

NUTRIÇÃO MINERAL DE BOVINOS DE CORTE NO PANTANAL MATO-GROSSENSE.

V. LEVANTAMENTO DE MACRONUTRIENTES NA SUB-REGIÃO DE AQUIDAUANA¹

EDISON B. POTT², PAULO A.R. DE BRUM³, IRAJÁ L. DE ALMEIDA²,
JOSÉ A. COMASTRI FILHO⁴, ARNILDO POTT⁵

RESUMO - Foram analisadas amostras de solo, plantas forrageiras e tecido animal de vacas em lactação, coletadas em novembro/82 e maio e agosto/83. Solo e plantas foram coletadas em cinco unidades de paisagem: mata, savana, caronal (campo de *Elyonurus*) alto, caronal baixo e campo de vazante. No solo das unidades de paisagem, foram encontrados pH de 5,1 a 5,9; Al de 5 a 58 ppm; cátions trocáveis: Ca de 104 a 322 ppm; Mg de 17 a 52 ppm; K de 20 a 28 ppm; Na de 2 a 46 ppm; e P disponível de 1,7 a 3,7 ppm. Nas forrageiras das unidades, Ca variou de 0,16 a 0,28%; Mg de 0,12 a 0,25%; K de 0,65 a 1,49% e P de 0,10 a 0,19%. No soro sanguíneo, em maio e agosto, os teores médios (mg/100 ml) foram: Ca = 9,4 e 8,4; P = 4,2 e 6,0; Mg = 2,9 e 3,1, respectivamente. No osso (% nas cinzas), Ca variou de 35,4 a 38,6; P de 16,6 a 17,7; e Mg de 0,58 a 0,62. Os solos foram deficientes em Ca, Mg, K e P e as forrageiras em P. No tecido animal ocorreram níveis indicativos de deficiências de Ca, Mg e P.

BEEF CATTLE MINERAL NUTRITION IN THE BRAZILIAN "PANTANAL". V. MACRONUTRIENTS SURVEY ON THE AQUIDAUANA SUBREGION

ABSTRACT - Samples of soil, forages and beef cow tissues sampled in November 1982 and May and August 1983 were analysed. Soils and forages were sampled in five landscape units: forest, savanna, high and low *Elyonurus* grassland and open wet grassland. Soil pH varied from 5.1 to 5.9; Al from 5 to 58 ppm; exchangeable cations: Ca from 104 to 322 ppm; Mg from 17 to 52 ppm; K from 20 to 28 ppm; Na from 2 to 46 ppm; and available P from 1.7 to 3.7 ppm. In the forages, Ca varied from 0.16 to 0.28%; Mg from 0.12 to 0.25%; K from 0.65 to 1.49% and P, from 0.10 to 0.19%. In blood serum, in May and August, the mean levels (mg/100 ml) were: Ca = 9.4 and 8.4; P = 4.2 and 6.0; and Mg = 2.9 and 3.1, respectively. In bone (% in ash), Ca varied from 35.4 to 38.6; P from 16.6 to 17.7; and Mg from 0.58 to 0.62. The soils were deficient in Ca, Mg, K and P and the forages, in P. Levels of Ca, Mg and P in animal tissues suggest a possible deficiency of these nutrients in the diet.

Index terms: mineral deficiencies, nutrients, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, native pasture, soil, animal tissue.

INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-grossense, planície de 139.111 km² (Adámoli 1982), localizada no extremo centro-oeste brasileiro, contava, em 1980, cerca de 3,7 milhões de bovinos (Cadavid Garcia 1986).

A sub-região de Aquidauana, localizada ao sudoeste do Pantanal, abrangendo parte dos municípios de Anastácio, Aquidauana e Miranda, MS, com 6.816 km² representa 4,9% da área do Pantanal (Adámoli 1982).

Em Aquidauana, a precipitação média anual é de 1.402 mm (período 1918 a 1971), com 71,0% distri-

buídos entre outubro e março; a maior precipitação anual foi registrada em 1925/26 (2.258,9 mm), e a menor, em 1929/30 (883,1 mm) (Brasil 1974). A temperatura média anual mínima, em Aquidauana, atinge 18,7°C e a máxima, 30,8°C; as menores médias mínimas mensais ocorrem de maio a agosto, e as maiores médias máximas, de setembro a março (período 1945 a 1960) (Brasil 1979).

A dinâmica das inundações dos rios Miranda, Aquidauana e Negro, que têm influência sobre a sub-região, é descrita por Adámoli (1986).

Os solos predominantes são Laterita Hidromórfica, Planossolo e Planossolo Solódico, com textura geralmente arenosa no horizonte superficial e média no subsuperficial; junto ao rio Aquidauana, a textura do solo é argilosa, em ambos os horizontes (Amaral Filho 1986).

A principal fonte alimentar dos bovinos nesta sub-região são as pastagens nativas. Segundo Allem & Valls (1987), na fazenda Rio Negro, localizada às margens do rio Negro, na sub-região de Aquidauana, os campos limpos são povoados maciçamente por

¹ Aceito para publicação em 27 de julho de 1988.

² Méd.-Vet., M.Sc.; EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP). Caixa Postal 109. CEP 79300 Corumbá, MS.

³ Méd.-Vet., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA). Caixa Postal D-3. CEP 89700 Concórdia, SC.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL). Caixa Postal 151. CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

⁵ Eng.-Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/CPAP.

capim-mimoso (*Axonopus purpusii*), capim-mimosinho (*Reimarochloa* spp), *Paspalum alnum* e mimoso-de-talo (*Hemarthria altissima*); secundariamente destacam-se *Paspalum plicatulum* e pequenas manchas de *Paratheria prostrata*. Nas savanas aparecem com alta frequência espécies lenhosas como piúva-do-pantanal (*Tabebuia avellanadae*) e cambará (*Vochysia divergens*).

Nos últimos anos, grandes esforços vêm sendo desenvolvidos no Brasil para identificação de deficiências de macronutrientes em bovinos em pastejo, de forma a permitir suplementação mineral mais adequada e eficiente (Sousa et al. 1979, 1982, 1986, 1987; Camargo et al. 1980; Lopes et al. 1980). No Pantanal Mato-grossense, trabalhos até agora concluídos mostraram a possibilidade de deficiências de cálcio, fósforo e magnésio, nas sub-regiões arenosas (Paiaguás - Brum et al. 1987 e Nhecolândia - Pott et al. 1987), e a ocorrência de relações Ca:P menores que 1:1 na zona do baixo Piquiri (Pott et al. 1989).

Jardim et al. (1962, 1965) relataram níveis de Ca e P em quatro gramíneas coletadas em fins de setembro de 1960 no Pantanal de Aquidauana. Não são conhecidos outros trabalhos publicados sobre níveis de nutrientes em solos, plantas forrageiras ou tecido animal da sub-região de Aquidauana. Em Conrad (1976), encontra-se referência sobre um experimento de suplementação mineral em Aquidauana (não especificado se em área de Pantanal ou não), em que foi observado aumento de 40% (22 unidades de porcentagem) na taxa de natalidade de vacas de cria que receberam farinha de ossos.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os teores médios de Ca, P, Mg e K em amostras de solo, plantas forrageiras e tecido animal, para servir de subsídio na formulação de misturas minerais para bovinos de corte na sub-região de Aquidauana.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda Funil, município de Anastácio, MS, à margem esquerda do rio Aquidauana (aproximadamente 20°12' S e 55°56' W).

Foram coletadas amostras de solo, plantas forrageiras e tecido animal em novembro/82, maio/83 e agosto/83. A coleta prevista para fevereiro/83 foi impossibilitada pela enchente, comum na sub-região nessa época do ano. Novembro representa o início do período chuvoso; maio, o fim desse período e início da seca; e agosto, o auge do período seco.

A cheia pluvial nos campos da fazenda dura aproximadamente quatro meses, entre dezembro e abril. O gado pode permanecer nas invernadas. Já nas pastagens de vazante, o alagamento (de origem fluvial) é mais prolongado, o que, aliado ao solo mais pesado, restringe muito sua utilização. A lotação é baixa (100 vacas para cerca de 500 ha), em fun-

ção do período crítico principal (cheia) ou de outro secundário, no inverno, e da obtenção de bezerros fortes, segundo o proprietário.

Para a amostragem de solo e plantas forrageiras foram demarcados pontos representativos em cinco unidades de paisagem: mata (dois pontos), savana (um), caronal alto (dois), caronal baixo (dois) e campo de vazante (dois), descritas brevemente. Os solos da fazenda Funil são classificados como Planossolos, com horizonte A arenoso e B limo-argiloso.

Mata - É a vegetação que se encontra nas "cordilheiras" (paleodiques marginais), e cujas principais árvores são *Attalea phalerata* (acuri), *Astronium fraxinifolium* (gonçalo), *Maclura aculeatum* (barreiro), *Dipteryx alata* (cumbuçu), *Vitex cymosa* (tarumã), *Luehea* sp. (açoita-cavalo) e *Diodendron bipinnatum* (maria-pobre).

Savana - Campo de gramíneas cespitosas (*Andropogon*, *Elyonurus*, *Sorghastrum*, *Trachypogon*) com árvores isoladas de barreiro, *Tabebuia caraiba* (paratudo), açoita-cavalo, e arbustos como *Calliandra microphylla* (angiquinho).

Caronal - Campo dominado por *Elyonurus muticus* (capim-carona), com *Axonopus purpusii* (capim-mimoso) e algumas leguminosas (*Arachis* sp., *Desmodium barbatum*), além de árvores esparsas (*Curatella americana* = lixeira, principalmente) e arbustos como *Annona dioica* (ariticum); localmente, distinguem-se dois níveis sutis, o "alto", não inundável, e o "baixo", levemente inundável, com menos árvores e mais espaços com gramíneas baixas.

Campo de vazante - Campo na faixa de transição entre caronal e canal amplo de drenagem, e denominado "vazante" (relevô plano deprimido), com diversas gramíneas, como *Axonopus leptostachyus*, *Panicum laxum* e *Paspalum* sp. grupo *Plicatula* (felpudo).

Na vazante propriamente dita, de solo argiloso, as plantas dominantes são aquáticas e palustres, como *Aeschynomene sensitiva* (cortiça), *Cyperus giganteus* (pirizeiro), *Echinodorus* spp. (chapéu-de-couro), *Ludwigia* spp., *Melochia* spp. (malva), *Pontederia* spp. (aguapé), *Bactris* sp. (tucum), *Thalia geniculata* (caeté), *Hymenachne amplexicaulis* e *Leersia hexandra*; pela dificuldade de acesso, esta área, relativamente pequena, não foi incluída na amostragem.

As amostragens de solo e de plantas foram realizadas nas proximidades dos nove pontos demarcados. As amostras de solo foram coletadas na camada 0-20 cm, formando-se amostras compostas com oito subamostras por ponto. Em cada unidade de paisagem foram coletadas amostras individualizadas das plantas forrageiras mais consumidas pelos bovinos. As amostras foram cortadas com faca inoxidável, simulando a altura de pastejo, e armazenadas em sacos de plástico. Na mata foi coletada *Attalea phalerata* (acuri); na savana, *Axonopus purpusii* (mimoso); no caronal alto, *A. purpusii*; no caronal baixo, *Leersia hexandra* (felpudinho) e *Paspalum* sp. (grupo *Plicatula*); e no campo de vazante, *Axonopus leptostachyus* (capim branco), *Hemarthria altissima* (mimoso-de-talo) e *Panicum laxum* (grama-do-carandazal).

As amostras de sangue foram coletadas por punção da jugular. Após a formação do soro foi adicionado ácido tricloroacético a 10% (p/v) na proporção de 1:10. As amostras de osso (12ª costela) foram coletadas conforme técnica de bióp-

sia descrita por Almeida & Brum (1980), de vacas aneladas, em lactação, que pastejavam nas áreas em que foram amostrados solos e plantas forrageiras.

As análises de solo foram realizadas segundo Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979), sendo Ca e Mg determinados em espectrofotômetro de absorção atômica; as amostras de plantas, sangue e costela foram preparadas e analisadas conforme descrito por Fick et al. (1980).

Os resultados das análises laboratoriais foram submetidos a análise de variância, num delineamento inteiramente casualizado, seguida de teste de Tukey para determinação das diferenças entre as médias, ao nível de probabilidade de 5%.

Os resultados de solo são referidos a solo secado ao ar; de plantas, na matéria seca; de ossos, na cinza (osso desengordurado).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de minerais no solo

Efeitos de unidade de paisagem

Na Tabela 1, são mostrados os teores médios de pH, cátions trocáveis e P disponível no solo, por unidade de paisagem.

pH - O pH foi mais elevado no solo de savana do que de campo de vazante, e intermediário nas demais unidades. Segundo os critérios relatados por Wutke (1975), esses solos são de medianamente ácidos (pH 5,0 a 5,5) a fracamente ácidos (pH 5,5 a 7,0).

Na Nhecolândia, o pH foi mais alto ou tendeu neste sentido no solo de mata, onde variou de 5,0 a 6,2, dependendo da época do ano (Pott et al. 1987).

Alumínio - O nível de Al foi mais alto no solo de campo de vazante do que no das demais unidades, entre as quais não houve diferença significativa. Segundo critérios referidos por Bahia (s.d.), esses níveis são de baixos (<0,3 meq/100 g = 27 ppm) a médios (0,4 a 1,0 meq/100 = 36 a 90 ppm).

As concentrações de Al no solo da Nhecolândia tenderam a ser mais altas no cerrado (39 ppm) e no caronal (34 ppm) do que nas demais unidades de paisagem (Pott et al. 1987).

Cálcio - Os teores de Ca foram mais altos no solo de campo de vazante do que no das outras unidades, que não diferiram entre si. As concentrações de Ca no solo, segundo os padrões da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978), são baixas (<1,5 meq/100 g = 300 ppm), exceto no campo de vazante, em que alcançaram níveis médios.

Na Nhecolândia, a concentração de Ca no solo foi mais elevada na mata (Pott et al. 1987). Nos Paiguás, não houve diferenças significativas entre unidades (Brum et al. 1987).

Magnésio - Os níveis de Mg no solo foram mais

elevados na savana, mais baixos no "caronal baixo" e intermediários nas demais unidades, que não se distinguiram das duas primeiras. Considerando-se os padrões da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978), esses níveis são baixos (<0,5 meq/100 g = 60 ppm). → VIDE Brum et al., p. 104

Nos Paiguás, o Mg foi mais alto no solo de cordilheira e mais baixo na vazante (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, geralmente foi mais elevado na mata (Pott et al. 1987).

Potássio - Não houve diferenças significativas na concentração de K no solo. Esses níveis segundo o critério referido por Bahia (s.d.), são baixos (<60 ppm).

Na Nhecolândia, os teores de K geralmente foram mais altos no solo de mata do que nas demais unidades (Pott et al. 1987).

Sódio - O teor de Na foi mais alto no solo de savana e mais baixo na mata; o caronal (alto e baixo) assemelhou-se ao de mata e ao de campo de vazante.

Na Nhecolândia, as diferenças no teor de Na no solo entre unidades de paisagem foram pequenas e geralmente não significativas (Pott et al. 1987).

Fósforo - Não ocorreram diferenças significativas no teor de P no solo entre unidades de paisagem. Segundo o critério relatado por Bahia (s.d.) e Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978), para solos arenosos, esses níveis de P são baixos (<10 ppm).

Nos Paiguás, o nível mais alto de P (6 ppm) ocorreu no solo de cordilheira (Brum et al. 1987), bem como na Nhecolândia, em mata (10,2 a 15,8 ppm, dependendo da época) (Pott et al. 1987).

Efeitos de época

Os níveis médios de pH, cátions trocáveis e P disponível no solo por época de amostragem, encontram-se na Tabela 2. Não houve diferenças significativas, em nenhum desses valores.

pH - Na Nhecolândia, o pH do solo foi mais elevado em agosto do que em novembro e maio (Pott et al. 1987). Nas planícies bolivianas do Beni, inundáveis à semelhança do Pantanal, McDowell et al. (1984) não encontraram diferenças no pH do solo entre a época chuvosa (5,1) e a seca (5,2).

Alumínio - Os níveis de Al no solo na Nhecolândia foram mais altos ou tenderam neste sentido em maio (Pott et al. 1987), enquanto em Aquidauana tende-

TABELA 1. Níveis médios \pm desvio-padrão de pH, cátions trocáveis (ppm) e fósforo disponível (ppm), em três épocas do ano^z, em solos de cinco unidades de paisagem, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense^y.

| Unidade de paisagem | | pH | Al | Ca | Mg | K | Na | |
|--|----------------------|------------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| Mata | (n = 5) ^x | 5,6 \pm 0,5 ab | 5 \pm 2 b | 145 \pm 48 b | 36 \pm 17 ab | 20 \pm 11 a | 2 \pm 1 c | 3,4 \pm 1,8 a |
| Savana | (n = 3) | 5,9 \pm 0,5 a | 17 \pm 12 b | 184 \pm 31 b | 52 \pm 21 a | 25 \pm 12 a | 46 \pm 14 a | 1,7 \pm 1,2 a |
| Caronal alto | (n = 6) | 5,5 \pm 0,1 ab | 10 \pm 9 b | 172 \pm 71 b | 35 \pm 18 ab | 26 \pm 9 a | 4 \pm 2 bc | 1,8 \pm 1,0 a |
| Caronal baixo | (n = 6) | 5,5 \pm 0,2 ab | 11 \pm 4 b | 104 \pm 22 b | 17 \pm 3 b | 24 \pm 5 a | 4 \pm 2 bc | 3,0 \pm 1,7 a |
| Campo de vazante | (n = 6) | 5,1 \pm 0,1 b | 58 \pm 24 a | 322 \pm 136 a | 48 \pm 27 ab | 28 \pm 7 a | 13 \pm 7 b | 3,7 \pm 1,5 a |
| ^z Nov 82, maio 83 e ago 83. | | 5,47 | 21 | 187 | 36 | 25 | 10,5 | 2,8 |

^y Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) determinadas pelo teste de Tukey.

^x n = número de observações.

TABELA 2. Níveis médios \pm desvio-padrão de pH, cátions trocáveis (ppm) e fósforo disponível (ppm) em solos de cinco unidades de paisagem^z, em três épocas do ano, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense^y.

| Época | n ^x | pH | Al | Ca | Mg | K | Na | P |
|--|----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| Nov 82 | 8 | 5,3 \pm 0,3 | 29 \pm 30 | 177 \pm 98 | 36 \pm 16 | 29 \pm 9 | 9 \pm 10 | 4 \pm 1 |
| Mai 83 | 9 | 5,6 \pm 0,4 | 18 \pm 25 | 163 \pm 87 | 25 \pm 13 | 23 \pm 6 | 12 \pm 15 | 2 \pm 2 |
| Ago 83 | 9 | 5,4 \pm 0,4 | 17 \pm 19 | 219 \pm 136 | 48 \pm 27 | 22 \pm 9 | 10 \pm 19 | 2 \pm 2 |
| ^z Mata, savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante. | | 5,44 | 21 | 187 | 36 | 24,5 | 10,4 | 2,6 |

^y Não houve diferenças significativas nas colunas das médias, pela análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$).

número de observações.

ram a ser mais elevados em novembro, em coerência com o pH.

Cálcio - O Ca no solo tendeu a ser mais alto em agosto, à semelhança da sub-região dos Paiaguás, onde o mesmo foi significativamente mais alto nessa época (Brum et al. 1987), enquanto na Nhecolândia foi ou tendeu a ser maior em novembro, em quatro dentre as cinco unidades amostradas (Pott et al. 1987). O teor de Ca do solo nas planícies bolivianas do Beni foi mais alto na época chuvosa (668 ppm) do que na seca (455 ppm) (McDowell et al. 1984). Em solos do Beni e Santa Cruz, Peducassé et al. (1983) encontraram teores de Ca de 430 e 192 ppm, respectivamente, no final da seca.

Magnésio - Nos Paiaguás, o Mg no solo atingiu o nível mais alto em novembro e o mais baixo em agosto (Brum et al. 1987), enquanto na Nhecolândia ocorreram somente pequenas variações estacionais, geralmente não significativas (Pott et al. 1987). Nas planícies do Beni, McDowell et al. (1984) observa-

ram diferenças significativas entre o teor de Mg no solo na época chuvosa (213 ppm) e na seca (145 ppm). Peducassé et al. (1983) registraram níveis de Mg de 34,2 ppm e 157,5 ppm em solos de Santa Cruz e do Beni, respectivamente, no final da seca.

Potássio - Na Nhecolândia, o teor de K foi mais elevado em novembro, em solo de cerrado, campo limpo e lagoa, e tendeu neste sentido na mata, mas não no caronal (Pott et al. 1987). McDowell et al. (1984) relataram níveis de K no solo das planícies do Beni menores na época seca (82 ppm) do que na chuvosa (116 ppm). Em solos de Santa Cruz e do Beni foram observados teores de K de 34,1 ppm e 38,7 ppm, respectivamente, no final da seca (Peducassé et al. 1983).

Sódio - O nível de Na no solo na Nhecolândia foi ou tendeu a ser maior em maio (Pott et al. 1987). Nas planícies de Beni, o teor de Na do solo foi maior na época chuvosa (163 ppm) do que na seca (53 ppm) (McDowell et al. 1984). Solos de Santa

Cruz e do Beni apresentaram, no final da seca, 15,5 ppm e 157,5 ppm, respectivamente (Peducassé et al. 1985).

Fósforo - Nos Paiaguás, o teor de P no solo foi mais alto em novembro e fevereiro (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, embora as diferenças não fossem significativas, os teores mais elevados também ocorreram em novembro (Pott et al. 1987), como em Aquidauana. Nas planícies do Beni, o nível de P no solo foi maior na época chuvosa (5,4 ppm) do que na seca (1,4 ppm) (McDowell et al. 1984). Em Santa Cruz e no Beni, os solos apresentaram teores médios de P de 1,2 ppm e 1,0 ppm, respectivamente (Peducassé et al. 1983).

➤ Comparando-se os solos da sub-região de Aquidauana com aqueles das outras sub-regiões do pantanal, verifica-se que:

1. Em relação aos dos Paiaguás (Brum et al. 1987), apresentam teores muito mais altos de Ca (teor médio máximo: 39 ppm no campo cerrado, em agosto); teores muito mais elevados de Mg (teor médio máximo de 9 ppm na cordilheira, em maio); e teores de P semelhantes aos da vazante e do campo cerrado, porém, mais baixos do que na cordilheira (nível médio máximo de 9,7 ppm, em novembro).

2. Em relação aos da Nhecolândia (Pott et al. 1987) apresentam menor acidez ($\text{pH} = 4,1$ no solo de cerrado, em maio, e de caronal em novembro); teores de Al semelhantes (6 ppm na mata em agosto a 39 ppm no cerrado em maio); teor de Ca semelhante ao da mata, porém, mais alto do que das demais unidades (7 ppm no cerrado, em agosto, a 82 ppm na lagoa, em novembro); teores de Mg semelhantes aos da mata, todavia, mais alto do que das demais unidades (2 ppm no caronal a 10 ppm no cerrado, em novembro); teores de K geralmente mais baixos (16 ppm no cerrado, em agosto, a 74 ppm na mata, em novembro); teores de P mais baixos que os da mata da Nhecolândia (10,2 ppm em agosto a 15,8 ppm em novembro) mas semelhantes aos das demais unidades (1,0 ppm na lagoa, em maio, a 3,9 ppm no cerrado, em novembro).

Teores de minerais nas plantas forrageiras

Efeitos de unidade de paisagem

Os teores de Ca, Mg, K e P nas plantas forrageiras, por unidade de paisagem, são dados na Tabela 3.

Cálcio - Houve diferenças significativas no teor de Ca das forrageiras das cinco unidades de paisagem

amostradas. O teor de Ca foi mais alto nas forrageiras de savana, seguindo-se do caronal alto; os teores mais baixos ocorreram no campo de vazante, paradoxalmente a unidade que apresentou o teor mais elevado de Ca no solo. Isto pode ser consequência da acidez e do teor de Al, mais altos no solo desta unidade. Estes teores de Ca, exceto os do campo de vazante, são suficientes para atender às necessidades de vacas em lactação, segundo as recomendações do National Research Council (1976).
~~do as recomendações do National Research Council (1976).~~

Nos Paiaguás, os teores mais altos de Ca foram observados na vazante (Brum et al. 1987), uma unidade morfológicamente semelhante ao campo de vazante da sub-região de Aquidauana. Na Nhecolândia, os teores de Ca sempre foram mais elevados nas forrageiras de mata (Pott et al. 1987). Em pasto nativo no norte de Mato Grosso, Sousa et al. (1979) encontraram teor médio de Ca de 0,22%.

Magnésio - Ocorreram diferenças significativas entre unidades no teor de Mg das forrageiras, que foi mais alto na savana e mais baixo no "caronal baixo", em coerência com os níveis observados nos solos. As forrageiras do "caronal baixo" e do campo de vazante não alcançaram as exigências em Mg de vacas em lactação (0,18%), segundo o National Research Council (1976).

Nos Paiaguás, o teor de Mg das forrageiras foi mais baixo no campo cerrado (0,08%), do que na vazante e na cordilheira (0,11%) (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, em agosto, os níveis mais altos de Mg ocorreram nas forrageiras de mata e de lagoa; em maio, não houve diferenças entre unidades; em novembro, mata, campo limpo e lagoa apresentaram os níveis mais altos de Mg (Pott et al. 1987). Em pasto nativo no norte de Mato Grosso foi registrado teor médio de Mg de 0,14% (Sousa et al. 1982).

Potássio - Foram encontradas diferenças significativas entre unidades no teor de K das forrageiras, mais alto na mata e no campo de vazante e mais baixo na savana e no "caronal alto". Não há coerência entre os níveis de K das forrageiras e os do solo; p. ex., o nível de potássio das forrageiras da mata é 130% maior que os do "caronal alto"; entretanto, não houve diferença significativa nos solos.

Segundo as recomendações do National Research Council (1976), estas forrageiras atendem às necessidades de K de bovinos de corte.

Na Nhecolândia, os níveis mais altos de K foram encontrados nas forrageiras da mata; os das demais

TABELA 3. Teores médios \pm desvio-padrão de macronutrientes (% na matéria seca) em plantas forrageiras, coletadas em três épocas do ano^z, em cinco unidades de paisagem, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense^y.

| Unidade de paisagem | | ✓ | ✓ | K | P |
|----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Mata | (n = 5) ^x | 0,21 \pm 0,02 bc | 0,18 \pm 0,02 bc | 1,49 \pm 0,20 a | 0,19 \pm 0,01 a |
| Savana ✓ | (n = 2) | 0,28 \pm 0,01 a | 0,25 \pm 0,00 a | 0,84 \pm 0,27 b | 0,12 \pm 0,00 b |
| Caronal alto | (n = 4) | 0,24 \pm 0,01 b | 0,20 \pm 0,01 b | 0,65 \pm 0,10 b | 0,10 \pm 0,01 b |
| Caronal baixo | (n = 5) | 0,18 \pm 0,04 cd | 0,12 \pm 0,02 d | 1,00 \pm 0,35 ab | 0,11 \pm 0,03 b |
| Campo de vazante | (n = 17) | 0,16 \pm 0,05 d | 0,17 \pm 0,03 c | 1,46 \pm 0,65 a | 0,16 \pm 0,04 a |
| z Nov 82, Mai 83 e Ago 83. | n = 33 | 0,188 | 0,17 | 1,26 | 0,147 |

^y Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) determinadas pelo teste de Tukey.

n = número de observações.

✓ Nov 82 e Mai 83.

unidades geralmente se equivaleram (Pott et al. 1987). Sousa et al. (1982) relataram nível médio de K de 0,45% em pasto nativo do norte de Mato Grosso.

Fósforo - Os teores de P nas forrageiras mostraram diferenças significativas entre unidades de paisagem. O nível de P foi mais alto nas forrageiras da mata e do campo de vazante. Há alguma coerência entre os resultados de P das forrageiras e os do solo. Sousa et al. (1979) relataram correlação positiva entre P no solo e nas forrageiras.

As forrageiras de savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante não atingiram as recomendações mínimas de P (0,18%) do National Research Council (1976) para vacas em lactação.

Nos Paiaguás, não foram encontradas diferenças significativas no teor de P de forrageiras das unidades de paisagem amostradas (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, os teores de P sempre foram mais altos nas forrageiras de mata e assemelharam-se nas demais unidades de paisagem (Pott et al. 1987). Em pasto nativo no norte de Mato Grosso o teor médio de P foi de 0,05% (Sousa et al. 1979).

Efeitos de época

Na Tabela 4 são apresentadas as concentrações de Ca, Mg, K e P nas plantas forrageiras, por época de amostragem.

Cálcio - Não houve diferenças sazonais significativas no teor de Ca nas forrageiras. Estes níveis, segundo as recomendações mínimas do National Research Council (1976), seriam adequados para vacas secas e em lactação.

Nos Paiaguás, o teor de Ca nas forrageiras foi mais alto em agosto (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, a variação sazonal no teor de Ca foi pequena, sendo significativa somente nas forrageiras de mata, com teor mais baixo em maio (Pott et al. 1987).

Em gramíneas nativas das planícies bolivianas do Beni não houve diferenças significativas no teor de Ca entre a época seca (1978 = 0,17%, 1979 = 0,23%) e a chuvosa (1978 = 0,20%, 1979 = 0,23%) (McDowell et al. 1984). Peducassé et al. (1983), em forrageiras de Santa Cruz e do Beni, na época seca, encontraram níveis de Ca de 0,21% e 0,25%, respectivamente.

Magnésio - As diferenças entre épocas no teor de Mg das forrageiras não foram significativas. Estes níveis de Mg atendem às necessidades de vacas em lactação, segundo recomendações do National Research Council (1976) para bovinos de corte.

Nos Paiaguás, os teores de Mg nas forrageiras foram mais baixas em novembro e mais altos em maio (Brum et al. 1987). Pott et al. (1987), na sub-região da Nhecolândia, encontraram variações sazonais no teor de Mg nas forrageiras de mata, caronal e lagoa, mas não nas de cerrado e campo limpo; na mata e na lagoa foram mais altos em agosto.

Nas planícies do Beni não houve diferenças significativas no teor de Mg de gramíneas nativas entre a época seca (0,24% em 1978 e 0,22% em 1979) e a chuvosa (0,23% em 1978 e 0,25% em 1979) (McDowell et al. 1984).

Forrageiras das planícies de Santa Cruz e do Beni apresentaram, na época seca, 0,16% e 0,19% de Mg, respectivamente (Peducassé et al. 1983).

TABELA 4. Teores médios \pm desvio-padrão de macronutrientes (% na matéria seca) em plantas forrageiras, de cinco unidades de paisagem^z, em três épocas do ano, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense^y.

| Época | n ^x | Ca | Mg | K | P |
|--------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Nov 82 | 12 | 0,17 \pm 0,06 a | 0,16 \pm 0,05 a | 1,10 \pm 0,31 b | 0,13 \pm 0,04 b |
| Mai 83 | 13 | 0,20 \pm 0,05 a | 0,18 \pm 0,04 a | 1,11 \pm 0,54 b | 0,14 \pm 0,04 ab |
| Ago 83 | 8 | 0,20 \pm 0,02 a | 0,17 \pm 0,02 a | 1,74 \pm 0,72 a | 0,18 \pm 0,04 a |

^z Mata, savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante.

^y Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) determinadas pelo teste de Tukey.

^x número de observações.

Potássio - Os teores de K nas forrageiras foram mais altos em agosto do que em novembro e maio; entre estas duas épocas não houve diferenças significativas. O nível mais alto de K no período seco, quando seria esperado o contrário, pode ser explicado pela rebrota das pastagens, possível nesta época ainda devido à umidade existente no solo, sobretudo nas áreas inundáveis, e devido às queimadas, normalmente realizadas em agosto. Os teores de K nas forrageiras são suficientes para atender às necessidades de vacas em lactação (National Research Council 1976), apesar dos baixos teores do nutriente encontrados no solo.

Na Nhecolândia, somente nas forrageiras de mata houve diferenças significativas no teor de K, mais alto em novembro e mais baixo em maio (Pott et al. 1987).

Em gramíneas nativas das planícies bolivianas do Beni, McDowell et al. (1984) encontraram diferenças significativas no teor de K entre a época seca e a chuvosa em 1978 (1,58% vs. 2,59%), mas não em 1979 (1,69% vs. 1,71%). Forrageiras das planícies de Santa Cruz e do Beni mostraram teores de K de 1,38% e 0,85%, respectivamente, na época seca (Peducassé et al. 1983).

Fósforo - Ocorreram diferenças sazonais significativas no teor de P das forrageiras, que foi mais alto em agosto, provavelmente devido à rebrota que ocorre nas baixadas e nas áreas queimadas. Em agosto, o teor de P das forrageiras alcança as recomendações mínimas do National Research Council (1976) para vacas em lactação, mas não em novembro e em maio.

Brum et al. 1987) observaram níveis mais altos de P nas forrageiras, em maio, nos Paiaguás; os mais baixos ocorreram em novembro. Na Nhecolândia,

não foram encontradas variações sazonais no teor de P das forrageiras (Pott et al. 1987).

O teor de P em gramíneas nativas das planícies do Beni foi mais alto na época seca (0,29%) do que na chuvosa (0,19%) em 1978, mas não em 1979 (0,21% vs. 0,20%) (McDowell et al. 1984). Na época seca, forrageiras das planícies de Santa Cruz apresentaram 0,15% de P e do Beni, 0,12% (Peducassé et al. 1983).

Macronutrientes nas espécies forrageiras

Na Tabela 5, são dados os teores de Ca, Mg, K e P nas espécies forrageiras amostradas.

Cálcio - *Axonopus purpusii* apresentou o teor mais alto de Ca; os teores mais baixos ocorreram em *Panicum laxum*, *Axonopus leptostachyus*, *Leersia hexandra* e *Hemarthria altissima*.

Attalea phalerata, *A. purpusii*, *H. altissima* e *Paspalum* sp. alcançaram os níveis mínimos de Ca recomendados pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação.

Jardim et al. (1962, 1965), em amostras de capim-mimoso (*Paratheria prostrata*, estágio não identificado) e capim-felpudo (*Andropogon barbipodes*, maduro), da fazenda Rio Negro, e grama-do-pantanal (*Paspalum* sp., maduro) e capim-rabo-de-burro (*Andropogon condensatus*, est. não ident.) da fazenda Costa Rica, do Pantanal de Aquidauana, encontraram teores de Ca de 0,29%, 0,24%, 0,36% e 0,20%, respectivamente.

Nos Paiaguás, *Reimarochloa* spp. tiveram o nível mais elevado de Ca (0,23%), seguido de *A. purpusii* (0,20%) (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, as espécies mais ricas em Ca foram *Ichnanthus procurrens* (0,32%), *Leptochloa virgata* (0,30%), *Setaria vulpisetia* (0,26%) e *Paspalum plicatulum* (0,25%); *A.*

TABELA 5. Níveis médios \pm desvio-padrão de macronutrientes (% na matéria seca) em espécies forrageiras coletadas em três épocas do ano^z, em cinco unidades de paisagem^y, na fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense^x.

| Espécies | n [√] | Ca | Mg | K | P |
|--|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Attalea phalerata</i> (acuri) | 5 | 0,21 \pm 0,02 ab | 0,18 \pm 0,02 ab | 1,49 \pm 0,20 ab | 0,19 \pm 0,01 a |
| <i>Axonopus leptostachyus</i> (capim-branco) | 6 | 0,16 \pm 0,02 b | 0,18 \pm 0,01 ab | 0,98 \pm 0,19 bc | 0,13 \pm 0,01 bc |
| <i>Axonopus purpusii</i> (mimoso) ^u | 6 | 0,26 \pm 0,03 a | 0,22 \pm 0,02 a | 0,71 \pm 0,17 c | 0,10 \pm 0,02 cd |
| <i>Hemarthria altissima</i> (mimoso-de-talo) | 6 | 0,18 \pm 0,07 b | 0,16 \pm 0,04 bc | 2,08 \pm 0,72 a | 0,19 \pm 0,05 a |
| <i>Leersia hexandra</i> (felpudinho) | 3 | 0,17 \pm 0,04 b | 0,12 \pm 0,02 c | 1,13 \pm 0,24 bc | 0,13 \pm 0,01 bc |
| <i>Panicum laxum</i> (grama-do-carandazal) | 5 | 0,15 \pm 0,03b | 0,16 \pm 0,03 bc | 1,29 \pm 0,22 bc | 0,17 \pm 0,04 ab |
| <i>Paspalum</i> sp. (grupo <i>Plicatula</i>) felpudo ^u | 2 | 0,20 \pm 0,06 ab | 0,12 \pm 0,02 c | 0,82 \pm 0,52 c | 0,08 \pm 0,02 d |

^z Nov 82, Mai 83 e Ago 83. 33 0,191 0,17 1,26 0,148

^y Mata, savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante.

^x Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) determinadas pelo teste de Tukey.

[√] n = número de observações.

^u Nov 82 e Mai 83.

purpusii e *P. laxum* apresentaram 0,19% e 0,13% de Ca, respectivamente, (Pott et al. 1987), teores mais baixos do que na sub-região de Aquidauana.

No baixo Piquiri, os teores mais elevados de Ca ocorreram em *L. virgata* (0,37%) e *P. plicatum* (0,32%) (Pott et al. 1989); das seis espécies comuns às duas sub-regiões, três apresentaram níveis semelhantes de Ca e as demais diferiram em até 0,03%, a favor de uma ou de outra sub-região.

Nos Lhanos colombianos, *A. purpusii*, em pré-floração, apresentou de 0,14 a 0,18% de Ca e *L. hexandra*, em pré-floração, 0,20% (Rubio & López 1968). *L. hexandra*, *P. laxum* e *A. purpusii* em savanas inundáveis da Venezuela apresentaram 0,16%, 0,15% e 0,18% de Ca, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Magnésio - Houve diferenças significativas no teor de Mg entre espécies. O teor mais alto ocorreu em *A. purpusii* e o mais baixo, em *Paspalum* sp. e *L. hexandra*. Segundo as recomendações do National Research Council (1976), somente *A. phalerata*, *A. leptostachyus* e *A. purpusii* atenderiam às exigências de Mg de vacas em lactação.

Nos Paiaguás não houve diferenças significativas no teor de Mg das cinco gramíneas amostradas; *A. purpusii* apresentou 0,10% (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, a espécie com maior concentração de Mg foi *Paspalum plicatum* (0,20%) (Pott et al. 1987); *A. purpusii* (0,16%) e *P. laxum* (0,15%) tive-

ram níveis inferiores aos da sub-região de Aquidauana. No baixo Piquiri (Pott et al. 1989), *A. purpusii*, *H. altissima* e *P. laxum* apresentaram níveis de Mg (0,33%, 0,21% e 0,18%, respectivamente) mais altos que os de Aquidauana, enquanto *A. phalerata* apresentou níveis mais baixos (0,14%) e *A. leptostachyus* e *L. hexandra*, níveis semelhantes.

Nas savanas inundáveis da Venezuela foram registrados níveis de Mg de 0,25%, 0,38% e 0,26% em *L. hexandra*, *P. laxum* e *A. purpusii*, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Potássio - *H. altissima* apresentou o teor mais elevado de K, seguida de *A. phalerata*. Não ocorreram espécies deficientes em K, de acordo com as recomendações do National Research Council (1976).

Na Nhecolândia, os níveis mais altos de K ocorreram em *Leptochloa virgata* (2,30%) e *Setaria vulpisetata* (2,27%); *A. purpusii* (0,67%) e *P. laxum* (1,24%) (Pott et al. 1987) apresentaram níveis de K semelhantes aos encontrados em Aquidauana. No baixo Piquiri, *Setaria* sp. mostrou 3,03% de K (Pott et al. 1989); dentre as seis espécies comuns às duas áreas, somente *A. purpusii* apresentou teor mais alto no Piquiri (1,15%).

Os teores de K em *L. hexandra*, *P. laxum* e *A. purpusii* nas savanas inundáveis da Venezuela foram de 1,41%, 1,77% e 1,37%, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Fósforo - *A. phalerata* e *H. altissima* apresentaram

os níveis mais altos de P, as únicas que atingiram o nível mínimo de P para vacas em lactação (0,18%) recomendado pelo National Research Council (1976). As demais espécies, sobretudo *Paspalum* sp., *A. purpusii*, *A. leptostachyus* e *L. hexandra* apresentaram níveis de P muito baixos. Quatro das sete espécies seriam classificadas por Alba (1959) como baixas em P (<0,15%).

Em amostras de capim-mimoso (estádio não identificado), capim-felpudo (maduro), grama-dopantanal (madura) e capim-rabo-de-burro (est. não ident.) do pantanal de Aquidauana, foram registrados 0,25%, 0,13%, 0,11% e 0,07% de P (Jardim et al. 1962, 1965). O primeiro, a julgar pelo teor de P, encontrava-se na fase inicial de crescimento.

No Paiguás, Brum et al. (1987) não encontraram diferenças significativas no teor de P das cinco gramíneas amostradas; *A. purpusii* apresentou 0,09% de P, teor semelhante ao da sub-região de Aquidauana. Na Nhecolândia, os mais altos teores de P foram observados em *L. virgata* e *S. vulpiseta* (0,28%); *A. purpusii* e *P. laxum* tiveram 0,10% e 0,14%, respectivamente (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, *Setaria* sp. e *L. virgata* apresentaram os teores mais elevados de P (0,39% e 0,33%, respectivamente) (Pott et al. 1989); dentre as seis espécies comuns aos dois lugares, *A. purpusii* (0,14%), *H. altissima* (0,26%), *L. hexandra* (0,16%) e *P. laxum* (0,20%) mostraram níveis mais altos no baixo Piquiri.

Rubio & López (1968) relataram teores de P de 0,06% a 0,10% em *A. purpusii*, em pré-floração e floração, e de 0,25% em *L. hexandra*, em pré-floração. Em *L. hexandra*, *P. laxum* e *A. purpusii* nas savanas inundáveis da Venezuela foram encontrados 0,21%, 0,26% e 0,14% de P, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Faixas de concentração de macronutrientes nas forrageiras

Na Tabela 6, são apresentados o número e a frequência das amostras em função de faixas de concentração de Ca, Mg, K e P nas plantas.

Cálcio - Observa-se que 42% das amostras não alcançaram o teor mínimo (0,18%) de Ca recomendado pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Na Nhecolândia, esse percentual foi mais alto (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, mais de 50% das amostras tiveram menos de 0,18% de Ca (Pott et al. 1989). McDowell et al. (1977), dentre 1.123 amostras de forrageiras da América Latina, encontraram apenas 16% com menos de 0,20% de Ca.

Magnésio - Em 55% das amostras ocorreu teor de Mg de 0,18% ou menos, à semelhança do baixo Piquiri (Pott et al. 1989). Na Nhecolândia, de 68% a 90% das amostras apresentaram menos de 0,18% de Mg (Pott et al. 1987). Dentre 290 amostras de forrageiras da América Latina, 35% continham até 0,20% de Mg (McDowell et al. 1977). O National Research Council (1976) recomenda nível mínimo de 0,18% de Mg para vacas em lactação; apenas 45% das amostras de Aquidauana atingiram este nível.

Potássio - A maioria (79%) das amostras apresentou mais de 0,80% de K. Algumas amostras, porém, apresentaram menos de 0,60%, o teor mínimo recomendado pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Na Nhecolândia, 17% (novembro) a 36% (maio) das amostras tinham menos de 0,60% de K (Pott et al. 1987).

No baixo Piquiri, 71% (agosto) e 90% (novembro) das amostras apresentaram mais de 0,80% de K (Pott et al. 1989).

Em 198 amostras de forrageiras da América Latina, 13% apresentaram menos de 0,60% de K (McDowell et al. 1977).

Fósforo - Apenas 27% das amostras de plantas forrageiras apresentaram mais de 0,18% de P, o teor mínimo recomendado pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação; 21% não alcançaram sequer 0,12% de P, que Little (1980) considerou o requerimento mínimo para bovinos em crescimento. Na Nhecolândia, de 43% (agosto) a 57% (novembro) das amostras continham menos de 0,12% de P (Pott et al. 1987). Já no baixo Piquiri, onde os teores de P nas forrageiras foram mais elevados, apenas 7% tinham menos de 0,12% do nutriente (Pott et al. 1989).

McDowell et al. (1977), dentre 1.129 amostras de forrageiras da América Latina, encontraram 14% com menos de 0,10% de P e 34% com 0,11 a 0,20%.

Amplitudes de concentração de macronutrientes nas plantas forrageiras

Na Tabela 7 são mostradas as amplitudes de concentração de Ca, Mg, K e P nas forrageiras, por época. Os níveis variaram desde deficientes até adequados para bovinos, mas não com extremos tão baixos ou tão altos quanto os encontrados na Nhecolândia (Pott et al. 1987) ou tão altos quanto os do baixo Piquiri (Pott et al. 1989). Os teores de Ca, e P foram muito baixos em novembro e maio. Os níveis mais baixos de K em novembro e agosto foram adequados

TABELA 6. Número (N) e percentagem (%) de amostras de plantas forrageiras coletadas na fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense, em três épocas do ano^Z e em cinco unidades de paisagem^Y, distribuídas por limites de concentração de macronutrientes.

| Ca (%) | | | Mg (%) | | | K (%) | | | P (%) | | |
|-------------|----|----|-------------|----|----|-------------|----|----|-------------|----|----|
| Limites | N | % | Limites | N | % | Limites | N | % | Limites | N | % |
| <0,10 | 1 | 3 | <0,10 | 1 | 3 | <0,60 | 3 | 9 | <0,12 | 7 | 21 |
| 0,10 - 0,17 | 13 | 39 | 0,10 - 0,18 | 17 | 52 | 0,60 - 0,80 | 4 | 12 | 0,12 - 0,18 | 17 | 52 |
| 0,18 - 0,25 | 13 | 39 | >0,18 | 15 | 45 | >0,80 | 26 | 79 | 0,19 - 0,25 | 9 | 27 |
| >0,25 | 6 | 18 | | | | | | | | | |

^Z Nov 82, Mai 83 e Ago 83.

^Y Mata, savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante.

TABELA 7. Amplitude de concentração de macronutrientes em amostras de forrageiras coletadas em três épocas do ano em cinco unidades de paisagem^Z na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense.

| Mineral | Nov 82 | Mai 83 | Ago 83 |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| Ca (%) | 0,09 - 0,29 | 0,12 - 0,28 | 0,16 - 0,23 |
| Mg (%) | 0,09 - 0,25 | 0,11 - 0,25 | 0,14 - 0,20 |
| K (%) | 0,79 - 1,65 | 0,45 - 2,46 | 0,87 - 2,89 |
| P (%) | 0,06 - 0,21 | 0,09 - 0,24 | 0,13 - 0,24 |

Mata, savana, caronal alto, caronal baixo e campo de vazante.

para bovinos; na Nhecolândia ocorreram níveis mínimos de K de 0,36% (agosto) a 0,42% (novembro e maio) (Pott et al. 1987).

Teores de minerais no tecido animal

Teores de macronutrientes no soro sangüíneo

Na Tabela 8, são dadas as concentrações de Ca, P e Mg no soro sangüíneo, em maio e agosto. Não estão disponíveis os resultados de novembro.

Cálcio - Os teores de Ca no soro, em agosto, foram mais baixos do que em maio. Isso não reflete o encontrado na pastagem, em que não houve diferenças sazonais no teor de Ca. Em agosto, o Ca no soro estava abaixo da faixa normal (9 a 12 mg/100 ml) admitida por Underwood (1969). Grace (1983), entretanto, considera normais níveis de 80 a

120 mg/l. Além disso Ammerman & Goodrich (1983) entendem que a medição do Ca sangüíneo é um indicador pouco eficiente do estado nutricional do elemento. Porém, Peducassé et al. (1983) verificaram que os níveis séricos de Ca de bovinos corresponderam aos níveis de Ca do pasto.

Fósforo - Os níveis de P no soro foram mais baixos em maio do que em agosto, o que está coerente com o encontrado nas pastagens. Tanto em maio quanto em agosto, os níveis praticamente alcançaram a faixa normal (4,5 a 6,5 mg de P/100 ml) referida por Underwood (1969). Entretanto, deve ser observado que o sangue foi coletado em condições de stress intenso, fator que aumenta o nível de P no soro (Fick et al. 1980). Além disto, Cunha et al. (1964) consideraram níveis de P abaixo de 5 mg/100 ml como motivo para se suspeitar de deficiência do nutriente em vacas.

Magnésio - Não houve diferença significativa entre os teores de Mg no soro em maio e agosto, que estavam dentro da faixa normal (1,8 a 3,2 mg/100 ml) referida por Conrad & Sousa (s.d.).

Teores de macronutrientes no osso

Os teores de Ca, P e Mg e de cinzas no tecido ósseo são mostrados na Tabela 8.

Cálcio - Os níveis de Ca foram mais altos em novembro do que em maio e agosto. Estas diferenças, à semelhança das de soro, não são coerentes com os resultados da pastagem (sem diferenças significativas entre épocas), além de que justamente em novembro os teores de Ca tendessem a ser menores. Em relação

TABELA 8. Teores de macronutrientes \pm desvio-padrão em amostras de tecido animal de vacas neloradas com cria ao pé, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense.

| | Soro sangüíneo (mg/100 ml) | | | Osso (%) | | | |
|--------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Ca | P | Mg | Ca | P | Mg | Cinzas |
| Nov 82 | | | | 38,6 \pm 1,8 a (6) | 17,7 \pm 0,6 a (9) | 0,60 \pm 0,06 a (7) | 64,4 \pm 1,6 a (10) |
| Mai 83 | 9,4 \pm 0,6 a (10) | 4,2 \pm 0,8 b (10) | 2,9 \pm 0,1 a (10) | 35,8 \pm 1,4 b (5) | 16,6 \pm 1,0 b (6) | 0,62 \pm 0,08 a (6) | 65,1 \pm 0,9 a (6) |
| | 8,4 \pm 0,4 b (16) | 6,0 \pm 1,2 a (16) | 3,1 \pm 0,8 a (16) | 35,4 \pm 2,5 b (7) | 17,6 \pm 0,6 a (7) | 0,58 \pm 0,04 a (6) | 64,7 \pm 1,3 a (8) |

Entre parêntesis, número de observações.

Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) determinadas pela análise de variância (soro) e teste de Tukey (osso).

ao teor de Ca ósseo (36%) relatado por Maynard & Loosli (1974), esses níveis médios podem ser considerados normais.

Nos Paiaguás, Brum et al. (1987) não encontraram diferenças sazonais significativas no Ca ósseo de bovinos, com 36,47 \pm 2,17% em agosto, 36,88 \pm 0,43% em fevereiro e 33,67 \pm 4,31% em maio. Na Nhecolândia, em novembro, o teor de Ca ósseo de vacas com cria ao pé foi de 31,2% (Pott et al. 1987) e no baixo Piquiri, em maio, 39,3% (Pott et al. 1989). Em bovinos do norte de Mato Grosso, Mendes (1977) registrou teores de Ca de 37,64% na estação chuvosa e de 37,49% na seca; não houve diferença significativa entre épocas.

Peducassé et al. (1983) registraram níveis de Ca de 31,52% no osso de bovinos das planícies bolivianas do Beni, na época seca.

Fósforo - Observaram-se diferenças estacionais significativas no teor ósseo de P, que foi mais baixo em maio do que em novembro e agosto, e que também não reflete a situação encontrada na pastagem. Estes níveis médios de P, segundo Maynard & Loosli (1974), podem ser considerados normais em novembro e agosto, mas deficientes em maio.

Nos Paiaguás, o P no osso de vacas em lactação apresentou diferenças sazonais significativas, variando de 16,64 \pm 1,71% em agosto a 14,12 \pm 1,32% em fevereiro (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, o teor de P no osso de vacas, em novembro, foi de 11,9% (Pott et al. 1987). Os níveis nessas sub-regiões são inferiores aos de Aquidauana. Pott et al.

(1989) relataram teor de 17,8% de P ósseo em bovinos do baixo Piquiri.

Mendes (1977), em bovinos no norte de Mato Grosso, encontrou teores de P ósseo de 15,06% na estação chuvosa e de 15,48% na seca; a diferença foi significativa ($< 0,02$). O teor de P no osso bovino das planícies do Beni, na época seca, foi 17,10% (Peducassé et al. 1983).

Magnésio - Não houve diferenças sazonais significativas no teor de Mg ósseo, à semelhança do observado na pastagem. Maynard & Loosli (1974) relataram como normais teores de 0,80% de Mg na cinza dos ossos. De acordo com este valor, os níveis de Aquidauana são deficientes. Segundo Blaxter & Sharman (1955), entretanto, a concentração normal de Mg na costela de bovinos varia de 0,67 a 0,70%.

Brum et al. (1987) observaram teores de Mg de 0,42% (em novembro) a 0,55% (em agosto), no osso de vacas de cria na sub-região dos Paiaguás. Na Nhecolândia, o teor de Mg no osso de bovinos, em novembro, foi de 0,41% (Pott et al. 1987) e no baixo Piquiri, em maio, de 0,65% (Pott et al. 1989). O teor de Mg no osso de bovinos no norte de Mato Grosso variou ($P < 0,02$) de 0,457% na estação chuvosa a 0,487% na seca (Mendes 1977). Nas planícies do Beni, foram registrados teores de Mg de 0,76% no tecido ósseo de bovinos, na época seca (Peducassé et al. 1983).

Cinzas - As diferenças estacionais nos teores de

cinzas do osso não foram significativas. Os níveis são maiores que os relatados por Pott et al. (1987) para a Nhecolândia (57,6% em fevereiro a 63,6% em maio) e por Pott et al. (1989) para o baixo Piquiri (63,2% em agosto a 63,9% em novembro). No norte de Mato Grosso, Mendes (1977) encontrou teores de cinza de 63,06% e 64,35% na estação chuvosa e seca, respectivamente.

Faixas de concentração de macronutrientes no soro e no osso

Soro - Em maio, 90% das amostras variaram de 8,0 a 9,0 mg de Ca/100 ml de soro; em agosto, 25% das amostras tiveram menos de 8,0 mg de Ca/100 ml e 69% de 8,0 a 9,0 mg de Ca/100 ml (Tabela 9).

A maioria das amostras apresentou teor de P entre 4,0 e 6,0 mg/100 ml. Em maio, 20% tiveram menos de 4,0 mg de P/100 ml e em agosto, 38% mais de 6,0 mg de P/100 ml. Isto é coerente com os resultados encontrados na pastagem.

A maioria das amostras (100% em maio e 88% em agosto) apresentou de 2,0 a 3,5 mg de Mg/100 ml de soro. Com base nos teores da pastagem não seriam mesmo esperadas deficiências, considerando-se que a concentração de Mg no plasma sanguíneo só decresce quando a deficiência é severa (Conrad et al. 1985).

TABELA 9. Número (N) e percentagem (%) de amostras de soro sanguíneo de vacas neloradas com cria ao pé na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense, distribuídas por faixas de concentração de macronutrientes.

| Mineral | Limites (mg/100 ml) | Épocas | | | |
|---------|---------------------|--------|-----|--------|----|
| | | Mai 83 | | Ago 83 | |
| | | N | % | N | % |
| Ca | < 8,0 | - | - | 4 | 25 |
| | 8,0 - 9,0 | 9 | 90 | 11 | 69 |
| | 9,1 - 12,0 | 1 | 10 | 1 | 6 |
| P | < 4,0 | 2 | 20 | - | - |
| | 4,0 - 6,0 | 8 | 80 | 10 | 62 |
| | 6,1 - 8,0 | - | - | 6 | 38 |
| Mg | 2,0 - 3,5 | 10 | 100 | 14 | 88 |
| | 3,6 - 5,0 | - | - | 1 | 6 |
| | >5,0 | - | - | 1 | 6 |

Ossos - Em maio e em agosto alguns animais apresentaram menos de 34% de Ca (Tabela 10). Nas três épocas de amostragem houve animais com menos de 36% de Ca ósseo.

Observa-se que grande parte das amostras continham menos de 17% de P e em maio metade delas, menos de 16% de P.

Em novembro e em agosto ocorreram níveis de Mg menores que 0,55%.

A ocorrência de níveis de Ca, P e Mg abaixo dos normais no tecido ósseo indica a possibilidade de deficiências destes nutrientes para vacas de cria. É possível que os baixos níveis de Ca e Mg encontrados no osso de algumas vacas sejam decorrentes da mineralização inadequada devido à deficiência de P, conforme já sugerido anteriormente por Sousa et al. (1987), em bovinos de Roraima.

Amplitudes de concentração de macronutrientes no tecido animal

Na Tabela 11 mostram-se as amplitudes de Ca, P e Mg no soro sanguíneo e no osso.

Verifica-se que os limites inferiores de Ca e P, tanto no soro quanto no osso, e de Mg no osso são indicativos de deficiência destes nutrientes.

TABELA 10. Número (N) e percentagem (%) de amostras de osso de vacas neloradas em lactação na fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense, distribuídas por faixas de concentração de macronutrientes (% nas cinzas).

| Mine-ral | Limites | Época | | | | | | |
|----------|-------------|--------|----|--------|----|--------|----|---|
| | | Nov 82 | | Mai 83 | | Ago 83 | | |
| | | N | % | N | % | N | % | |
| Ca | <34,0 | - | - | 20 | 3 | 43 | | |
| | 34,0 - 35,0 | - | - | - | - | - | | |
| | 35,1 - 36,0 | 1 | 17 | 2 | 40 | 2 | 29 | |
| | 36,1 - 37,0 | - | - | 17 | 1 | 20 | - | - |
| | >37,0 | 4 | 66 | 1 | 20 | 2 | 28 | |
| P | 15,0 - 16,0 | - | - | 3 | 50 | - | - | |
| | 16,1 - 17,0 | 3 | 33 | 1 | 17 | 1 | 14 | |
| | 17,1 - 18,0 | 3 | 33 | 1 | 17 | 4 | 57 | |
| | >18,0 | 3 | 33 | 1 | 16 | 2 | 29 | |
| Mg | <0,55 | 2 | 29 | - | - | 1 | 17 | |
| | 0,55 - 0,60 | 2 | 29 | 4 | 67 | 4 | 66 | |
| | 0,61 - 0,70 | 2 | 28 | 1 | 17 | 1 | 17 | |
| | >0,70 | 1 | 14 | 1 | 16 | - | - | |

TABELA 11. Amplitude de concentração de macronutrientes em amostras de tecido animal de vacas neloradas com cria ao pé, na fazenda Funil, sub-região de Aquidauana, Pantanal Mato-grossense.

| Tecido | Mineral | Época | | |
|----------------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| | | Nov 82 | Mai 83 | Ago 83 |
| Soro sangüíneo (mg/100 ml) | Ca | | 8,6 - 10,3 | 7,8 - 9,2 |
| | P | | 3,0 - 5,5 | 4,6 - 7,9 |
| | Mg | | 2,7 - 3,1 | 2,4 - 5,3 |
| Osso (%) | Ca | 35,9 - 40,3 | 33,8 - 37,7 | 32,2 - 38,9 |
| | P | 16,8 - 18,5 | 15,6 - 18,3 | 16,5 - 18,1 |
| | Mg | 0,53 - 0,72 | 0,55 - 0,76 | 0,54 - 0,65 |
| | Cinzas | 62,0 - 66,6 | 64,1 - 66,6 | 62,8 - 66,2 |

CONCLUSÕES

1. Os solos aqui estudados apresentam baixos níveis de cálcio, magnésio, potássio e fósforo.
2. As plantas forrageiras aqui estudadas apresentam baixos níveis de fósforo.
3. Nos tecidos das vacas em lactação, aqui examinados, ocorreram níveis de cálcio, fósforo e magnésio indicativos de deficiências destes nutrientes.
4. A suplementação de Ca, P e Mg é recomendável para bovinos nas pastagens nativas da sub-região de Aquidauana.

AGRADECIMENTOS

Ao proprietário da fazenda Funil, Sr. Estevão Ferraz Alves Corrêa, pelas facilidades oferecidas para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito "Complexo do Pantanal". In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32, Teresina, 1981. *Anais.* . . Teresina, Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p.109-19.

ADÂMOLI, J. A dinâmica das inundações no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., Corumbá, MS, 1984. *Anais.* . . Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p.51-61. EMBRAPA, CPAP. Documentos, 5).

ALBA, J. de. Carencias minerales en el animal que vive del pastoreo. *Turrialba*, 9(3):91-7, 1959.

ALLEM, A.C. & VALLS, J.F.M. *Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense*. Brasília, EMBRAPA-DPU, 1987. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).

ALMEIDA, I.L. de & BRUM, P.A.R. de. Técnica em biópsia óssea em bovinos para estudo de minerais. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(1):121-2, 1980.

AMARAL FILHO, Z.P. Solos do Pantanal Mato-grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., Corumbá, MS, 1984. *Anais.* . . Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p.91-103. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).

AMMERMAN, C.B. & GOODRICH, R.D. Advances in mineral nutrition in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 57:519-33, 1983. Supl. 2.

BAHIA, V.G. Laboratório de manipulação de amostra e análise de solo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, 1976. *Anais.* . . Belo Horizonte, UFMG, s.d. p.110-5.

BLAXTER, K.L. & SHARMAN, G.A.M. Hypomagnesaemic tetany in beef cattle. *Vet. Rec.*, 67:108, 1955.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro Oeste. *Estudo de desenvolvimento da Bacia do Alto Paraguai. Tomo II. Descrição física e recursos naturais*. Brasília, Ministério do Interior/EDIBAP/UNDP/OEA, 1979. 235p.

BRASIL. Ministério do Interior. *Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai: Relatório Técnico*. Rio de Janeiro, DNOS, 1974. v.1, 284p.

BRUM, P.A.R. de; SOUSA, J.C. de; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, I.L. de. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-grossense. I. Cálcio fósforo e magnésio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(9/10):1039-48, set./out. 1987.

CADAVID GARCÍA, E.A. *Estudo técnico-econômico da pecuária bovina de corte do Pantanal Mato-grossense*. Corumbá, EMBRAPA-CPAP, 1986. 150p. (EMBRAPA. CPAP. Documentos, 4).

CAMARGO, W.V. de A.; FERNANDES, N.S.; SANTIA-GO, A.M.H. Estudos de elementos minerais de interesse

- pecuário em regiões da Amazônia Legal. *Arq. I. Biol.*, São Paulo, 47(4):83-111, 1980.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras, MG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras, MG, EPAMIG, 1978. 80p.
- CONRAD, J.H. Phosphorus supplementation for increasing reproduction in cattle. In: RUMINANT LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEM SEMINAR, Georgetown, Guyana, 1976. **Proceedings**. . . Georgetown, s.ed., 1976, p.1-11.
- CONRAD, J.H.; MCDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Gainesville, Universidade da Flórida, 1985. 90p.
- CONRAD, J.H. & SOUSA, J.C. de. Predição de deficiências minerais em ruminantes baseado em solo, planta e tecido animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, 1976. **Anais**. . . Belo Horizonte, UFMG, s.d. p.251-60.
- CUNHA, T.J.; SHIRLEY, R.L.; CHAPMAN JUNIOR, H.L.; AMMERMAN, C.B.; DAVIS, G.K.; KIRK, W.G.; HENTGES JUNIOR, J.F. **Minerals for beef cattle in Florida**. Gainesville, University of Florida, Agricultural Experiment Stations, 1964. 60p. (Bulletin, 683).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FICK, K.R.; MCDOWELL, L.R.; MILES, P.H.; WILKINSON, N.S.; FUNK, J.D.; CONRAD, J.H.; DAYRELL, M. de S.; ROSA, I.V. **Métodos de análises de minerais em tecidos de animais e de plantas**. 2.ed., Gainesville, University of Florida, 1980. Pag. descon-tinua.
- GONZALEZ-JIMENEZ, E. Tropical grazing land ecosystems of Venezuela. 2. Primary and secondary productivity in flooded savannas. In: UNESCO/Paris, França. **Tropical grazing land ecosystems**. Paris, 1979. p.620-5.
- GRACE, N.D. Calcium. In: GRACE, N.D., ed. **The mineral requirements of grazing ruminants**. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production, 1983. p.100-5.
- JARDIM, W.R.; MORAES, C.L. de; PEIXOTO, A.M. **Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central**. Piracicaba, ES/ LQ/USP, 1962. 21p. (ESALQ, USP. Boletim Técnico Científico, 13).
- JARDIM, W.R.; PEIXOTO, A.M.; MORAIS, C.L. de; SILVEIRA FILHO, S. Contribuição ao estudo da composição química de plantas forrageiras de pastagens do Brasil Central. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, 1965. **Anais**. . . São Paulo, Sec. Agric. Est. S. Paulo, 1965. v.1., p.699-704.
- LITTLE, D.A. Observations on the phosphorus requirement of cattle for growth. **Res. Vet. Sci.**, London, 28(2):258-60, 1980.
- LOPES, H.O. da S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C. de P.; MARTINS JUNIOR, W. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato Grosso e Goiás. 1. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. MG**, Belo Horizonte, 32(2):161-4, 1980.
- MAYNARD, L.A. & LOOSLI, J.K. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 550p.
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E.; HARRIS, L.E.; FICK, K.R. Composición de los forrajes latinoamericanos. **Prod. Anim. Trop.**, 2:282-8, 1977.
- MCDOWELL, L.R.; KOGER, M.; PEDUCASSÉ, A.; LOOSLI, J.K.; CONRAD, J.H. Mineral status and supplementation of beef cattle in Beni, Bolivia. **Trop. Agric.**, Trinidad, 61(1):29-34, 1984.
- MENDES, M. de O. **Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique**. Gainesville, University of Florida, 1977. 235p. Tese Doutorado.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1976. 56p.
- PEDUCASSÉ, C.A.; MCDOWELL, L.R.; PARRA, L.A.; WILKINS, J.W.; MARTIN, F.G.; LOOSLI, J.K.; CONRAD, J.H. Situación mineral de bovinos de carne en las áreas tropicales de Bolivia. **Prod. Anim. Trop.**, 8(12):129-42, 1983.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R. de; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; DYNIA, J.F. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. I. Levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 22(9/10):1093-1109, set./out. 1987.
- POTT, E.B.; POTT, A.; ALMEIDA, I.L. de; BRUM, P.A.R. de; COMASTRI FILHO, J.A.; TULLIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 3. Levantamento de macronutrientes no baixo Piquiri. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 24(11):1361-68, 1989.
- RUBIO, E. & LOPEZ, U.A. La explotación ganadera en los Llanos orientales. **Agric. Trop.**, 24(1):616-41, 1968.
- SOUSA, J.C. de; GONÇALVES, E.M.; VIANA, J. de A.C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. 3. Cálcio e fósforo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 21(12):1327-36, 1986.
- SOUSA, J.C. de; GONÇALVES, E.M.; VIANA, J. de A.C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Ro-

- raima. 4. Magnésio, sódio e potássio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 22(1):89-98, 1987.
- SOUSA, J.C. de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; MCDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 14(4):387-95, 1979.
- SOUSA, J.C. de; 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. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 17(1):11-20, 1982.
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la alimentacion del ganado**. Zaragoza, Acribia, 1969. 320p.
- WUTKE, A.C.P. Análise química na avaliação da fertilidade. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. cap. 18, p.223-9.