

# SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM PEQUENOS RUMINANTES NO SEMI-ÁRIDO

Franklin RIET-CORREA<sup>1</sup>

**RESUMO:** No Brasil, as únicas carências diagnosticadas na região semi-árida são a de cobre em ovinos e caprinos sob pastejo e a de selênio em ovinos confinados. É provável que ocorram, também, as carências de sódio, fósforo, cobalto, zinco e iodo. No semi-árido, a suplementação mineral é uma prática recomendada em pequenos ruminantes, utilizando-se, freqüentemente, as misturas denominadas "completas" durante todo o ano. Neste artigo se recomenda a suplementação mineral somente no período das chuvas, com Na, P, Cu, Co, Zn, Se e I em uma mistura com 85% de NaCl. A suplementação mineral na seca depende da estratégia alimentar utilizada para superar a carência de forragem, mas não é recomendada a suplementação com P, podendo ser realizada a suplementação com NaCl e microelementos. Práticas erradas de suplementação mineral causam intoxicação crônica por Cu em ovinos; urolitíase e intoxicação por S em caprinos e ovinos; e osteodistrofia fibrosa em caprinos. Em animais suplementados com grãos se recomenda misturar aos mesmos 0,25%-0,5% de NaCl e 1%-1,5% de carbonato de Ca. Este último serve para melhorar a relação Ca:P e evitar a urolitíase e a osteodistrofia fibrosa. Animais confinados, principalmente quando estão recebendo feno de baixa qualidade, devem ser suplementados com Se.

**Termos de Indexação:** carências minerais, intoxicação por cobre, pequenos ruminantes, polioencefalomalacia, suplementação mineral, urolitíase.

## MINERAL SUPPLEMENTATION IN SMALL RUMINANTS IN THE SEMIARID REGION OF BRAZIL

**ABSTRACT:** In Brazil the only deficiencies reported in the semiarid region are copper deficiency in grazing sheep and goats, and selenium deficiency in confined sheep. It is likely that deficiencies of sodium, phosphorus, cobalt, zinc, and iodine also occur in small ruminants. In the semiarid, mineral supplementation throughout the whole year with "complete" mineral supplements is commonly recommended. In this paper, mineral supplementation during the rainy season is recommended using mineral supplements containing Na, P, Cu, Co, Zn, Se and I in a 85% NaCl mixture. Mineral supplementation during the dry season depends on the strategy for food supplementation; phosphorus supplementation is not recommended in grazing sheep and goats, but sodium chloride and microelements should probably be supplemented. Mistakes in the formulation of mineral supplements cause significant diseases in the semiarid, i.e., chronic Cu poisoning in sheep; urolithiasis and sulfur poisoning in goats and sheep; and fibrous osteodystrophy in goats. In grain fed small ruminants it is recommended to add 0.25%-0.5% NaCl and 1%-1.5% of calcium carbonate to the grains. The latter is used to improve the Ca:P relationship preventing urolithiasis and fibrous osteodystrophy. Confined animals fed with low quality hay should be supplemented with Se.

**Index Terms:** copper poisoning, mineral deficiencies, mineral supplementation, polioencephalomalacia, small ruminants, urolithiasis.

---

<sup>1</sup> Departamento de Clínica e Patologia. Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Universidade Federal de Campina Grande. Patos, Paraíba, 58700-000, Email: riet@cstr.ufcg.edu.br

## INTRODUÇÃO

Alguns minerais, denominados essenciais, são necessários para o organismo e devem estar presentes na alimentação. Cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl) e enxofre (S), denominados macroelementos, são necessários em quantidades maiores e ferro, cobalto, cobre, iodo, manganês, zinco e selênio, denominados microelementos, são necessários em quantidades muito pequenas (MCDOWELL, 1999; TOKARNIA et al., 2000). Além dos mencionados anteriormente outros minerais (arsênico, boro, cádmio, cromo, flúor, chumbo, lítio, molibdênio, níquel, sílica, estanho e vanádio) são essenciais (F, Cr, Ni e, para caprinos, As) ou há controvérsias quanto a sua essencialidade, mas, por enquanto, não devem ser considerados na suplementação (MCDOWELL, 1999).

As carências minerais ocorrem quando os animais ingerem um mineral em quantidades menores do que as suas necessidades ou quando são fornecidas dietas ou misturas minerais com proporções erradas de elementos que competem entre si, dificultando a sua absorção. No entanto, a carência de um ou mais minerais pode não acarretar sinais clínicos e nem mesmo perdas na produção, reconhecendo-se pelo menos três estágios diferentes: depleção de minerais nos tecidos; doença inaparente; e doença clínica.

Na depleção, as concentrações de minerais nos tecidos são baixas, mas não há prejuízos na produção, pois os animais tendem a regular ingestões marginalmente deficientes mediante mudanças na excreção ou absorção dos mesmos. Na carência inaparente há menor produção, mas não há sinais clínicos evidentes. Nestes casos há uma resposta à suplementação do mineral, evidenciada por melhores ganhos de peso, aumento na produção de leite ou lã ou melhores índices reprodutivos. No entanto, muitas vezes essas carências são marginais, o que significa que a resposta à suplementação pode ocorrer ou não, dependendo das

necessidades do animal e da disponibilidade dos demais elementos da dieta (proteínas, energia, vitaminas e outros minerais). Na carência clínica os animais apresentam sinais clínicos, que podem ser específicos ou inespecíficos, como perda de peso, emagrecimento, pêlo arrepiado e alotriofagia (apetite anormal que leva ao animal a ingerir ossos, pedras, solo, cascas de árvores, madeira, etc.). Os sinais específicos serão mencionados ao descrever as carências minerais que ocorrem no Brasil.

No Brasil há um bom conhecimento sobre as carências minerais em bovinos, assim como sobre as formas eficientes e econômicas de suplementação nesta espécie (SOUSA, 1981; EMBRAPA, 1995; MCDOWELL, 1999; TOKARNIA et al., 2000). Pelo contrário, em ovinos e caprinos o conhecimento sobre carências minerais é limitado e pouco se sabe sobre as formas corretas de suplementação. Na região semi-árida o que se constata é a recomendação de misturas minerais denominadas "completas" durante todo o ano, indiscriminadamente, tanto em animais a pasto quanto em animais confinados ou semi-confinados. Frequentemente, se suplementam minerais que não são necessários e, inclusive, atuam como antagonistas para outros minerais, por exemplo: Fe que antagoniza P e Cu; Ca que antagoniza P, Mg, Fe, I, Zn e Mn; Mo que antagoniza Cu; e S que antagoniza Cu e Se. Outras vezes, se suplementam minerais a níveis tóxicos como é o caso do Cu e S, ou mediante a suplementação se provocam ou agravam doenças de origem nutricional, como é o caso da urolitíase.

Este artigo tem como objetivos: revisar os conhecimentos disponíveis sobre carências minerais em ruminantes no Brasil; estabelecer alguns critérios básicos para a suplementação mineral de ovinos e caprinos no semi-árido; sugerir linhas de pesquisa para gerar conhecimentos que tornem a suplementação mais eficiente e com melhor custo/benefício; e evitar doenças causadas pela suplementação mineral inadequada.

## NECESSIDADES (REQUERIMENTOS) DE MINERAIS

Quando calculamos suplementos minerais para ruminantes devemos considerar que as necessidades são determinadas em animais aos quais estão sendo dadas todas as possibilidades nutricionais para desenvolver plenamente o seu potencial genético para a produção. Por outro lado, os animais têm capacidade de regular suas necessidades, isto é, há uma ampla margem de segurança entre os níveis que podem causar carência e os níveis tóxicos, que é dada pela regulação da absorção e excreção. É importante considerar, também, que as necessidades não só variam com a idade e a fase produtiva do animal, mas, principalmente, com a produção do mesmo. Um cordeiro que está tendo aumentos diários de 240 g tem maiores necessidades de Ca e P que um cordeiro que está ganhando 50 g por dia.

MCDOWELL (2000) ilustra este ponto com o exemplo de um barril, que está vazando água a diferentes alturas. A Fig. 1 exemplifica um animal cujas necessidades limitantes da produção são a energia em primeiro lugar, a proteína em segundo e P em terceiro; nesse caso, mesmo que sejam evitadas as perdas pela fresta do P (mediante a suplementação) a água continuará a ser perdida pelas frestas da energia e proteína, portanto, não haverá resposta à suplementação com P. Somente depois de suplementar energia e proteína será necessário suplementar P e, neste caso, sim haverá uma resposta produtiva. O exemplo anterior é o que ocorre nas regiões tropicais durante a época seca: a suplementação mineral é geralmente ineficiente, por que as principais limitantes são a energia e a proteína.

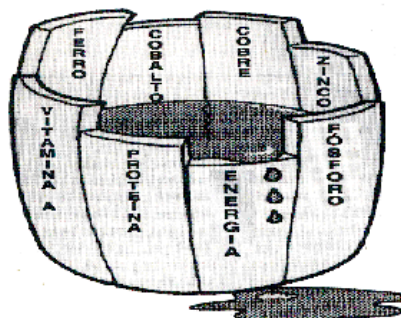


Figura 1 - O barril, idealizado originalmente por Justus Liebig (1803-1873) exemplifica o fato do que ocorre durante a estação seca em ruminantes. O nutriente mais limitante, por onde se perde primeiro a água é a energia. Se eliminarmos a fresta da energia (mediante a suplementação) o nutriente mais limitante será a proteína e se suplementarmos a proteína o nutriente mais limitante passa a ser P. Significa que para que haja uma resposta à suplementação com P, primeiro temos que suplementar a energia e a proteína. Se suplementarmos somente P, a água continuará a vazar pela energia e proteína.

Fonte: MCDOWELL (1999) - publicada por cortesia do Dr. R. L. McDowell.

Outros fatores que devem ser considerados ao avaliar as necessidades são a forma química e disponibilidade do mineral nas diferentes fontes, a condição prévia do animal em relação ao mineral (reservas), a presença na dieta de fatores que interagem com os minerais, incluindo a inter-relação com outros minerais, e sua possível toxicidade. Quando agregamos Fe, Mo ou S nas misturas estamos aumentando às necessidades de Cu e quando agregamos Cu ou S para suprir todas às necessidades do animal estamos aumentando às possibilidades de intoxicação, por que não contamos com o Cu e S contidos nas outras fontes de alimentação. Por outro lado, quando utilizamos, em animais confinados, suplementos com P e Mg, preparados para animais em pastagens, estamos aumentando, consideravelmente, os riscos de urolitíase.

Um exemplo da importância dos problemas de toxidez associados aos erros de suplementação é que, em pequenos ruminantes, são menos freqüentes as deficiências minerais do que as doenças causadas por erros na suplementação mineral (intoxicação por Cu, polioencefalomalacia associada à intoxicação por S e urolitíase em ovinos e caprinos e osteodistrofia fibrosa em caprinos).

## FÓSFORO

A deficiência de P ocorre em bovinos em pastejo em todas as regiões do Brasil (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973; SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1989, 1999, 2000; MCDOWELL, 1999). No Nordeste foi diagnosticada no Piauí e chapadas do Maranhão (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973). Em bovinos o sinal clínico mais característico é a osteofagia. Animais adultos, freqüentemente vacas em lactação, podem apresentar osteomalacia, caracterizada por debilidade óssea com fraturas freqüentes e claudicação dos membros anteriores com passos curtos e marcha rígida. Animais jovens em crescimento podem apresentar raquitismo. Animais sem sinais clínicos podem apresentar menores ganhos de peso e maiores intervalos entre-partos. No Brasil, as pastagens tropicais contêm, a maior parte do ano, menos de 0,15% de P; no entanto, a suplementação é economicamente viável somente no período das chuvas. Na época de seca não é aconselhável suplementar bovinos (exceto as vacas em lactação) por que nesta época os fatores limitantes são a energia e a proteína.

Os suplementos minerais para bovinos devem conter um mínimo de 6-8% de P total, e em áreas onde as forrageiras apresentam, consistentemente, menos do que 0,2% de P devem ser preferidos suplementos com 8-10% de P (MCDOWELL, 1999). Pastagens deficientes em P geralmente são, também, deficientes em proteína. Devemos considerar que a suplementação com P é o maior componente no custo dos suplementos minerais e, portanto, o princi-

pal determinante do custo/benefício da suplementação mineral. Em bovinos, na região Centro-Oeste, em animais a pastejo, o sal mineral representa aproximadamente 20% dos gastos da fazenda, sendo a fonte de fósforo responsável por 60% a 70% do custo do suplemento (SOUSA, 1985).

Em pequenos ruminantes a situação é totalmente diferente, já que estas espécies são muito mais resistentes à carência de fósforo do que os bovinos. A osteofagia não é observada em pequenos ruminantes e a carência clínica de P nunca foi descrita em ovinos ou caprinos no Brasil. Não há demonstração clara da ocorrência de deficiência de P em ovinos, em condições naturais, assim como nenhuma referência a problemas de infertilidade associados ao P (RADOSTITS et al., 2000).

Por outro lado, em caprinos, a deficiência é, também, rara, possivelmente devido à capacidade desta espécie de selecionar seus alimentos de forma variada incluindo espécies arbustivas e arbóreas (SMITH e SHERMAN, 1994). Isto evidencia a possibilidade de que em muitas regiões do Brasil possa não haver uma resposta produtiva à suplementação com P, tanto na época das chuvas quanto na época da seca. Trabalhos de pesquisa são necessários para analisar a resposta produtiva e a economicidade da suplementação com fósforo em pequenos ruminantes a pastejo na região semi-árida.

Toxicidade. Em pequenos ruminantes alimentados com grãos ou subprodutos destes, não é recomendada a suplementação com P, pois esses alimentos contêm altos níveis de P e baixos níveis de Ca, com uma relação Ca:P de menos de 1, a qual é a principal causa para a ocorrência de urolitíase. Outra doença causada pela relação Ca:P menor do que 1 é a osteodistrofia fibrosa em caprinos (RIET-CORREA et al., 2003), que ocorre por que os níveis altos de P na alimentação causam hiperparatiroidismo nutricional, que leva à remoção de Ca dos ossos e substituição do tecido ósseo por tecido fibroso. Caprinos afetados apresentam abaulamento dos ossos da

cara, corrimento nasal, e afrouxamento dos dentes.

O fosfato de rocha e o superfosfato triplo, pelo seu baixo custo, são recomendados como fonte de fosfato para a suplementação mineral. No entanto, quando são utilizadas estas fontes devemos considerar a sua provável toxicidade, devido ao alto conteúdo de flúor. Experimentalmente, bovinos suplementados com superfosfato triplo produzido com rochas nacionais (que contêm menos F que rochas de outras regiões) apresentam desempenho semelhante aos animais suplementados com fosfato bicálcico, no entanto, os animais suplementados apresentam maior conteúdo de F nos ossos. O superfosfato triplo produzido com rocha fosfática importada, que tem maior teor de flúor que aquele produzido a partir de matéria-prima nacional, representa 40% do produto encontrado no mercado no Brasil, portanto, antes de utilizar este produto devemos conhecer sua origem. (NICODEMO e MORAES, 2000).

Os fosfatos de rocha são pouco palatáveis e, à medida que se aumenta a sua concentração nas misturas minerais, o consumo e o desempenho dos animais se reduzem. Por outro lado o Ministério da Agricultura exige que as misturas minerais apresentem o máximo de 2000 mg/kg (ppm) de F e uma relação P:F menor do que 60:1. A utilização de fosfatos de rocha e superfosfato triplo não regularizados pelo Ministério da Agricultura implica em riscos de intoxicação por F (NICODEMO e MORAES, 2000). Além disso, devemos considerar que a utilização de superfosfato triplo pode causar também depressão, diarreia e sinais nervosos e, na necropsia, observa-se nefrose (RADOSTITIS et al., 2000).

## CÁLCIO

No Brasil a deficiência de Ca não ocorre em bovinos a pastoreio por que a grande maioria das pastagens tem níveis adequados de Ca (SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995; MCDOWELL, 1999).

A hipocalcemia, doença freqüente em bovinos e que ocorre, também, em ovinos e caprinos, não é devida a carência de Ca, trata-se de uma doença metabólica, associada à falta de mobilização de Ca dos ossos, que ocorre no período do peri-parto. É evidente que a carência de Ca também não ocorre em ovinos e caprinos, portanto, a suplementação com Ca em pequenos ruminantes a pastoreio não é necessária. Devemos considerar, no entanto, que a maioria das fontes de P contêm Ca e que a legislação brasileira exige que os suplementos minerais tenham uma relação Ca:P de, no máximo, 1:1. Por outro lado, algumas pastagens tropicais contêm altos níveis de oxalatos e, apesar dos ruminantes conseguirem utilizar o Ca disponível como oxalato de Ca, é possível que o alto conteúdo de oxalatos possa reduzir a disponibilidade de Ca. Em resumo, o Ca deve continuar a ser agregado nas misturas minerais, mas não nas concentrações exageradas que ocorrem na maioria dos suplementos minerais (EMBRAPA, 1995). De qualquer forma ruminantes são tolerantes à ingestão de altas relações Ca:P, de até 8:1, desde que os requerimentos de P sejam atendidos.

Contrariamente ao que acontece nas pastagens, a deficiência de Ca é freqüente em animais alimentados com concentrados, porque os grãos e seus subprodutos são ricos em P e pobres em Ca, com uma relação Ca:P menor que 1:1. Esta baixa relação Ca:P é a principal responsável pela alta freqüência de urolitíase obstrutiva em caprinos e ovinos machos confinados ou semi-confinados. Em ruminantes alimentados com grãos, estes devem ser suplementados com Ca, para restabelecer uma relação Ca:P de, pelo menos 1,2:1, mas relações de 1,5:1 a 2:1 têm sido recomendadas para evitar a urolitíase (RADOSTITS et al., 2000). Para isso, recomenda-se que ovinos e caprinos suplementados com grãos recebam entre 1% e 1,5% de carbonato de Ca com o concentrado (ASHTON e MORBEY, 2002).

Toxicidade. Altos níveis de Ca na alimentação por longos períodos podem oca-

cionar alterações ósseas (osteopetrose). A adição de Ca em excesso pode interferir com outros minerais (P, Mg, Fe, I, Zn e Mn) causando carência dos mesmos (MCDOWELL, 1999).

### SÓDIO E CLORO

No Brasil, nas diferentes regiões, considera-se que a grande maioria das pastagens é deficiente em Na durante todo o ano (SOUSA, 1981, TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995; MCDOWELL, 1999) e todas as gramíneas tropicais apresentam níveis baixos de Na, exceto *Bracharia humidicola*, que apresenta, em média, 800 a 1000 mg/kg de Na, ou seja, 5-10 vezes mais do que outras gramíneas (ROSA, 1995; citado por MCDOWELL, 1999). Os grãos apresentam baixos níveis de Na, portanto este mineral deve ser suplementado também nas dietas com grãos. Não há evidência de que Cl cause nenhuma carência específica. Os sinais clínicos de carência de Na caracterizam-se por uma procura acentuada por sal, perda ou menor ganho de peso e alotriofagia, com tendência dos animais a ingerirem solo ou madeira e a lamber o suor de outros animais.

NaCl (sal comum) é utilizado para dar palatabilidade às misturas minerais. Suplementos sem sal comum não seriam consumidos em quantidades suficientes pelos animais, mesmo com deficiência extrema de alguns minerais. NaCl é utilizado, também, para limitar o consumo. Em bovinos considera-se que um animal adulto ingere aproximadamente 30 g de sal por dia. Para calcular uma mistura mineral deve-se considerar que os outros minerais devem ser agregados a esses 30 g de sal. Os ovinos têm uma preferência particular por sal e consomem até cinco vezes mais sal por kg de peso vivo do que os bovinos. No entanto, há marcadas diferenças entre diferentes estimativas, variando de 2-3 g por cabeça por dia para 22-35 g cabeça/dia (MCDOWELL, 1999).

Esta variação sugere a necessidade de determinar o consumo diário de sal em

ovinos e caprinos em pastejo no Nordeste, para posteriormente adequar o percentual de sal utilizado nas misturas. É importante destacar que ruminantes recebendo sal em misturas minerais ou para controlar o consumo em misturas múltiplas devem ter livre acesso à água.

Devemos considerar, também, a possibilidade de que pequenos ruminantes pastando em solos salinizados pela irrigação ou onde existam lagos de água salobra (salinas) não consumam ou consumam menores quantidades de sal. Neste caso podem ser utilizadas outras formas de suplementação mineral ou devem ser agregados outros palatabilizantes (farelo de algodão, melão em pó, fubá) às misturas minerais.

Em pequenos ruminantes alimentados com concentrados, o sal deve ser agregado em concentrações de 0,5% (ASHTON e MORBEY, 2002). No entanto, foi determinado que quantidades menores (0,25%) são suficientes para as rações de confinamento (MCDOWELL, 1999). Na região Nordeste é freqüente a adição de 3%-4% de sal nas rações para induzir maior consumo de água e diminuir os riscos de urolitíase. Consideramos que esta prática deveria ser reavaliada após a adequação da relação Ca:P nas rações e a suspensão de qualquer suplementação com Mg nas mesmas.

Toxicidade. Em bovinos a intoxicação por sal pode ocorrer em animais privados de água por longos períodos, que após a ingestão de água desenvolvem edema cerebral e polioencefalomalacia (PEM). Esta é uma das possíveis causas de PEM em bovinos na região Centro-Oeste. A PEM por intoxicação por sal não tem sido diagnosticada em pequenos ruminantes, no entanto, nestas espécies, a ingestão continuada pode causar depressão, anorexia e perda de peso (RADOSTITS et al., 2000). Devemos ter cuidado em manter um aporte constante de água em animais suplementados com sal.

### POTÁSSIO

Não há evidências de carência de K em

ruminantes no Brasil e a maioria das forrageiras analisadas contêm níveis adequados ou mesmo elevados de K (TOKARNIA et al., 1988; EMBRAPA, 1995). MCDOWELL (2000) alerta para a possibilidade de carência de K em épocas secas em pastagens maduras ou em fenos feitos com pastagens maduras muito expostas ao sol e chuvas, ou em animais alimentados com grãos. Não é recomendada a suplementação com K, pelo menos até que dados experimentais demonstrem o contrário.

**Toxicidade.** Sob condições normais não ocorre intoxicação por K. Em pastagens com altas concentrações de K, este pode interferir com Mg e ocasionar hipomagnesemia (MCDOWELL, 1999).

## MAGNÉSIO

Não há descrições de carência de Mg no Brasil e a maioria das pastagens contêm níveis adequados de Mg (TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995). Por outro lado, devemos considerar que, em bovinos, a suplementação com Mg somente é eficiente quando estão ocorrendo casos de tetania das pastagens (MCDOWELL, 1999), doença que até o momento não tem sido diagnosticada no Brasil.

**Toxicidade.** Em ovinos e caprinos confinados o Mg é, provavelmente, um dos responsáveis pela ocorrência de urolitíase, portanto deve-se evitar a suplementação com qualquer fonte de Mg.

## ENXOFRE

O S é freqüentemente utilizado em suplementos minerais e misturas múltiplas, no entanto, há somente uma constatação experimental da carência de enxofre em bovinos no Brasil (ORTOLANI, 2001a). O S não tem sido analisado rotineiramente em amostras de pastagens (EMBRAPA, 1995). A deficiência deste mineral é possível sempre que haja deficiência de proteína, principalmente em pastagens maduras durante a seca.

Os sinais clínicos da deficiência de S

são semelhantes aos da deficiência de proteína: perda ou menores ganhos de peso, diminuição do apetite, queda na produção de leite e menores índices reprodutivos. Por problemas de toxicidade, e até dispor de mais dados experimentais, deve-se ter cuidado com a suplementação com S durante a seca e não é aconselhável a suplementação na época das chuvas.

**Toxicidade.** Atualmente sabe-se que a principal causa de polioencefalomalácia (PEM) em bovinos e pequenos ruminantes é a intoxicação por S. Considera-se que valores de S acima de 0,4% podem causar e enfermidade. A PEM é uma doença freqüente em bovinos na região Centro-Oeste e em caprinos e ovinos no semi-árido (LIMA et al., 2005). Em poucas ocasiões tem sido diagnosticada a causa da PEM, no entanto, em um surto no Rio Grande do Sul (DRIEMEIER e LORETTI, 2001) e outro na Paraíba, a doença foi associada a suplementos com alto conteúdo de S.

Na Paraíba, o surto ocorreu em ovinos suplementados, durante a seca, com uma mistura múltipla constituída por 12 kg de farinha de palma, 30 kg de cama de frango, 16 kg de fosfato bicálcico, 30 kg de NaCl, 10 kg de uréia, 1,3 kg de flor de enxofre, 600 g de sulfato de zinco, e 20 g de sulfato de cobalto (LIMA et al., 2005). Este suplemento estava sendo dado à vontade e o consumo, de acordo com um trabalho no qual administrou-se uma mistura semelhante (SALOMÃO et al., 1997), pode ser estimado em, no mínimo, 150 g por cabeça por dia.

Considerando-se que um ovino de 45 kg deve ingerir aproximadamente 1-1,5 g por dia de S (0,1-0,15% da dieta), o S administrado somente na flor de enxofre corresponde a 1,6 g por dia. Por outro lado, a cama de frango contém, em média 0,39% de S, com um máximo de 0,44% e um mínimo de 0,33% (ORTOLANI, 2001b), que, para a estimativa de um consumo de 150 g da mistura múltipla, representa a ingestão de mais 175 mg de S. A isto temos que agregar o S contido no sulfato de zinco (106 mg), no sulfato de cobalto (3,4 mg) e nos

outros componentes da dieta e na água. Apesar dos níveis de S dos outros nutrientes e da água serem desconhecidos é provável que a ingestão de S por esses ovinos estivesse acima dos níveis tóxicos (0,4% da dieta) (LIMA et al., 2005).

É freqüente encontrar esses níveis de flor de enxofre (1,3%) nas misturas múltiplas recomendadas para pequenos ruminantes no semi-árido. Perante essa realidade é evidente a necessidade de reavaliar a quantidade de S nos suplementos. Enquanto não se obtém dados experimentais a respeito é melhor seguir as orientações da Embrapa para gado de corte: quando utilizar uréia agregar 4 kg de flor de enxofre ou 15 kg de sulfato de amônia para cada 100 kg de uréia. Neste caso, o S é necessário para manter uma relação de 15 partes de N para cada parte de S. Portanto, as misturas múltiplas com 10 kg de uréia para 100 kg de mistura devem ser suplementadas com 400 g de flor de enxofre ou 1,5 kg de sulfato de amônia ou sulfato de cálcio.

## FERRO

No Brasil, a maioria das amostras de pastagens apresenta valores altos de Fe e, ocasionalmente, valores tóxicos (SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995; MCDOWELL, 1999), portanto, não é recomendado agregar Fe às misturas minerais.

Toxicidade. Fe é um antagonista do Cu e em algumas regiões do Brasil os níveis altos de Fe são a principal causa da carência de Cu (MARQUES et al., 2003).

## COBRE

A carência de Cu é uma das mais importantes no Brasil e valores baixos de Cu são encontrados em forrageiras e em fígados de ruminantes das diversas regiões (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973; SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995; McDOWELL, 1999). Além disso, diversas formas clínicas da carência de Cu têm sido diagnosticadas em bo-

vinos, ovinos e caprinos de todas as regiões, incluindo a Nordeste. A carência de Cu ocorre pela ingestão de pastagens com baixa concentração de Cu, menos de 5 mg/kg (ppm) para ovinos (RADOSTITS et al., 2000), e 7 mg/kg para caprinos (SMITH e SHERMAN, 1994), ou pela presença de antagonistas do Cu na dieta, principalmente Mo, Fe e S.

Diversos sinais clínicos são observados na deficiência de Cu: diarreia, anemia, fragilidade óssea, perda de peso, despigmentação dos pêlos e da lã (acromotriquia), morte súbita e alterações do sistema nervoso (hipomielinogênese ou desmielinização). Esta última, conhecida como ataxia enzoótica ocorre em ovinos (TOKARNIA et al., 1966) e caprinos (RIET-CORREA et al., 2003) no Nordeste. A enfermidade caracteriza-se por incoordenação progressiva dos membros posteriores, que evolui para paralisia flácida dos quatro membros e decúbito permanente. Podem ser observados, também, tremores da cabeça. Em ovinos a doença foi constatada no Piauí, onde é conhecida como "escancho", em animais de 15 dias a 6 meses de idade (TOKARNIA et al., 1966).

Em caprinos a doença foi diagnosticada na Paraíba, em cabritos de 2-5 meses (RIET-CORREA et al., 2003). No Rio Grande do Sul foram observados casos de hipomielinogênese congênita por deficiência de Cu grave durante a gestação. Nesses casos, os cordeiros não conseguem se manter em pé após o nascimento e apresentam severa falta de mielina no sistema nervoso (BARROS, 1997; citado por RIET-CORREA et al., 2001). No Pará (BARBOSA, comunicação pessoal) e no Rio de Janeiro (MALAFAIA et al., 2004) observa-se emagrecimento e despigmentação dos pêlos, principalmente ao redor dos olhos em caprinos com deficiência de Cu.

Em vacas, na Paraíba, foram diagnosticados casos de diarreia crônica, com 6-8 meses de duração. Todos os bovinos suplementados parenteralmente com glicinato de Cu se recuperaram em 20-30 dias. Em outros países casos semelhantes de

diarréia crônica ocorrem, também, em caprinos (MCDOWELL, 1999) e, tanto em bovinos quanto em caprinos estão associados a altas concentrações de Mo nas pastagens.

Na região Nordeste, em pequenos ruminantes sob pastejo é necessária a suplementação com Cu. No caso de ovinos, espécie muito susceptível à intoxicação por Cu, os suplementos minerais não devem conter mais do que 0,1%-0,2% de Cu (MCDOWELL, 1999) ou 0,4-0,8% de sulfato de cobre (RADOSTITS et al., 2000). No caso de caprinos, espécie com maiores necessidades de cobre e menos susceptível à intoxicação do que os ovinos poderiam ser utilizados suplementos com 0,2% a 0,4% de Cu (0,8% a 1,6% de sulfato de cobre).

Segundo alguns autores as necessidades de Cu (de 8-11 mg/kg) são semelhantes para caprinos e ovinos (MCDOWELL, 1999), no entanto, RADOSTITS et al., (2000) consideram que as necessidades dos ovinos são de 5 mg/kg enquanto que as dos bovinos são de 10 mg/kg. Os caprinos têm necessidades semelhantes às dos bovinos (10 mg/kg) (SMITH e SHERMAN, 1994). Em caprinos, assim como em ovinos e bovinos, a relação Cu:Mo é muito importante e as necessidades de 10 mg/kg ocorrem quando a relação Cu:Mo é menor do que 10 e maior do que 2 (SMITH e SHERMAN, 1994).

RADOSTITS et al. (2000) consideram que em pastagens com mais de 10 mg/kg de Mo, bovinos e ovinos devem ser suplementados com Cu, e que relações Cu:Mo menores do que 5 levam a hipocuprose. Caprinos e ovinos podem também ser suplementados, pelo menos duas vezes por ano, com Cu injetável, na forma de etileno-dinitrilo ou glicinato, este último comercializado no Brasil. No caso de ovinos ou caprinos prenhes, uma administração de 45 mg de Cu deve ser realizada no segundo terço da gestação (RADOSTITS et al., 2000).

Animais alimentados com grãos e subprodutos dos mesmos não devem ser suplementados com Cu, pois, esses ali-

mentos têm Cu suficiente e, em ovinos, qualquer suplementação implicaria no risco de intoxicação. A suplementação com Cu na época seca em ovinos consumindo misturas múltiplas deveria ser avaliada em cada caso, dependendo da quantidade de suplemento consumido e do conteúdo em Cu desse suplemento. Misturas múltiplas contendo 30% de sal, com um consumo estimando em 0,3% do peso vivo, não devem conter mais do que 12-15 g de sulfato de cobre por cada 100 kg de mistura para ovinos e 24-30 g/100kg para caprinos.

Toxicidade. A intoxicação crônica por Cu é uma das doenças mais frequentes em ovinos no semi-árido (RIET-CORREA et al., 2003) e em outras regiões do Brasil. Ocorre em consequência da ingestão de grãos ou subprodutos, suplementados ou não com Cu, contendo mais de 15 mg/kg de Cu, pelo consumo de suplementos minerais para bovinos contendo 0,5% a 2% ou mais de sulfato de cobre, pela alimentação com cama de frango, que pode conter altas concentrações de Cu ou pela permanência de ovinos em pastagens contaminadas com Cu.

A única forma de evitar a intoxicação é não suplementar com Cu animais confinados, não administrar concentrados em quantidades maiores do que 1% do peso vivo, não utilizar sais minerais preconizados para bovinos em ovinos em pastejo e não administrar cama de frango. Há marcadas diferenças na susceptibilidade à intoxicação por Cu entre raças de ovinos, sendo que as raças de corte são mais susceptíveis que as raças de lã. Não há dados sobre a susceptibilidade das raças de ovinos deslanados do Nordeste em comparação com outras raças, nem sobre a susceptibilidade das diferentes raças de caprinos à intoxicação por Cu.

No Rio Grande do Sul, rações contendo 15-20 mg/kg de Cu têm causado intoxicação em ovinos. Um fator importante na intoxicação por Cu, que não tem sido estudado no Brasil, é a concentração de Mo. Pastagens com 15-20 mg/kg de Cu podem causar intoxicação em ovinos quando a

concentração de Mo é de 3,6 mg/kg, mas com concentrações de Mo menores, pastagens com 8-11 mg/kg podem ser tóxicas. As dificuldades em estimar as necessidades de Cu para calcular sua concentração nas misturas minerais e evitar riscos de toxicidade podem ser exemplificadas pelo fato de que ovelhas em lactação necessitam 14-17 mg/kg de Cu quando o Mo está acima de 3 mg/kg e somente 7-8 mg/kg quando o Mo é inferior a 1 mg/kg, enquanto que os níveis tóxicos variam entre 8 e 25 mg/kg, dependendo dos níveis de Mo (MCDOWELL, 1999).

### MOLIBDÊNIO

A única importância do molibdênio é por sua toxicidade em relação ao Cu. Níveis altos de Mo podem causar hipocupremia e níveis baixos podem causar intoxicação por Cu, mesmo que os valores deste último estejam dentro dos níveis normais. O excesso de Mo causa hipocupremia caracterizada por diarreia crônica em bovinos adultos e caprinos.

No Brasil, as concentrações de Mo em fígado de animais e pastagens estão dentro dos valores considerados adequados (TOKARNIA et al., 1999). Mo não deve ser incluído nos suplementos minerais.

### COBALTO

A deficiência de Co, junto com as de Na, P e Cu, é uma das quatro mais frequentes no Brasil. Baixos níveis de Co, indicando deficiência subclínica, têm sido encontrados em fígados de bovinos e pastagens de diversas regiões do País (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973; SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1988; MCDOWELL, 1999). Na região Centro-Oeste, aproximadamente 10% das amostras de pastagens são deficientes em Co (EMBRAPA, 1995).

Quadros clínicos de carência de Co, conhecidos como mal do fastio, peste de secar, mal de secar, toque ou toca, observados em diferentes regiões do País, ca-

racterizam-se por emagrecimento progressivo, mesmo com disponibilidade de forragem, e alotriofagia com ingestão, principalmente, de cascas de árvores e madeira (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973; TOKARNIA et al., 1998).

No Nordeste a doença foi diagnosticada no Ceará em bovinos que durante a seca no sertão são transportados para a serra de Ibiapava, na região produtora de cana. Nos anos de estiagem prolongada no sertão os bovinos que permanecem na serra por longos períodos são afetados por carência clínica de Co, denominada mal do fastio (TOKARNIA et al., 1973). Sinais clínicos semelhantes ocorrem na Paraíba em bovinos que permanecem nas serras do Brejo Paraibano (RIET-CORREA et al., 2003).

Os ovinos são mais susceptíveis à carência de Co do que os bovinos (MCDOWELL, 1999). Nesta espécie a deficiência foi diagnosticada no Centro-Oeste, em animais com perda de peso e anemia e, na necropsia, fígados amarelados (J. R. BORGES, comunicação pessoal).

No Nordeste é evidente a necessidade de incluir Co nos suplementos minerais. A concentração recomendada é de 0,002% (20 mg/kg) de Co no sal mineral (RADOSTITS et al., 2000). Como a carência de Co é uma doença de animais em pastagens (MCDOWELL, 1999), não é necessário suplementar animais alimentados com grãos e subprodutos dos mesmos.

### ZINCO

Baixos níveis de Zn têm sido encontrados em fígados de bovinos e pastagens no Brasil, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte (SOUSA, 1981; TOKARNIA et al., 1988, 1999; EMBRAPA, 1995; MCDOWELL, 1999), assim como uma resposta eficiente à suplementação com Zn (SOUSA, 1982). Esses dados evidenciam a necessidade de suplementação com Zn em ruminantes em pastagens.

Os sinais clínicos da carência de Zn em ruminantes incluem emagrecimento, diar-

reia, pêlo áspero perda de pêlo e lesões de paraqueratose da pele, que se apresenta seca escamosa e com rachaduras. A enfermidade, com lesões de pele, tem sido descrita em ovinos na Turquia e Sudão (MCDOWELL, 1999).

A deficiência de Zn em ruminantes é de ocorrência improvável em animais alimentados com grãos.

Toxicidade. Zn é um mineral pouco tóxico mais pode interferir com Ca, Cu e Fe.

## IODO

Grandes áreas do Brasil são deficientes em I (MCDOWELL, 1999) e a carência tem sido diagnosticada em Minas Gerais e na região Centro-Oeste (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1973; MCDOWELL, 1999). A deficiência é mais freqüente em regiões de pluviosidade baixa e distantes do mar. Caracteriza-se pela ocorrência de bócio (aumento de volume da tireóide) e aborto ou nascimento de animais sem pelagem e com aumento de volume da tireóide. Em áreas de moderada deficiência de iodo, onde a ocorrência de bócio é rara, podem ocorrer altos índices de mortalidade perinatal em cordeiros. Recomenda-se a suplementação com I em ruminantes em pastagens, no entanto, geralmente não é necessário agregar iodo às misturas, pois a maioria do sal já vem iodada, com 0,01% de iodeto de potássio estabilizado. Em geral recomenda-se agregar 200 mg de iodeto de potássio estabilizado por kg de sal (RADOSTITS et al., 2000).

Toxicidade: O iodo é um mineral pouco tóxico. Casos de intoxicação têm ocorrido em eqüinos no Rio Grande do Sul por erros na suplementação.

## SELÊNIO

A carência de Se e vitamina E causa em ruminantes uma doença conhecida como doença do músculo branco ou miopatia nutricional. A doença foi diagnosticada em bovinos em pastejo no Rio Gran-

de do Sul (BARROS et al., 1988), em caprinos confinados no Rio Grande do Sul e em ovinos confinados na Paraíba.

No Rio Grande do Sul os caprinos, de diversas idades, estavam confinados durante o inverno recebendo silagem de sorgo, feno de alfafa, feno de azevém (*Lolium multiflorum*), rolão de milho e pouca quantidade de ração para caprinos (LORETTI et al., 2001). Posteriormente, casos esporádicos foram observados em cabras e também em cabritos jovens, sempre associados ao confinamento durante o inverno (D. DRIEMEIER, comunicação pessoal). Na Paraíba foram observados dois surtos de miopatia nutricional em ovinos de 3-4 meses de idade, confinados, com rápido crescimento, recebendo ração rica em proteína e energia (RIET-CORREA et al., 2003; AMORIM et al., 2005).

A alimentação com concentrados com alto teor de ácidos graxos não saturados favorece à ocorrência das deficiências de Se e vitamina E. A doença é particularmente freqüente em cabritos de até três semanas de idade (RADOSTITS et al., 2000).

Além da doença do músculo branco a carência de Se e vitamina E pode causar crescimento retardado, alta freqüência de retenção de placenta e outras alterações reprodutivas. Na Nova Zelândia, diversas doenças (emagrecimento em cordeiros, infertilidade em ovelhas com alta mortalidade embrionária entre a 3ª e a 4ª semanas após a concepção, e diarreia em ovelhas lactantes) são conhecidas como doenças responsivas a selênio, por que os animais se recuperam após a suplementação com este mineral (RADOSTITS et al., 2000).

Concentrações baixas de Se foram encontradas em bovinos em São Paulo, associado a altos índices de retenção de placenta, em amostras de pastagens em São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e em amostras de milho provenientes de diversas regiões do País. (TOKARNIA et al., 1988, 1999; MCDOWELL, 1999). Esses dados sugerem que o Se deve ser suplementado tanto em pequenos ruminan-

tes mantidos em pastagens, quanto nos confinados. O Se pode ser suplementado, também, em forma injetável. Injeções de 1 mg de Se na forma de selenato de bário em ovelhas, mantém níveis adequados de Se por até cinco meses (RADOSTITS et al., 2000).

**Toxicidade.** A intoxicação por Se está associada, geralmente, ao consumo de plantas acumuladoras de Se, que podem ser acumuladoras obrigatórias ou facultativas. As primeiras sempre acumulam Se, enquanto que as segundas somente acumulam quando os solos são ricos nesse mineral. Um dos gêneros de plantas acumuladoras facultativas é o *Atriplex* (KNIGHT e WALTER, 2001), sendo que *A. nummularia* (erva sal) é cultivada como forragem em algumas regiões da Paraíba, por ser resistente a altas concentrações de sal no solo e poder ser irrigada com água salobra proveniente de dessalinizadores. Portanto, se os solos onde é cultivada esta espécie são ricos em Se, poderão ocorrer casos de intoxicação.

## MANGANÊS

O principal sinal clínico de deficiência de Mn em ruminantes é o nascimento de animais com malformações ósseas, que não tem sido comprovado no Brasil. As malformações ósseas observadas frequentemente em caprinos e ovinos na região semi-árida são devidas à ingestão de *Mimosa tenuiflora* (RIET-CORREA et al., 2005).

Apesar de que em algumas amostras de pastagens têm sido encontrados níveis insuficientes de Mn, na maioria das amostras foram encontradas altas concentrações, às vezes em níveis tóxicos (EMBRAPA, 1995; TOKARNIA et al., 1999; MCDOWELL, 1999). Não é aconselhável suplementar pequenos ruminantes, no semi-árido, em pastagens ou confinados, a menos que dados experimentais venham a demonstrar o contrário.

**Toxicidade.** Mn é um mineral pouco tóxico.

## RECOMENDAÇÕES DE SUPLEMENTAÇÃO EM OVINOS E CAPRINOS

No Brasil há poucos resultados experimentais publicados sobre suplementação mineral em ovinos e caprinos. Em ovinos, no Rio Grande do Sul, em Bagé, não foram observadas diferenças significantes entre três grupos de cordeiros: suplementados com sal; suplementados com mistura mineral comercial; e não suplementados, durante um ano (SELAIVE-VILLAROEL et al., s.d., citado por CAVALHEIRO et al., 1989).

Resultados semelhantes foram obtidos por PERÔNIO e FIGUEIRÓ (1983) que também suplementaram ovinos por um ano e encontraram diferenças significativas somente no comprimento de mecha da lã. Em outro experimento, na estação experimental de Uruguaiana, foram suplementados grupos de 5 ovelhas de 4 raças diferentes totalizando 20 ovelhas por grupo. Um grupo foi suplementado com sal, outro com sal e farinha de osso, outro com sal e microelementos e outro grupo foi testemunha. Após quatro semanas os grupos suplementados ganharam mais peso, mas sem que os resultados tenham sido analisados estatisticamente (PAIM, 1949, citado por CAVALHEIRO et al., 1989).

Finalmente, na estação experimental de Vacaria foi realizado um ensaio de suplementação mineral em cordeiros desmamentados. Um grupo recebeu sal, outro sal e macroelementos e outro sal, macroelementos e microelementos. Os ganhos de peso dos grupos suplementados foram significativamente maiores que os do grupo controle e os do grupo suplementados com macroelementos e com macro e microelementos foram significativamente maiores que os suplementados com sal. Este foi o único experimento com suplementação mineral em ovinos em que a mistura mineral foi formulada após a determinação dos valores de minerais nas pastagens e no solo. O consumo de suplemento mineral foi de aproximadamente 12 g por cabeça/dia (CAVALHEIRO et al., 1989).

Em um trabalho recente dois grupos de caprinos, alimentados com volumoso e concentrado, foram suplementados, respectivamente, com um sal mineral comercial e com um sal mineral contendo somente cloreto de sódio, superfosfato simples e sulfato de cobre. Não houve diferenças no ganho de peso entre os dois grupos e o consumo diário variou de 12,2 a 18,4 g por dia nos animais maiores e de 3,7 a 4,2 g/dia nos animais menores (MALAFAIA et al., 2004).

Para calcular, com certa precisão, a composição de um suplemento mineral para pequenos ruminantes a pastejo deve-se conhecer diversos fatores: 1) a composição mineral das pastagens e a biodisponibilidade destes minerais, que dependem do estágio de crescimento e da época do ano; 2) a quantidade de pastagens consumidas em matéria seca; 3) os requerimentos minerais dos animais, que dependem da idade, do estado fisiológico (crescimento, engorda, gestação, lactação) e da alimentação, que permite ou não desenvolver todo o seu potencial produtivo; 4) a forma química, a concentração e a biodisponibilidade de cada mineral na fonte que será utilizada; 5) o consumo esperado de mistura mineral por cabeça; 6) a condição prévia do animal em relação ao mineral que vamos suplementar; 7) a presença de fatores na dieta que interferem na absorção do mineral.

O conhecimento de todos esses fatores mencionados anteriormente é impossível e, mesmo que fosse possível, haveria muitas variações entre fazendas e, também, entre áreas de uma mesma fazenda e exigiria muitos exames químicos. Perante essa situação, o mais correto seria elaborar fórmulas minerais para as diferentes regiões com características semelhantes (cerrado, campos nativos, terras de matas ou férteis, semi-árido, terras cultivadas, etc.) (SOUSA, 1981). Isto pode ser feito se há dados de pesquisa que permitam formular os suplementos para cada região. Outro ponto importante em relação às misturas é o das necessidades de cada categoria ani-

mal, principalmente em relação ao P que é o suplemento mais caro. Em bovinos, em geral, recomendam-se fórmulas diferentes para animais de cria, recria e engorda o que se justifica pelas necessidades diferentes de P e o alto custo do mesmo (EMBRAPA, 1995).

Na região Nordeste, em pequenos ruminantes, muitos criadores e técnicos utilizam o mesmo critério empregado anteriormente em bovinos: de que a suplementação mineral adequada é aquela na que os animais recebem um suplemento o mais completo possível, durante todo o ano. Por outro lado, dispomos de poucos dados sobre níveis de minerais em tecidos de animais e forrageiras, para formular suplementos minerais com o máximo de eficiência e rentabilidade. De qualquer forma, é imprescindível, mesmo sem a informação necessária, mas utilizando resultados de pesquisa gerados em outras regiões do Brasil, elaborar misturas minerais que substituam algumas das misturas utilizadas atualmente e, principalmente, que evitem os numerosos casos de doenças que se registram atualmente em consequência da suplementação mineral errada, além de diminuir os custos e aumentar a eficiência.

Em primeiro lugar, deve-se diferenciar claramente a suplementação mineral na época das chuvas e na época de seca. Para isso a suplementação será discutida sobre quatro aspectos: 1) suplementação na chuva; 2) suplementação na seca; 3) misturas múltiplas; e 4) suplementação com grãos e subprodutos.

#### SUPLEMENTAÇÃO NA ÉPOCA DAS CHUVAS

Na época das chuvas os animais estão em pastagens, portanto devem ser suplementados os minerais que podem estar faltando nas pastagens: Na, P, Cu, Ca, Zn, I e Se. Não se justifica, pelo menos até o momento, suplementar Mg, K, S, Fe e Mn. Em primeiro lugar deve-se estimar qual vai ser o consumo de sal por cabeça/dia. Apesar das variações registradas na literatura

pode estimar-se que se a mistura vai ser oferecida à vontade, um ovino de 30 kg consumirá aproximadamente 10 g de sal ou 0,033% do peso vivo.

Em relação a P, não é possível no momento determinar a eficiência da suplementação porque, como foi dito anteriormente, nunca foi observada a carência clínica a campo, nem determinada a resposta à suplementação. De qualquer forma, supondo que as forragens têm concentrações baixas de P pode-se recomendar a suplementação. As necessidades de P para ovinos e caprinos variam de 0,16% a 0,38% da matéria seca (MS) (MCDOWELL, 1999), o que equivale a 0,96–2,28 g de P para um ovino/caprino de 30 kg ingerindo uma quantidade de MS equivalente a 2% do peso vivo. Se for decidido suplementar 1/3 das necessidades mínimas devem-se suplementar 320 mg de fósforo, que correspondem a 1,7 g de fosfato bicálcio.

Deve-se agregar esses 1,7 g de fosfato bicálcio aos 10 g de sal. Se forem feitos cálculos semelhantes para suprir as necessidades mínimas de Co, Cu, e Se se deve agregar à mistura 0,28 mg de sulfato de Co, 0,13 mg de selenito de Na e 53 mg de sulfato de zinco. Não há necessidade de in-

cluir iodo na mistura mineral, pois, geralmente, o sal já está iodado. Em caso contrário deve-se agregar 0,09 mg de iodeto de K estabilizado. Em relação a Cu, para suprir 5 mg/kg do mesmo é necessário agregar 12 mg de sulfato de Cu aos 10 g de sal, que corresponde a aproximadamente 0,1% na mistura e, portanto, não oferece riscos de intoxicação para os ovinos. Como os caprinos têm maiores necessidades de cobre do que os ovinos, se a mistura mineral for exclusivamente para caprinos poderia ser agregado até o dobro de sulfato de cobre calculado para ovinos. Os dados para a realização dos cálculos e a constituição final da mistura apresentam-se na Tabela 1.

A fórmula proposta acima deve ser tomada somente como exemplo, que foi calculada desconhecendo alguns fatores importantes: o consumo de sal por cabeça/dia de ovinos e caprinos no semi-árido; as diferenças nas necessidades entre diferentes categorias animais (cria, engorda, gestação, lactação); e a resposta à suplementação com fósforo. Outro fator que deve ser considerado é que as necessidades foram calculadas para um consumo relativamente baixo (2% de matéria seca).

Tabela 1 - Cálculo de um suplemento mineral tomando como base um ovino ou caprino de 30 kg ingerindo 600 g de matéria seca

Elemento	Necessidades	Quantidade necessária para um animal	Fonte (disponibilidade)	Quantidade necessária da fonte	% na mistura	Quantidade na mistura (em 100kg)
Na	0,09-0,18%	0,54-1,08 g	NaCl (37%)	10,00 g <sup>a</sup>	84,960	85,0 kg
P	0,16-0,38%	320-360 mg <sup>b</sup>	Fosfato bicálcico (18,5%)	1,70 g	14,440	14,5 kg
Zn	20,00 mg/kg	12,00 mg	Sulfato de Zn (22,7%)	53,00 mg	0,450	450,0 g
Cu						
Ovino	5,00 mg/kg	3,00 mg	Sulfato de Cu (25%)	12,00 mg	0,100	100,0 g
Caprino	10,00 mg/kg	6,00 mg		24,00 mg	0,200	200,0 g
Co	0,10-0,20 mg/kg	0,06 mg	Sulfato de Co (21%)	0,28 mg	0,024	24,0 g
Se	0,10-0,20 mg/kg	0,06 mg	Selenito de Na (45,6%)	0,13 mg	0,011	11,0 g
I	0,10-0,80 mg/kg	0,06 mg	Iodeto de K estabilizado (69%)	0,09 mg	0,008	8,0 g

<sup>a</sup> A quantidade necessária para cobrir os requerimentos é de 1,5-3 g, colocam-se 10g na mistura que é o consumo estimado.

<sup>b</sup> Necessário para suplementar 1/3 dos requerimentos.

MCDOWELL (2000) recomenda que as misturas minerais para ovinos adultos sejam calculadas com base num consumo de 15 g de sal e 1800 g de matéria seca. Além disso, é necessário considerar que, apesar de que as necessidades de ovinos e caprinos são semelhantes (MCDOWELL, 1999), na caatinga os hábitos de pastoreio são diferentes, portanto nas mesmas condições as dietas são também diferentes. Para estes cálculos o consumo de sal estimado para um ovino/caprino de 30 kg foi de 10 g, aproximadamente 12 g de mistura mineral, que equivale a 0,04% do peso vivo. É evidente que há possibilidades consideráveis de que o consumo voluntário seja diferente do consumo estimado, portanto é necessária a avaliação periódica do consumo da mistura mineral, de forma que possa ser modificada a fórmula para garantir a ingestão apropriada do suplemento. Animais com deficiência podem consumir quantidades exageradas da mistura mineral durante os primeiros dias de suplementação, portanto é recomendado esperar aproximadamente duas semanas antes de realizar o controle do consumo.

#### SUPLEMENTAÇÃO MINERAL NA ÉPOCA SECA

Recomendar uma suplementação mineral para a época seca é ainda mais difícil que para a chuvosa. Em princípio, se os animais permanecerem nas pastagens e não estiverem ganhando peso não é necessária a suplementação mineral, pelo menos com P, pois nessas condições as deficiências limitantes não são os minerais e sim a energia e a proteína. No entanto, poderia ser realizada uma suplementação com sal e micrelementos, considerando que alguns destes são necessários para a reprodução (I, Cu, Zn, Se, Mn) ou para manter as funções do sistema imunológico (Se, Cu, Zn e Co).

A suplementação com Cu no sal mineral ou injetável é importante para evitar a ataxia enzoótica. Na realidade, a alimenta-

ção durante a seca deve seguir um planejamento prévio, definindo claramente as metas a serem cumpridas (manutenção do peso, ganho de peso, produção de leite, reprodução), o número de cabeças a serem alimentadas, a forragem e os suplementos disponíveis e o custo/benefício. Sobre este ponto, numerosos pesquisadores têm proposto tecnologias para manejo da caatinga, produção de forrageiras introduzidas ou nativas, produção de feno e silagem, pastagens para pastejo diferido, banco de proteína, ou utilização de resíduos industriais. A suplementação mineral dependerá do tipo de alimento utilizado e das metas definidas anteriormente.

#### MISTURAS MÚLTIPLAS

As denominadas misturas múltiplas conhecidas, também, como sal protéico, sal proteinado ou mistura protéico-energético-mineral, são uma forma econômica de manter o peso ou, dependendo da disponibilidade de forragem, obter ganhos de peso moderados durante a seca.

Consiste de um suplemento energético de qualidade, uma fonte de proteína, uréia, sal para controlar o consumo e minerais. Uma das formas mais utilizadas no semi-árido para pequenos ruminantes é constituída por torta de algodão ou farelo de soja (15%), milho triturado ou farelo de algaroba, ou sorgo, ou milheto ou raspa de mandioca (27%), uréia (10%), fosfato bicálcico ou superfosfato triplo (16%), sal branco (30%), flor de enxofre (1,3%), sulfato de zinco (60 g em 100 kg), sulfato de cobre (10-80 g em 100 kg) e sulfato de cobalto (20 g em 100 kg).

Um suplemento semelhante (22 kg de milho, 15 kg de farelo de algodão, 30 kg de sal comum, 15 kg de superfosfato triplo, 1,518 kg de calcário calcítico, 170 g de sulfato de zinco, 10 g de sulfato de cobre, 1 g de sulfato de cobalto 1 g de iodeto de potássio) foi administrado à vontade a ovelhas em gestação que estavam ingerindo silagem de milho à vontade. O grupo suplementado ganhou 108

g diários, enquanto outro grupo, suplementado só com minerais, não teve aumento de peso. Os cordeiros do grupo suplementado com mistura múltipla foram significativamente mais pesados ao nascimento. O consumo de mistura múltipla foi de  $155,85 \pm 41,32$  g/cabeça/dia. Os autores concluíram que a fórmula deveria de ser modificada para favorecer o consumo de proteína e energia e reduzir o consumo de Ca e P (SALOMÃO et al., 1997).

Além disso, a relação Ca:P foi menor do que 1, que teria o risco de urolitíase obstructiva, se fossem animais machos. Como já foi relatado anteriormente com uma mistura contendo 1,3% de flor de enxofre há riscos de ocorrência de polioencefalomalácia, dependendo do conteúdo de S dos outros alimentos e da água. Portanto, consideramos que os níveis de S devem ser reduzidos para 400 g de flor de enxofre por cada 100 kg de mistura múltipla, para manter uma relação de 15 partes de N por uma parte de S.

Uma mistura múltipla semelhante às mencionadas anteriormente, incluindo 80 g de sulfato de cobre em 100 kg de mistura, e na qual o milho e o farelo de algodão tinham sido substituídos por 12 kg de farelo de palma e 30 kg de cama de frango, causaram intoxicação por Cu em ovinos. Neste caso, considerando um consumo de 0,3% do peso vivo, para um animal de 30 kg, os 80 g (0,08%) de sulfato de cobre agregados à mistura representam um consumo diário de 72 mg de sulfato de cobre (18 mg de Cu), que acarreta riscos de intoxicação, além disso, a cama de frango pode conter, também, altas concentrações de Cu. A intoxicação pode ter ocorrido pela soma das duas fontes. De qualquer forma, para evitar riscos de intoxicação, as misturas múltiplas para ovinos, não devem conter mais do que 12-15 g de sulfato de cobre por 100 kg e a cama de frango não deve ser utilizada para produzir misturas múltiplas para ovinos. Em caprinos as misturas múltiplas poderiam conter 24-30 g de sulfato de Cu por cada 100 kg.

## SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM ANIMAIS ALIMENTADOS COM GRÃOS E SEUS SUBPRODUTOS

Um dos mais freqüentes erros na suplementação mineral em pequenos ruminantes é a utilização da mesma mistura mineral para animais a pastejo que para animais em confinamento ou semiconfinamento, alimentados com grãos ou farelos. Nestes casos, a alimentação com grãos é a causa mais freqüente de urolitíase em ovinos e caprinos; isto por que os grãos têm maior quantidade de P do que Ca e, portanto, a relação Ca:P é menor do que 1:1. Este problema é agravado quando aos grãos agregam-se suplementos minerais contendo P e, em muitos casos, contendo Mg. No caso dos grãos há dois minerais que devem ser suplementados: Na e Ca. No caso do Na deve-se agregar NaCl na concentração de 0,5% (ASHTON e MORBEY, 2002).

No entanto, recentemente foi determinado que 0,25% de NaCl é suficiente para suprir as necessidades dos ruminantes alimentados com grãos (MCDOWELL 1999). O outro mineral a ser suplementado é Ca; para isso, o mais adequado é agregar 1-1,5% de carbonato de Ca aos grãos (ASHTON e MORBEY, 2002). Outra alternativa é a de agregar aos grãos 2-3% de uma mistura com 50% de sal e 50% de carbonato de Ca (ASHTON e MORBEY, 2002).

Em geral, considera-se que os grãos são suficientes em todos os minerais exceto Na e Ca (ASTON, 2001), portanto na alimentação com grãos não é necessário suplementar P, S, Cu, Co, Zn ou I. No caso do Cu ainda há o risco de intoxicação.

Um mineral que pode ser deficiente em animais confinados é o Se, principalmente em animais jovens com rápido crescimento alimentados com concentrados com altos teores de gorduras não saturadas ou em animais alimentados com fenos de baixa qualidade. Nestes casos deve-se suplementar selênio na quantidade de 2,2 mg de selenito de sódio por kg de ração, o que

equivale a 1mg de Se por kg. O Se pode ser suplementado também em forma injetável.

## PESQUISA

Para formular suplementos minerais para ovinos e caprinos no semi-árido é evidente a falta de dados experimentais. Algumas pesquisas importantes a serem desenvolvidas nesta área de conhecimento são mencionadas a seguir.

- 1) Determinar a resposta à suplementação com P e o custo/benefício desta, na época das chuvas e na época da seca, e determinar as concentrações de P nas forrageiras nas diferentes épocas.
- 2) Determinar o consumo diário de NaCl e a resposta produtiva em caprinos e ovinos suplementados à vontade.
- 3) Diagnosticar as deficiências minerais subclínicas que ocorrem no semi-árido, mediante a determinação dos níveis de minerais em tecidos de animais e forrageiras e a experimentação em diferentes épocas do ano.
- 4) Determinar a resposta à suplementação e o custo/benefício em relação a outros minerais, além de P.
- 5) Determinar a eficácia e o custo/benefício das diferentes fórmulas de misturas múltiplas.
- 6) Determinar se a deficiência de Cu em ovinos e caprinos deve-se a baixos níveis de Cu nas pastagens ou a altos níveis de Mo, Fe, ou S.
- 7) Determinar a participação da toxicidade de S como causa dos surtos de polioencefalomalacia em caprinos e ovinos no semi-árido.
- 8) Determinar os níveis de Se em *Atriplex nummularia*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1) As únicas deficiências diagnosticadas em caprinos e ovinos no semi-

árido são a carência de Cu em animais em pastejo e a de Se em animais confinados.

- 2) Com base em dados sobre deficiências minerais em bovinos em outras regiões do País e no Nordeste é provável que em ovinos e caprinos em pastejo no Nordeste ocorram, também, as deficiências de Na, P, Zn, Co e I. Esses junto com Cu e Se, são os únicos minerais que poderiam ser incluídos nas misturas minerais.
- 3) A carência de Fe e Mg são de ocorrência improvável e estes elementos não devem ser incluídos nos suplementos minerais. Além disso, o Fe pode interferir com outros minerais e o Mg participar da etiologia da urolitíase.
- 4) A suplementação mineral inapropriada causa intoxicação por Cu, intoxicação por S e urolitíase em ovinos e caprinos e osteodistrofia fibrosa em caprinos.
- 5) Grãos e sub-produtos utilizados em pequenos ruminantes devem ser suplementados com Ca e Na.
- 6) Ovinos e caprinos confinados devem ser suplementados com Se, principalmente quando alimentados com fenos de baixa qualidade.
- 7) O S não deve ser suplementado durante a época das chuvas. Na época da seca deve ser suplementado quando se administra uréia, para manter a relação N:S de 15:1. Outras formas de suplementação devem ser pesquisadas.
- 8) As misturas múltiplas contendo 30% de NaCl não devem conter mais do que 15 g e 30 g de sulfato de cobre por cada 100 kg, para ovinos e caprinos respectivamente, e não deve ser utilizada cama de frango nas mesmas.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos Doutores Car-

los H. Tokarnia, Jurgen Döbereiner, Diomedes Barbosa e Sara V. D. Simões pela revisão do manuscrito e as sugestões referentes ao mesmo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S.L.; OLIVEIRA, A.C.; RIET-CORREA, F. et al. Distrofia Muscular Nutricional em Ovinos na Paraíba. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, v. 25, n. 2, no prelo.

ASHTON, B.; MORBEY, T. Feeding sheep. South Australia: Department of Water, Land and Biodiversity Conservation, Government of South Australia, 2002, 72 p.

BARBOSA, D. Comunicação pessoal. 2002. (Universidade Federal do Pará, Escola de Medicina Veterinária, Rua Maximino Porpino 1000, Castanhal, PA, CEP 68743-080).

BARROS, C.S.L.; BARROS, S.S.; SANTOS, M.N. et al. Miopatia nutricional em bovinos no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, v. 8, n. 3/4, p. 51-55, 1998.

BORGES, J.R. Comunicação pessoal. 2003 (Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, Caixa postal 4508, CEP: 70910-970).

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S.; RODRIGUES, C.O. et al. Efeito da suplementação mineral no desempenho de cordeiros em pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 18, n. 2, p.164-171, 1989.

DRIEMEIER, D.; LORETTI, A.P. Intoxicação por enxofre (polioencefalomalacia). In: ENCONTRO NACIONAL DE PATOLOGIA VETERINÁRIA, 10, 2001, Anais,... Pirassununga, SP, p.245-246, 2001.

DRIEMEIER, D. Comunicação pessoal. 2003 (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre-RS, CEP 91540-000).

EMBRAPA. Suplementação mineral racional. Gado de Corte Divulga. Disponível em <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicações>, 1995.

KNIGHT, A.P.; WALTER, R.G. A guide to plant

poisoning of animals in North America. Wyoming: Teton New Media, Jackson, 2001. p. 305-309

LIMA, E.F.; RIET-CORREA, F.; TABOSA, I.M. et al. Polioencefalomalacia em caprinos e ovinos na região semi-árida do Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, v. 25, n. 1, p. 9-14, 2005.

LORETTI, A.P.; DRIEMEIER, D.; TRAVERSO, S.D. et al. Miopatia nutricional em caprinos no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL de PATOLOGIA VETERINÁRIA, 10, 2001, Anais..., Pirassununga, SP, 2001. p. 36.

MALAFAIA, P.; PIMENTEL, V.A.; FRITAS, C.D. et al. Desempenho ponderal, aspectos econômicos, nutricionais e clínicos de caprinos submetidos a dois esquemas de suplementação mineral. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, v. 24, n.1, p. 15-22, 2004.

MARQUES, A.P.; RIET-CORREA, F.; SOARES, M.P. et al. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, v. 23, n.1, p. 21-32, 2003.

MCDOWELL, L.R. Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. Terceira edição, University of Florida, 1999. 92p.

NICODEMO, M.L.F.; MORAES, S.S. Esclarecimentos sobre o uso de fontes alternativas de fósforo para bovinos. Gado de Corte Divulga. Campo Grande, MS, Nº 37, Disponível em <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicações>, 2000.

ORTOLANI, E.L. Sulfur deficiency in dairy cattle on pasture of *Brachiaria decumbens*. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.31, n. 2, p.257-261, 2001a.

ORTOLANI, E.L. Enfermidades causadas pelo uso inadequado da "cama de frango" na alimentação de ruminantes. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária, Brasília*, v. 7, n. 22, p.41-48, 2001b.

PERÔNIO, L.A.; FIGUEIRO, F. Efeito da mineralização com sal e mistura mineral sobre o ganho de peso e produção de lã em borregos da raça Corriedale. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA, 20, Anais... Pelotas, RS, p. 125, 1983.

- RADOSTITS, E.M., GAY, C.C., BLOOD, D.C. et al. *Veterinary Medicine*. 9<sup>th</sup> edition, London: W. B. Saunders, 2000. p. 501-550.
- RIET-CORREA, F. Deficiência de cobre. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; MENDEZ, M.C. et al. *Doenças de ruminantes e eqüinos*. 2<sup>a</sup> ed., V. 2, São Paulo: Editora Varela, 2001. p. 312-320.
- RIET-CORREA, F.; TABOSA, I.M.; AZEVEDO, E.O. et al. *Doenças dos ruminantes e eqüinos no semi-árido da Paraíba. Semi-Árido em Foco*, Patos, v.1, n.1, p. 2-86, 2003.
- RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R.M.; PIMENTEL, L.A. et al. Recently encountered poisonous plants of Paraíba, northeastern Brazil. In: *INTERNATIONAL SYMPOSIUM on TOXIC PLANTS*, 7, Abstracts, Logan, Utah, USA, p. 92, 2005.
- SALOMÃO, J.A.F.; MIRANDA, R.M.; LOPES, H.O.S. Influência da suplementação com mistura proteica-energética-mineral no desempenho de ovelhas em final de gestação. In: *REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA*, 33, 1997, Anais..., Fortaleza, Ceará, pp. 191-193, 1997.
- SMITH, M.C.; SHERMAN, D.M. *Goat Medicine*. Philadelphia: Lea & Febiger, p.535-540, 1994.
- SOUSA, J.C. Aspectos da suplementação mineral de bovinos de corte. Circular técnica, EMBRAPA, Centro Nacional de Gado de Corte, Campo Grande, n. 5, 50p, 1981.
- SOUSA, J.C.; CONRAD J.H.; MOTT G.O. et al. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, p. II-20, 1982.
- SOUSA, J.C. Formação de preço do suplemento mineral. *CNPGC Informa*, Campo Grande, n. 2, p.1-2, 1985.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; CANELLA, C.F.C. et al. Ataxia enzoótica em cordeiros no Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.1, p.375-382, 1966.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. Disease caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil, a review. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, *Serie Veterinária*, v.8 (suplemento), p.1-6, 1973.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER J.; MORAES S.S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Seropédica, 8, n. 1/2, p.1-16, 1998.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER J.; MORAES, S.S. et al. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos- revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Seropédica, v.19, n.2, p.47-62, 1999.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Seropédica, v.20, n.3, p.127-138, 2000.