

écnica

ISBN 85-297-0019-8
ISSN 0100-7750

NUMERO 23

MARÇO, 1993

Deficiências Minerais e Desempenho Reprodutivo de Ruminantes



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC

CIRCULAR TÉCNICA Nº 23

ISBN 85297-0019-8

ISSN 0100-7750

Março, 1993

**DEFICIÊNCIAS MINERAIS E DESEMPENHO
REPRODUTIVO DE RUMINANTES**

Ivan Valadão Rosa



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte-CNPGC
Campo Grande, MS

EMBRAPA-CNPGC

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
CNPGC

Rodovia BR 262, km 4

Telefone: (067) 763-1030

Telex: (067) 2153

FAX: (067) 763-2245

Caixa Postal 154

CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Tiragem: 1.500 exemplares

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES

Araê Boock

Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima - Editoração

Fernando Paim Costa

Francisco Humberto Dübbern de Souza

João Cândido Abella Porto

José Raul Valério

Kepler Euclides Filho - Presidente

Maria Antônia U. C. de Oliveira Santos - Normalização

Maria Aparecida Moreira Schenk

Datilografia: Marcos Paredes Martins

Desenho: Paulo Roberto Duarte Paes

Fotografia: Eliana Cezar Silveira

Criação/Capa: Reginaldo Fernandes

ROSA, I.V. Deficiências minerais e desempenho reprodutivo de ruminantes. Campo Grande : EMBRAPA-CNPGC, 1993. 46p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular Técnica, 23).

1. Bovino de corte - Mineral - Deficiência.
2. Bovino de corte - Reprodução Mineral.
3. Mineral - Deficiência. 4. Reprodução - Mineral.
I. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

CDD 636.2085

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	5
2 FUNÇÕES GERAIS DOS MINERAIS NO ANIMAL	10
3 DEFICIÊNCIAS MINERAIS E REPRODUÇÃO	11
4 DEFICIÊNCIAS DE MICROELEMENTOS E REPRODUÇÃO ...	20
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

DEFICIÊNCIAS MINERAIS E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE RUMINANTES

Ivan Valadão Rosa¹

1 INTRODUÇÃO

O objetivo maior de quem se dedica à cria de bovinos deve ser o de desmamar, de cada vaca do rebanho, um bezerro pesado e saudável por ano, com o mínimo de investimentos em alimentação. Nas condições de cria em pastagens, este objetivo raramente é alcançado em virtude, principalmente, do acentuado declínio do valor nutritivo e disponibilidade de pasto que ocorre durante certos períodos do ano.

As demandas alimentares da vaca de cria sofrem variações pronunciadas ao longo do seu ciclo produtivo e reprodutivo e, como consequência, a sua sensibilidade às restrições nutricionais também varia de acordo com seu estado fisiológico, conforme representado na Fig. 1.

¹Méd.-Vet., Ph.D., CRMV-MS nº 0487, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS.

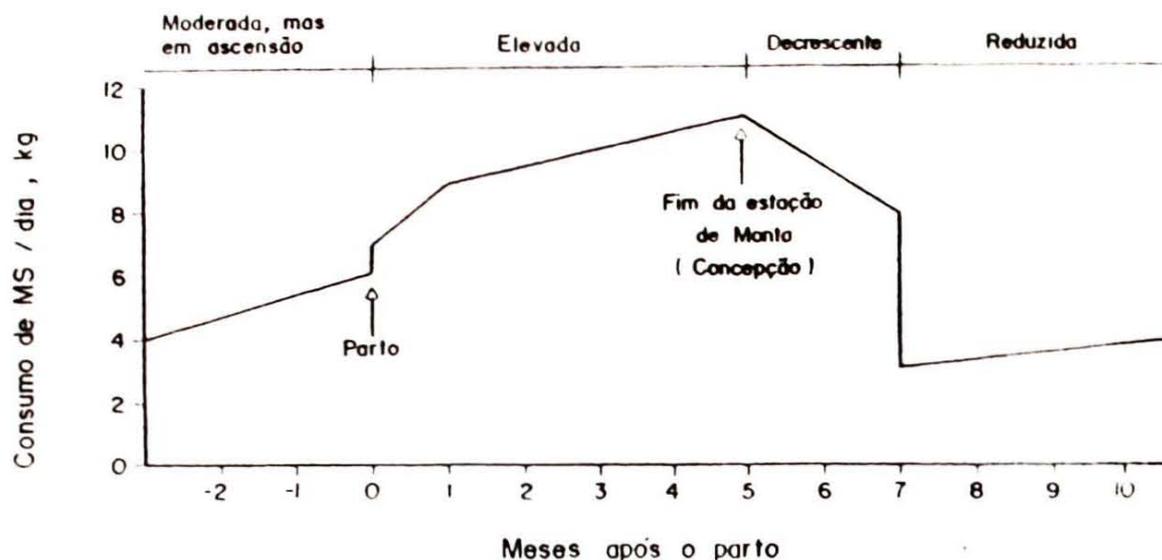


FIG. 1. Exigências nutricionais da vaca de cria e sua sensibilidade à restrição nutritiva.

Tendo em vista essas demandas diferenciadas, o propósito do nutricionista deve ser atendê-las da maneira mais completa possível, procurando conciliar a quantidade e qualidade das forrageiras disponíveis com as exigências do rebanho de cria. Entretanto, na prática esta não é uma tarefa fácil, pois os períodos de maiores demandas nutricionais do rebanho não coincidem necessariamente com as épocas de pasto mais abundante e nutritivo. Conseqüentemente, o gado de cria está sujeito a períodos de subnutrição, de severidade e duração variáveis, que resultam em: nos bezerros, baixo peso à desmama e, via de regra, desenvolvimento retardado em todas as fases subseqüentes; nas vacas, atraso na manifestação do cio após o parto e baixas taxas de reconcepção; nas vacas e bezerros, aumento da mortalidade e maior incidência de doenças metabólicas.

Os parâmetros acima são altamente influenciados pela subnutrição, que ocorre, nas condições de pastagens tropicais, no período compreendido entre os meses de inverno e as primeiras semanas da primavera. Nessas condições, a vaca de corte geralmente concebe após os

primeiros meses do período chuvoso, quando há amplo suprimento de pasto em qualidade e quantidade e sua demanda nutricional é reduzida (fim da lactação). À medida que a gestação avança, com um conseqüente incremento da demanda nutricional, começa a ocorrer um gradual declínio na qualidade e quantidade dos pastos, que chega ao mínimo por volta da época da parição, quando a exigência nutricional é máxima (início da lactação). Um exame mais atento do gráfico anterior, mostrará que, para as nossas condições, não ocorre uma correspondência satisfatória entre os períodos de maior sensibilidade à restrição nutritiva da vaca e o fornecimento de nutrientes pela pastagem.

A situação acima descrita pode interferir com varios aspectos produtivos e reprodutivos da vaca, de diferentes maneiras: 1. No peso do bezerro à desmama - a nutrição deficiente da vaca imediatamente antes e após o parto pode reduzir de 5 a 25% o peso do bezerro à desmama, ainda que, sob condições de nutrição precárias, a vaca seja capaz de manter um plano nutricional satisfatório de sua cria, à custa de uma espoliação gradativa de seu próprio organismo. A intensidade e duração desse auto-sacrifício da vaca em prol de seu bezerro vai depender de suas reservas orgânicas e da severidade e duração das condições de subnutrição; 2. No intervalo parto - primeiro cio - a subnutrição imediatamente antes e após o parto tem muito mais efeito sobre o desempenho reprodutivo subsequente da vaca do que sobre o peso à desmama do bezerro. O déficit nutricional pós-parto pode atrasar a manifestação de cio na vaca até que o bezerro seja desmamado, e, mesmo após o desmame do bezerro, algumas vacas, que não se recuperaram do estresse nutricional anterior, não exibirão cio até a estação de monta seguinte, após o reinício da estação chuvosa. Existe uma interação bem conhecida entre a nutrição antes e após o parto. A subnutrição após o parto até o fim da estação de monta tem efeitos mais sérios sobre a reprodução da vaca do

que a subnutrição no período imediatamente anterior ao parto, ocorrendo um somatório dos efeitos adversos quando a nutrição deficiente ocorre antes e após o parto. A nutrição adequada após o parto pode compensar a subnutrição pré-parto, mas a recíproca não é verdadeira; 3. Taxa de concepção - o efeito combinado do déficit nutricional antes e após o parto resulta em severa redução no índice de reconcepção das vacas. Os efeitos da nutrição sobre o cio e a concepção estão associados, de modo que, no caso de nutrição deficiente, ocorre não apenas atraso na manifestação de cio, como também aumento do número de serviços por concepção. Como acontece com o cio, a restrição nutritiva pós-parto tem efeitos mais adversos sobre a reconcepção do que a subnutrição no período imediatamente anterior ao parto.

Sumarizando, do que foi dito até aqui depreende-se que a vaca de cria tem uma lista de propriedades fisiológicas em que a primeira posição é ocupada pela sua necessidade de manter aquilo que já está vivo e ao pé, isto é, o bezerro. Em segundo lugar vem a sua necessidade de produzir o bezerro do próximo ano. Em terceiro e último vem seu próprio bem-estar físico e condição nutricional. Em outras palavras, as demandas nutricionais para lactação têm precedência sobre as demandas para reprodução e estas sobre as demandas do próprio corpo do animal. Assim, em consequência de um estado de subnutrição constante e progressivo, a vaca: 1. utilizará com mais eficiência o pasto disponível; 2. utilizará tecidos do seu próprio organismo, perdendo peso; 3. demorará a retornar ao cio após o parto; 4. não conceberá; 5. reduzirá drasticamente a produção de leite, penalizando o bezerro para manter-se viva; 6. finalmente, esgotados todos os recursos, morrerá.

Até este ponto discorreu-se sobre os efeitos gerais das deficiências nutricionais inespecíficas sobre o desempenho reprodutivo da vaca de corte. A partir daqui passa-se a tratar exclusivamente dos efeitos particulares da subnutrição mineral sobre o mesmo parâmetro e a examinar, sempre que exista informação disponível, como o mesmo se processa.

Tanto quanto de proteína e energia, os ruminantes necessitam receber em sua dieta pelo menos 15 minerais, em níveis adequados à manutenção da sua saúde e desempenho produtivo e reprodutivo. Alguns destes são necessários em concentrações relativamente altas na dieta e por isso são designados macrominerais, macronutrientes ou macroelementos. São eles: o cálcio, o fósforo, o magnésio, o sódio, o cloro, o potássio e o enxofre. Os demais são requeridos em níveis muito mais baixos no alimento e por isso são chamados microminerais, micronutrientes ou microelementos. São eles: o zinco, o ferro, o manganês, o cobre, o cobalto, o iodo, o selênio e o molibdênio. Na Tabela 1 são apresentados os níveis de exigências nutricionais para gado de corte dos diferentes elementos acima referidos.

TABELA 1. Exigências de minerais na dieta de bovinos de corte.

Minerais	Níveis sugeridos	Intervalo
Macroelementos		
Cálcio	0,18%	0,18-0,53%
Fósforo	0,18%	0,18-0,37%
Magnésio	0,18%	0,05-0,25%
Potássio	0,65%	0,50-0,70%
Sódio	0,08%	0,06-0,10%
Enxofre	0,10%	0,08-0,15%
Microelementos		
Zinco	30 ppm	20-40 ppm
Cobre	8 ppm	4-10 ppm
Ferro	20 ppm	10-50 ppm
Manganês	20 ppm	10-40 ppm
Iodo	0,50 ppm	0,20-2,0 ppm
Cobalto	0,10 ppm	0,07-0,11 ppm
Selênio	0,20 ppm	0,05-0,30 ppm
Molibdênio	0,01 ppm	0,05-0,30 ppm

FONTES: National Research Council 1976, 1984.

2 FUNÇÕES GERAIS DOS MINERAIS NO ANIMAL

Cada um dos elementos minerais essenciais desempenha no organismo do animal uma ou mais das seguintes funções:

1. Componentes estruturais do organismo e tecidos animais, como é o caso do cálcio, fósforo e magnésio nos ossos e dentes, e do fósforo e enxofre nas proteínas dos músculos.
2. Constituintes dos fluidos e tecidos do organismo, atuando como eletrólitos relacionados com a manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade das membranas celulares e irritabilidade dos tecidos. São exemplos de tais funções: o sódio, o potássio, o cloro, o cálcio e o magnésio, no sangue, fluido cérebro-espinhal e suco gástrico.
3. Catalisadores em sistemas enzimáticos e hormonais, como componentes integrais e específicos da estrutura de metaloenzimas, ou como ativadores menos específicos de tais sistemas. Estas são as funções em que se acha envolvida a maioria dos microelementos. É grande hoje o número de metaloenzimas conhecidas e esse número aumenta a cada dia, porém admite-se que existem muitas outras de importância no metabolismo animal, que são ainda desconhecidas e que dependem de microelementos para sua atividade, bem como acredita-se que existem outros compostos não enzimáticos, vitais ao organismo animal, cuja atividade depende de micronutrientes.

3 DEFICIÊNCIAS MINERAIS E REPRODUÇÃO

Com base nas funções gerais dos macro e microelementos, vistas anteriormente, pode-se afirmar como regra geral, que toda deficiência mineral capaz de produzir alterações na saúde e no metabolismo do animal, tende a interferir também, em alguma medida, no seu desempenho reprodutivo. Entretanto, o objetivo do presente estudo é ocupar-se especificamente com aqueles minerais capazes de influenciar de maneira direta um ou mais dos parâmetros ligados à atividade reprodutiva (libido, espermatogênese, cio, concepção, gestação e parto).

Quanto aos macroelementos cálcio, magnésio, sódio, cloro, potássio e enxofre, não existem na bibliografia pertinente, evidências de seu envolvimento direto na reprodução animal. Seus eventuais efeitos sobre o desempenho reprodutivo dos animais seriam, portanto, indiretos, através do comprometimento da saúde ou do metabolismo do animal.

Fósforo - dentre as deficiências minerais que podem afetar bovinos sob condições de pastejo, a de fósforo é, sem dúvida, a mais generalizada e a de maior importância econômica, em virtude dos grandes prejuízos que causa aos rebanhos e do elevado custo de sua suplementação.

Desde os primórdios do seu estudo na África (Theiler et al. 1928), que ao fósforo tem sido atribuída uma função específica sobre a fertilidade dos bovinos. Trabalhando em pastos nativos na Província do Cabo, com um rebanho de 200 vacas, os autores relataram uma elevação na taxa de natalidade de 51 para 80% como resultado da suplementação com farinha de ossos durante um ano. Além desse efeito, os autores registraram redução da mortalidade e maior desenvolvimento dos bezerros do grupo de vacas suplementadas com farinha de ossos. Eckles et al. (1935) criticaram a conclusão de Theiler et al. (1928) de que a deficiência dietética de

fósforo era o único fator responsável pela fertilidade subnormal de vacas sob pastejo, sugerindo que nos vários estudos até então realizados, as deficiências de fósforo sempre eram acompanhadas por redução do consumo e níveis baixos de proteína e energia das pastagens. Os autores relataram que vacas recebendo dietas especificamente deficientes em fósforo continuaram a exibir cio normalmente. Mais tarde, Theiler et al. (1937) reportaram a não ocorrência de anormalidades do trato reprodutivo ou da ovulação de novilhas recebendo dieta deficiente em fósforo, mas adequado nos demais nutrientes, sugerindo que a deficiência de fósforo, isoladamente, não seria capaz de influenciar a fertilidade. Palmer et al. (1941) concluíram que a deficiência combinada de fósforo e proteína era responsável pelo atraso da maturidade sexual e inibição da evidência de cio, mas que não interferiria com a ovulação e a concepção.

Black et al. (1943) estudaram o efeito da suplementação de fósforo (farinha de ossos ou fosfato dissódico) durante dois anos sobre o ganho de peso e reprodução de novilhas em pasto nativo no Texas, USA. Além de maiores ganhos, os animais suplementados com fósforo (6,5 g/cabeça/dia) tiveram uma taxa de natalidade média de 81% nos dois anos, enquanto no grupo não suplementado esta foi de 58%. Ainda no Texas, Reynolds et al. (1953) estudaram o efeito de diferentes tipos de suplementação de fósforo (1. Controle, sem P; 2. Farinha de ossos no cocho; 3. Fosfato dissódico na água de beber; 4. Fosfato supertriplo como fertilizante no pasto) sobre a eficiência reprodutiva de vacas, em pasto nativo, durante cinco anos. Os resultados mostraram uma elevação da taxa de natalidade dos tratamentos com fósforo em relação ao grupo controle, ou seja, 64, 88, 92 e 96%, respectivamente, para os quatro tratamentos acima.

Hignett & Hignett (1952) relataram resultados que são tidos por muitos como evidência de que o fósforo teria um efeito direto sobre a fertilidade, mas Cohen (1975), examinando os mesmos dados, sugere que eles são inconclusivos, devido ao pequeno número de animais utilizados no experimento e porque Littlejohn & Lewis (1960) não conseguiram reproduzir os mesmos resultados, trabalhando de modo semelhante.

Lampkin et al. (1961) trabalhando com vacas de cria em pastos nativos pobres na África do Sul, não observaram diferenças no peso e na fertilidade dos animais quando suplementados com fosfato bicálcico. Diferenças entre animais suplementados ou não foram obtidas apenas no nível de fósforo sérico durante a época seca, quando não apenas o fósforo, mas também a proteína alcançou o mínimo nas pastagens.

Bisschop (1964), trabalhando com diferentes quantidades de farinha de ossos como suplemento de fósforo a vacas sob pastagem nativa na África, chegaram a resultados semelhantes na taxa de nascimento de bezerros (68, 67 e 67%) de vacas recebendo 74, 106 ou 120 g de farinha de ossos por cabeça/dia, enquanto no grupo sem suplementação a fertilidade foi de 48%.

Hart & Michell (1965) na Austrália, relataram aumentos de peso significativos nas chuvas e redução da mortalidade na seca em vacas suplementadas com 8 g de P/dia, mas não observaram diferenças significativas nas taxas de prenhez (66,1 vs. 57,2%) entre vacas suplementadas e não suplementadas, considerando as vacas secas e as lactantes em conjunto. Todavia, quando foram consideradas apenas as vacas lactantes, as diferenças (60 vs. 41,4%) passaram a ser estatisticamente significativas.

McDonald (1968) comenta a idéia generalizada, àquela época, de que a deficiência de fósforo teria um efeito específico sobre a fertilidade das fêmeas, dizendo não haver bases sólidas para essa crença, sugerindo ainda

que as falhas reprodutivas seriam apenas um aspecto de uma generalizada privação de fósforo pelas células do organismo.

Ward (1968), trabalhando na Rodésia, comparou, durante seis anos, o fornecimento de farinha de ossos o ano todo, com torta de amendoim (900 g/cab/dia) durante os meses de inverno, ou ambos (farinha de ossos + torta de amendoim) sobre a performance reprodutiva de vacas em pastagem. Os resultados indicaram uma elevação da taxa de natalidade na seguinte ordem: controle (sem suplementação) - 56,7%; farinha de ossos o ano todo - 61,7%; torta de amendoim no inverno - 72,2%; farinha de ossos + torta de amendoim - 76,7%. Os efeitos da suplementação com torta de amendoim durante o inverno foram os que mais influenciaram a fertilidade das vacas, com maior número de bezerros nascidos e desmamados ($P < 0,01$). Os efeitos da suplementação de fósforo sobre a eficiência reprodutiva não foram estatisticamente significativos. O autor atribui o retorno mais rápido das vacas ao cio após o parto como o principal efeito da torta de amendoim sobre o desempenho reprodutivo. Um efeito maior dos tratamentos foi observado sobre o desempenho dos bezerros.

Morrow (1969) relatou uma redução no número de serviços por concepção, de 3,7 antes da suplementação de fósforo, para 1,3 após o elemento passar a ser suplementado a uma dieta deficiente. Entretanto, Little (1970), revendo o assunto, sugeriu que o critério utilizado pelo autor não permitiu a determinação de possíveis efeitos do aumento de consumo de alimento na resposta observada. O mesmo autor aduziu que, face aos conflitantes resultados disponíveis na literatura, o principal efeito do fósforo seria decorrente de um aumento de consumo das dietas deficientes, e que nas condições de pastagens as deficiências nutricionais múltiplas são a regra e não a exceção.

Little (1975) comparou os efeitos da suplementação de fósforo (10 g/cabeça/dia) e fósforo + proteína (180 g de farelo de algodão/cab/dia) do 3º ao 8º mês de gestação de vacas em pastagem nativa na Austrália. O suplemento de fósforo + proteína reduziu significativamente (46%) o intervalo entre o parto e o primeiro cio subsequente. Todos os animais desse grupo apresentaram cio dentro de dois meses após o parto. Até os três meses após o parto, 50% das vacas controle e 70% das que receberam apenas fósforo exibiram cio, mas estas diferenças não foram estatisticamente significativas. O autor sugeriu que o pasto nativo provera nutrientes a níveis ligeiramente abaixo da manutenção durante o período de suplementação e que o nutriente mais limitante no experimento teria sido a proteína.

Teleni et al. (1977) estudaram o efeito da suplementação fosfórica a dietas pobres no elemento (menos de 0,1% de P) sobre a função ovariana de vacas (medida através da concentração de progesterona no plasma). Os autores concluíram que o fósforo suplementado não teve nenhum efeito direto sobre a atividade reprodutiva dos animais e sugeriram que o efeito do mineral sobre a reprodução seria indireto e inespecífico. Quando os animais, suplementados ou não com fósforo, passaram a receber suplementação protéica, todos voltaram a manifestar cio até o máximo de dez meses após o parto. A conclusão final dos autores foi de que, em condições de severa deficiência de proteína, a suplementação fosfórica não teria efeito sobre a atividade ovariana.

Holroyd et al. (1977) estudaram o desempenho reprodutivo de vacas sob condições de pasto nativo ou pasto nativo + estilosantes, durante quatro anos, com diferentes cargas-animal e diversos tipos de suplementação (1. Fósforo nas chuvas; 2. Uréia na seca; 3. Fósforo nas chuvas + uréia na seca; 4. Fósforo + uréia na seca). Dentre as conclusões dos

autores destaca-se a de que, em pastagens marginalmente deficientes em fósforo, este precisa ser suplementado apenas para vacas jovens em lactação e durante o período chuvoso. Os autores sugeriram ainda que, para as condições estudadas, haveria maior benefício com a suplementação de fósforo durante as chuvas.

McDowell & Conrad (1977) relataram que em 10 trabalhos realizados na América Latina, a fertilidade do gado de cria foi aumentada com a utilização de suplementos minerais. Os autores sugeriram que o fósforo teria sido o principal responsável pelos resultados obtidos, embora outros minerais, supridos também nas misturas utilizadas, certamente teriam contribuído em alguma medida.

Call et al. (1978) demonstraram, por meio de um experimento em que novilhas foram alimentadas individualmente durante dois anos com dieta basal em que a única variável era o fósforo, que fêmeas bovinas podem ter excelente desempenho reprodutivo com níveis do elemento bastante inferiores àqueles preconizados pelas tabelas de alimentação. Utilizando níveis de 0,14 e 0,36% de fósforo na dieta (respectivamente 66 e 174% daqueles recomendados pelo NRC), os autores não observaram quaisquer diferenças entre os dois grupos de fêmeas (48 em cada grupo) no que tange a ganho de peso ($X = 0,45$ kg/dia), eficiência alimentar, idade à puberdade e níveis de fósforo no sangue e ossos. A taxa de natalidade foi elevada: 91 e 93% respectivamente para os tratamentos com 0,14 e 0,36% de fósforo dietético.

Holroyd et al. (1983) compararam o desempenho reprodutivo de vacas e o desenvolvimento ponderal de seus bezerros até a desmama, num experimento de quatro anos, em dois tipos de pastagens e cargas-animal: pasto nativo (1 vaca/4 ha) ou pasto nativo + estilosantes (1 vaca/2 ha). Em cada tipo de pastagem os animais receberam os seguintes tratamentos: 1. Sem suplementação (controle); 2. Melaço + uréia na seca; 3. Fósforo o ano

todo e melaço + uréia na seca. Os resultados mostraram taxa de concepção maior das vacas no pasto melhorado, apenas no primeiro ano. Neste tratamento também as vacas foram mais pesadas e desmamaram bezerros mais pesados, durante todo o experimento. As diferentes suplementações não influenciaram o peso vivo ou a reprodução das vacas ou o crescimento dos bezerros, exceto durante a última estação seca, quando as vacas não suplementadas perderam significativamente mais peso do que as suplementadas com fósforo e uréia.

Call et al. (1984) alimentaram individualmente fêmeas bovinas desde os 200 dias de idade até a 8ª gestação, com dieta basal adequada em tudo, exceto em fósforo, que foi utilizado em níveis variáveis, a partir de 40% das exigências do NRC. Dentre as conclusões dos autores, merecem ser destacadas as seguintes: 1. Vacas adultas podem manter elevado desempenho reprodutivo com apenas 50 a 70% dos níveis de fósforo recomendados pelo NRC; 2. O nível de fósforo de 40% do preconizado pelo NRC, durante 14 a 24 meses, resultou em emagrecimento, perda de substância óssea (desmineralização), pêlos arrepiados e aparência clínica anormal; 3. A perda de peso e redução do consumo de alimentos em decorrência da deficiência de fósforo, conduzem a uma deficiência nutricional complexa, que culmina com a falência reprodutiva e, às vezes, morte do animal; 4. A suplementação de fósforo a animais severamente deficientes produz mudanças dramáticas nas condições clínicas dos animais em poucos dias, retorno ao apetite normal em cerca de um mês e volta à concepção após 2 a 3 meses de suplementação adequada do elemento; 5. As vacas adaptam-se a variações grandes de fósforo no alimento e a baixas concentrações dietéticas do mineral por períodos prolongados, graças à mobilização dos depósitos do tecido ósseo, acumulados em período de suprimento adequado do elemento na dieta.

Tokarnia et al. (1988) realizaram uma revisão das principais pesquisas envolvendo a nutrição mineral de bovinos no Brasil. Uma avaliação crítica das mesmas indica que são, em boa parte, insuficientes em número e qualidade para permitir tomada de decisões com respeito à suplementação mineral dos rebanhos. Prova disso é que, a despeito de todos os resultados divulgados até a data, as formulações minerais em uso no país praticamente permanecem imutáveis, contendo elementos e quantidades em flagrante incoerência com os dados da pesquisa. Quanto ao fósforo, a revisão mencionada não faz referência a pesquisas relacionando o elemento ao desempenho reprodutivo de bovinos. Estas são, efetivamente, em número muito reduzido no país. Conrad & Mendes (1965) relataram um experimento em pasto nativo na região de Aquidauana, MS, em que 381 vacas foram submetidas, durante 445 dias, aos seguintes tratamentos: 1. Melaço + uréia; 2. Fosfato dissódico; 3. Farinha de ossos; 4. Sem suplementação (controle). Os resultados mostraram um aumento de 22% (55 vs. 77%) na taxa de natalidade do grupo que recebeu farinha de ossos em relação ao grupo controle, enquanto no grupo recebendo melaço + uréia aquele índice foi de 69%, e no grupo recebendo fosfato dissódico, 70%.

Em um experimento realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (dados não publicados) não foram observadas diferenças na fertilidade de vacas sob pastagem nativa de cerrado quando submetidas, da desmama até a 3ª gestação, aos seguintes tratamentos: 1. Sal comum; 2. Sal comum + microelementos; 3. Sal comum + microelementos + fósforo. Em outro experimento, com fêmeas bovinas sob pastejo em campos nativos do Pantanal, não foram observados efeitos da suplementação de microelementos + enxofre ou fósforo sobre a fertilidade dos animais durante três ciclos reprodutivos (Pott et al. 1987).

Estes poucos resultados sobre o desempenho reprodutivo em resposta à suplementação fosfórica, ao lado de outros, mais numerosos, sobre os efeitos do elemento no ganho de peso dos animais, mostram que as condições prevalentes nos sistemas extensivos de criação de gado de corte no país são bastante similares àquelas que ocorrem em outras regiões tropicais, notadamente a Austrália, onde as respostas à suplementação mineral, quando ocorrem, são quase sempre em níveis aquém do esperado. Neste contexto, parece válido inferir que a maioria das explicações sugeridas pelos cientistas australianos para justificar as baixas respostas à suplementação mineral, aplicam-se também, em grande medida, às condições brasileiras, e o mesmo enfoque dado à suplementação mineral dos rebanhos daquele país é, "mutatis mutandis", extrapolável aos nossos sistemas de criação de bovinos de corte a pasto. Em assim sendo, algumas observações emitidas por Winks (1984) para as condições de pastagem da Austrália tropical, merecem ser aqui consideradas: "Apesar de que os fatores mais limitantes do desempenho de bovinos sob pastejo nas condições de trópico seco sejam as deficiências de proteína e energia, estas podem ser exacerbadas por deficiências de macro e micronutrientes minerais, de magnitude variável. Entretanto, pode não ocorrer resposta animal à suplementação mineral em decorrência de que as deficiências protéicas e energéticas sejam mais limitantes".

Quanto ao fósforo especificamente, o mesmo autor assim se expressa: "A deficiência de fósforo é o problema mais comum no norte australiano devido aos níveis geralmente baixos do elemento nos solos e nas plantas forrageiras da região. As pastagens nativas nessas áreas raramente atingem 0,15% de fósforo na matéria seca, no período chuvoso do ano, e no fim da época seca a concentração do elemento nos tecidos da planta pode reduzir-se a 0,03%. O gado bovino é capaz de selecionar uma dieta mais nutritiva do que aquela

disponível, mas este fato não resolve necessariamente o problema da subnutrição fosfórica. Em áreas altamente deficientes, os animais responderão à suplementação de fósforo com marcada melhora no desempenho ponderal, quando se trata de bovinos em crescimento, ou elevação da fertilidade, quando se trata de vacas de cria". Referindo-se a estudos em regiões marginalmente deficientes em fósforo, o mesmo autor diz que os resultados em crescimento e ganho de peso foram muito variáveis ou mesmo não ocorreram, o mesmo acontecendo com a fertilidade e a produção de leite em gado de cria. E o autor finaliza: "Antes que o fósforo suplementar possa produzir qualquer resposta significativa é preciso que outros nutrientes deficientes nos pastos, principalmente proteína e energia, sejam adequadamente suplementados. Por esta razão, as respostas à suplementação fosfórica ocorrem notadamente no período chuvoso, quando a proteína e energia são elevadas nas pastagens, e não durante a estação seca, quando aqueles nutrientes também passam a ser limitantes no desempenho animal".

4 DEFICIÊNCIAS DE MICROELEMENTOS E REPRODUÇÃO

De uma maneira geral os micronutrientes, em razão de seu envolvimento na estrutura de muitas enzimas e alguns hormônios, estão mais implicados na ocorrência de distúrbios da função reprodutora do que os macroelementos. Passa-se a seguir ao exame de alguns desses microelementos, enfocando particularmente os efeitos de sua deficiência dietética sobre a reprodução animal.

Iodo - as deficiências de iodo ocorrem de maneira generalizada nas espécies humana e animal, em diferentes graus de severidade, em todos os continentes. As deficiências do elemento nas dietas humana e animal estão quase sempre associadas a níveis baixos nos solos

e na água da região. As distâncias do mar e a baixa pluviosidade são fatores determinantes na ocorrência da deficiência do elemento em uma dada região. O bócio, um aumento acentuado de volume da glândula tireóide, é o sinal clínico mais característico da deficiência de iodo na dieta.

Em uma mesma região, os animais estão mais sujeitos a deficiência de iodo do que a espécie humana, devido à maior diversidade da dieta dos últimos. O consumo de solo pelos animais, sob certas circunstâncias, pode suprir até certo ponto sua demanda de iodo, pois o elemento está muito mais concentrado no solo do que na planta. O mesmo pode acontecer com o cobalto, o ferro etc.

O bócio pode ocorrer também em consequência do consumo de plantas que contêm agentes bocígenos (crucíferas), os quais interferem com o processo de hormonogênese na glândula tireóide, um processo pouco ou nada reversível com a adição de iodo à dieta. Muitas plantas forrageiras encerram glicosídeos cianogênicos, que são bocígenos devido à conversão, no organismo animal, do HCN em tiocianato, que age inibindo a concentração seletiva de iodo pela tireóide.

As manifestações da deficiência de iodo são as mesmas de uma deficiência tireóidea (homonogênese deficiente), que pode ser devida a ação de bocígenos ou algum distúrbio metabólico. O aumento de volume da tireóide é atribuído a um esforço compensatório do organismo no sentido de suprir a produção deficiente do hormônio tireoideano, qualquer que seja a causa (deficiência de iodo ou distúrbio da glândula). Numa condição de deficiência, alterações nas formas de iodo presentes na tireóide também ocorrem, com a finalidade de manter a homeostase interna de iodo e usar com mais eficiência o pouco iodo disponível. Estas mudanças compensatórias incluem a síntese preferencial de T3 em vez de T4 (o

primeiro é três vezes mais potente) e o aumento na proporção de T1 para T2 (T1 - monoiodo tirosina; T2 - diiodo tirosina; T3 - triiodo tirosina; T4 - tetraiodo tironina ou tiroxina).

A função primária do iodo, mediante os hormônios tireoideanos, é o controle da taxa de oxidação celular de todos os tecidos do corpo. Nos animais com hipotireoidismo ocorre uma redução no grau de trocas energéticas e na quantidade de calor liberado pelos tecidos, e a taxa de metabolismo basal declina. Os hormônios tireoideanos têm um ativo papel na termorregulação, metabolismo intermediário, circulação, função muscular, crescimento e reprodução. A taxa de crescimento inicial (jovens) e de desenvolvimento e maturação dos tecidos, particularmente as glândulas sexuais e a pele e seus fâneros (pêlos, lã, cerdas, penas), são influenciadas pelos hormônios tireoideanos e, por conseguinte, pelo iodo da dieta. Assim, crescimento retardado e baixo desempenho reprodutivo são manifestações características da deficiência de iodo na dieta do rebanho. O desenvolvimento fetal pode ser paralisado em qualquer estágio, levando à morte prematura e reabsorção fetal, abortos, natimortos, ou neonatos com baixo peso, fracos, sem pêlo, com taxa de crescimento reduzida e baixa sobrevivência.

A infertilidade ou esterilidade devido à irregularidade ou supressão do cio, bem como a baixa produção de leite, são também aspectos da deficiência de iodo em vacas e ovelhas. A fertilidade do macho também é afetada: um declínio na libido e deterioração na qualidade do sêmen são características da deficiência de iodo e hipotireoidismo em carneiros, touros e garanhões.

Em áreas de moderada deficiência de iodo, onde a ocorrência de bócio clinicamente óbvio é baixa, a produtividade animal pode ser seriamente prejudicada, com elevada mortalidade de cordeiros, conforme relatou King (1976) na Tasmânia, enquanto Knights et al. (1979)

reportaram, em Queensland, marcada melhora no peso ao nascer, taxa de sobrevivência e de crescimento de cordeiros, quando as mães receberam suplementação à base de 20 mg de iodeto de potássio duas vezes por semana durante os três últimos meses de gestação e primeiros três meses de lactação.

No Brasil praticamente não existem dados de pesquisa sobre a deficiência de iodo ou sobre os resultados de sua suplementação aos rebanhos. Entretanto, são bastante conhecidos os históricos de natimortos ou neonatos fracos, sem pêlos, edemaciados e com o "pescoço grosso" (bócio) em rebanhos bovinos de regiões interioranas onde não se faz a suplementação das vacas com sal iodado. Acredita-se que o uso quase generalizado do sal marinho iodado nessas regiões, de algumas décadas para cá, praticamente reduziu a níveis insignificantes a ocorrência do bócio clínico nos animais sob pastejo.

Cobre, molibdênio e enxofre - embora apenas o cobre exerça função conhecida sobre a fertilidade, o molibdênio e o enxofre são aqui também considerados em razão de sua estreita e bem conhecida interrelação com o primeiro.

O cobre é essencial para o crescimento animal e para a prevenção de grande número de desordens clínicas e patológicas que ocorrem em várias espécies. Isto decorre da participação do elemento na molécula de algumas metaloenzimas que exercem atividades variadas no metabolismo animal, tais como: ácido ascórbico oxidase, lísil oxidase, citocromo oxidase, ceruloplasmina (ferroxidase) e superóxido dismutase, que existem nas células e tecidos animais.

O molibdênio e o enxofre interagem com o cobre na dieta, reduzindo a sua utilização pelo organismo animal. Os efeitos do excesso de molibdênio na dieta (molibdenose) sobre a retenção do cobre pelo animal, foram bem estudados por Dick (1952, 1953 e 1954), que demonstrou que esses só ocorriam em presença de níveis

adequados de sulfato inorgânico. Sabe-se hoje que apenas o enxofre é essencial ao processo, e este tanto pode estar sob forma orgânica (cistina, metionina) ou inorgânica (sulfatos), que podem afetar diretamente a absorção do cobre, provavelmente através da formação de CuS insolúveis (Suttle 1974). Underwood (1981) sugeriu que níveis elevados de enxofre na pastagem podem induzir a uma deficiência de cobre quando este ocorre em concentrações marginais na forrageira.

O sítio primário da interação Cu-Mo-S, que controla a utilização do cobre, parece ser o intestino. Dick et al. (1975) sugeriram a seguinte seqüência da interação: redução do sulfato a sulfito no rúmen; reação do sulfito com o molibdato para formar tiomolibdato; reação deste último com o cobre para formar o altamente insolúvel tiomolibdato de cobre (CuMoSO_4). Underwood (1977) sugeriu ainda a possibilidade de que uma combinação semelhante possa ocorrer a nível tecidual.

Outro aspecto importante relativo à interação adversa do cobre e molibdênio na dieta diz respeito à proporção dos dois elementos entre si. Não existe muito consenso entre os autores quanto a este parâmetro, embora todos concordem que essa relação é de suma importância na ocorrência das deficiências do cobre. Miltmore & Mason (1971) indicam que uma relação Cu:Mo menor do que 2:1 pode resultar em deficiência induzida de cobre em bovinos, enquanto Alloway (1973) sugere que uma relação de 4:1 é necessária para prevenir a hipocuprose em ovinos.

O conteúdo de enxofre na dieta de animais sob pastejo depende largamente do seu conteúdo na proteína da planta, onde mais da metade do elemento ocorre como constituinte dos aminoácidos sulfurados. A metionina e cistina representam normalmente mais de 90% do enxofre orgânico das plantas forrageiras. Assim, a deficiência de enxofre nos pastos está muito associada à deficiência de proteína, e sua suplementação está indicada principalmente nas condições em que os animais são suplementados com nitrogênio não protéico.

O molibdênio é essencial à dieta animal porque integra a molécula de uma flavoproteína, a xantina oxidase, uma enzima que catalisa importantes reações de oxidação no organismo. Sob condições de pastejo nunca foi reportada uma deficiência natural de molibdênio em ruminantes e, portanto, o elemento só tem importância prática do ponto de vista de sua interferência com a utilização do cobre pelo animal.

Devido a sua participação na composição de várias enzimas, a deficiência de cobre, seja ela primária ou induzida, manifesta-se através de alterações diversas no animal, tais como: anemia, alterações ósseas (deformidades, fraturas), ataxia neonatal ou enzoótica, desordens cardiovasculares e falência cardíaca, despigmentação dos pêlos e da lã (acromotriquia), queratinização defeituosa dos pêlos e lã, diarreia e infertilidade.

A baixa fertilidade, associada ao atraso ou supressão do cio, em gado sob pastejo em áreas deficientes em cobre, ocorre em extensas regiões do mundo (Underwood 1981). Em ovinos a infertilidade pode estar relacionada com o aborto de fetos pouco desenvolvidos. Munro (1957) citado por McDowell (1985) reportou uma elevação de 52 para 95% na taxa de concepção de novilhas após uma ou duas inseminações, com tratamento à base de cobre, mas não logrou resultados significantes com vacas. Os animais jovens e em crescimento têm uma maior demanda de cobre e por isso são mais susceptíveis às deficiências do elemento na dieta (Mills, 1966).

As deficiências subclínicas de cobre são generalizadas e, provavelmente, de maior importância econômica do que os casos clínicos. Thornton et al. (1972) relataram que a suplementação do cobre durante seis meses elevou o ganho de peso de bovinos de 10 a 70% em relação aos controles não suplementados, embora, com raras exceções, estes últimos não manifestassem sinais evidentes de hipocuprose. Phillipou et al. (1985)

relataram que níveis de 5 ppm de molibdênio na dieta de novilhas, provocaram atraso significativo no aparecimento da primeira ovulação (de 26 a mais de 46 semanas) em relação ao grupo testemunha, sem excesso dietético de molibdênio.

No Brasil a deficiência de cobre já foi suspeitada ou diagnosticada em várias regiões, com base em determinações dos níveis do elemento no fígado dos animais, nas forrageiras dos pastos, em sinais clínicos do rebanho e em estudos histopatológicos (Tokarnia et al. 1960, 1966, 1968, 1971; Suttmöller et al. 1966, Döbereiner et al. 1974, Lopes et al. 1980, Barros et al. 1981, Camargo et al. 1985), mas não existem trabalhos confirmando a deficiência através da resposta animal ao cobre suplementado.

Zinco - as primeiras evidências concretas de que o zinco era necessário para o crescimento e saúde de ratos e camundongos, foram obtidas por Todd et al. (1934). Pouco tempo depois a deficiência do elemento, em várias espécies, foi associada com severa inapetência e depressão do crescimento, desempenho reprodutivo reduzido e anormalidades da pele e seus anexos.

O zinco é essencial para a síntese do DNA e para o metabolismo dos ácidos nucléicos e proteínas. Deste modo, todos os sistemas do organismo são afetados pela deficiência do mineral, particularmente quando as células estão em acelerado processo de divisão, crescimento ou síntese. Por estas razões, o crescimento e a reprodução dos animais são as funções mais afetadas pela deficiência dietética de zinco.

As alterações observadas no animal com deficiência de zinco estão relacionadas às enzimas das quais o elemento é parte integrante: anidrase carbônica, desidrogenase alcoólica, fosfatase alcalina, carboxipeptidase, timidina quinase, polimerases do RNA, DNA etc.

A deficiência de zinco é difícil de ser diagnosticada com base em determinações do elemento nos tecidos animais, pois não existem tecidos em que o mineral é estocado em quantidades apreciáveis, e as deficiências dietéticas originam apenas um ligeiro declínio nas concentrações do mineral no fígado, rins, coração, ossos e músculos, sendo esse declínio um pouco mais marcado no soro, pâncreas, pêlos e lã. Todavia, segundo Underwood (1981), nenhum desses parâmetros oferece fidedignidade suficiente para permitir um diagnóstico seguro da deficiência do elemento. Underwood & Somers (1969) sugeriram que as concentrações de zinco nos órgãos sexuais do macho são normalmente elevadas e sensíveis às deficiências da dieta. Os autores mencionaram níveis de $105 \pm 4,4$ ppm e $74,0 \pm 5,0$ ppm de Zn nos testículos, para carneiros suplementados e não suplementados, respectivamente.

Em todas as espécies animais a deficiência de zinco caracteriza-se clinicamente por anorexia, retardamento ou paralisação do crescimento e lesões da pele e fâneros cutâneos (pêlos, cerdas, lã, penas). No macho ocorrem alterações na espermatogênese e no desenvolvimento dos caracteres sexuais primários e secundários. Na fêmea, todas as fases do processo reprodutivo, desde o cio até o parto e a lactação, podem ser afetadas. Anormalidades ósseas também podem ocorrer nos bezerros. Os efeitos sobre o crescimento decorrem em parte da redução do apetite e em parte da diminuição da utilização dos alimentos.

Em bezerros, a deficiência de zinco manifesta-se por crescimento subnormal, alopecia e paraqueratose, principalmente nas regiões do focinho, orelhas, pescoço, escroto, tornozelos e parte de trás dos membros posteriores (Miller & Miller 1962).

A deficiência de zinco causa hipogonadismo em novilhos (Pitts et al. 1966), em cabritos e em cordeiros (Underwood & Somers 1969). Neste último trabalho os autores observaram que o desenvolvimento testicular dos cordeiros foi grandemente retardado e a espermatogênese praticamente cessou dentro de 20 semanas de uma dieta com 2,4 ppm de zinco. Os tecidos atingidos não foram permanentemente lesados, pois todas as funções retornaram ao normal após um período de repleção de zinco.

Vários trabalhos têm indicado que a carência de zinco ocasiona estresse crônico no animal, levando a um aumento da produção de glicocorticóides, que destroem os linfócitos do timo, contribuindo assim para a redução da imunidade do animal.

Existem extensas regiões do mundo em que os solos são deficientes em zinco para as plantas, que respondem à fertilização com o mineral, porém admitiu-se durante muitos anos que o zinco das forrageiras produzidas em tais áreas era capaz de suprir as demandas dos animais. Esse conceito passou a mudar quando Legg & Sears (1960) descreveram pela primeira vez, no Suriname, o quadro típico da deficiência de zinco, inclusive com paraqueratose, em bezerros, animais de sobreano e adultos, sob condições de pastejo. Entretanto, embora os animais respondessem à terapia com zinco, foi difícil associar o quadro a uma deficiência simples de zinco, uma vez que as pastagens da área atingida apresentaram teor médio de zinco superior a 20 ppm na matéria seca, que é considerado o mínimo para um bom desempenho animal.

Mayland et al. (1980) relataram respostas em peso de vacas e bezerros à suplementação de zinco em pastagens, em Idaho, USA, que encerravam sempre menos de 17 ppm de zinco na matéria seca. Na Austrália, em regiões onde os níveis de zinco no pasto estão abaixo de 20 ppm, consistentemente são obtidos resultados com a

suplementação do elemento a ovinos (Underwood 1981). Este autor sugere ainda que as deficiências marginais de zinco em bovinos e ovinos, caracterizadas por crescimento subnormal, baixa fertilidade e baixos níveis séricos do elemento, são mais generalizadas do que se supõe.

No Brasil, alguns levantamentos de deficiências minerais, incluindo o zinco, foram realizados (Lopes et al. 1980, Barros et al. 1981, Sousa et al. 1982, Sousa & Darsie 1985, Camargo et al. 1985), mas nenhum deles relacionou os níveis subnormais do elemento no fígado ou nas forrageiras a quadros clínicos característicos da deficiência de zinco, bem como nenhum comprovou a deficiência do elemento através da resposta animal à suplementação do mesmo.

Nas pastagens de cerrado do Brasil Central, onde os níveis de zinco nas forrageiras são muitas vezes inferiores a 20 ppm, existe a possibilidade de que a deficiência marginal do elemento possa contribuir para o agravamento dos quadros de fotossensibilização hepatógena, relativamente comuns em bovinos jovens nessa região, e atribuídos à toxina do fungo Pithomyces chartarum (Döbereiner et al. 1976), que se desenvolve prevalentemente na Brachiaria decumbens, principal forrageira em tais áreas.

Selênio - este microelemento, que durante muitos anos foi focado mais do ponto de vista de sua toxicidade para os animais, é hoje considerado muito mais importante sob o aspecto de sua essencialidade. O elemento é necessário para o crescimento e fertilidade dos animais e para a prevenção de várias condições mórbidas características, algumas das quais respondem também, em certa medida, à terapia com a vitamina E, quais sejam: necrose hepática dos ratos e suínos, diátese exsudativa e fibrose pancreática das aves, hepatose dietética e microangiopatia dos suínos, e distrofia muscular (doença do músculo branco) em

cordeiros, bezerros, potros e outras espécies animais. Todos estes distúrbios patológicos são acompanhados de alterações bioquímicas no sangue e tecidos, particularmente níveis subnormais de selênio e glutathiona-peroxidase, a enzima de cuja molécula o selênio é parte integrante. Esta enzima catalisa a reação de redução de H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) e dos hidroperóxidos formados a partir dos ácidos graxos e outros compostos, exercendo desta forma um importante papel na proteção dos tecidos contra os danos oxidativos. A relação desta função com a da vitamina E, que também age como um antioxidante, é apenas parcialmente conhecida. A hipótese mais aceita é a de Noguchi et al. (1973), que sugerem que a vitamina E atua como um antioxidante lipossolúvel na membrana celular, e que o selênio age como componente da enzima glutathiona-peroxidase, que atua reduzindo os peróxidos formados. Neste sentido a enzima é de importância primária, destruindo os peróxidos antes que eles ataquem a membrana celular, enquanto a vitamina E atua dentro da própria célula, prevenindo a reação em cadeia de auto-oxidação dos lipídios da membrana celular.

O selênio exerce ainda outras funções no organismo, não relacionadas com a enzima glutathiona-peroxidase. Devido a sua forte tendência a formar complexos com metais pesados, o mineral desempenha função protetora nas intoxicações por cádmio e mercúrio.

Dentre as alterações produzidas pela deficiência dietética de selênio, incluem-se aquelas que afetam a esfera reprodutiva. Em todas as espécies animais a deficiência do elemento ocasiona algum tipo de desordem reprodutiva em machos ou fêmeas. Em aves os efeitos principais são sobre a postura e a eclodibilidade dos ovos. Em suínos a deficiência afeta o tamanho da leitegada, a taxa de concepção da porca ao primeiro serviço e a mortalidade dos leitões. Em ovinos, uma alta mortalidade embrionária entre a 3ª e a 4ª semana após a

concepção, isto é, ao tempo de implantação do embrião, tem sido considerada como causa de infertilidade, que ocorre em regiões da Nova Zelândia (Hartley 1963), em associação com a doença do músculo branco e o marasmo enzoótico. Em algumas dessas áreas 30% das ovelhas podem ser inférteis e a perda de cordeiros é elevada. A fertilidade em tais casos pode ser dramaticamente melhorada por meio do tratamento com 5 mg de Se (selenito de sódio), via oral, antes do acasalamento, e a morte de cordeiros é prevenida mediante nova dosagem de igual teor um mês antes do parto. Nestes casos, nem a vitamina E nem outros antioxidantes produzem os mesmos efeitos.

Em vacas a deficiência de selênio tem sido associada à retenção de placenta e ao nascimento de prematuros fracos ou mortos. Na Califórnia, USA, Mace et al. (1963) impediram as perdas devidas a partos prematuros e bezerros fracos ou mortos através da aplicação de uma injeção de selenito de sódio + vitamina E ministrada às vacas um mês antes do parto. Uma grande redução na incidência de secundinas retidas foi relatada por Trinder et al. (1969), na Escócia, com o mesmo tipo de tratamento. O selênio sozinho foi menos efetivo do que quando combinado com a vitamina E. Evidências adicionais de que a retenção de placenta é uma expressão da deficiência dietética de selênio foram apresentadas por Julien et al. (1967a, b): a incidência de placenta retida foi reduzida de 51,2% em vacas não tratadas para 8,8% em vacas sob condições similares, tratadas com uma única injeção de 50 mg de selenito de sódio + 680 UI de vitamina E pré-parto. Até o presente não existe uma explicação satisfatória para o modo de ação do selênio e da vitamina E neste e em outros aspectos do ciclo reprodutivo das fêmeas.

De modo geral o requerimento de selênio para ruminantes está em torno de 0,1 ppm na matéria seca da dieta, mas esta exigência mínima pode variar de acordo com diversos fatores, dos quais o mais importante é o teor de vitamina E, uma vez que, como foi visto, selênio e vitamina E podem, até certo ponto, substituir um ao outro na dieta.

A deficiência de selênio na dieta de bovinos pode ser corrigida de diferentes modos: através do uso de sais de selênio (selenito, selenato) no sal mineral, dosagem oral periódica com os mesmos produtos, injeções periódicas de selênio (quase sempre associadas à vitamina E), "pellets" densos para serem engolidos pelos animais, contendo 95% de ferro e 5% de selênio etc.

Não existem, até o presente momento, muitos trabalhos sobre a ocorrência de deficiência de selênio nas pastagens do Brasil, mas há indicações de que este possa ser um problema importante para bovinos sob pastejo em regiões de solos mais pobres.

Lucci et al. (1984b) realizaram um levantamento dos níveis de selênio em pastagens e alimentos concentrados de várias regiões do Estado de São Paulo em dois períodos: seca e chuva. Na maioria das amostras de pasto analisadas, o selênio apresentou-se em concentrações baixas ou muito baixas, sendo os valores consistentemente mais elevados no período das chuvas. Lucci et al. (1984a) dosaram também os níveis plasmáticos de selênio em 1.973 vacas criadas nas mesmas regiões onde foi feito o levantamento de selênio nos alimentos. Os resultados mostraram níveis reduzidos de selênio em 78% das vacas amostradas, com elevada correlação entre o baixo nível de selênio no sangue dos animais e na pastagem. Mencionaram ainda, os autores, históricos de retenção de placenta nos rebanhos com evidências de deficiência de selênio. Lucci et al. (1985, 1987) estudaram ainda o efeito da suplementação de selênio sobre a retenção de placenta em vacas e relataram significativa redução na incidência do problema.

Outros trabalhos brasileiros (Zanetti et al. 1985, Santiago 1986a, b) reportaram efeitos positivos da administração de selênio, associado ou não à vitamina E, na redução de placentas retidas e outras características ligadas à fertilidade dos rebanhos.

Manganês - é o último dos microelementos ao qual é atribuído algum tipo de interferência nas funções reprodutivas dos animais. O elemento está largamente distribuído em cada tecido e célula do organismo em concentrações muito baixas, sendo essencial para o desenvolvimento normal dos ossos e para o adequado funcionamento reprodutivo de machos e fêmeas.

As exigências dietéticas mínimas de manganês para ruminantes não são conhecidas com precisão (como também ocorre com outros micronutrientes), mas não há dúvida de que são consideravelmente menores para o crescimento do que para o ótimo desempenho reprodutivo dos animais. Bentley & Phillips (1951) observaram que 10 ppm de manganês na dieta era suficiente para o crescimento de novilhas, porém marginal para ótima fertilidade. De acordo com Rojas et al. (1965) e Howes & Dyer (1971) concentrações de 20 ppm de manganês na dieta são adequadas para o crescimento e reprodução normais de bovinos.

Em todas as espécies animais a deficiência dietética de manganês caracteriza-se clinicamente por crescimento retardado, anormalidades ósseas, ataxia do recém-nascido e distúrbios da função reprodutiva. O crescimento retardado é atribuído a um declínio do apetite e menor eficiência na utilização dos alimentos. As anormalidades ósseas caracterizam-se, nos suínos, por claudicação e aumento de volume nos tornozelos, com membros curtos e tortos. Em cordeiros e bezerros, os animais têm dificuldades para se manterem de pé e se locomoverem, e as articulações são doloridas. Em caprinos, ocorrem excrescências nas juntas do tarso, deformidades dos membros e ataxia.

No que tange aos efeitos da deficiência de manganês sobre a reprodução, experimentos iniciais realizados com ratos evidenciaram, em fêmeas, distúrbios da ovulação e, em machos, degeneração testicular, quando os animais foram submetidos a dietas pobres no mineral. Desde então, numerosos estudos têm demonstrado os efeitos negativos da deficiência do mineral sobre as funções reprodutivas de machos e fêmeas de diversas espécies. A depressão ou retardamento do cio e a baixa concepção são os sinais mais constantes da deficiência de manganês em ovinos e bovinos (Hignett 1941, Wilson 1966). Em ovelhas e vacas têm sido reportados também um maior número de serviços por concepção, com resposta à suplementação com manganês (Egan 1972, Hidiroglou et al. 1978, Rojas et al. 1965). Apesar de conhecidos estes efeitos da deficiência do elemento sobre a esfera reprodutiva, ainda não foram determinadas de maneira satisfatória as razões bioquímicas ou fisiológicas para tais anomalias. Hidiroglou (1975) sugeriu que o elemento exerceria um papel no funcionamento do corpo lúteo.

As aves apresentam maiores demandas de manganês na dieta, e a deficiência do mineral praticamente só se apresenta como problema nutricional nessa espécie. As concentrações de manganês nos tecidos de plantas forrageiras estão geralmente muito acima das exigências dos ruminantes, e não existem evidências inequívocas de problemas com bovinos ou ovinos a pasto, atribuíveis à deficiência de manganês, mesmo nas condições em que as forrageiras respondem à fertilização com o elemento (Underwood 1981). Dentre os elementos minerais examinados nesta revisão o manganês é, portanto, o único que, apesar de influenciar no processo reprodutivo, não precisa ser suplementado à dieta de pasto dos animais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLOWAY, B.J. Copper and molybdenum in swayback pastures. Journal of Agricultural Sciences, v.80, p.521-524, 1973.
- BARROS, N.N.; TEIXEIRA, L.B.; MORAES, E.; CANTO, A.C.; ITALIANO, E.C. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1981. 3p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. Comunicado Técnico, 16).
- BENTLEY, O.G.; PHILLIPS, P.H. The effect of low manganese rations upon dairy cattle. Journal of Dairy Science, v.34, p.396-403, 1951.
- BISSCHOP, J.H.R. Feeding phosphates to cattle. Pretoria: Department of Agricultural Technical Services, 1964. 265p. (Science Bulletin, 365).
- BLACK, W.H.; TASH, L.H.; JONES, J.M.; KLEBERG JUNIOR, R.J. Effects of phosphorus supplements on cattle grazing on range deficient in this mineral. Washington, D.C. : USDA, 1943. 23p. (USDA Technical Bulletin, 856).
- CALL, J.W.; BUTCHER, J.E.; BLAKE, J.T.; SMART, R.A.; SHUPE, J.L. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. Journal of Animal Science, v.47, n.1, p.216-225, 1978.
- CALL, J.W.; BUTCHER, J.E.; SHUPE, J.L.; OLSON, A.E.; BLAKE, J.T. Phosphorus need of beef cattle. Utah Science, v.45, p.97-99, 1984.

- CAMARGO, W.V.A.; SANTIAGO, A.M.H.; NAZARIO, W.; CHIBA, S. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v.7, n.4, p.118-124, 1985.
- COHEN, R.D.H. Phosphorus and the grazing ruminant. World Review of Animal Production, v.11, n.2, p.26-43, 1975.
- CONRAD, J.H.; MENDES, M.O. Estudo comparativo do uso de suplementos minerais e fonte de proteína sobre a percentagem de nascimento de bezerros. Relatório do Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, Rio de Janeiro, 1965. 11p.
- DICK, A.T. The control of copper storage in the liver of sheep by inorganic sulphate and molybdenum. Australian Veterinary Journal, v.29, p.233-239, 1953.
- DICK, A.T. The effect of diet and of molybdenum on copper metabolism in sheep. Australian Veterinary Journal, v.28, p.30-33, 1952.
- DICK, A.T. Studies on the assimilation and storage of copper in crossbred sheep. Australian Journal of Agricultural Research, v.5, p.511-544, 1954.
- DICK, A.T.; DEWEY, D.W.; GAWTHORNE, J.M. Thyomolybdates and the copper-molybdenum-sulphur interaction in ruminant. Chemistry, v.83, p.27-34, 1975.
- DÖBEREINER, J.; INADA, T.; TOKARNIA, C.H. "Cara inchada", doença peridentária em bovinos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Veterinária, v.9, p.63-85, 1974.

- DÖBEREINER, J.; TOKARNIA, C.H.; MONTEIRO, M.C.da C.; CRUZ, L.C.H.; CARVALHO, E.G.; PRIMO, A.T. Intoxicação de bovinos e ovinos em pastos de Brachiaria decumbens contaminados por Pithomyces chartarum. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Veterinária, v.11, p.87-94, 1976.
- ECKLES, C.H.; PALMER, L.S.; GULLICKSON, T.W.; FITCH, C.P.; BOYD, W.L.; BISHOP, L.; NELSON, J.W. Effects of uncomplicated phosphorus deficiency on estrous cycle, reproduction and composition of tissues of mature dairy cows. Cornell Veterinarian, v.25, p.22-43, 1935.
- EGAN, A.R. Reproductive responses to supplemental zinc and manganese in grazing Dorset Horn ewes. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.12, p.131-135, 1972.
- HART, B.; MICHELL, G.L. Effect of phosphate supplementation on the fertility of an open range beef cattle herd on the Barkley Tableland. Australian Veterinary Journal, v.41, p.305-309, 1965.
- HARTLEY, W.J. Selenium and ewe fertility. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, v.23, p.20-27, 1963.
- HIDIROGLOU, M. Mn uptake by the ovaries and reproductive tract of cycling and anestrus ewes. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, v.53, p.969-972, 1975.
- HIDIROGLOU, M.; HO, S.K.; STANDISH, J.F. Effects of dietary manganese levels on reproductive performance of ewes and on tissue mineral composition of ewes and day-old lambs. Canadian Journal of Animal Science, v.58, p.35-41, 1978.

- HIGNETT, S.L. Some aspects of bovine sterility. Veterinary Record, v.53, p.21-25, 1941.
- HIGNETT, S.L.; HIGNETT, P.G. The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle. II. The effect of the phosphorus intake on ovarian activity and fertility of heifers. Veterinary Record, v.64, p.203-206, 1952.
- HOLROYD, R.J.; ALLAN, P.J.; O'ROURKE, P.K. Effect of pasture type and supplementary feeding on the reproductive performance of cattle in the dry tropics of north Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.17, p.197-206, 1977.
- HOLROYD, R.G.; O'ROURKE, P.K.; CLARKE, M.R.; LOXTON, I.D. Influence of pasture type and supplement on fertility and liveweight of cows, and progeny growth rate in the dry tropics of northern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.23, p.4-12, 1983.
- HOWES, A.D.; DYER, I.A. Diet and supplemental mineral effects on manganese metabolism in newborn calves. Journal of Animal Science, v.32, p.141-145, 1971.
- JULIEN, W.E.; CONRAD, H.R.; JONES, J.E.; MOXON, A.L. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. Journal of Dairy Science, v.59, p.1954-1959, 1976a.
- JULIEN, W.E.; CONRAD, H.R.; MOXON, A.L. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. II. Prevention in commercial herds with prepartum treatments. Journal of Dairy Science, v.59, p.1960-1962, 1976b.

- KING, C.F. Ovine congenital goitre associated with minimal thyroid enlargement. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.16, p.651-655, 1976.
- KNIGHTS, G.I.; O'ROURKE, P.K.; HOPKINS, P.S. Effects of iodine supplementation on pregnant and lactating ewes on the growth and maturation of their offspring. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.19, p.19-22, 1979.
- LAMPKIN, G.H.; HOWARD, D.A.; BURDIN, M.L. Studies on the production of beef from Zebu cattle in East Africa. III. The value of feeding a phosphatic supplement. Journal of Agricultural Science (Cambridge), v.57, p.39-47, 1961.
- LEGG, S.P.; SEARS, L. Zinc sulphate treatment of parakeratosis in cattle. Nature, v.186, p.1061-1062, 1960.
- LITTLE, D.A. Effects of dry seasons supplements of protein and phosphorus to pregnant cows on the incidence of first postpartum oestrus. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.15, p.25-31, 1975.
- LITTLE, D.A. Factors of importance in the phosphorus nutrition of beef cattle in northern Australia. Australian Veterinary Journal, v.46, p.241-248, 1970.
- LITTLEJOHN, A.; LEWIS, G. Experimental studies on the relationship between the calcium-phosphorus ratio of the diet and fertility in heifers: a preliminary report. Veterinary Record, v.72, p.1137-1144, 1960.

- LOPES, H.O.S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C.P.; MARTINS JUNIOR, W. Teores de cobre e zinco em amostras de solo, forrageiras e tecido animal da microrregião Mato Grosso de Goiás. Arquivos da Escola de Veterinária UFMG, v.32, n.2, p.151-159, 1980.
- LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; ZANETTI, M.A.; FUKUSHIMA, R.S.; SCHALCH, E.; PETTINATI, R.L. Selênio em bovinos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos. Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, v.21, p.65-70, 1984a.
- LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; ZANETTI, M.A.; NETO, R.F.; MARCOMINI, D.G. Selênio em bovinos leiteiros do Estado de São Paulo. II. Níveis de selênio nas forragens e concentrados. Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, v.21, p.71-76, 1984b.
- LUCCI, C.S.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.A.; PETTINATI, R.L.; OSTRONOFFI, S. Selênio em bovinos de leite em Itirapina, Estado de São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.22, p.653-656, 1987.
- LUCCI, C.S.; ZANETTI, M.A.; SCHALCH, E.; PETTINATI, R.L.; NETO, R.F.; OSTRONOFFI, S.; CAMPOS, D.M.; SILVA, A.G.; ANDRADE, A.M.L. Suplementação de selênio para bovinos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú : SBZ, 1985. p.134.
- MACE, D.L.; TUCKER, J.A.; BILLS, C.B.; FERREIRA, C.J. Reduction in incidence of birth of premature, weak and dead calves following sodium selenite and α - tocopherol therapy in pregnant cows. Bulletin of California Department of Agriculture, v.52, n.1, p.21, 1963.

- McDONALD, I.W. The nutrition of grazing ruminant. Nutrition Abstract and Reviews, v.38, p.381-400, 1968.
- McDOWELL, L.R. Nutrition of grazing ruminants in warm climates. New York : Academic Press, 1985. 443p.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H. Trace mineral nutrition in Latin America. World Animal Review, v.24, p.24-33, 1977.
- MAYLAND, H.F.; ROSENAU, R.C.; FLORENCE, A.R. Grazing cow-calf response to zinc supplementation. Journal of Animal Science, v.51, p.966-974, 1980.
- MILLER, J.K.; MILLER, W.J. Experimental zinc deficiency and recovery of calves. Journal of Nutrition, v.76, p.467-474, 1962.
- MILLS, C.F. Trace elements deficiency in livestock in Europe. World Review of Animal Production, v.1, p.51-57, 1966.
- MILTMORE, J.E.; MASON, J.L. Copper to molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminants feeds. Canadian Journal of Animal Science, v.51, p.193-200, 1971.
- MORROW, D.A. Phosphorus deficiency and infertility in dairy heifers. Journal of the American Veterinary Medical Association, v.154, p.761-768, 1969.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition (Washington, DC). Nutrient requirements of beef cattle. 5.ed. rev. Washington, DC : National Academy of Sciences, 1976. 56p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition (Washington, DC). Nutrient requirements of beef cattle. 6.ed. rev. Washington, DC : National Academy Press, 1984. 90p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).
- NOGUCHI, T.; CANTOR, A.H.; SCOTT, M.L. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. Journal of Nutrition, v.103, p.1502-1511, 1973.
- PALMER, L.S.; GULLICKSON, T.W.; BOYD, W.L.; FITCH, C.P.; NELSON, J.W. The effect of rations deficient in phosphorus and protein on ovulation, estrous and reproduction of dairy heifers. Journal of Dairy Science, v.34, p.199-210, 1941.
- PITTS, W.J.; MILLER, W.J.; FOSGATE, O.T.; NORTON, J.D.; CLIFTON, C.M. Effect of zinc deficiency and restricted feeding from two to five months of age on reproduction in Holstein bulls. Journal of Dairy Science, v.49, p.995-1000, 1966.
- PHILLIPO, M.; HUMPHRIES, W.R.; BREMER, T.; ATKINSON, T.G.; HENDERSON, G. Molybdenum - induced infertility in cattle. In: MILLS, I.B.; CHESTER, J.K. Trace elements in man and animals - TEMAS. Proceedings of the fifth International Symposium. Farham Royal : CAB, 1985. p.176-180.
- POTT, E.B.; TULLIO, R.R.; ALMEIDA, I.L.; BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C. Desempenho reprodutivo de bovinos na sub-região dos Paiaguás do Pantanal Mato-grossense. 2. Efeito da suplementação mineral sobre índices reprodutivos de novilhas. Brasília. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.22, n.11/12, p.1265-1277, 1987.

- REYNOLDS, E.B.; JONES, J.M.; JONES, J.H.; FUDGE, J.F.; KLEBERG JUNIOR, R.P. Methods of supplying phosphorus to range cattle in South Texas. Agricultural Experimental Station Bulletin, n.773, 1953.
- ROJAS, M.A.; DYER, I.A.; CASSAT, W.A. Manganese deficiency in the bovine. Journal of Animal Science, v.24, p.664-667, 1965.
- SANTIAGO, C.M. Estudo da influência do uso de emulsão de selênio - torofenol nas vacas de corte em gestação no Rio Grande do Sul, Brasil. A Hora Veterinária, v.6, n.31, p.23-25, 1986a.
- SANTIAGO, C.M. Estudo do efeito do uso da emulsão de selênio - torofenol na fecundidade de vacas de corte no Rio Grande do Sul, Brasil. A Hora Veterinária, v.6, n.32, p.13-15, 1986b.
- SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; MOTT, G.O.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B.; BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.17, n.1, p.11-20, 1982.
- SOUSA, J.C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.20, n.11, p.1309-1316, 1985.
- SOUSA, J.C.; GOMES, R.F.C.; REZENDE, A.M.; ROSA, I.V.; CARDOSO, E.G.; GOMES, A.; COSTA, F.P.; OLIVEIRA, A.R.; COELHO NETO, L.; CURVO, J.B.E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim colônia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.18, n.3, p.311-318, 1983.

- SUTMÖLLER, P.; ABREU, A.V.; van de GRIFT, J.; SOMBROEK, W.J. Mineral imbalances in cattle in the Amazon valley. Amsterdam : Department of Agricultural Research, 1966. 153p. (Communication, 53).
- SUTTLE, N.F. Effects of organic and inorganic sulphur on the availability of dietary copper to sheep. British Journal of Nutrition, v.32, p.559-568, 1974.
- TELENI, E.; SIEBERT, B.D.; MURRAY, R.M.; NANCARROW, C.D. Effects of supplements of phosphorus or phosphorus and protein on the ovarian activity of cows fed native pasture hay. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, v.17, p.207-213, 1977.
- THEILER, A.; DU TOIT, P.J.; MALAN, A.I. Studies in mineral metabolism. XXXVI. The influence of variations in the dietary phosphorus and in the Ca:P ratio on the production of rickets in cattle. Onderstepoort Journal of Veterinary Science, v.8, p.375-414, 1937.
- THEILER, A.; GREEN, H.H.; DU TOIT, P.J. Studies in mineral metabolism. 3. Breeding of cattle on phosphorus deficient pasture. Journal of Agricultural Science, v.18, p.369-371, 1928.
- THORNTON, I.; KERSHAM, G.; DAVIES, M.K. An investigation into copper deficiency in cattle in the southern Pennines. 2. Response to copper supplementation. Journal of Agricultural Science, v.78, p.165-171, 1972.
- TOKARNIA, C.H.; CANELLA, C.F.C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Paranaíba nos Estados do Piauí e Maranhão. Arquivos do Instituto de Biologia Animal, v.3, p.25-37, 1960.

- TOKARNIA, C.H.; CANELLA, C.F.C.; GUIMARÃES, J.A.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no nordeste e norte do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.3, p.351-360, 1968.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; CANELLA, C.F.C.; GUIMARÃES, J.A. Ataxia enzoótica em cordeiros na costa do Piauí. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.1, p.375-382, 1966.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S.S. Situação atual e perspectiva da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. Pesquisa Veterinária Brasileira, v.8, n.1/2, p.1-16, 1988.
- TOKARNIA, C.H.; GUIMARÃES, J.A.; CANELLA, C.F.C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Veterinária, v.6, p.61-77, 1971.
- TODD, W.R.; ELVEHJEM, C.A.; HART, E.B. Zinc in the nutrition of the rat. American Journal of Physiology, v.107, p.146-156, 1934.
- TRINDER, N.; WOODHOUSE, C.D.; RENTON, C.P. The effect of vitamin E and selenium on the incidence of retained placenta in dairy cows. Veterinary Record, v.85, p.550-553, 1969.
- UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. 2. ed. London : Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 180p.
- UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4. ed. New York : Academic Press, 1977. 545p.

- UNDERWOOD, E.J.; SOMERS, M. Studies of zinc nutrition in sheep. 1. The relation of zinc to growth, testicular development and spermatogenesis in young rams. Australian Journal of Agricultural Research, v.20, p.889-897, 1969.
- WARD, H.K. Supplementation of beef cows grazing on veld. Rhodesian Journal of Agricultural Research, v.6, p.93-101, 1968.
- WILSON, J.G. Bovine functional infertility in Devon and Cornwall: response to manganese therapy. Veterinary Record, v.9, p.562-566, 1966.
- WINKS, L.W. Cattle growth in the dry tropics of Australia. Australian Meat Research Committee Reviews, v.45, p.1-43, 1984.
- ZANETTI, M.A.; LUCCI, C.S.; MEIRELLES, G.J.R. Suplementação de selênio para vacas em final de gestação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú : SBZ, 1985. p.135.



Sal Mineral, para todos os tipos
de pastagens e categoria animal



NAVIRAI-MS AV. JATEÍ, 505 - TEL.: 461-1307
CAMPO GRANDE-MS/Saída para São Paulo - TEL.: 787-2945