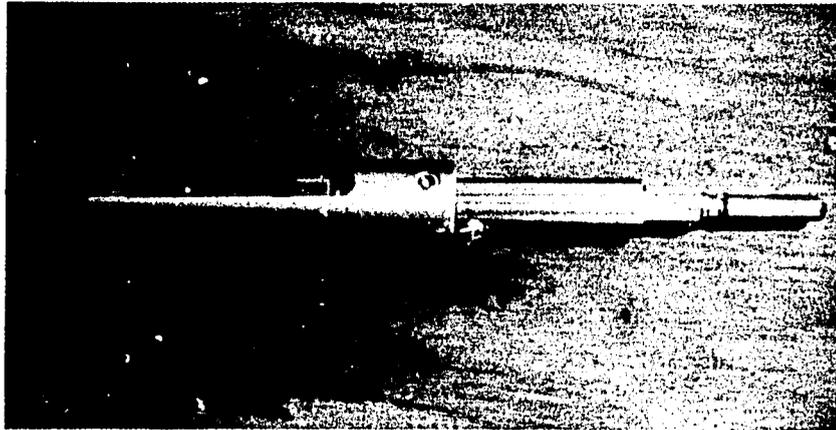
Sinais clínicos de deficiências minerais, exames patológicos e bioquímicos, juntamente com análise de mineral no solo, na planta e nos tecidos e fluidos do animal, têm todos sido usados com sucesso variável no estabelecimento de deficiências ou excessos dos diversos minerais. O método mais seguro para confirmação de uma deficiência mineral é a resposta animal a uma suplementação mineral específica. Contudo, tais estudos são caros e demorados se conduzidos com controle e determinação adequados. A maioria dos imbalances, particularmente quando em condições marginais, não apresenta sinais patológicos e clínicos específicos a nenhum mineral. Desta forma, a fim de se determinar insuficiências minerais, análises químicas e ensaios biológicos são requeridos freqüentemente.

Análises para determinação de formas disponíveis dos minerais no solo podem algumas vezes, fornecer um indício de deficiência mineral para animais, mas freqüentemente elas não são confiáveis e são difíceis de serem interpretadas. Dados do Brasil, Bolívia e U.S.A. (Flórida) indicam que correlações entre as concentrações minerais no solo, planta e tecido animal são altamente variáveis com as diferentes regiões e mais comumente são baixas ou não existentes. Correlações planta-solo encontradas no Brasil foram Fe ( $r = 0,12$ ), Mn ( $r = -0,12$ ) e Zn ( $r = 0,30$ ) (Conrad et al., 1980). Desvantagens de análise do elemento na planta com finalidade de avaliar-se a adequabilidade para os animais em pastejo incluem: 1) incerteza na representatividade das amostras do material sendo consumido pelo animal; 2) dificuldade em se estimar o consumo de forragem; 3) variação na disponibilidade dos elementos na forragem; e 4) possibilidade de contaminação de amostras de forragens por solo. Todavia, análises de minerais na forragem são preferíveis às análises de solo ao passo que análises apropriadas de tecidos e fluidos animal retratam mais acuradamente a contribuição do ambiente dietético total (forragem, solo, água, etc.) no atendimento dos requerimentos minerais do animal.

Níveis de mineral no tecido e fluidos do animal, além da concentração de enzimas específicas, metabólitos ou compostos orgânicos com os quais o mineral em questão está funcionalmente associado, são indicadores importantes do nível mineral. Tecido do fígado é particularmente bom para se avaliar a concentração no animal em relação a Co, Cu, Mn e Se. Figura 32



**Figura 32. Ilustração de uma biópsia de fígado feita para análises de minerais. A amostra pode ser tomada com trocater e cânula, sendo requerido apenas cinco minutos (H.L. Chapman, University of Florida).**



**Figura 33.** Ilustra o procedimento de uma biópsia de osso. O instrumento usado é uma broca (acima). A broca é movida a eletricidade ou bateria (meio) sendo a amostra de costela (abaixo) facilmente removida para análises (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).

ilustra o procedimento para a biópsia de fígado. Sangue, soro ou plasma são largamente empregados nos estudos de nutrição mineral. Valores significativos e consistentemente acima ou abaixo das concentrações ou intervalos normais fornecem evidência sugestiva mas não conclusiva do excesso ou deficiência dietética de certos minerais. Precauções devem ser tomadas quando da interpretação dos níveis de minerais no sangue coletado ou preparado em condições inferiores à ótima. Entre os fatores responsáveis pela elevação do nível de minerais no soro ou plasma estão estresse, exercício, hemólise, temperatura e tempo de separação do soro. Estes fatores têm sido considerados de difícil controle em inúmeros estudos por todo o mundo e têm resultado em altas concentrações de P mesmo quando os animais estão consumindo níveis extremamente baixos deste elemento (Dayrell, 1973). Em consequência das sérias limitações apresentadas pelo nível de P no soro e sangue como indicadores do nível deste no animal, concentração de P, no osso, é a análise indicada. Figura 33 ilustra o procedimento da biópsia de osso. Resultados obtidos em Zimbábue e Bolívia, indicam aumentos na produtividade de vacas de 21 e 12,6%, respectivamente, como resposta à suplementação de P embora concentração normal de P no plasma fosse evidente. Análises de conteúdo mineral no pelo, provavelmente não são indicadores precisos do nível mineral no animal uma vez que esse é influenciado por grande número de fatores. Concentrações de Ca, P e Cu no pelo não são influenciados pelo consumo dietético destes minerais. Contudo, o conteúdo de Zn ou Se no pelo pode refletir o consumo dietético destes elementos. Em situações onde análises do pelo têm de ser conduzidas, é importante que, para as comparações, sejam utilizados animais controle de raça, sexo, idade, tamanho e cor semelhantes. Deve-se ainda ressaltar que o crescimento de novos pelos e contaminação ambiental também são variáveis importantes.

Desde que análises de minerais são complicadas e caras, é importante selecionar um número mínimo de tecidos da planta e do animal que sejam mais indicativos do nível mineral. Tabela 6 ilustra análises de grande importância na avaliação de deficiências e toxicidades minerais específicas.

#### UMA TÉCNICA DE MAPEAMENTO PARA SE DETERMINAR DEFICIÊNCIAS E TOXICIDADES MINERAIS

Deficiências ou toxicidades de minerais para animais em pastejo podem ser preditas pelo uso de uma técnica de mapeamento sistemático ou reconhecimento regional. Níveis de Se e Co analisados nas forragens em certas áreas dos Estados Unidos têm sido relacionadas à doenças as quais respondem ao tratamento com Se e Co. Técnicas de mapeamento semelhantes, baseados nas análises de forragem, têm sido usadas para Ca e P, no Brasil e, Se na Venezuela. Egan (1975) mostrou que análises de sedimentos de leito de rio revelaram áreas de deficiência de Cu, até então insuspeitas para bovinos e ovinos, como resultado da interação deste mineral com o Mo, de deficiência de Mn em bovinos e de deficiência de Co em ovinos. Deficiência de Co e/ou Cu para animais em pastejo tem sido estabelecida em regiões específicas do Brasil como resultado de baixas concentrações destes elementos no fígado (Tokarnia e Döbereiner, 1973). Deficiências de P foram igualmente estabelecidas na Venezuela e no Panamá baseando-se nos níveis baixos de P no soro.

Desde 1974 a Universidade da Florida, com suporte da Agência para o Desenvolvimento Internacional, tem estado envolvida em pesquisas em minerais em cooperação com diversas instituições na América Latina, África e Sudeste Asiático. O propósito desta pesquisa é localizar deficiências ou excessos minerais para animais em pastejo utilizando-se de uma técnica de mapeamento sistemática a qual consiste de análises dos tecidos de plantas e de animais e da observação de respostas biológicas à suplementação mineral.

### RESPOSTA À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Vários são os resultados de regiões tropicais acumulados desde o início do século que indicam efeito benéfico da suplementação de P no desempenho geral. Aumento do desempenho reprodutivo como resultado da suplementação mineral é ilustrado na Tabela 7 em 16 regiões da América Latina, África e Ásia. A média das 16 informações resultou numa taxa de nascimento média de 52,9% para animais recebendo somente sal comum e de 75,6% para aqueles recebendo suplementos minerais adicionais. Resultados indicando aumento de ganhos de peso para gado suplementado com mineral têm sido sumarizado em várias regiões do mundo. A importância de suplementação mineral na produção do gado como um todo nas regiões dos llanos da Colômbia é mostrada na Tabela 8. Como pode ser observado, a suplementação mineral foi responsável por um aumento drástico em todos parâmetros de produção. Peso de bezerro produzido por vaca (multiplicação da taxa de desmama pelo peso à desmama) resultou em 83,7 kg recebendo mistura mineral completa comparado com 44,8 kg para vacas recebendo somente sal comum.

Dois doenças metabólicas "cara inchada" e "secadera" têm sido dois grandes entraves ao sistema de cria em vastas áreas do Brasil e Colômbia, respectivamente. Embora os detalhes da etiologia destas duas condições ainda não sejam completamente conhecidos, estas condições têm respondido à suplementação adequada e balanceada de microelementos.

A doença periodôntica conhecida como "cara inchada" atinge 10 a 20% do gado jovem em certas regiões do Brasil Central, os sintomas clínicos indicam uma periostite em bezerros de mais ou menos 30 dias de idade, seguido por bambeamento e perda dos dentes (premolar e molar) além de um alargamento do maxilar. Menos freqüentemente, esse alargamento pode ocorrer nos ossos mandibulares (figura 34, verso da segunda capa). Estas lesões são seguidas por depauperamento, diarreia severa, descoloração do pelo e crescimento retardado. A gengivite parece ser agravada pelo consumo de forrageiras. A redução da integridade dos ligamentos periodônticos associada à ação da forragem sobre os tecidos danificados resultam em pústulas (piorréia) e periostite ossificada crônica. A mastigação normal é impedida, o que resulta em animais improdutivos ultimando em morte por fome. Vários experimentos, tanto controlados quanto extensivos indicam que baixos níveis de Cu e Zn, associados à interrelação de Cu-Mo-S estão envolvidos na ocorrência da peridontite do gado brasileiro (Camargo et al., 1981).

Um emagrecimento progressivo chamado "secadera" provavelmente é a doença mais comum do gado nas planícies do leste da Colômbia. Resultados de um estudo envolvendo 37 fazendas, mostraram que a "secadera" fazia-se presente em 32% das fazendas na estação das águas e 42% na estação seca

Tabela 6. Diagnóstico de Deficiências Minerais Específicas ou Toxicidade em Bovinos

Elemento	Requerimento Animal			Tecido	Níveis Críticos <sup>a,b,c,d</sup>
	Vaca de Leite <sup>e</sup>	Gado de Corte <sup>f</sup>	Carneiro		
<u>Deficiência</u>					
Cálcio, %	0,54	0,18-0,53	0,21-0,52	Osso (sem gordura) Osso (cinza) Plasma	24,5% 37,6% 8 mg/100 ml
Magnésio, %	0,20	0,05-0,25	0,04-0,08	Soro Urina	1-2 mg/100 ml 2-10 mg/100 ml
Fósforo, %	0,38	0,18-0,37	0,16-0,37	Osso (sem gordura) Osso (cinza) Plasma	11,5% 17,6% 4,5 mg/100 ml
57 Potássio, %	0,80	0,5 -0,7	0,50		
Sódio, %	0,18	0,06-0,10	0,04-0,10	Saliva	100-200 mg/ml
Enxôfre, %	0,20	0,08-0,15	0,14-0,26		
Cobalto, ppm	0,10	0,07-0,1	0,1	Fígado	0,05-0,07 ppm
Cobre, ppm	10	4-10	5,0	Fígado Soro	25-75 ppm 0,65 µg/ml
Iôdo, ppm	0,50	0,2-2,0	0,1-0,8	Leite	300 µg/dia
Ferro, ppm	50	20	20-50	Hemoglobina Transferrina	10 g/100 ml 13-15% Saturação
Manganês, ppm	40	20	20-40	Fígado	6 ppm
Selênio, ppm	0,1	0,1	0,1	Fígado Soro Pelo ou lã	0,25 ppm 0,03 µg/ml 0,25 ppm
Zinco, ppm	40	20-40	35-50	soro	0,6-0,3 µg/ml

Tabela 6. Diagnóstico de Deficiências Mineraiis Específicas ou Toxicidade em Bovinos (continuação)

Elemento Tecido	Requerimento Animal				Carneiro
	Vaca de Leite <sup>e</sup> Níveis Críticos <sup>a,b,c,d</sup>		Gado de Corte <sup>f</sup>		
<u>Toxicidade</u>					
Cobre, ppm	80	115	8-25	Fígado	700 ppm
Flúor, ppm	30	30-100 <sup>g</sup>	60-200	Osso	4.500-5.500 ppm
Manganês, ppm	1000	150		Pelo	70 ppm
Molibdênio, ppm	6	6	5-20	Fígado	4 ppm
Selênio, ppm	5	5	>2,0	Fígado Pelo	5-15 ppm 10 ppm
Zinco, ppm	500	500	1000		

<sup>a</sup>Valores críticos podem ser encontrados: McDowell (1976); Mtimuni (1982); McDowell et al. (1983).

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

<sup>c</sup>Técnicas de análises não rotineiras para os seguintes elementos são diagnósticos bastante sensíveis: cobalto (vitamina B<sub>12</sub>), iodo (tiroxina livre), cobre (ceruloplasmina) e selênio (peroxidase glutathiona).

<sup>d</sup>As concentrações de solo que sugerem deficiências são: cálcio (0.35 meq/100 g), potássio (0.16 meq/100 g), magnésio (0,07 meq/100 g), fósforo (10 ppm), cobre (0,6 ppm), manganês (19 ppm) e zinco (2 ppm).

<sup>e</sup>Recomendações para vacas em lactação (500 kg) produzindo 17-23 kg de leite (NRC, 1978).

<sup>f</sup>Recomendações para novilhos e novilhas em crescimento ou na fase de acabamento (NRC, 1976).

<sup>g</sup>NRC (1980).

Tabela 7. Estudos Latino Americano, Africano e Asiático Sobre os Efeitos da Suplementação Mineral Sobre o Aumento da Porcentagem de Natalidade

País	Controle	Controle + Suplemento Mineral	Referência <sup>a</sup>
Bolívia	<sup>1</sup> 67,5	<sup>2</sup> 80,0	Bauer (1976, dados não publicados)
Bolívia	73,8	<sup>3</sup> 86,4	Bauer et al. (1981)
Brasil	55,0	<sup>4</sup> 77,0	Conrad e Mendes (1965)
Brasil	49,0	<sup>2</sup> 72,0	Guimarães e nascimento (1971)
Brasil	25,6	<sup>4</sup> 47,3	Grunert e Santiago (1969)
Colômbia	50,0	<sup>4</sup> 84,0	Stonaker (1975)
Panamá	62,2	<sup>5</sup> 68,8	Rios Arauz (1972)
Panamá	42,0	<sup>2</sup> 80,0	Poultney (1972, comunicação pessoal)
Peru	25,0	<sup>6</sup> 75,0	Echevarria et al. (1974)
Filipinas	57,0	<sup>4</sup> 79,0	Calub e Amril (1979)
Filipinas	76,0	<sup>4</sup> 80-82	Nocom (1980 comunicação pessoal)
África do Sul	51,0	<sup>2</sup> 80,0	Theiler et al. (1924, 1928)
Tailândia	49,0	<sup>2</sup> 67,0	Tumwasorn (1981)
Uruguai	48,0	<sup>2</sup> 64,0	De Leon Lora (1963)
Uruguai	86,9	<sup>2</sup> 96,4	Schiersmann (1965)
Uruguai	27,0	<sup>3</sup> 70,0	Arroyo e Mauer (1982)

<sup>1</sup>Animais controle receberam somente sal comum (NaCl).

<sup>2</sup>Farinha de osso; <sup>3</sup>Fosfato de osso; <sup>4</sup>Mistura mineral completa.

<sup>5</sup>fosfato dicálcico + superfosfato triplo.

<sup>6</sup>Fosfato dicálcico + sulfato de cobre.

<sup>a</sup>Referências completas citadas por McDowell e Conrad (1977) exceto: Bauer et al. (1981, Calub e Amril (1979), tumwasorn (1981), Theiler et al. (1928), e Arroyo e Mauer (1982).

(Corrier et al., 1978). Entre os fatores que contribuíram para a existência da tal doença podem ser citados as interações entre deficiências nutricionais e doenças infecciosas. O primeiro fator é consequência de solos pobres, altamente lixiviados e ácidos e de uma longa estação seca e, o último, é resultado de doenças hemoparasitárias como, anaplasmoze, babesiose e tripanosomíase. "Secadera" é geralmente descrita como uma inanição progressiva na qual há evidência de falhas do metabolismo intermediário que se manifesta pelos seguintes sinais: em animais de pele clara o sinal patológico de "secadera" em seu estágio inicial, é um marcado escurecimento da pele, que se torna mais visível através dos pelos secos e quebradiços os quais tendem a encrespar-se (figura 35, verso da segunda capa). Mais tarde a pele engrossa e perde a flexibilidade e há uma perda de peso rápida e contínua. Aproximadamente, 50% dos casos apresentam fraqueza muscular com 12% mostrando incoordenação e ataxia do trem posterior (Mullenax, 1982). A deficiência de Zn parece ser um fator contribuinte, mas o tratamento mais satisfatório tem sido consumo adequado de suplemento mineral fortificado com Cu, S, Se e Zn (Miles e McDowell, 1983).

Tabela 8. Resultados de quatro Anos de Estudo para se Avaliar a suplementação Mineral na Colômbia<sup>a</sup>

Ítem	Sal Comum	Mistura Mineral Completa <sup>b</sup>
Abortos, %	9,3	0,75
Mortalidade até a desmama, %	22,6	10,5
Bezerro desmamado, %	38,4	60,4
Bezerro desmamado (9 meses), kg	117,0	147,0
Ganho de peso (572 dias), kg	86,0	141,0
Média de ganho de peso por dia, g	150,0	247,0
Kg/ano/vaca <sup>c</sup>	44,8	88,7

<sup>a</sup>Avaliação do CIAT (1977), (Miles e McDowell, 1983).

<sup>b</sup>Avaliação de um suplemento mineral completo indicou concentrações em níveis adequados para a maioria dos elementos minerais. Entretanto, os níveis de Zn e Cu estavam abaixo do normal, e não continha Se e S.

<sup>c</sup>Porcentagem de bezerro desmamado multiplicado pelo peso à desmama.

Outra doença nos llanos da Venezuela é conhecida como "borrachera" um tipo de "falling disease" (figura 36). Animais nesta condição apresentam nível de Ca muito baixo nos tecidos. A etiologia desta doença contudo, ainda não foi estabelecida por falta de experimentos com suplementação controlada.

### SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA ANIMAIS EM PASTEJO

Existem diversos métodos indiretos de suplementar-se minerais à dieta dos animais em pastejo, entre eles os mais comuns são, uso de fertilizantes contendo minerais e alteração do pH do solo favorecendo o crescimento de espécies de forrageiras específicas. O tratamento do solo com fertilizantes, em situações onde as condições climáticas e econômicas são favoráveis, tem apresentado resultado satisfatório na melhoria da produção e do conteúdo mineral da forrageira. Resultados de pesquisas recentemente conduzidas na Austrália (Underwood, 1981) mostraram que aplicação de superfosfato não somente aumenta o conteúdo de P na forrageira, como também melhora a sua aceitabilidade e digestibilidade. Contudo, a menos que o excesso de produção da forrageira possa ser efetivamente utilizado pelos animais em pastejo, o uso de fertilizantes contendo minerais é economicamente proibitivo. Administração direta de minerais para animais em pastejo, quer seja na água, em misturas, ou diretamente no rúmem (i.e., bala de Co ou cristais de óxido de Cu) ou injeções são, geralmente, os métodos de suplementação mais econômicos. O sal comum (NaCl), por ser de fácil consumo, é um importante "carreador" de outros minerais. No caso de misturas contendo de 30 a 40% ou mais de sal, o consumo ad libitum é suficiente para fornecer as necessidades suplementares dos outros minerais. Benefícios e desvantagens dos métodos de suplementação de minerais foram discutidos por Underwood (1981).

Uma maneira segura e de baixo custo de se fornecer uma nutrição mineral adequada, é assegurar o fornecimento de suplementos minerais numa forma ad libitum (Cunha et al., 1964). Uma mistura completa geralmente inclui sal, uma fonte de P defluorinado, Ca, Co, Cu, I, Mn e Zn. Selênio, Mg, K, S, Fe ou elementos adicionais devem ser incorporados ao suplemento mineral quando nova informação sugere a necessidade de sua inclusão. No caso de Mg, o suplemento oral somente seria de valor durante o período de ocorrência de tetania das pastagens. Cálcio, Cu ou Se, quando em excesso, podem ser mais prejudiciais para a produção de ruminantes do que qualquer benefício derivado do fornecimento do suplemento mineral. Em regiões onde predominam forragens com altos conteúdos de Mo, é necessário três a cinco vezes mais Cu no suplemento mineral para contrabalançar a toxicidade de Mo. A quantidade exata de Cu a ser usada no contrabalanceamento da toxicidade de Mo é, entretanto, um problema complexo e deveria ser determinada para cada área.

Um problema sério com o fornecimento ad libitum é a variação individual no consumo de minerais. Diversas pesquisas têm mostrado que os ruminantes não apresentam desejo especial por nenhum mineral exceto o sal comum. Aceitabilidade e estimuladores de apetite tais como farelo de algodão, melaço seco, cultura de levedura seca e gordura ajudam numa maior uniformização de consumo de alimento. Alguns destes produtos além de dar ao suplemento uma textura menos pulverizada, mais umidade e maior facilidade na



**Figura 36. "Falling disease" uma condição encontrada nos llanos da Venezuela, que pode estar associada à deficiência de cobre (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**

distribuição, também fornecem energia e proteína. Tabela 9 apresenta as características de um bom suplemento mineral.

Tabela 9. Características de um Bom Suplemento Mineral para o Gado

---

Um suplemento aceitável para o gado deveria ser como se segue:

1. Mistura final contendo um mínimo de 6 a 8% de P total. Em áreas onde o conteúdo de P das forragens é consistentemente inferior a 20%, suplementos com 8 a 10% de P são preferíveis.
  2. A relação Ca:P não substancialmente maior que 2:1.
  3. suprir uma proporção significativa (i.e. 50%) dos requerimentos dos microelementos Co, Cu, Mn e Zn. Em regiões sabidamente deficiente em microelementos, o suplemento mineral deve fornecer 100% do microelemento deficiente.
  4. Ser composto de sais minerais de alta qualidade os quais fornecem as formas biologicamente disponíveis de cada elemento. A inclusão de sais minerais contendo elementos tóxicos (i.e., fosfatos contendo altas concentrações de F) deve ser evitada.
  5. Possuir aceitabilidade por parte dos animais a fim de permitir um consumo adequado em relação aos requerimentos.
  6. Misturado por pessoas idôneas com controle de qualidade e garantia quanto a acurácia da etiqueta.
  7. Partículas de tamanho aceitável as quais permitirão uma mistura adequada sem o problema de partículas muito pequenas se localizarem no fundo.
- 

Para que se avalie um suplemento mineral para ruminantes, faz-se necessário informações sobre: 1) requerimentos dos animais os quais a mistura se destina (isto inclui, idade dos animais, nível de produção, estágio do ciclo reprodutivo e os propósitos para os quais os animais estão sendo alimentados e, se por um curto ou longo período); 2) disponibilidade biológica relativa dos nutrientes nas fontes utilizadas no suplemento; 3) consumo diário, aproximado, por cabeça por dia da mistura mineral e do total de matéria seca que é antecipado pelas tabelas; 4) concentração dos nutrientes essenciais na mistura mineral.

#### Requerimentos

Embora cálculos precisos dos requerimentos minerais nas várias condições e nas diferentes classes de animais não sejam ainda conhecidos, existem dados suficientes de pesquisa para se traçar recomendações dietéticas gerais (NRC, 1976). Estes requerimentos (Tabelas 2, 4, 5) deveriam ser usados somente, como guia, uma vez que necessidades individuais podem diferir das médias. Reconhece-se que a maioria dos requerimentos não foram estabelecidos para o gado Zebu nem para as condições tropicais. Reconhece-se ainda, que com a

introdução de cruzamentos e raças exóticas de gado, a taxa de crescimento dos bezerros tem aumentado, com um conseqüente aumento nos requerimentos minerais. Apesar das falhas, muitos pesquisadores concordam que esta ainda é a melhor informação disponível e que estes requerimentos deveriam ser usados até que dados mais precisos sejam disponíveis.

### Disponibilidade Biológica

Disponibilidade biológica de um elemento mineral implica na disponibilidade deste elemento para uso por certos organismos. Biodisponibilidade e porcentagem do elemento mineral em algumas fontes comumente usadas nos suplementos minerais são mostrados na Tabela 10. Estas variações na biodisponibilidade das fontes devem ser levadas em consideração quando da avaliação ou da formulação de um suplemento mineral.

### Consumo de Mistura Mineral e Matéria Seca

O consumo diário ad libitum de uma mistura mineral por animais em pastejo é altamente variável. Oito fatores que influenciam o consumo de misturas minerais nos Estados Unidos foram citados por Cunha et al. (1964):

1. Geralmente, quanto mais alto o nível de fertilidade do solo, menor será o consumo de minerais.
2. Gado em pastagens nativas consomem mais suplemento mineral que aqueles em pastagens melhoradas. Geralmente, quando as forragens estão em fase de crescimento rápido o consumo de mineral é menor que nos períodos do ano quando o crescimento da planta é menor ou inexistente. Gado em pastagens de baixa qualidade, ou excessivamente pastejada, consomem mais suplemento mineral.
3. O tipo e nível do suplemento influenciará o consumo de minerais.
4. Taxa de crescimento, porcentagem de natalidade e produção de leite influenciam as necessidades minerais. Requerimentos adicionais durante a gestação e lactação aumentam os requerimentos minerais.
5. Quantidade de minerais na água influencia o consumo de minerais e necessidades dietéticas.
6. Aceitabilidade da mistura mineral influencia o consumo. Melaço, farelo de algodão e outros ingredientes podem adicionar mineral à mistura e aumentam sua aceitabilidade, mas devem ser usados com moderação, pois podem causar consumo excessivo.
7. Cochos protegidos contra chuva ajudam a aumentar o consumo de minerais por prevenirem a formação de torrões e perdas provocadas pelo vento. O uso de 20 a 40% de sal previne a formação de torrões além de evitar perdas pelo vento. Os cochos devem ser construídos suficientemente baixo para que os bezerros tenham acesso ao suplemento mineral e, devem ser localizados próximo à fonte de água ou onde o gado descansa. O consumo de minerais diminui quando o gado precisa caminhar longas distâncias até o cocho.
8. Forma física do mineral. O consumo mineral freqüentemente é 10% inferior quando fornecido em blocos comparado com o fornecimento na forma granulada.

Em condições tropicais nem sempre o gado consome bem misturas minerais. Rios (1974) apresentou dados mostrando grande variação mensal no consumo de misturas minerais pelo gado Venezuelano. Rosa (1975, dados não publicados) trabalhando em fazendas do Mato Grosso, Brasil, também encontrou um consumo muito baixo de mistura mineral. Pesquisas adicionais

Tabela 10. Porcentagem de Elemento Mineral em Algumas Fontes Comumente Usadas em Suplementos Minerais e, Biodisponibilidade Relativa

Elemento	Fonte do Composto	% do Elemento no Composto	Biodisponibilidade
Cálcio	farinha de osso autoclavada	29,0(23-37)	alto
	fosfato de rocha defluorinado	29,2(19,9-35,7)	intermediário
	carbonato de cálcio	40,0	intermediário
	fosfato de rocha mole	18,0	baixo
	calcário moído	38,5	intermediário
	calcário dolomítico	22,3	intermediário
	fosfato monocálcico	16,2	alto
	fosfato tricálcico	31,0-34,0	
	fosfato bicálcico	23,3	alto
	feno		baixo
Cobalto	carbonato de cobalto	46,0-55,0	não foram feitos os testes mas os compostos são efetivos
	sulfato de cobalto	21,0	
	cloreto de cobalto	24,7	
Cobre	sulfato cúprico	25,0	alto
	carbonato cúprico	53,0	intermediário
	cloreto cúprico	37,2	alto
	óxido cúprico	80,0	baixo
	nitrato cúprico	33,9	intermediário
Iôdo	iodato de cálcio	63,5	disponível mas não estável
	EDDI	80,0	
	Iodeto de potássio estabilizado	69,0	
	ortoperiodato pentacálcico		
Ferro	óxido de ferro	46,0-60,0	não disponível
	sulfato ferroso	20,0-30,0	alto
	carbonato ferroso	36,0-42,0	baixo
Magnésio	carbonato e magnésio	21,0-28,0	alto
	cloreto de magnésio	12,0	alto
	óxido de magnésio	54,0-60,0	alto
	sulfato de magnésio	9,0-17,0	
	sulfato de magnésio e potássio	11,0	alto
Manganês	sulfato de manganoso	27,0	alto
	óxido de manganês	52,0-62,0	alto

Tabela 10. Porcentagem de Elemento Mineral em Algumas Fontes Comumente Usadas em Suplementos Minerais e, Biodisponibilidade Relativa (continuação)

Elemento	Fonte do Composto	% do Elemento no Composto	Biodisponibilidade
Fósforo	fosfato de rocha defluorinado	13,3(8,7-21,0)	intermediário
	fosfato de cálcio	18,6-21,0	alto
	fosfato de dicálcico	18,5	intermediário
	fosfato tricálcico	18,0	
	ácido fosfórico	23,0-25,0	alto
	fosfato de sódio	21,0-25,0	alto
	fosfato de potássio	22,8	
	fosfato de rocha mole	9,0	baixo
	farinha de osso autoclavada	11,0	alto
Potássio	cloreto de potássio	50,0	alto
	sulfato de potássio	41,0	alto
	sulfato de potássio e magnésio	18,0	alto
Selênio	selenato de sódio	40,0	alto
	selenito de sódio	45,6	alto
Enxôfre	sulfato de cálcio	12,0-20,1	baixo
	sulfato de potássio	28,0	alto
	sulfato de potássio e magnésio	22,0	alto
	sulfato de sódio	10,0	intermediário
	sulfato de sódio anidro	22,0	
	flor de enxôfre	96,0	baixo
Zinco	carbonato de zinco	52,0	alto
	cloreto de zinco	48,0	intermediário
	sulfato de zinco	22,0-36,0	alto
	óxido de zinco	46,0-73,0	alto

são necessárias para se determinar o padrão do consumo mineral em pastagens tropicais. Quando avaliando suplementos minerais onde o consumo não é conhecido, pesquisadores comumente começam fornecendo 50 g por dia e o ajustam de acordo com as condições locais.

É virtualmente impossível saber o consumo total de matéria seca do gado em pastejo. A qualidade da pastagem entretanto, é um excelente indicador do consumo. Embora 2% do peso vivo seja usualmente usado como uma estimativa grosseira do consumo de forragem pelo gado, o consumo pode ser bastante inferior se a pastagem é de baixa qualidade. O consumo real de matéria seca torna-se freqüentemente um problema de julgamento do pesquisador ou do fazendeiro.

#### Concentrações dos Elementos nas Misturas Minerais

A concentração dos elementos minerais em uma mistura é expressa em algumas unidades de concentração (porcentagem, partes por milhão, gramas por kilograma, etc). É útil lembrar que partes por milhão (ppm), miligramas por kilograma (mg/kg) e microgramas por grama ( $\mu\text{g/g}$ ) são concentrações idênticas.

A concentração de cada elemento na mistura mineral pode ser usada para se calcular a quantidade de cada elemento que será fornecida ao animal. Entretanto, isso só pode ser feito depois que uma avaliação das disponibilidades biológicas dos elementos da mistura mineral e uma estimativa aproximada do consumo diário da mistura mineral e da matéria seca total tenham sido feitas. Os elementos são expressos como porcentagem ou partes por milhão do consumo total de matéria seca. A concentração, na dieta total, de cada elemento fornecido pela mistura mineral pode ser comparado ao requerimento total daquele elemento, permitindo assim, determinar quais elementos estão sendo fornecidos pelo suplemento em quantidades significativas. A determinação do que seria uma quantidade significativa para cada elemento, entretanto, é tarefa difícil, geralmente acredita-se, que para os microelementos esta quantidade deve estar entre 25-50%. Em regiões onde a deficiência de um microelemento é conhecida, 100% dos elementos deficientes deveriam ser fornecidos.

Os cálculos são feitos como se segue:

$$\frac{(\% \text{ do Elemento na mistura mineral}) \times \text{Consumo diário da mistura mineral (g)}}{\text{Consumo total de matéria seca (g)}} \times 100$$

= Total do elemento na mistura mineral.

Se, por exemplo:

Cu na mistura mineral (%) = 0,12

Consumo diário da mistura mineral (g) = 50

consumo total diário de matéria seca (g) = 10.000

Então:

$$\frac{0,0012 \times 50}{10.000} \times 100 = 0,006\% \text{ ou } 6 \text{ ppm}$$

Nota: A conversão de porcentagem em ppm se faz movendo-se o decimal quatro casas para a direita. Desde que 10 ppm é considerado o requerimento para Cu, 60% dos requerimentos de Cu seriam, desta forma suplementados por esta mistura mineral.

Para se calcular a porcentagem do elemento na mistura final, use a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Quantidade da mistura mineral} \times \% \text{ do elemento na mistura mineral}}{\text{Quantidade Total}} \times 100 = \% \text{ do elemento diluído na mistura}$$

Se, por exemplo: a recomendação é 1/2 kg da mistura mineral para 2 kg de sal comum e a % de Ca é 18,38% na mistura, então:

$$\frac{500 \text{ g} \times 0,1838}{2500 \text{ kg}} \times 100 = 3,68\% \text{ de Ca na mistura final}$$

Um outro cálculo importante quando da formulação do suplemento mineral é a determinação da porcentagem do mineral desejado em compostos nos quais ele se encontra disponível. Exemplo, se 0,20% de Cu é requerido para atender as necessidades do animal, quanto de carbonato de Cu (53% de Cu) é requerido? Os cálculos são feitos como se segue:

$$\frac{\% \text{ do elemento desejado na mistura}}{\% \text{ elemento disponível no composto}} \times 100 = \% \text{ requerida do composto contendo o \% do mineral}$$

Se por exemplo:  
% Cu requerido = 0,20  
% Cu no carbonato de Cu = 53,0

Então:

$$\frac{0,0020}{0,53} \times 100 = 0,377 \text{ de carbonato de Cu é requerido}$$

Tabela 11 apresenta um exemplo dos requerimentos minerais e a proporção fornecida por uma mistura mineral típica vendida na América Latina e oferecida ad libitum aos animais em pastejo. Muitos minerais não são fornecidos em quantidades "significativas" em relação aos requerimentos. Os problemas dos programas de suplementação mineral em diversas regiões tropicais foram sumarizados e incluem: 1) análises insuficientes dos dados, tanto químicas quanto biológicas, para se determinar quais minerais são requeridos e em que quantidades; 2) falta de dados sobre consumo mineral os quais se fazem necessários para formulação dos suplementos; 3) etiquetas com informações inaccuradas e/ou fraudulentas dos ingredientes minerais; 4) suplementos que contém quantidades inadequadas ou apresentando imbalances; 5) misturas minerais padronizadas que são inflexíveis para as diversas regiões ecológicas (i.e., suplementos contendo Se são distribuídos em regiões com toxidez de Se); 6) os fazendeiros não seguem as recomendações do fabricante (i.e., misturas minerais diluídas de 10:1 e 100:1 com sal adicional; e 7) dificuldades com transporte, estocagem e custo do suplemento mineral.

Tabela 11. Avaliação de Uma Mistura Mineral Vendida na América Latina

Nome da mistura <u>A</u> País <u>X</u> Consumo estimado da mistura mineral <u>50 q/dia</u>														
Recomendação para o fornecimento <u>1/2 kg de minerais para cada 2 kg de sal</u> Consumo estimado de MS <u>10 kg MS/dia</u>														
Compostos na mistura <u>Fosfato dicálcico, NaCl, MgO, carbonato de cálcio, elementos traço</u> Ca:P <u>1,2:1</u>														
Composição (%)														
	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	S	Cu	Co	Mn	Mo	Se	Zn	I
Declarado	20,60	15,30	1,08	-	2,40	0,10	-	0,05	0,003	0,1	0,001	0,001	0,24	0,003
Análises	13,38	14,86	1,07	0,072	2,30	0,22	-	0,0084	0,001	0,206	-	0,00001	0,934	-
Diluído	3,68	2,97	2,14	0,0143	31,90	0,04	-	0,0017	0,0002	0,041	-	0,000002	0,1868	-
Mineral	Disponibilidade dietética		% mineral na mistura		Quantidade do mineral na mistura		% disponível do mineral na mistura							
Cu	10	ppm	0,0017		0,085 ppm		0,85							
Co	0,1	ppm	0,00022		0,011 ppm		11,00							
Fe	0,1	ppm	0,043		2,15 ppm		2,70							
I	0,8	ppm	0,003		0,15 ppm		18,75							
Mn	25	ppm	0,0412		2,06 ppm		8,24							
Se	0,1	ppm	0,000002		0,0001 ppm		0,001							
Zn	50	ppm	0,187		9,34 ppm		18,68							

Comentários do avaliador: Nível baixo de P na mistura; relação Ca:P, boa, porém quantidades baixas; biodisponibilidade dos macroelementos, boa; fontes dos microelementos não listados; % da disponibilidade diária dos microelementos é baixa.

Tabela 12. Porcentagem de Elementos Traço Requeridos Num Suplemento Mineral Adequado<sup>1</sup>

Elemento	Requerimento máximo estimado	Porcentagem de minerais na mistura para as seguintes porcentagens do requerimento:	
		<u>50%</u>	<u>100%</u>
Cobalto	0,1 ppm	0,001	0,002
Cobre	10,0 ppm	0,10	0,20
Iôdo	0,8 ppm	0,008	0,016
Manganês	25,0 ppm	0,25	0,5
Zinco	50,0 ppm	0,50	1,0
Ferro	50,0 ppm	0,50	1,0
Selênio	0,1 ppm	0,001	0,002

<sup>1</sup>Baseado num consumo médio diário de 50 g da mistura mineral e 10 kg de matéria seca total por animal.

Tabela 12 ilustra os requerimentos dos microelementos e porcentagem requerida de cada mineral em uma mistura para atender 50 ou 100% do requerimento. Estes cálculos são baseados na suposição de um consumo diário de 50 g. Com um consumo menor o suplemento mineral deveria conter uma porcentagem mais alta de cada mineral. Cada fazendeiro deveria determinar o consumo mineral para seu rebanho e adicionar produtos para aumentar a aceitabilidade quando um consumo maior é requerido (i.e., aumentar o nível de farelo de algodão da mistura de 5 para 10%).

### Etiqueta

Algumas das informações necessárias para se avaliar um suplemento mineral podem ser encontradas impressas no saco, numa etiqueta presa ao saco ou, no caso de um carregamento volumoso, preso à fatura ou a outros papéis envolvidos na venda. Algumas vezes esta informação é incorreta e é expressa de diferentes maneiras, tornando difícil para o fiscal determinar o que está sendo comprado e se é adequado para o propósito a que o produto se destina.

A concentração dos elementos na mistura mineral apresentada na etiqueta, em muitos casos, é fornecida pelo fabricante. Em condições de campo, o fazendeiro é obrigado a aceitar o conteúdo mineral como listado na etiqueta. Em outras palavras, o fazendeiro deve confiar na reputação do fabricante. O julgamento feito baseado nas informações contidas na etiqueta é feito baseado no fato de que o controle de qualidade do suplemento foi tal que a mistura contém o que está declarado na etiqueta. Infelizmente, isto não tem provado ser o caso em muitas ocasiões. Análises de misturas minerais coletadas por toda parte da América Latina tem mostrado freqüentemente pouca relação entre as quantidades dos elementos listados na etiqueta e aquelas encontrados no suplemento. Exemplos para quatro países são mostrados na Tabela 13.

Alguns fabricantes de produtos minerais não colocam a porcentagem do elemento mineral na etiqueta mas sim, o composto e sua porcentagem ou combinação de ambos. Assim, a fim de avaliar-se a mistura, cálculos devem ser feitos para determinar o conteúdo de cada mineral. Isto pode ser uma tarefa difícil para muitos fazendeiros. Contudo, este método de apresentar os dados fornece informação sobre a biodisponibilidade do elemento. Uma informação que seria útil de se apresentar na etiqueta seria as maiores fontes de elementos na mistura tanto quanto a porcentagem de cada elemento como se segue:

<u>Elemento</u>	<u>Porcentagem</u>	<u>Fontes dos Elementos</u>
Cálcio	16,10	fosfato dicálcico, carbonato de
Fósforo	21,10	cálcio, óxido de manganês, iodeto de
Magnésio	1,59	potássio, sulfato ferroso, carbonato
Ferro	1,8	de manganês, sulfato de cobre, cloreto
Cobre	0,197	de cobalto, óxido de zinco.
Cobalto	0,072	
Manganês	0,482	
Zinco	1,01	
Iodo	0,076	

Tabela 13. Comparação Entre o conteúdo Mineral de Suplementos Minerais Vendidos na América Latina e Aquele obtido em Análises de Laboratório

Mineral	Composição, %							
	México		Equador		Peru		Paraguai	
	Etiqueta <sup>1</sup>	Laboratório	Etiqueta	Laboratório	Etiqueta	Laboratório	Etiqueta	Laboratório
Ca	12,00	3,42	30,00	21,77	20,60	18,38	16,10	13,99
P	20,40	1,16	20,00	14,62	15,30	14,86	21,10	16,11
Mg	0,0038	0,153		1,15	1,08	1,07	1,59	1,38
K		0,756		0,23		0,072	0,076	0,076
Na	0,026	21,21	0,16	2,05	2,40	2,30		0,049
Fe	0,16	0,21		0,11	0,10	0,22	1,80	1,87
Cu	0,016	0,0035		0,87	0,05	0,008	0,072	0,214
Co	,0016	,0006			0,003	0,001	0,197	0,022
Mn	0,48	0,103			0,10	0,21	0,482	0,177
Mo		0,0003		0,00009	0,001			0,0003
Zn	0,0008	0,0056		0,015	0,24	0,93	1,06	1,15

<sup>1</sup>Composição estampada na etiqueta comparada àquela obtida pela análise de laboratório.

A adoção de um sistema comum a todos fabricantes para expressar as unidades de concentração seria prático e benéfico. Esse procedimento também ajudaria na avaliação da mistura. Um sistema, seria usar porcentagem como unidade para os elementos que são requeridos em quantidades relativamente grandes e ppm para aqueles requeridos em pequenas quantidades, tal como usado nas tabelas do NRC (NRC, 1976). Se for necessário, porcentagem pode ser convertida em ppm simplesmente movendo-se a vírgula quatro casas para a direita e vice versa.

Outra situação comum e que também complica a avaliação do suplemento mineral é a seguinte: o fabricante imprime na etiqueta a concentração do elemento e então recomenda que a mistura mineral seja misturada a uma certa quantidade de sal comum. A porcentagem do elemento na mistura final não é impressa na etiqueta e cabe ao avaliador calcular a mistura final a qual freqüentemente dilui a mistura original de tal forma que alguns dos elementos minerais são fornecidos em quantidades insignificantes. Tabela 14 ilustra os minerais fornecidos por uma mistura mineral típica (misturada com sal) que é vendida na América Latina e oferecida ad libitum aos animais em pastejo. Muitos dos minerais não são fornecidos em quantidades "significativas" em relação a quantidade requerida.

Tabela 14. Exemplo de Uma Mistura Mineral da América Latina, com Recomendação para se Misturar 1 kg a 50 kg de Sal Comum

Elemento	Análise da mistura (%)	Depois de misturada, 1:50 com sal comum (%)	% do requerimento fornecido pela mistura final
Ca	15,59	0,31	0,39
P	13,65	0,27	0,45
Mg	1,6	0,03	0,07
K	0,057	0,028	0,02
Na	0,17	38,56	128,00
Fe	1,6	0,03	01,88
Cu	0,049	0,0096	0,48
Co	0,0095	0,00019	9,50
Mn	0,18	0,0035	0,70
Mo	0,004	0,000008	0,40
Se	0,00002	0,0000004	0,02
Zn	0,11	0,0022	0,22
I		0,00080	6,70

## COCHOS PARA MINERAL PARA RUMINANTES

Suplementos formulados de maneira apropriada só são úteis para os animais se são disponíveis ininterruptamente em forma fresca e seca. Figura 38 a 46 mostram alguns desenhos de cochos e métodos de construção. Nenhum aspecto do manejo animal em pastejo é mais negligenciado que o estabelecimento de uma rotina de inspeção semanal dos cochos de mineral. A seguir são fornecidos alguns pontos a serem considerados quando da inspeção do cocho mineral:

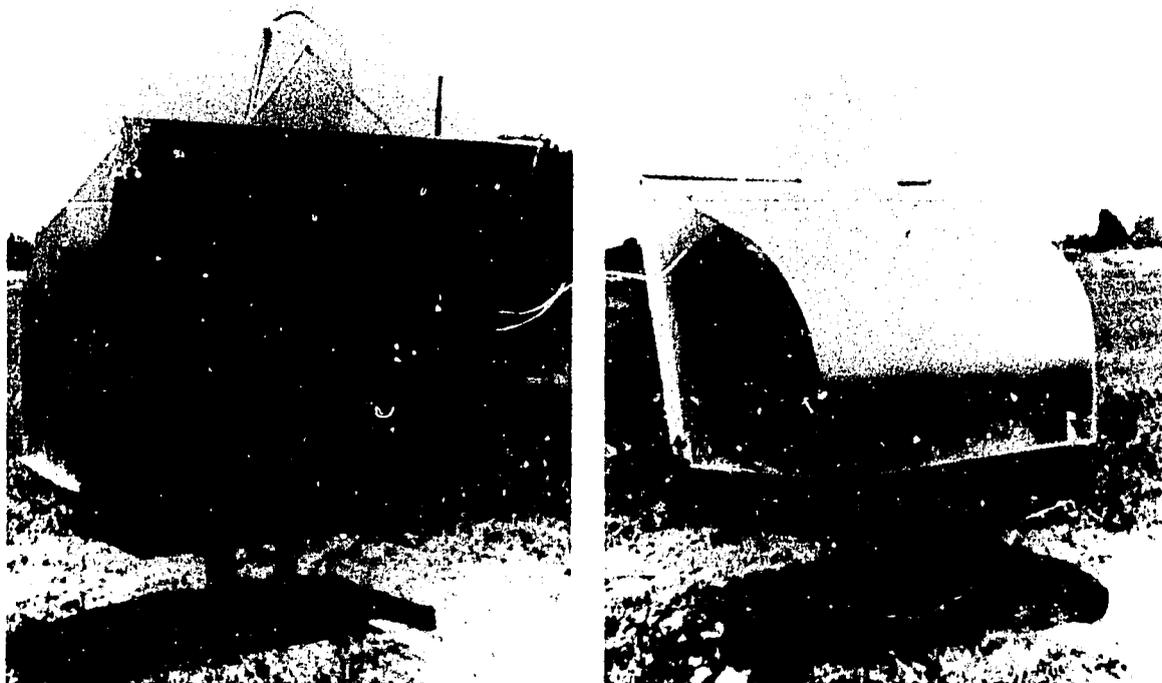
- 1) A altura do cocho permite os animais jovens alcançar o suplemento? Caso isso não ocorra, o desenho do cocho está falho. Se o cocho é portátil, talvez necessite ser movido a nível do chão. Para cochos permanentes pode ser necessário colocar concreto ou cascalho em volta da base. Cochos dependurados necessitam ser movidos freqüentemente se não houver uma proteção de concreto sob este. Cochos colocados em pastos que inundam periodicamente (ex., beni na Bolívia, pantanal no Brasil e llanos na Colômbia e Venezuela) deverão ser ajustáveis de maneira que possam ser elevados acima do nível da água. As dificuldades físicas de fornecer minerais durante a estação das águas quando a inundaçãõ é severa é ilustrado na Figura 37.
- 2) Os cochos protegem o suplemento mineral de ser perdido pelo vento ou pela chuva? Se não, eles precisam ser reconstruídos ou reparados. Geralmente, os cochos para mineral são de pouca duração, isto se deve normalmente, à falta de manutenção. Suplementos minerais são corrosivos, conseqüentemente uma troca regular dos pregos enferrujados e o uso de uma proteção para as partes de metal que entram em contato com o suplemento mineral faz-se necessário.
- 3) Os animais estão usando o cocho? Se não, quais são as causas? Se os cochos são encontrados cheios, as causas podem ser:
  - (a) A forrageira está suprimindo todos os elementos minerais;
  - (b) O cocho está localizado em uma área que não está sendo pastejada;
  - (c) Suplemento mineral tornou-se não comestível em razão de endurecimento, contaminação por fezes ou outras impurezas;
  - (d) Suplemento mineral não está apropriadamente formulado, neste caso, a mudança só deveria ser feita depois de se verificar as análises de solo, planta e água.

Se os cochos são encontrados vazios as causas podem ser:

- (a) Negligência ou erro em colocar regularmente o suplemento mineral;
- (b) Necessidade de reposição mais freqüente da mistura;
- (c) Cocho de tamanho inadequado. Isto é ditado pelo número de animais a serem alimentados ao mesmo tempo. Quando o suplemento mineral é misturado a suplementos protéicos de outros concentrados num cocho automático, faz-se necessário um cocho longo e com grande capacidade;
- (d) Número inadequado de cochos. Os cochos devem estar espaçados de intervalos menores que 800 metros e devem ser em número adequado à capacidade suporte da pastagem;



**Figura 37. Gado nos llanos da Venezuela. Foto ilustra a dificuldade de se fornecer minerais durante a estação das chuvas a qual é caracterizada por inundações (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 38. Cocho mineral protegido contra o vento, construído de metal galvanizado e recoberto por fibra de vidro e uma bandeja de madeira com dois compartimentos. Eles são desenhados para manter uma parte protegida contra o vento de modo a eliminar perdas pelo vento e chuva. Buracos aparecem no chão em volta do cocho quando instalados permanentemente, este cocho pode ser portátil (Cortesía C.E. Fenton, Arcadia, Florida).**



**Figura 39. Lhamas Bolivianas em cocho de mineral – República Dominicana (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 40. Torrão de sal no cocho mineral – República Dominicana (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 41. Cocho mineral – Indonésia (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 42. Cocho mineral – Malásia (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



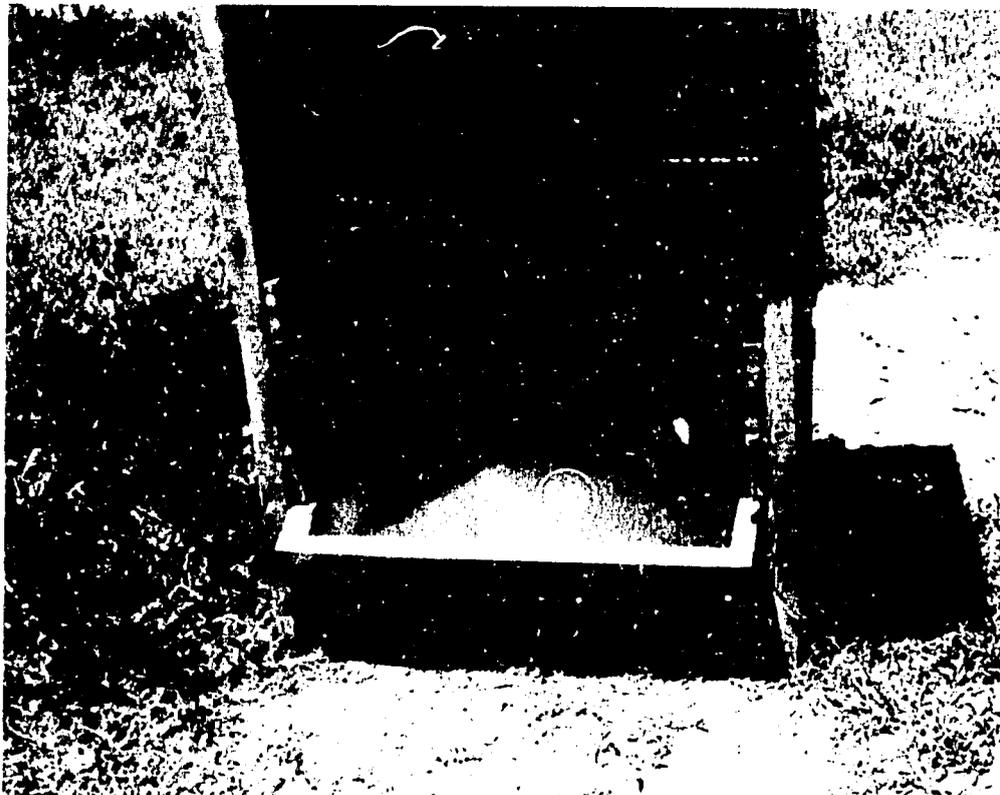
**Figura 43. Cocho mineral – Tailândia (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 44. Cocho mineral usando um pneu – Belize (J.H. Conrad, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 45. Cocho mineral entalhado à mão em uma tora – Guatemala (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**



**Figura 46. Cocho mineral em Pulcallpa, Peru. Cocho construído de material durável e desenhado para minimizar os efeitos da chuva (Cortesia Mariano Echevarria, IVITA, UNMSM, Pucallpa, Peru).**



**Figura 47. Cocho mineral – República Dominicana (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**

- (e) Localização imprópria dos cochos. Os cochos serão usados mais freqüentemente por animais em pastejo se eles estiverem localizados perto dos bebedouros, áreas sombreadas de descanso, batedores e áreas de maior pastejo. Eles devem ser localizados no chão seco de acesso fácil para verificação e fornecimento o ano todo.

#### SUMÁRIO

Nutrição mineral inadequada limita severamente a produção dos ruminantes. Forragens tropicais freqüentemente contém concentrações inadequadas dos minerais requeridos. Uma suplementação mineral apropriada para o animal em pastejo é essencial a fim de se maximizar a produção. As necessidades de minerais variam consideravelmente, dependendo de vários fatores aqui discutidos. Os elementos minerais mais prováveis de estarem deficientes em condições tropicais são Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se e Zn. em algumas regiões, sob condições específicas, Mg, K, Fe e Mn podem estar deficientes. Excessos de F, Mo e Se são extremamente prejudiciais. Mostrou-se ainda técnicas de avaliação do nível de mineral no animal pelo uso de tecido animal e concentrações minerais das forragens. suplementação mineral ad libitum é uma segurança barata apresentando um retorno econômico do investimento inicial de até 20 para 1 em alguns estudos. São ainda discutidos métodos de avaliação de suplementação mineral e procedimentos para formulação do suplemento além de serem mostrados cochos de minerais utilizados nos trópicos.

#### LITERATURA CITADA

- Arroyo, C. and E. Mauer. 1982. Effect of mineral supplementation on reproductive performance and gain of Hereford females and mineral levels in forage and animal tissues of animals grazing native pastures in Northeast Uruguay. B.S. Thesis, University of the Republic, Montevideo, Uruguay.
- Bauer, B., E. Galdo, L.R. McDowell, M. Koger, J.K. Loosli and J.H. Conrad. 1981. Mineral status of cattle in tropical lowlands of Bolivia. Pp. 50-53 in Proc. Trace Metabolism in Man and Animals (TEMA-4), Perth, Australia.
- Beede, D.K., P.G. Mallonee, P.L. Schneider and S.J. Caputo. 1983. Response to dietary potassium restriction in lactating dairy cows. Florida Nutrition Conference, p. 15.
- Calub, A. and M.A. Amril. 1979. How to raise rate of pregnancy. Philippines Farmers J. (December):50.
- Camargo, W.V. de A., H.J. Lee and D.W. Dewey. 1962. The suitability of some copper preparations for parenteral copper therapy in sheep. Proc. of the Australian Society of Animal Production, 4:12.
- Camargo, W.V. de A., J.S. Veiga and J.H. Conrad. 1981. Cu, Mo, S, Zn, Perio-dontitis in Brazilian cattle. Pp. 47-49 in Proc. 4th International Symposium on Trace Element Metabolism in Man and Animals (TEMA-4), Perth, Australia.

- Church, D.C. 1971. In Physiology and Nutrition of Ruminants, Vol. 2, Nutrition, Corvallis, Oregon.
- CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Annual Report 1977. CIAT, Colombia.
- Combs, D.K., R.D. Goodrich and J.C. Meiske. 1982. Mineral concentrations in hair as indicators of mineral status: A review. J. Anim. Sci. 54:391..
- Conrad, J.H., J.C. Sousa, M.O. Mendes, W.G. Blue and L.R. McDowell. 1980. Iron, manganese, sodium and zinc interrelationships in a tropical soil, plant and animal system. Pp. 48-53 in L.S. Verde and A. Fernandes (Eds.), IV World Conference on Animal Production, Buenos Aires, Argentina.
- Corrier, D.E., J.M. Cortez, E.R. Aycardy, E.A. Wells, M. Bohorquez and J.J. Salazar. 1978. A survey of cattle health problems in the Eastern plains of Colombia. Brit. Vet. J. 134:101.
- Cunha, T.J., R.L. Shirley, H.L. Chapman, Jr., C.B. Ammerman, G.K. Davis, W.C. Kirk and J.F. Hontges. 1964. Minerals for beef cattle in Florida. Florida Agr. Exp. Sta. Bull. 683.
- Cunningham, I.J. 1959. Parenteral administration of copper to sheep. New Zealand J., 7:15.
- Dayrell, M.S., H.O.S. Lopes, I.B.M. Sampaio and J. Döbereiner. 1973. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos do fósforo inorgânico no soro sanguíneo dos bovinos. Pesq: Agropec. Bras., Ser. Vet. 8(6):43.
- Dougall, H.W. and A.V. Bogdan. 1958. The chemical composition of the grasses of Kenya. E. African Agr. J. 24:17.
- Egan, A.R. 1975. The diagnosis of trace element deficiencies in the grazing ruminant. Pp. 371-384 in Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems, Academic Press, Inc., New York.
- Fick, K.R., L.R. McDowell and R.H. Houser. 1976. Current status of mineral research in Latin America. Pp. 173-180. Proc. Latin American symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants. Gainesville.
- Haenlein, G.F.W. 1980. Mineral nutrition of goats. J. Dairy Sci. 63:1729.
- Healy, W.B. 1974. Ingested soil as a source of elements to grazing animals. Pp. 448-450 in Trace Element Metabolism in Animals - 2, University Park Press, Baltimore.
- Hutcheson, D. 1979. K and shipping stress. Anim. Nutr. Health, 34:11.

- Lang, C.E. 1971. Content of manganese in the forages of the Orosi Valley and its effect on the concentration in the hair and the reproduction of dairy cattle. B.S. Thesis, University of Costa Rica, San Jose.
- Lebdosoekojo, S., C.B. Ammerman, N.S. Raun, J. Gomez and R.C. Litell. 1980. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. J. Anim. Sci. 51:1249.
- Legg, S.P. and L. Sears. 1960. Zinc sulphate treatment of parakeratosis in cattle. Nature, 186:1061.
- Loosli, J.K. 1978. sodium and chlorine in ruminant nutrition. Pp. 54-58 in J.H. Conrad and L.R. McDowell (Eds.), Proc. Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants, University of Florida, Gainesville.
- McDowell, L.R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. Pp. 216-241 in A.J. Smith (Ed.), Beef Cattle Production in Developing Countries, Centre for Tropical Veterinary Medicine.
- McDowell, L.R. and J.H. Conrad. 1977. Trace mineral nutrition in Latin America. World Anim. Rev. 24:24.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, J.E. Thomas and L.E. Harris. 1974. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida, Gainesville.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, J.E. Thomas, L.E. Harris and K.R. Fick. 1977. Nutritional composition of Latin American forages. Trop. Anim. Prod. 2:273.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad and G.L. Ellis. 1983. Mineral deficiencies and their diagnosis in Symposium: Herbivore Nutrition in Sub-Tropics and Tropics - Problems and Perspectives, Pretoria, S. Africa (in press).
- Mendes, M.O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season and sampling technique. Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville.
- Miles, W.H. and L.R. McDowell. 1983. Mineral deficiencies in the llanos rangelands of Colombia. World Anim. Rev. 46:2.
- Miller, W.J. 1979. Mineral and trace element nutrition of dairy cattle, Chapter 5 in Dairy Cattle Feeding and Nutrition, Academic Press, Inc., New York.
- Mills, C.F., A.C. Dalgarno and G. Wenham. 1976. Biochemical and pathological changes in tissues of Friesian cattle during the experimental induction of copper deficiency. Brit. J. of Nutrition, 35:309.

- Mtimuni, J.P. 1982. Identification of mineral deficiencies in soil, plant and animal tissues as constraints to cattle production in Malawi. Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville.
- Mullenax, C. 1982. Cattle diseases unique to the altillanura of the Eastern plains (llanos) of Colombia. *Bovine Practice*, 3:16.
- NCMN. 1973. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle, prepared by the Netherlands Committee on Mineral Nutrition. Pp. 14-15 in Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- NRC. 1975. Nutrient requirements of domestic animals, No. 5. Nutrient Requirements of Sheep. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- NRC. 1976. Nutrient requirements of domestic animals, No. 4. Nutrient Requirements of Beef Cattle (Fifth Revised Ed.). National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- NRC. 1978. Nutrient requirements of domestic animals, No. 3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (Fifth Revised Ed.). National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- NRC. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of domestic animals, No. 15. Nutrient Requirements of Goats. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- NRC. 1984. Nutrient requirements of domestic animals, No. 4. Nutrient Requirements of Beef Cattle (Sixth Revised Ed.). National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C.
- Reid, R.L. and D.J. Horvath. 1980. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock - A review. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 5:95.
- Rios, J.E. 1974. Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne a pastoreo. *Agron. Trop.*, 24:277.
- Rogers, P.A. 1979. Hypomagnesaemia and its clinical syndromes its clinical syndromes in cattle - A review. *Irish Vet J.* 33:115.
- Rogers, P.A. and D.B.R. Poole. 1976. Control of hypomagnesaemia in cows; a comparison of magnesium acetate in the water supply with magnesium oxide in the feed. *Irish Vet. J.* 30:129.
- Rosa, I.V. 1980. Dietary phosphorus and trace element interrelationships in ruminants. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville.
- Schwarz, K. and C.M. Foltz. 1957. Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary liver degeneration. *J. Amer. Chem. Soc. Exp. Biol. Med.* 95:621.

- Sutherland, A.K., G.R. Moule and J.M. Harvey. 1955. On the toxicity of copper aminoacetate injection of copper sulfate drench for sheep. Aust. Vet. J. 31:141.
- Sumöller, P., A. Vahia de Abreu, J. Van der Grift and W.G. Sombroek. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon Valley. Dept. of Agr. Res., Royal Trop. Inst., Amsterdam, The Netherlands, Communication No. 53.
- Suttie, J.W., R.F. Miller and P.H. Phillips. 1957. Effects of dietary NaF on dairy cows. II. Effects on Milk Production. J. Dairy Sci. 40:1485.
- Theiler, A., H.H. Green and P.J. Du Toit. 1928. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on P deficient pasture. J. Agr. Sci. 18:369.
- Thomas, F.M. and B.J. Potter. 1976. The site of magnesium absorption from the ruminant stomach. Brit. J. of Nutr. 36:37.
- Todd, J.R. 1970. A survey of the copper status of cattle using copper oxidase (caeruloplasmin) activity of blood serum. Pp. 448-451 in Mills C.F. (Ed.) Trace Element Metabolism in Animals. E and S Livingstone.
- Tokarnia, C.H. and J. Döbereiner. 1973. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil - A review. Pesq. Agropec. Bras., Ser Vet. 8:1.
- Tumwasorn, S. 1981. Responses of beef calves to mineral supplement in the Central Thai villages. Pp. 40-59 in P. Vijchulata (Ed.), Proc. Second Seminar on Mineral Nutrition in Thailand, Bangkok.
- Underwood, E.J. 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition (4th Ed.). Academic Press, Inc., New York.
- Underwood, E.J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- Van Niekerk, B.D.H. 1978. Limiting nutrients: Their identification and supplementation in grazing ruminants. Pp. 194-200 in J.H. Conrad and L.R. McDowell (Eds.), Proc. Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants, University of Florida, Gainesville.
- Ward, G.M. 1977. Molybdenum toxicity and hypocuprosis in ruminants. J. Anim. Sci. 46:1078.
- Wise, M.B., A.L. Ordoveza and F.R. Barrick. 1963. Influence of variations in dietary calcium phosphorus ratios on performance and blood constituents of calves. J. of Nutr. 79:79.

## AGRADECIMENTOS

Este boletim é o resultado de um contrato com a Agência Para o Desenvolvimento Internacional intitulado "Desenvolvimento de Regimes de Suplementação Mineral Eficientes para os Animais em Pastejo nos Trópicos." Pesquisadores de 25 países das Américas, Sudeste Asiático e África têm estado envolvidos neste programa. Muitas são as pessoas envolvidas e isto faz com que seus nomes sejam omitidos. Contudo, deseja-se estender os agradecimentos a todos aqueles que com dedicação contribuíram para o enriquecimento do conhecimento sobre nutrição mineral nos trópicos.

Os líderes do projeto gostariam de agradecer em especial as pessoas cuja dedicação e esforço fizeram possíveis, não só esta publicação mas o programa de pesquisa em mineral nos trópicos como um todo: Ex membros do departamento de Zootecnia da Universidade da Florida Tony J. Cunha, Karl R. Fick e Richard H. Houser por suas contribuições na fase inicial deste projeto.

A assistente de administração do Centro de Agricultura Tropical Arlene Remington, e aos técnicos John Bell e Nancy Wilkinson por treinamento e análises de laboratório; aos professores do Departamento de Zootecnia C.B. Ammerman, G.K. Davis, J.F. Easley, M. Koger, J.E. Moore e R.L. Shirley pela assistência durante o projeto. A inúmeras secretárias bilingue as quais ajudaram com traduções, datilografia e correção dos manuscritos. Neste particular gostaríamos de ressaltar, os nomes de Deborah Lupi, Patricia Joyce e Sarah McKee. Gostaríamos ainda de expressar todo apreço ao Departamento Editorial do Instituto de Alimentação e Ciências Agrárias e ao Centro de Agricultura Tropical, particularmente à L. Van Crowder, Jr., pela assistência editorial na publicação deste boletim.

Os líderes do projeto sentem-se também agradecidos aos funcionários do escritório de agricultura do Bureau de Ciência e Tecnologia incluindo: Doug Buchart, Mike Galli, Charles Haines, Nels Konnerup, James Oxley, Ned S. Raun, Ed Shuart, Carl Sierk and Phillip Warren por suas habilidades administrativas e incansável suporte durante todo esse programa de pesquisa mineral. Agradecimento especial é dado a Charles Haines pelas sugestões que contribuíram para a melhoria deste boletim.

Um aspecto importante do programa é o fornecimento de pós-graduação na área de pesquisa mineral. Um total de 31 estudantes de pós-graduação completaram o curso ou estão presentemente trabalhando no programa. A maioria dos estudantes voltaram a seus países e coletaram amostras para o trabalho de tese. Os participantes e suas teses em ordem cronológica de obtenção do título são os seguintes:

<u>Ano</u>	<u>Candidato ao Grau</u>	<u>Título da Tese</u>
1974	Carlos Lang (Costa Rica)	Phosphorus and Trace Mineral Status of Beef Cattle in the Guanacaste Region of Costa Rica (M.S.)

1975	José T. Perdomo (Venezuela)	Availability of Nutrient Minerals in Four Tropical Fourages Fed as Soilage to Sheep (Ph.D.)
1976	Mangeye Kiatoko (Zaire)	Mineral Status of Cattle in the San Carlos Region of Costa Rica (M.S.)
1977	Soekanto Lebdoesoekojo (Indonésia)	Mineral Supplementation of Grazing Beef Cattle in Eastern Plains of Colombia (Ph.D.)
1977	Marcelo de Oliveira Mendes (Brasil)	Mineral Status of Beef Cattle in the Northern part of Mato Grosso, Brazil as Indicated by Age, Season and Sampling Technique (Ph.D.)
1977	Ricardo J. Valdivia (Peru)	Effect of Dietary Aluminum on Phosphorus Utilization by Ruminants (Ph.D.)
1978	Júlio Cesar de Sousa (Brasil)	Interrelationships Among Mineral Levels in Soil, Forage and Animal Tissues on Ranches in Northern Mato Grosso, Brazil (Ph.D.)
1979	Mangeye Kiatoko (Zaire)	Evaluating the Mineral Status of Beef Cattle Herds From four Soil order Regions of Florida (Ph.D.)
1980	Ivan Valadão Rosa (Brasil)	Dietary Phosphorus and Trace Element Interrelationships in Ruminants (Ph.D.)
1981	J. Edmundo Espinoza (Bolívia)	Mineral Status Comparisons Between Llamas and Sheep in the Bolivian Altiplano (M.S.)
1982	Máximo Jerez (República Dominicana)	Mineral Status of Beef Cattle in Eastern Dominican Republic (M.S.)
1982	Esván A. Paz (Venezuela)	Biological Availability of Phosphorus from Basic Steel Slag (M.S.)
1982	Armando Peducassé (Bolívia)	Mineral Status of Grazing Beef Cattle in the Tropics of Bolivia (M.S.)

1982	Joshua P. Mtimuni (Malawi)	Identification of Mineral Deficiencies in Soil, Plant and Animal Tissues as Constraints to Cattle Production in Malawi (Ph.D.)
1982	Roberto Vargas (Colômbia)	The Mineral Status of Cattle in the Eastern Plains of Colombia and its Possible Relation with the "Secadera" Condition (M.S.)
1983	Oswaldo R. Rosero (Venezuela)	Nutritional Factors Affecting Mineral Status and Long Term Carry-over Effects in Ruminants (Ph.D.)
1983	Carlos García B. (México)	Influence of Soil Ingestion on Mineral Status of Sheep (M.S.)
En Progreso	David Morillo (Venezuela)	Evaluation of Mineral Status of specific Regions in Venezuela (M.S.)
En Progreso	Yousif M. Salih (Sudão)	Mineral Status of Brahman Cattle in Florida (Ph.D)
En Progreso	Rodrigo Tejada (Guatemala)	Evaluation of Mineral Status of Specific Regions in Guatemala (Ph.D)
En Progreso	José Luís Valeés (Guatemala)	Mineral Supplementation for Grazing Cattle in Guatemala (M.S.)
En Progreso	Scot Williams (Florida)	Phosphorus Requirements and Methods of Evaluating the Phosphorus Requirements of Growing Beef Heifers (Ph.D.)
En Progreso	María Isabel Montalvo (Espanña)	Nutritive Value Emphasizing Minerals of Forages from Spain and Florida (Post Doctoral)
En Progreso	Ana María Rocha (México)	Nutritive Value of Mexican Forages Emphasizing Minerals in Mexico (M.S.)
En Progreso	Paul Gartenberg (Florida)	Mineral Toxicity Problems and Deficiencies in Northern Mexico (M.S.)

En Progresso	David Rojas (Venezuela)	Mineral Status of Tropical Forages in Florida (M.S.)
En Progresso	Carlos Lizama (Guatemala)	Nutritive Value Including Minerals of Algae in Guatemala
En Progresso	J. Edmundo Espinoza (Bolívia)	Mineral Status Comparison and Supplementation of Llamas in Bolivia (Ph.D.)
En Progresso	Carlos F. Knebusch (Guatemala)	Master of Agriculture
En Progresso	Mariano G. Echevarría (Peru)	Biological Availability of Selenium in Sheep and Chicks (Ph.D.)

O programa de pesquisa incluiu cursos anuais de treinamento de laboratório em técnicas de pesquisa em mineral. Os Técnicos e pesquisadores que participaram dos cursos foram: Bolívia (Hugo Perez), Brasil (Roberto M. Silva, Norberto Mário Rodrigues e Milton de Souza Dayrell), Costa Rica (Emilio Vargas), República Dominicana (Gladys Batista e José Paulino Gomez), Equador (Tony Rihs), El Salvador (Margoth Palma e Maria Ursula Bejarano), Panamá (Roberto Quiroz), Filipinas (Leticia Palo), Trinidad (Fayez Youssef), Uruguai (Teresita Alonso) e Venezuela (José Pinto).

#### LÍDERES DO PROJETO

Joseph H. Conrad, B.S., M.S., Ph.D.  
Professor and Coordinator  
Department of Animal Science  
University of Florida

Hugh Popenoe, B.S., Ph.D.  
Professor and Director  
International Programs  
University of Florida

Lee R. McDowell, B.S., M.S., Ph.D.  
Professor  
Department of Animal Science  
University of Florida

Harold Wallace, B.S., M.S., Ph.D.  
Professor and Chairman  
Department of Animal Science  
University of Florida

George L. Ellis, B.S., M.S., Ph.D.  
Associate Professor  
Department of Animal Science  
University of Florida

#### BOLETIM ADICIONAL

Department of Animal Science  
Mineral Research Project  
Animal Science Building  
University of Florida  
Gainesville, Florida 32611 U.S.A.



**Figura 34. Cara inchada – Mato Grosso, Brasil. Esquerda: novilha com dez meses de idade afetada por cara inchada na região de Jaciara, Mato Grosso, Brasil. Inchaço uni e bilateral em consequência dos ossos das maxilares apresentarem-se em estado avançado de periodontite. Direita: lesões, na maioria, simétricas e profundas nas papilas interdetais e linguais entre o maxilar Pd<sub>3</sub> e Pd<sub>4</sub>, caracteriza a periodontite. O bezerro Zebu com dois meses de idade da região do Torixoréu às margens do rio Araguaia, Mato Grosso, ainda não apresenta a face inchada (Cortesia Jürgen Döbereiner EMBRAPA Rio de Janeiro, Brasil).**



**Figura 35. Emagrecimento progressivo (“secadera”) do gado nos llanos da Colômbia. Os animais são caracterizados por uma emaciação apesar de a forragem disponível ser de boa qualidade (direita). A foto da esquerda ilustra um animal jovem e um maduro apresentando esta condição (L.R. McDowell, University of Florida, Gainesville).**