

NUTRIÇÃO MINERAL DE BOVINOS DE CORTE NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

VI. LEVANTAMENTO DE MICRONUTRIENTES NA SUB-REGIÃO DE AQUIDAUANA¹

EDISON B. POTT², JOSÉ A. COMASTRI FILHO³, IRAJÁ L. DE ALMEIDA²,
PAULO A.R. DE BRUM⁴ e ARNILDO POTT⁵

RESUMO - Foram analisados Fe, Mn, Cu e Zn em amostras de solo, plantas forrageiras e fígado de vacas neloradas em lactação, coletadas em novembro/82, 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, encontraram-se teores médios de Fe de 29 a 112 ppm; Mn, de 15 a 66 ppm; Cu, de 0,4 a 3,1 ppm; e Zn, de 0,3 a 1,2 ppm. Nas forrageiras (médias das unidades de paisagem), Fe variou de 79 a 448 ppm; Mn, de 50 a 382 ppm; Cu, de 3,5 a 6,7 ppm; e Zn, de 5 a 16 ppm. O fígado apresentou, em média, por época, de 477 a 558 ppm de Fe; de 25 a 35 ppm de Mn; de 228 a 284 ppm de Cu; e de 117 a 130 ppm de Zn. O tecido animal não acusou deficiência de Fe, Mn, Cu e Zn, mas os baixos teores de Zn nas forrageiras e os altos teores de Fe nas forrageiras e no fígado permitem recomendar a conveniência da suplementação de Zn para bovinos de corte na sub-região de Aquidauana.

Termos para indexação: deficiências minerais, diagnóstico, pastagens nativas, solo, tecido animal, suplementação, ferro, manganês, cobre, zinco.

BEEF CATTLE MINERAL NUTRITION IN THE BRAZILIAN PANTANAL VI. MICRONUTRIENTS SURVEY ON THE AQUIDAUANA SUBREGION

ABSTRACT - Samples of soil, forages and liver of lactating zebu cows were collected in November 1982, May and August 1983, and analysed for Fe, Mn, Cu and Zn. Soil and plants were sampled in five landscape units: forest, savanna, high and low *Elyonurus* grassland and open wet grassland. In soil of the landscapes mean levels of Fe varied from 29 to 112 ppm; Mn, from 15 to 66 ppm; Cu, from 0.4 to 3.1 ppm; and Zn, from 0.3 to 1.2 ppm. In forages (landscape means), Fe varied from 79 to 448 ppm; Mn, from 50 to 382 ppm; Cu, from 3.5 to 6.7 ppm; and Zn from 5 to 16 ppm. Liver presented, per season, mean levels of 477 to 558 ppm Fe; 25 to 35 ppm Mn; 228 to 284 ppm Cu; and 117 to 130 ppm Zn. There was no evidence of Fe, Mn, Cu or Zn deficiencies in animal tissue, but the low forage Zn levels and high levels of Fe in forages and liver allow to recommend Zn supplementation for beef cattle in the Aquidauana subregion.

Index terms: mineral deficiencies, diagnosis, native pastures, soil, animal tissue, supplementation, iron, manganese, copper, zinc.

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 García 1986). A sub-região de Aquidauana, localizada no sudoeste do Pantanal e abrangendo parte dos municípios de Anastácio, Aquidauana e Miranda, MS, com 6.816 km², representa 4,9% da área da região pantaneira (Adámoli 1982).

Em Aquidauana, a precipitação média anual é de 1.402 mm (período 1918 a 1971), com 71% distribuída 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 Aquidauana, Miranda 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 textura média no horizonte subsuperficial; junto ao rio Aquidauana a textura é argilosa, em ambos os horizontes (Amaral Filho 1986).

A principal fonte alimentar dos bovinos nesta sub-região são as pastagens nativas. Segundo Allem

¹ Aceito para publicação em 25 de novembro de 1988.

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

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Caixa Postal 151, CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

⁴ Méd. - Vet., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), Caixa Postal D-3, CEP 89700 Concórdia, SC.

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

& Valls (1987), na Fazenda Rio Negro, localizada às margens do rio Negro no Pantanal de Aquidauana, os campos limpos são povoados maciçamente por capim-mimoso (*Axonopus purpusii*), capim-mimosinho (*Reimarocholea* spp.), *Paspalum alnum* e mimoso-de-talo (*Hemarthria altissima*); secundariamente, destacam-se *Paspalum plicatulum* e pequenas manchas de *Paratheria prostrata*. Nas savanas, aparecem, com frequência, espécies lenhosas como a piúva-do-pantanal (*Tabebuia avellanadae*) e o camarará (*Vochysia divergens*).

Nos últimos anos, grandes esforços vêm sendo desenvolvidos no Brasil para identificação de deficiências de micronutrientes em bovinos em pastejo, de forma a permitir suplementação mineral mais adequada e eficiente (Sousa et al. 1980, 1981, 1982; Sousa & Darsie 1985, 1986; Camargo et al. 1980; Lopes et al. 1980).

No Pantanal Mato-grossense, trabalhos até agora concluídos mostraram a possibilidade de deficiências de cobre e zinco nas sub-regiões arenosas: Paiaguás (Brum et al. 1987) e Nhecolândia (Pott et al. 1987) e de zinco na zona do baixo Piquiri (Pott et al. 1989b).

Jardim et al. (1962, 1965) relataram níveis de cobalto 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 de bovinos da sub-região de Aquidauana.

O objetivo do trabalho foi determinar os teores médios de Cu, Fe, Mn e Zn em amostras de solo, plantas forrageiras e tecido de bovinos, 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 Lat. 20°12'S e Long. 55°56'W).

Foram coletadas amostras de solo, plantas forrageiras e fígado de bovinos em novembro/82, maio 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 a sua utilização. A lotação é baixa (100 vacas para cerca de 500 ha), em função do período crítico principal (cheia) e/ou de outro secundário, no inverno, e da obtenção de bezerras 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 Planossolos, com horizonte A arenoso e B limo-argiloso.

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

Savana - campo de gramíneas cespitosas (*Andropogon*, *Elyonurus*, *Sorghastrum*, *Trachypogon*), com árvores isoladas de *M. aculeatum*, *Tabebuia caraiba* (paratudo) e *Luehea* sp. 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 araticum (*Annona dioica*); localmente, distinguem-se dois níveis sutis: o caronal "alto", não inundável, e o caronal "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, denominado "vazante" (relevo plano deprimido), com diversas gramíneas, como *Axonopus leptostachyus* (capim-branco), *Panicum laxum* (grama-do-carandazal) 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 planta foram realizadas nas proximidades dos nove pontos demarcados. As amostras de solo foram coletadas na camada 0 a 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. Essas amostras foram cortadas com faca inoxidável, simulando a altura de pastejo, e armazenadas em sacos de plástico. Na mata, foi coletada *Attalea phalerata*; na savana, *Axonopus purpusii*; no caronal alto, *A. purpusii*; no caronal baixo, *Leersia hexandra* (felpudinho) e *Paspalum* sp. grupo *Plicatula* (felpudo); e no campo de vazante, *Axonopus leptostachyus*, *Hemarthria altissima* (mimoso-de-talo) e *Panicum laxum*.

As amostras de fígado foram coletadas por biópsia, conforme técnica descrita em Fick et al. (1980), de 12 a 16 vacas neloradas em lactação, que pastejavam nas áreas em que foram amostrados solo e plantas.

As análises de solo foram realizadas segundo o método de Lindsay & Norvell (1978). As amostras de plantas e de fígado foram preparadas e analisadas segundo Fick et al. (1980).

Os resultados das análises laboratoriais foram submetidos à análise de variância num delineamento inteiramente casualizado, seguida do teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%.

Os resultados são dados no solo secado ao ar e de plantas e fgado, na matéria seca.

No período abordado, a precipitação (em mm) em Aquidauana, MS, (Lat. 20°29'S, Long. 55°47'W) foi a seguinte: nov/82 = 111,2; dez/82 = 333,2; jan/83 = 235,2; fev/83 = 100,0; mar/83 = 230,0; abr/83 = 30,0; mai/83 = 182,0; jun/83 = 40,0; jul/83 = 17,0 e ago/83 = 7,0; total = 1.285,6 (Estação de Aquidauana; dados fornecidos pela 11ª Residência do DNOs, Corumbá, MS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de minerais no solo

Efeitos de unidade de paisagem

Na Tabela 1, são dados os teores médios de Fe, Mn, Cu e Zn no solo, por unidade de paisagem.

Ferro - O teor de Fe foi mais elevado no campo de vazante do que nas demais unidades, nas quais as diferenças não foram significativas. O campo de vazante é a unidade com o maior grau de inundação, condição que favorece a solubilização e o transporte do Fe no solo (Nores 1944, Viets Júnior & Lindsay 1973).

As concentrações de Fe no solo estão dentro da ampla faixa de variação (10 a 1.000 ppm) admitida como normal por Isaac & Kerber (1971). Mortvedt (1980) considera altas as concentrações de Fe no solo quando maiores que 4,5 ppm. Com base neste critério, as concentrações de Fe nos solos de Aquidauana são muito altas.

Nos Paiaguás, os teores mais altos de Fe ocorreram na vazante e no campo cerrado (Brum et al. 1987), assim como na Nhecolândia, em que os níveis mais altos foram registrados no caronal e no campo limpo (Pott et al. 1987). A vazante dos Paiaguás e o campo limpo da Nhecolândia morfologicamente se assemelham ao campo de vazante de Aquidauana.

As concentrações de Fe no solo em Aquidauana foram mais baixas que aquelas dos Paiaguás - até

206 ppm na vazante, em novembro (Brum et al. 1987); da Nhecolândia - até 280 ppm no caronal, em agosto (Pott et al. 1987); e do baixo Piquiri - até 2.757 ppm, em solo de mata (Pott et al. 1989b).

Manganês - Os níveis de Mn no solo tenderam a ser mais elevados no campo de vazante e mais baixos no caronal baixo; as demais unidades se equivaleram. A quantidade de Mn em solução no solo também aumenta com a inundação e a aeração deficiente e sua disponibilidade é altamente dependente do pH (Viets Júnior & Lindsay 1973). O pH do solo na sub-região de Aquidauana varia de 5,1 a 5,9 (Pott et al. 1989a).

Isaac & Kerber (1971) admitem como normal a variação de 2 a 500 ppm de Mn no solo. As concentrações encontradas em Aquidauana enquadram-se nessa faixa, mas, se comparadas ao nível adequado (> 1,0 ppm) aceito por Viets Júnior & Lindsay (1973), são muito altas.

Nos Paiaguás, o nível mais alto de Mn ocorreu no solo de vazante (Brum et al. 1987) e na Nhecolândia, no solo de mata (Pott et al. 1987).

Os teores de Mn no solo na sub-região de Aquidauana foram maiores que os dos Paiaguás - até 46 ppm na vazante, em novembro (Brum et al. 1987); maiores que os de cerrado, caronal, campo limpo e lagoa (até 48 ppm no campo limpo, em novembro), mas inferiores aos da mata na Nhecolândia - até 116 ppm, em novembro (Pott et al. 1987); e semelhantes aos do campo cerrado, campo limpo e cerrado do baixo Piquiri (Pott et al. 1989b).

Cobre - A maior concentração de Cu no solo foi observada no campo de vazante e a menor, na mata; não houve diferença significativa entre as demais unidades.

O teor de cobre no solo da sub-região de Aquidauana é adequado, considerando-se o nível aceito por Viets Júnior & Lindsay (1973) (> 0,2 ppm).

TABELA 1 Níveis médios \pm desvio-padrão de micronutrientes (ppm), em três épocas do ano^Z, em solos de cinco unidades de paisagem, na fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense^Y.

| Unidade de paisagem | n ^X | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Mata | 5 | 41 \pm 16 b | 27 \pm 16 abc | 0,4 \pm 0,1 c | 0,4 \pm 0,1 ab |
| Savana | 3 | 35 \pm 12 b | 19 \pm 1 bc | 1,3 \pm 0,1 b | 0,3 \pm 0,1 b |
| Caronal alto | 6 | 29 \pm 12 b | 57 \pm 26 ab | 1,2 \pm 0,5 bc | 0,3 \pm 0,1 b |
| Caronal baixo | 6 | 41 \pm 26 b | 15 \pm 10 c | 1,0 \pm 0,4 bc | 0,7 \pm 0,4 ab |
| Campo de vazante | 6 | 112 \pm 62 a | 66 \pm 38 a | 3,1 \pm 0,9 a | 1,2 \pm 1,0 a |

^Z Nov./82, Mai./83 e Ago./83.

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

^X n = número de observações.

Brum et al. (1987), em solos dos Paiaguás, encontraram teores mais altos de Cu no solo de cordilheira e vazante e mais baixos no campo cerrado.

Os níveis no solo da sub-região de Aquidauana foram maiores que os relatados por Brum et al. (1987) para solos dos Paiaguás - até 0,9 ppm no campo cerrado - e se assemelharam aos de campo cerrado, cerrado e campo limpo do baixo Piquiri (Pott et al. 1989b).

Zinco - A concentração de Zn no solo tendeu a ser maior no campo de vazante; não houve diferenças significativas entre as demais unidades.

Os teores de Zn no solo variaram desde baixos até altos, considerando-se os níveis relatados por Mortvedt (1980): baixos = < 0,5 ppm, médios = 0,5 a 1,0 ppm e altos = > 1,0 ppm.

Nos Paiaguás, o teor de Zn foi maior no solo de vazante e de cordilheira do que de campo cerrado (Brum et al. 1987), enquanto na Nhecolândia tendeu a ser mais alto na mata e mais baixo no caronal (Pott et al. 1987).

Os teores de Zn dos solos de campo de vazante da sub-região de Aquidauana são semelhantes aos da vazante e cordilheira dos Paiaguás (Brum et al. 1987), mas os das demais unidades são mais baixos. A variação encontrada em Aquidauana é muito semelhante à da Nhecolândia - 0,2 a 1,6 ppm (Pott et al. 1987).

Efeitos de época

Os níveis médios de Fe, Mn, Cu e Zn por época de amostragem são apresentados na Tabela 2. Não houve diferenças estacionais significativas, em nenhum dos nutrientes.

Ferro - Nos Paiaguás, a concentração de Fe no solo foi mais alta em novembro (175 ppm) e mais baixa em agosto (89 ppm) (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, somente na mata ocorreram diferenças sazonais; o maior teor foi o de novembro (204 ppm) e o menor, o de maio (84 ppm) (Pott et al. 1987).

Em solos das planícies bolivianas de Santa Cruz e do Beni, inundáveis à semelhança do Pantanal, Peducassé et al. (1983) encontraram teores de Fe de 24 ± 14 ppm e 25 ± 20 ppm, respectivamente, no final da seca. No Beni, o teor de Fe no solo foi mais alto na época seca (171 ppm) do que na época chuvosa (141 ppm) (McDowell et al. 1984).

Manganês - Brum et al. (1987) observaram níveis mais altos de Mn em novembro, nos Paiaguás, não havendo diferença significativa entre as demais épocas. Na Nhecolândia, o teor de Mn tendeu a ser mais elevado em novembro, sendo significativo o efeito

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

| Época | n ^x | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---------|----------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Nov./82 | 8 | 53 \pm 21 | 47 \pm 33 | 1,6 \pm 1,2 | 0,6 \pm 0,4 |
| Mai/83 | 9 | 44 \pm 27 | 31 \pm 22 | 1,2 \pm 0,9 | 0,5 \pm 0,2 |
| Ago./83 | 9 | 64 \pm 72 | 41 \pm 37 | 1,5 \pm 1,2 | 0,8 \pm 0,9 |

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

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

^x número de observações.

sazonal apenas nos solos de cerrado e lagoa (Pott et al. 1987).

Em Santa Cruz e no Beni, no final da seca, Peducassé et al. (1983) encontraram concentrações de Mn de $9,3 \pm 7,6$ ppm e $14,7 \pm 7,7$ ppm, respectivamente. McDowell et al. (1984) relataram nível de Mn no solo do Beni de 7,1 ppm, na seca, mais baixo que o da época chuvosa (12,4 ppm).

Cobre - Na sub-região dos Paiaguás, a concentração de Cu foi maior em maio e menor em novembro (Brum et al. 1987).

Peducassé et al. (1983) relataram teores médios de Cu de $0,3 \pm 0,1$ ppm e $0,5 \pm 0,3$ ppm em solos das planícies de Santa Cruz e do Beni, respectivamente, no final da seca. No Beni, os teores de Cu no solo na época chuvosa (0,96 ppm) e na seca (0,80 ppm) se assemelharam (McDowell et al. 1984).

Zinco - Os teores de Zn no solo nos Paiaguás foram mais altos em fevereiro e mais baixos em agosto (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, foram maiores em maio e tenderam a ser mais baixos em agosto (Pott et al. 1987).

Nas planícies de Santa Cruz e do Beni, os teores de Zn no solo foram de $1,3 \pm 0,4$ ppm e $0,6 \pm 0,2$ ppm, respectivamente (Peducassé et al. 1983). McDowell et al. (1984) referiram teores de Zn no solo do Beni de 3,1 ppm na seca e 5,1 ppm na época chuvosa, sendo este mais alto. (McDowell et al. 1984).

Teores de minerais nas plantas forrageiras

Efeito de unidade de paisagem

Na Tabela 3, são mostrados os teores de Fe, Mn, Cu e Zn nas forrageiras, em função das unidades de paisagem.

TABELA 3. Teores médios \pm desvio-padrão de micronutrientes (ppm) em plantas forrageiras coletadas em três épocas do ano^Z, em cinco unidades de paisagem, na fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense^Y.

| Unidade de paisagem | n ^X | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|---------------|
| Mata | 5 | 79 \pm 12 c | 50 \pm 7 c | 6,7 \pm 2,0 a | 8 \pm 2 bc |
| Savana \checkmark | 2 | 448 \pm 85 a | 290 \pm 18 ab | 4,2 \pm 0,9 b | 10 \pm 4 bc |
| Caronal alto | 4 | 134 \pm 39 c | 255 \pm 11 ab | 3,8 \pm 0,9 b | 5 \pm 2 c |
| Caronal baixo | 5 | 128 \pm 90 c | 249 \pm 149 b | 3,5 \pm 0,9 b | 13 \pm 6 ab |
| Campo de vazante | 17 | 232 \pm 97 b | 382 \pm 154 a | 5,0 \pm 2,0 ab | 16 \pm 7 a |

^Z Nov./82, Maio/83 e Ago./83.

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

^X n = número de observações.

\checkmark Nov./82 e Maio/83.

Ferro - Houve diferenças significativas no teor de Fe entre as forrageiras das unidades de paisagem amostradas. O maior teor ocorreu na savana. A mata tendeu a apresentar o menor valor. Com base nas concentrações do solo, esperar-se-ia que os mais altos níveis de Fe ocorressem nas forrageiras do campo de vazante.

Nos Paiaguás, Brum et al. 1987 encontraram níveis de Fe mais altos nas gramíneas de vazante do que de campo cerrado e cordilheira. Na Nhecolândia, os teores de Fe tenderam a ser maiores nas forrageiras do campo limpo (Pott et al. 1987).

O National Research Council (1976) sugere 10 ppm de Fe na dieta de vacas em lactação. Os teores médios das forrageiras de todas as unidades superaram amplamente este nível, mas não alcançaram os 1.000 ppm que o National Research Council (1980) considera como o teor máximo tolerável para bovinos. O excesso de Fe nas forrageiras geralmente está acompanhado de deficiências de P na planta (Alba & Davis 1957), como ocorre nas forrageiras de Aquidauana (Pott et al. 1989a).

Os teores de Fe nas forrageiras de Aquidauana aproximam-se grosseiramente daqueles dos Paiaguás - 454 ppm na vazante (Brum et al. 1987); são menores que os do campo limpo, lagoa e caronal da Nhecolândia - até 2.558 ppm (Pott et al. 1987); e são maiores que os do campo cerrado, cerrado e campo limpo do baixo Piquiri - até 447 ppm (Pott et al. 1989b).

Sousa et al. (1982) referiram teor médio de Fe de 553 ppm em forrageiras nativas no norte de Mato Grosso.

Manganês - Houve diferenças significativas no teor de Mn nas forrageiras das diversas unidades de

paisagem. O teor maior foi observado no campo de vazante e o menor, na mata. Em relação aos teores encontrados nos solos, há coerência com o nível de Mn das forrageiras do campo de vazante e do caronal alto, mas não da savana e do caronal baixo.

Os teores de Mn foram mais altos nas gramíneas de vazante, nos Paiaguás (Brum et al. 1987) e na Nhecolândia, tenderam a ser mais altos no campo limpo (Pott et al. 1987).

O National Research Council (1976) sugere 20 ppm de Mn na dieta de vacas em lactação. Os teores médios das forrageiras de todas as unidades de paisagem ultrapassaram este teor. Fonseca & Davies (1968) observaram estreita relação entre altos níveis de Mn nas forrageiras (> 100 ppm) e baixa taxa reprodutiva em rebanhos leiteiros da Costa Rica. No caso de Aquidauana, eventuais efeitos danosos do excesso de Mn podem ser inibidos pelos não menos elevados níveis de Fe, uma vez que com baixa ingestão de Fe os animais são mais sensíveis à toxicidade do Mn, ao passo que o excesso de Fe na dieta dá proteção contra o excesso de Mn (National Research Council 1980).

As forrageiras nativas de Aquidauana tiveram teores de Mn mais baixos que as dos Paiaguás - até 522 ppm, na vazante (Brum et al. 1987) e da Nhecolândia - até 1.658 ppm no campo limpo (Pott et al. 1987), e assemelharam-se às do baixo Piquiri - até 391 ppm no cerrado (Pott et al. 1989b).

Beeson & Guillermo - Gómez (1970) observaram relação estreita entre pH do solo e teor de Mn das pastagens da alta bacia do Amazonas. Na sub-região de Aquidauana, as forrageiras que apresentaram o maior teor de Mn foram as do campo de vazante, em que ocorreu o pH do solo mais baixo - 5,1 (Pott et al. 1987).

No norte de Mato Grosso, Sousa et al. (1981) encontraram teor médio de 191 ppm de Mn em pastos nativos.

Cobre - Foram observadas diferenças significativas no teor de Cu das forrageiras das diversas unidades de paisagem. Os teores mais altos ocorreram na mata e no campo de vazante; este não diferiu do das demais unidades. Há coerência entre os níveis de Cu das forrageiras e dos solos, excluindo-se a mata, em que ocorreram os mais baixos níveis no solo e, paradoxalmente, os mais altos teores nas forrageiras.

Nos Paiaguás, os teores de Cu foram mais altos nas gramíneas de cordilheira e vazante e mais baixos no campo cerrado (Brum et al. 1987) e na Nhecolândia, mais altos na mata, não havendo diferenças entre as demais unidades (Pott et al. 1987).

O National Research Council (1976) sugere 4 ppm de Cu na dieta de vacas em lactação. Somente as forrageiras de mata, campo de vazante e savana alcançaram esta concentração.

As forrageiras nativas da sub-região de Aquidauana apresentaram níveis mais altos de Cu do que as dos Paiaguás - até 2,9 ppm na cordilheira (Brum et al. 1987). As forrageiras de mata de Aquidauana assemelharam-se no teor de Cu às da mata da Nhecolândia (Pott et al., 1987) mas as do campo de vazante foram maiores que as do campo limpo e da lagoa; as de savana e caronal alto e baixo de Aquidauana assemelharam-se às de cerrado e às do caronal da Nhecolândia. As forrageiras nativas do baixo Piquiri apresentaram teores de Cu ligeiramente maiores - até 7,2 ppm (Pott et al. 1989b) que as de Aquidauana.

Fernandes & Santiago (1972), em amostras de capim nativo coletadas na época chuvosa e na seca no então estado de Mato Grosso, encontraram teores de Cu de $3,5 \pm 1,0$ ppm. No norte de Mato Grosso, Sousa et al. (1980) encontraram teores de Cu de 1,7 ppm em gramíneas nativas.

Zinco - Houve diferenças significativas no teor de Zn nas forrageiras das diversas unidades de paisagem; o maior teor ocorreu no campo de vazante, que se assemelhou ao do caronal baixo, e o menor, no caronal alto, que não se diferenciou da mata e da savana. Os níveis de Zn foram muito baixos, em todas as unidades de paisagem, e não alcançaram os 20 a 30 ppm sugeridos pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Legg & Sears (1960) registraram deficiências de Zn em bovinos na Guiana, mantidos em pastagens nativas e cultivadas em solos arenosos de baixa fertilidade; os teores de Zn nas pastagens variaram de 18 a 42 ppm, portanto,

superiores aos encontrados nas forrageiras de Aquidauana.

Os níveis de Zn nos Paiaguás também foram maiores nas forrageiras de vazante do que nas de campo cerrado e cordilheira (Brum et al. 1987), mas na Nhecolândia tenderam a ser mais elevados na mata (Pott et al. 1987).

As concentrações de Zn das forrageiras de Aquidauana foram ligeiramente maiores que as dos Paiaguás - até 7,9 ppm na vazante (Brum et al. 1987), e assemelharam-se às da Nhecolândia - até 18 ppm na mata (Pott et al. 1987) e da zona do baixo Piquiri - até 16 ppm no cerrado (Pott et al. 1989b).

No norte de Mato Grosso, forrageiras nativas apresentaram 11 ppm de Zn (Sousa et al. 1982).

Efeito de época

Na Tabela 4 são mostrados os teores médios de Fe, Mn, Cu e Zn nas forrageiras, por época de amostragem.

Ferro - Não houve diferenças sazonais significativas no teor de Fe nas forrageiras, mas o nível tendeu a ser mais alto em maio, quando o solo, nesta sub-região, ainda se encontra muito encharcado.

Segundo McDowell et al. (s.d.), as condições ácidas do solo favorecem a disponibilidade e a utilização do Fe pela planta. Entretanto, em maio, quando o teor do nutriente nas forrageiras tendeu a ser mais alto, o pH do solo não mostrou mudanças que expliquem aquela variação: 5,6 contra 5,3 em novembro e 5,4 em agosto (Pott et al. 1989a).

Nos Paiaguás, não houve diferença nos teores de Fe nas forrageiras entre agosto, fevereiro e maio, sendo o nível mais baixo encontrado em novembro (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, excetuando-se a mata, os níveis de Fe foram ou tenderam a ser mais elevados em maio e mais baixos em novembro (Pott et al. 1987).

Peducassé et al. (1983) encontraram teores de Fe de 134 ± 100 ppm e 122 ± 67 ppm nas planícies de Santa Cruz e do Beni, respectivamente, no final da seca. Nas planícies orientais da Colômbia, não houve diferenças significativas nos teores de Fe nas pastagens entre o início (474 ± 50 ppm) e o final (618 ± 91 ppm) da estação chuvosa e na seca (588 ± 140 ppm) (Lebdosoekojó et al. 1980).

Manganês - Não ocorreram diferenças estacionais significativas no teor de Mn das forrageiras, mas, à semelhança do Fe, tendeu a ser maior em maio. Segundo Fleming (1973), condições deficientes de drenagem aumentam a concentração de Mn nas forrageiras. Suttmöller et al. (1966), no baixo Amazonas,

TABELA 4. Teores médios \pm desvio-padrão de micronutrientes (ppm) em plantas forrageiras, de cinco unidades de paisagem^Z, em três épocas do ano, na fazenda Funil, da sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense^Y.

| Época | n ^X | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------|
| Nov./82 | 12 | 171 \pm 124 a | 272 \pm 142 a | 3,8 \pm 1,7 b | 13 \pm 7 a |
| Mai/83 | 13 | 217 \pm 126 a | 309 \pm 175 a | 5,0 \pm 1,8 ab | 12 \pm 8 a |
| Ago./83 | 8 | 192 \pm 106 a | 289 \pm 212 a | 6,1 \pm 2,2 a | 16 \pm 5 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 n = número de observações.

na Ilha de Marajó e no Território do Amapá, observaram elevada ingestão de Mn por bovinos, associada à inundação prolongada das pastagens. Além disto, a absorção do Mn pelas plantas   favorecida pela reação ácida do solo (Underwood 1969).

Nos Paiaguás, as gramíneas apresentaram níveis de Mn mais elevados em agosto e em fevereiro do que em novembro e em maio (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, somente nas forrageiras do campo limpo o teor de Mn foi mais elevado em maio, enquanto no caronal houve apenas tendência neste sentido; na mata, foi mais elevado em agosto e no cerrado e na lagoa não houve diferenç as sazonais significativas (Pott et al. 1987).

Nas plan cias orientais da Colômbia, os níveis de Mn nas forrageiras foram mais elevados na seca (217 \pm 13 ppm) do que no início (158 \pm 7 ppm) e fim (157 \pm 13 ppm) da época chuvosa (Lebdosoekojo et al. 1980). Peducassé et al. (1983), no final da seca, encontraram 133 \pm 30 ppm de Mn nas plan cias de Santa Cruz e 389 \pm 252 ppm nas plan cias do Beni.

Cobre - Observaram-se diferenç as sazonais significativas no teor de Cu nas forrageiras, o teor mais alto ocorrendo em agosto e o mais baixo em novembro. O teor de Cu em maio, intermediário, não se diferenciou significativamente daqueles de novembro e agosto. Em novembro, as forrageiras de Aquidauana não atingiram o nível de 4 ppm de Cu sugerido pelo National Research Council (1976) para vacas em lacta o.

Nos Paiaguás, o maior teor de Cu das forrageiras foi verificado também em agosto, e o menor, também em novembro (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, somente no caronal ocorreram diferenç as estacionais significativas, sendo o teor maior em agosto e menor em maio (Pott et al. 1987).

Nas plan cias orientais da Colômbia, os teores de Cu também foram mais elevados na seca (2,0 \pm 0,2 ppm), do que no início e fim da época chuvosa (1,6 \pm 0,1 ppm e 1,5 \pm 0,1 ppm, respectivamente) (Lebdosoekojo et al. 1980).

Os teores médios de Cu, no final da seca, em forrageiras da planície de Santa Cruz, foram de 5,9 \pm 3,3 ppm, enquanto na planície do Beni de apenas 1,3 \pm 0,6 ppm (Peducassé et al. 1983).

Zinco - Não houve diferenç as sazonais significativas no teor de Zn nas forrageiras, havendo pequena tendência para nível mais alto em agosto,   semelhança do que ocorreu no solo.

Nos Paiaguás, as forrageiras apresentaram teor de Zn mais alto em novembro, embora estas não se diferenciassem das de agosto, e estas, das de fevereiro e maio (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, também não houve diferenç as estacionais no teor de Zn das forrageiras (Pott et al. 1987).

Em forrageiras das plan cias de Santa Cruz e do Beni, Peducassé et al. (1983) encontraram níveis de Zn de 30,2 \pm 9,7 ppm e 25,7 \pm 15,7 ppm, respectivamente, no final da seca. Nas plan cias orientais da Colômbia, os níveis de Zn foram mais baixos no final da época chuvosa (9,5 \pm 0,7 ppm) do que no seu início (15,3 \pm 0,5 ppm) e na seca (13,8 \pm 0,9 ppm) (Lebdosoekojo et al. 1980).

Micronutrientes nas espécies forrageiras

Na Tabela 5, são mostrados os teores de Fe, Mn, Cu e Zn nas espécies forrageiras amostradas.

Ferro - *Panicum laxum* apresentou o teor mais alto de Fe, seguida de *Axonopus purpusii*, *Paspalum* sp., *Axonopus leptostachyus* e *Hemarthria altissima*, todas gramíneas t picas de hábitat muito alagável (Pott 1986). Todas as gramíneas apresentaram nível de Fe

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

| Espécies | n [√] | Fe | Mn | Cu | Zn |
|--|----------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|
| <i>Attalea phalerata</i> (acuri) | 5 | 79 \pm 12 b | 50 \pm 7 d | 6,7 \pm 2,0 a | 8 \pm 2 b |
| <i>Axonopus leptostachyus</i> (capim-branco) | 6 | 197 \pm 108 ab | 432 \pm 111 ab | 3,7 \pm 1,6 b | 10 \pm 3 b |
| <i>Axonopus purpusii</i> (mimoso) ^U | 6 | 238 \pm 169 ab | 266 \pm 22 bc | 4,0 \pm 0,8 b | 7 \pm 3 b |
| <i>Hemarthria altissima</i> (mimoso-de-talo) | 6 | 197 \pm 72 ab | 255 \pm 158 bc | 7,3 \pm 1,5 a | 18 \pm 3 a |
| <i>Leersia hexandra</i> (felpudinho) | 3 | 65 \pm 12 b | 155 \pm 49 cd | 3,6 \pm 0,8 b | 17 \pm 6 a |
| <i>Panicum laxum</i> (grama-do-carandazal) | 5 | 316 \pm 62 a | 475 \pm 97 a | 3,7 \pm 1,3 b | 23 \pm 6 a |
| <i>Paspalum</i> sp. (grupo <i>Plicatula</i> (felpudo) ^U) | 2 | 223 \pm 48 ab | 390 \pm 132 ab | 3,4 \pm 1,3 b | 8 \pm 0 b |

^z Nov./82, Maio/83 e Ago./83.

^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 Maio/83.

muito acima do sugerido (10 ppm) pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação.

Nos Paiaguás, *A. purpusii* apresentou o teor mais alto de Fe (409 ppm), enquanto o mais baixo ocorreu em *A. paraguayensis* (145 ppm) (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, a espécie com maior teor de Fe foi também *A. purpusii* (871 ppm), seguida de *P. laxum* (712 ppm) e *Paspalum plicatulum* (272 ppm) (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, não houve diferenças significativas no teor de Fe entre as espécies amostradas; *H. altissima* e *A. leptostachyus*, duas das espécies mais frequentes, apresentaram 116 e 62 ppm de Fe, respectivamente (Pott et al. 1989b).

Nas savanas inundáveis da Venezuela, *A. purpusii*, *L. hexandra* e *P. laxum* tiveram 200 ppm, 420 ppm e 520 ppm de Fe, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Manganês - A forrageira com o maior teor de Mn foi *P. laxum*, seguida de *A. leptostachyus* e *Paspalum* sp., espécies de hábitat muito alagável (Pott 1986), que também apresentaram altos teores de Fe. Todas as espécies superaram o nível de Mn (20 ppm) sugerido pelo National Research Council (1976), para vacas em lactação.

Brum et al. 1987 referiram 441 ppm de Mn em *A. purpusii*, nos Paiaguás; *Reimarochloa* spp. apresentaram 521 ppm. Na Nhecolândia, *A. purpusii*, *P. laxum* e *P. plicatulum* contiveram 817 ppm, 795 ppm e 945 ppm e Mn, respectivamente; *Scleria* sp. apresentou 1.449 ppm (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, o maior teor de Mn ocorreu em *P. plicatulum* (342 ppm); *H. altissima* e *A. leptostachyus* apresentaram

130 ppm e 291 ppm, respectivamente (Pott et al. 1989b).

Cobre - Os teores mais altos de Cu ocorreram em *H. altissima* e *A. phalerata*. Não houve diferenças significativas entre as demais forrageiras. Somente duas espécies (*H. altissima* e *A. phalerata*) tiveram mais de 4 ppm de Cu, o nível mínimo sugerido pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Grace (1983) recomenda 10 ppm de Cu na dieta para vacas em lactação. Nenhuma das forrageiras alcançou este nível de Cu.

Nos Paiaguás, o teor mais alto de Cu (3,2 ppm) foi registrado em *A. paraguayensis*; *A. purpusii* apresentou 2,3 ppm (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, os maiores teores de Cu ocorreram em *Setaria vulpiseta* (6,9 ppm) e *P. plicatulum* (6,4 ppm); *A. purpusii* e *P. laxum* apresentaram 3,4 ppm e 3,1 ppm, respectivamente (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, os teores mais elevados de Cu foram observados em *H. altissima* (9,2 ppm) e *S. vulpiseta* (8,6 ppm); *P. laxum* apresentou 3,6 ppm (Pott et al. 1989b).

Nas savanas venezuelanas, foram encontrados níveis de Cu de 8 ppm, 11 ppm e 13 ppm, em *A. purpusii*, *L. hexandra* e *P. laxum*, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Zinco - Os mais altos teores de Zn foram observados em *P. laxum*, *H. altissima* e *L. hexandra*. Somente *P. laxum* alcançou a concentração sugerida pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. *A. phalerata*, *A. leptostachyus*, *A. purpusii* e *Paspalum* sp. apresentaram níveis muito baixos.

Na sub-região dos Paiaguás, o teor mais alto de Zn ocorreu em *Reimarochloa* spp. (12,4 ppm), *A. purpusii* apresentou 4,3 ppm (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, as espécies com maior teor de Zn foram *Ispochloa virgata* (14 ppm), *S. vulpiscata* (14 ppm), *P. plicatum* (13 ppm) e *P. laxum* (13 ppm); *A. purpusii* apresentou 8 ppm de Zn (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, o maior teor de Zn ocorreu em *Panicum* sp. (18 ppm); *H. altissima* e *A. leptostachyus* apresentaram 15 ppm e 11 ppm, respectivamente (Pott et al. 1989b).

Os níveis de Zn de *A. purpusii*, *L. hexandra* e *P. laxum* nas savanas da Venezuela foram de 67 ppm, 104 ppm e 89 ppm, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Faixas de concentração de micronutrientes nas forrageiras

Na Tabela 6, são dados o número e a frequência das amostras em função de limites de concentração de Fe, Mn, Zn e Cu.

Ferro - A maioria das amostras (58%) teve entre 101 e 400 ppm de Fe. Somente 6% apresentaram > 400 ppm. Na Nhecolândia, também a maioria das amostras (c. 50%) apresentou entre 101 e 400 ppm de Fe, mas houve um percentual mais alto, com > 400 ppm e até com > 1.000 ppm (23% em maio) (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, em agosto, 71% das amostras de forrageiras apresentaram entre 101 e 400 ppm de Fe, mas em novembro este mesmo percentual teve de 50 a 100 ppm; em agosto, 6% tiveram > 400 ppm de Fe (Pott et al. 1989b). Dentre 256 amostras de forrageiras da América Latina, 54% apresentaram de 101 a 500 ppm de Fe e 21%, mais de 500 ppm (McDowell et al. 1977); em relação a este quadro, as forrageiras

de Aquidauana têm níveis de Fe ligeiramente mais baixos.

Manganês - A maioria das amostras de forrageiras (55%) contiveram de 100 a 400 ppm de Mn; 27% tiveram > 400 ppm. Na Nhecolândia, também a maioria das amostras (46% em maio a 60% em novembro) apresentou de 101 a 400 ppm de Mn, mas até 33% (em maio) apresentaram de 401 a 1.000 ppm, e em maio, 26% tiveram > 1.000 ppm (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, também a maioria das amostras (71% em agosto e 68% em novembro) situou-se na faixa de 100 a 400 ppm de Mn, e poucas amostras tiveram > 400 ppm (Pott et al. 1989b). McDowell et al. (1977), dentre 293 amostras de forrageiras da América Latina, encontraram 58% com até 100 ppm de Mn, quando em Aquidauana 18% das amostras tiveram menos de 100 ppm.

Zinco - A maioria das amostras (43%) não alcançou sequer 10 ppm de Zn; somente 12% tiveram > 20 ppm, o nível mínimo sugerido pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Na Nhecolândia, ocorreu um quadro semelhante, no que se refere a faixa com < 10 ppm, mas um percentual menor teve > 20 ppm de Zn (até 5% em novembro) (Pott et al. 1987).

No baixo Piquiri, em agosto, 55% das amostras de forrageiras apresentaram de 10 a 15 ppm de Zn, e em novembro, 48% de 16 a 20 ppm (Pott et al. 1989b).

Dentre 177 amostras de forrageiras da América Latina, ocorreram 51% com mais de 31 ppm de Zn (McDowell et al. 1977), quadro que evidencia a pobreza de Zn das pastagens de Aquidauana.

Cobre - A maioria das amostras de forrageiras (40%) apresentaram de 4,1 a 6,0 ppm de Cu. Somente 64% das amostras superaram o nível mínimo

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

| Fe (ppm) | | | Mn (ppm) | | | Zn (ppm) | | | Cu (ppm) | | |
|-----------|----|----|-----------|----|----|----------|----|----|-----------|----|----|
| Limites | N | % | Limites | N | % | Limites | N | % | Limites | n | % |
| 50 - 100 | 12 | 36 | < 100 | 6 | 18 | < 10 | 14 | 43 | 2,0 - 3,0 | 8 | 24 |
| 101 - 400 | 19 | 58 | 100 - 400 | 18 | 55 | 10 - 15 | 8 | 24 | 3,1 - 4,0 | 4 | 12 |
| > 400 | 2 | 6 | > 400 | 9 | 27 | 16 - 20 | 7 | 21 | 4,1 - 6,0 | 13 | 40 |
| | | | | | | > 20 | 4 | 12 | > 6,0 | 8 | 24 |

^z Nov./82, Maio/83 e Ago./83.

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

(4 ppm) sugerido pelo National Research Council (1976) para vacas em lactação. Na Nhecolândia, um percentual menor (30% em maio a 45% em agosto) teve mais do que 4 ppm de Cu e até 21% (em maio) apresentou menos de 2 ppm (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, maior número de amostras de forrageiras apresentaram acima de 6 ppm de Cu (39%) (Pott et al. 1989b). McDowell et al. (1977) referiram a ocorrência de 48% com 11 a 50 ppm de Cu, dentre 236 amostras de forrageiras da América Latina, quando em Aquidauana nenhuma das amostras alcançou esses níveis.

Amplitudes de concentração de micronutrientes nas plantas forrageiras

Na Tabela 7, são mostradas as amplitudes de Fe, Mn, Zn e Cu nas forrageiras, por época de amostragem. À semelhança dos macronutrientes (Pott et al. 1989a), os níveis dos micronutrientes variaram desde deficientes até adequados para bovinos de corte.

Em novembro e maio ocorreram níveis muito baixos de Cu e, nas três épocas, de Zn. Os valores extremos inferiores de Fe e Mn sempre foram maiores que as recomendações mínimas do National Research Council (1976) para bovinos de corte. Na Nhecolândia (Pott et al. 1987), os extremos inferiores de Cu sempre foram mais baixos e os superiores, mais altos em novembro e agosto e semelhantes em maio; os valores extremos de zinco quase sempre se assemelharam aos de Aquidauana; os teores de Fe e Mn sempre foram muito mais elevados na Nhecolândia. No baixo Piquiri, os extremos superiores de Cu e Zn (em agosto e novembro) foram maiores que os de Aquidauana; os extremos de Fe e Mn variaram muito de lugar para lugar, às vezes sendo semelhantes, outras vezes, mais baixos ou mais altos.

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

| Mineral | Novembro 82 | Maio 83 | Agosto 83 |
|---------|-------------|-----------|-----------|
| Fe | 63 - 403 | 54 - 508 | 67 - 310 |
| Mn | 46 - 584 | 49 - 557 | 45 - 577 |
| Zn | 5 - 24 | 4 - 32 | 8 - 22 |
| Cu | 2,0 - 7,2 | 2,4 - 8,8 | 4,0 - 9,6 |

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

As amplitudes de concentração de Mn de Aquidauana enquadram-se nos valores típicos (60 a 800 ppm) de gramíneas e leguminosas informados pelo National Research Council (1980). Os teores de Fe ultrapassam a faixa admitida como normal em tecidos vegetais (20 a 200 ppm) por Isaac & Kerber (1971).

Teores de minerais no fígado

Na Tabela 8 são dados os teores de Fe, Mn, Cu e Zn no tecido hepático de vacas em lactação.

Ferro - Não houve variação estacional significativa na concentração hepática de Fe, à semelhança do ocorrido nas forrageiras. Os níveis tenderam a ser mais altos em agosto. Nas três épocas, os teores de Fe ultrapassaram a faixa normal (200 a 300 ppm) indicada por Cunha et al. (1964), o que deve resultar dos elevados teores encontrados nas forrageiras.

Nos Paiaguás, os teores hepáticos de Fe de bovinos foram maiores em fevereiro e novembro do que em maio e agosto (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, foram mais altos em agosto, do que em fevereiro, maio e novembro (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, foram mais altos em maio e mais baixos em agosto, mas o níveis de fevereiro e novembro não se diferenciaram dos dois anteriores (Pott et al. 1989b). Os teores hepáticos de Fe dos bovinos de Aquidauana são menores que os encontrados na Nhecolândia (1.010 ppm em maio a 1.612 ppm em agosto), nos Paiaguás (580 ppm em agosto a 1.015 ppm em fevereiro) e no baixo Piquiri (516 ppm em agosto a 733 ppm em maio).

Bovinos machos suplementados somente com sal comum, nas planícies orientais da Colômbia, apresentaram 417 ± 26 ppm de Fe no fígado na época chuvosa e 398 ± 44 ppm na seca (Lebdosoekojo et al. 1980). Nas planícies de Santa Cruz, foram encontrados 246 ± 71 ppm de Fe hepático em novilhos e no Beni, 259 ± 159 ppm, no final da seca (Peducassé et al. 1983). Standish et al. (1969), em novilhos suplementados com 0, 400 e 1.600 ppm de Fe (como sulfato ferroso), numa dieta basal contendo 77 ppm de Fe, encontraram teores hepáticos de 185, 269 e 605 ppm, respectivamente; o nível máximo aproxima-se do encontrado em agosto em Aquidauana.

Manganês - O teor hepático de Mn foi mais alto em novembro do que em maio e em agosto; estes últimos não diferiram. Nas três épocas, estes níveis ultrapassaram os aceitos como normais (8 a 10 ppm) por Underwood (1977), o que pode ser explicado pelos altos teores encontrados nas pastagens, à semelhança do Fe.

TABELA 8. Teores de micronutrientes em amostras de fígado de vacas neloradas em lactação, da fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense^z.

| Época | n ^y | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---------|----------------|-------------|-----------|------------|------------|
| Nov./82 | 12 | 488 ± 230 a | 35 ± 15 a | 263 ± 79 a | 117 ± 23 a |
| Mai/83 | 10 | 477 ± 154 a | 28 ± 10 b | 284 ± 90 a | 130 ± 16 a |
| Ago./83 | 16 | 558 ± 226 a | 25 ± 5 b | 228 ± 60 a | 120 ± 27 a |

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

^y n = número de observações.

Nos Paiaguás, Brum et al. (1987) não observaram diferenças estacionais significativas no teor hepático de Mn. Na Nhecolândia, foi mais baixo em novembro do que em fevereiro, maio e agosto (Pott et al., 1987), e no baixo Piquiri também não houve diferenças significativas, mas o teor de Mn tendeu a ser mais alto em maio (Pott et al. 1989b). Os teores hepáticos de Mn dos bovinos de Aquidauana são menores que os da Nhecolândia (22 ppm em novembro a 63 ppm em agosto), assemelharam-se aos dos Paiaguás (32 ppm em novembro a 35 ppm em fevereiro) e são ligeiramente inferiores aos do baixo Piquiri (29 ppm em fevereiro a 43 ppm em maio).

Black et al. (1985) relataram níveis hepáticos de Mn de $19,5 \pm 3,9$ ppm; $37,4 \pm 5,2$ ppm; $19,3 \pm 5,3$ ppm e $39,1 \pm 3,9$ ppm, em cordeiros com dieta básica de 31 ppm de Mn suplementada, dentre outros níveis, com 500 a 1000 ppm de Mn (como óxido) e 2000 e 4000 ppm de Mn (como carbonato), respectivamente, que se assemelham ligeiramente aos encontrados nas vacas em Aquidauana.

Nas planícies orientais da Colômbia, Lebdoeskojo et al. (1980) observaram níveis hepáticos de Mn de $10,4 \pm 0,5$ ppm na época chuvosa e $11,3 \pm 0,7$ ppm na seca, em bovinos machos. No Beni boliviano, Peducassé et al. (1983) registraram 9 ± 2 ppm de Mn no fígado de novilhos, no final da seca, e em Santa Cruz, 9 ± 3 ppm.

Cobre - Não houve diferenças estacionais nos teores de Cu, que se apresentaram dentro da faixa normal (100 a 400 ppm) admitida por Underwood (1969). Com base nos resultados das forrageiras, esperar-se-ia deficiência de Cu nos bovinos, pelo menos em novembro. A possibilidade de que os bovinos do Pantanal supram suas necessidades de Cu com outras forrageiras é discutida por Pott & Pott (1987), que relatam a ocorrência, na sub-região dos Paiaguás, de espécies não-gramíneas consumidas por bovinos, contendo altos teores de Cu, como louro

(*Cordia glabrata* - 29 ppm), canjiqueira (*Byrsonima orbignyana* - 26 ppm), assa-peixe (*Vernonia scabra* - 22 ppm), rosca (*Helicteres guazumaefolia* - 16 ppm) e espinheiro (*Chomelia obtusa* var. *Pubescens* - 15 ppm), espécies também encontradas na sub-região de Aquidauana.

Nos Paiaguás, os teores hepáticos de Cu em bovinos foram mais altos em novembro do que nas demais épocas (Brum et al. 1987); e na Nhecolândia, em fevereiro e agosto (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, foram mais baixos em novembro (Pott et al. 1989b). Os níveis hepáticos de Cu em Aquidauana assemelharam-se somente aos de agosto dos Paiaguás (240 ppm); os das demais épocas desta sub-região e os da Nhecolândia e do baixo Piquiri foram ou mais altos ou mais baixos que os de Aquidauana.

Tokarnia et al. (1971), em bovinos de diversas idades, machos e fêmeas, da sub-região dos Paiaguás, obtiveram de 98 a 355 ppm de Cu hepático. Nas planícies orientais da Colômbia, bovinos machos apresentaram 146 ± 41 ppm de Cu na época chuvosa e 316 ± 81 ppm na seca (Lebdoeskojo et al. 1980). Nas planícies de Santa Cruz e do Beni, observaram-se teores hepáticos de Cu de 133 ± 68 ppm e 94 ± 63 ppm, respectivamente, no final da seca (Peducassé et al. 1983).

Zinco - Não houve diferenças sazonais no teor hepático de Zn. Apesar dos baixos níveis encontrados nas forrageiras, nas três épocas os teores hepáticos médios aproximaram-se do nível normal (125 ppm) referido por Underwood (1977).

Nos Paiaguás, o teor hepático de Zn de bovinos foi mais alto em novembro (234 ppm) e mais baixo em agosto (44 ppm) (Brum et al. 1987). Na Nhecolândia, o maior teor hepático ocorreu em agosto (186 ppm), e o menor, em novembro (68 ppm), mas este não se diferenciou significativamente do de fevereiro (105 ppm) e de maio (130 ppm) (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, o teor hepático de Zn foi menor em agosto (75 ppm) do que nas demais épocas

(Pott et al. 1989b). Os níveis hepáticos de Zn nos bovinos de Aquidauana somente se assemelharam aos de maio da Nhecolândia (130 ppm); nas demais épocas e sub-regiões, foram ou mais baixos ou mais altos que em Aquidauana.

Nas planícies orientais da Colômbia, os teores hepáticos de Zn de bovinos machos foram semelhantes na época seca e chuvosa (154 ± 8 ppm e 154 ± 11 ppm, respectivamente) (Lebdosoekojo et al. 1980). Peducassé et al. (1983), no final da seca, encontraram 89 ± 36 ppm de Zn no fígado de novilhos em Santa Cruz e 94 ± 63 ppm no Beni.

Baixas de concentração de micronutrientes no fígado

A distribuição das amostras de fígado segundo faixas de concentração de Fe, Mn, Zn e Cu é dada na Tabela 9.

Ferro - Em novembro, a maioria das amostras (58%) apresentou menos de 400 ppm de Fe, e em maio e agosto, entre 400 e 700 ppm. Na Nhecolândia, a maioria das amostras teve mais de 1.000 ppm de Fe (Pott et al. 1987) e no baixo Piquiri, em fevereiro, agosto e novembro, a maioria (65% a 74%) apresentou entre 400 e 700 ppm e em maio, 56% mais de 700 ppm (Pott et al. 1989b).

Manganês - A maioria das amostras, nas três épocas, enquadrou-se na faixa de 20 a 40 ppm de Mn; em novembro, 34% estavam com mais de 40 ppm.

TABELA 9. Número (N) e percentagem (%) de amostras de fígado de vacas neloradas em lactação da fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense, distribuídas por faixas de concentração de micronutrientes (ppm).

| Mineral | Limites | Nov./82 | | Maio/83 | | Ago./83 | |
|---------|-----------|---------|----|---------|----|---------|----|
| | | N | % | N | % | N | % |
| Fe | < 400 | 7 | 58 | 3 | 30 | 5 | 31 |
| | 400 - 700 | 2 | 17 | 5 | 50 | 6 | 38 |
| | > 700 | 3 | 25 | 2 | 20 | 5 | 31 |
| Mn | < 20 | 1 | 8 | - | - | 1 | 6 |
| | 20 - 40 | 7 | 58 | 9 | 90 | 15 | 94 |
| | > 40 | 4 | 34 | 1 | 10 | - | - |
| Zn | 80 - 125 | 9 | 75 | 4 | 40 | 12 | 75 |
| | > 125 | 3 | 25 | 6 | 60 | 4 | 25 |
| Cu | 100 - 200 | 2 | 17 | 2 | 20 | 5 | 31 |
| | 201 - 300 | 8 | 67 | 6 | 60 | 10 | 63 |
| | 301 - 400 | 1 | 8 | - | - | 1 | 6 |
| | > 400 | 1 | 8 | 2 | 20 | - | - |

Na Nhecolândia, somente em novembro, a maioria das amostras de fígado apresentou entre 20 e 40 ppm de Mn, e nas demais épocas, > 40 ppm (Pott et al., 1987). No baixo Piquiri, nas quatro épocas, predominou a faixa de 20 a 40 ppm, variando a frequência de 40 até 84% (Pott et al. 1989b).

Zinco - Em novembro e agosto, 75% das amostras de fígado contiveram entre 80 e 125 ppm de Zn, e em agosto, 40% situaram-se nesta faixa, que, embora não caracterize um quadro típico de deficiência, pode indicar uma deficiência subclínica.

Altos teores de Fe na dieta (1.000 ppm) provocaram redução no teor hepático de Zn (Standish et al. 1971). Apesar dos altos teores de Fe e baixos teores de Zn nas forrageiras, até 60% (em maio) das amostras de fígado tiveram > 125 ppm de Zn. Deve ser levado em conta o consumo de plantas não-gramíneas, que contêm teores mais altos de Zn, como cebolinha (*Eleocharis cf. fistulosa* - 49 ppm), espinafreiro (*Chomelia obtusa* var. *pubescens* - 33 ppm) e rosca (*Helicteres guazumaefolia* - 35 ppm) (Pott & Pott 1987), e que ocorrem na sub-região de Aquidauana.

Na Nhecolândia, 85% das vacas amostradas em novembro tiveram < 80 ppm de Zn, mas em agosto, 75% tiveram > 125 ppm; e em fevereiro e maio, 58% e 50% entre 80 e 125 ppm (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, em agosto, 65% das vacas apresentaram < 80 ppm de Zn; em novembro, 50% > 125 ppm, e em fevereiro e maio, 56% e 69% tiveram entre 80 e 125 ppm (Pott et al. 1989b).

Cobre - A maioria das amostras teve de 201 a 300 ppm de Cu hepático e nenhuma teve < 100 ppm. Na Nhecolândia, um percentual menor (25% a 45%) se enquadrou nesta faixa, mas, dependendo da época, houve até 50% na faixa de 100 a 200 ppm e até 30% com > 400 ppm (Pott et al. 1987). No baixo Piquiri, até 32% das amostras (em novembro) contiveram < 100 ppm de Cu hepático, e a maioria se enquadrou entre 100 e 200 ppm (Pott et al. 1989b).

Amplitude de concentração de minerais no fígado

Na Tabela 10, mostram-se as amplitudes de Fe, Mn, Zn e Cu no fígado, por época.

Os limites inferiores do Fe hepático enquadraram-se na faixa admitida como normal em bovinos por Cunha et al. (1964), mas os limites superiores ultrapassaram esta faixa em até 3,5 vezes.

Mesmo os extremos inferiores dos teores hepáticos de Mn foram maiores que a faixa normal (8 a

TABELA 10. Amplitudes de concentração de micronutrientes (ppm) em amostras de fígado de vacas em lactação da fazenda Funil, na sub-região de Aquidauana, do Pantanal Mato-grossense.

| Mineral | Nov./82 | Mai/83 | Ago./83 |
|---------|-------------|-----------|-----------|
| Fe | 276 - 1.040 | 274 - 735 | 300 - 968 |
| Mn | 19 - 62 | 20 - 54 | 19 - 39 |
| Zn | 90 - 174 | 107 - 159 | 80 - 191 |
| Cu | 163 - 451 | 184 - 441 | 112 - 348 |

10 ppm) admitida por Underwood (1977), e os extremos superiores atingiram até o sêxtuplo desse teor.

Não ocorreram níveis < 80 ppm de Zn no fígado, apesar dos teores extremamente baixos nas forrageiras e dos elevados teores de Fe.

As amplitudes das concentrações de Cu enquadram-se na faixa admitida como normal (100 a 400 ppm) por Underwood (1969).

CONCLUSÕES

1. Os solos apresentam teores altos de Fe e Mn e teores muito variáveis de Zn; aparentemente não há deficiências de Cu no solo.
2. As forrageiras são deficientes em zinco, e grande parte delas, em cobre; os teores de Fe e Mn nas forrageiras são altos.
3. Não houve ocorrência de teores hepáticos que caracterizassem deficiências de Cu ou de Zn nos bovinos.
4. Os baixos teores de Zn nas forrageiras, os altos teores de Fe nas forrageiras e no fígado e o alto percentual de vacas com toer hepático de Zn no limiar da normalidade permitem sugerir a conveniência da suplementação de Zn na sub-região de Aquidauana.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- 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)
- 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.
- ALBA, J. de & DAVIS, G.K. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. *Turrialba*, 7(1/2):16-33, 1957.
- ALLEM, A.C. & VALLS, J.F.M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense.** Brasília, EMBRAPA-DPU, 1987. 339p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8)
- 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)
- BEESON, K.C. & GUILLERMO-GÓMEZ, G. Concentration of nutrients in pastures in the central Huallaga and Rio Ucayali valleys of the upper Amazon basin of Peru. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., Lima, Peru, 1970. *Proceedings...* Lima, Agrarian University, 1970. p.89-92.
- BLACK, J.R.; AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. Effects of high dietary manganese as manganese oxide or manganese carbonate in sheep. *J. Anim. Sci.*, 60(3):861-6, 1985.
- BRASIL. Ministério do Interior. **Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai:** relatório técnico. Rio de Janeiro, DNOS, 1974. v.1, 284p.
- BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro-Oeste. **Estudos de desenvolvimento da Bacia do Alto Paraguai. Tomo II, Descrição física e recursos naturais.** Brasília, Ministério do Interior/EDIBAD/UNDP/OEA, 1979. 235p.
- BRUM, P.A.R. de; SOUSA, J.C. de; COMASTRI FILHO, J.A.; ALMEIDA, L.L. de. Deficiências minerais em bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-grossense 2. Cobre, zinco, manganês e ferro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(9/10):1049-60, 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.; SANTIAGO, A.M.H. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 47(4):83-111, 1980.
- CUNHA, T.J.; SHIRLEY, R.L.; CHAPMAN JÚNIOR, H.L.; AMMERMAN, C.B.; DAVIS, G.K.; KIRK, W.G.; HENTGES JÚNIOR, J.F. **Minerals for beef cattle in Florida.** Gainesville, University of Florida, Agricultural Experiment Stations, 1964. 60p. (Bulletin, 683)
- FERNANDES, N.S. & SANTIAGO, A M H. Níveis de cobre em pastagens do Estado de Mato Grosso. *O Bioló-*

- gico, São Paulo, 38(10):358-60, 1972.
- 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. descontinua.
- FLEMING, G.A. Mineral consumption of herbage. In: BUTLER, G.W. & BAYLEY, R.W., ed. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London, Academic Press, 1973. v.1, cap. 12, p.529-66.
- FONSECA, H.A. & DAVIES, G.K. Manganese content of some forage crops in Costa Rica and its relation to cattle fertility. In: WORLD CONF. ON ANIM. PROD., 2., St. Paul, 1968. **Proceedings...** St. Paul, Bruce Publishing, 1968. p.371-2.
- GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. Tropical grazing land ecosystems of Venezuela. 2. Primary and secondary productivity in flooded savannas. In: UNESCO/UNEP/FAO. **Tropical grazing land ecosystems**. Paris, UNESCO, 1979. p.620-5.
- GRACE, N.D. Cooper. In: GRACE, N.D., ed. **The mineral requirements of grazing ruminants**. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production, 1983. p.56-6.
- ISAAC, R.A. & KERBER, J.D. Atomic absorption and flame photometry: techniques and uses in soil, plant, and water analysis. In: WALSH, L.M., ed. **Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue**. Madison, Soil Science Society of America, 1971. p.17-37.
- JARDIM, W.R.; MORAES, C.L. de; PEIXOTO, A.M. **Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central**. Piracicaba, ESALQ/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.
- LEBDOSEKOJO, S.; AMMERMAN, C.B.; RAUN, N.S.; GOMEZ, J.; LITTELL, R.C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. **J. Anim. Sci.**, 51(6):1294-60, 1980.
- LEGG, S.P. & SEARS, L. Zinc sulphate treatment of parakeratosis in cattle. **Nature**, London, 186:1061-2, 1960.
- LINDSAY, W.L. & NORVELL, W.A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 42(3):421-8, 1978.
- LOPES, H.O. da S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C. de P.; MARTINS JÚNIOR, W. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. **Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M. Gerais**, 32(2):151-9, 1980.
- 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.; HOUSER, R.H.; FICK, K.R.; MENDES, M.O. O ferro, o manganês e o zinco na nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, 1976. **Anais...** Belo Horizonte, UFMG, s.d. p.167-80, 360-74.
- 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.
- MORTVEDT, J.J. Micronutrient soil test correlations and interpretations. in: STELLY, M.; KRAL, D.M.; EISELE, L.C.; NAUSEEF, J.H., ed. **Soil testing: correlating and interpreting the analytical results**. Madison, American Society of Agronomy, 1980. p.99-117. (ASA Special Publ., 29)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, National Academy of Sciences, 1976. 56p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. **Mineral tolerance of domestic animals**. Washington, National Academy of Sciences, 1980. 577p.
- NORES, J.G. Contenido de algunos elementos trazas en praderas naturales uruguayas. **Rev. Fac. Agron.**, Montevideo, 35:23-25, 1944.
- 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, A. Pastagens no Pantanal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, Piracicaba, 1986. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1986. p.413-441.
- POTT, E.B.; ALMEIDA, I.L. de; BRUM, P.A.R. de; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A.; DYNIA, J.F. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 1. Levantamento de micronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 22(9/10):1093-109, 1987.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R. de; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 5. Levantamento de macronutrientes na sub-região de Aquidauana. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 24(11):1381-95, 1989a.
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R. de; POTT, A.; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; TULLIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. 4. Levantamento de micronutrientes no

- baixo Piquiri. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **24**(11):1369-80, 1989b.
- POTT, E.B. & POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não-gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Paiaguás, do Pantanal Mato-grossense. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **22**(11/12):1293-99, 1987.
- SOUSA, J.C. de & DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. 1. Zinco e cobalto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **20**(11):1309-16, 1985.
- SOUSA, J.C. de & DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima. 2. Ferro e manganês. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **21**(7):763-9, 1986.
- SOUSA, J.C. de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B.; MCDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **16**(5):739-46, 1981.
- SOUSA, J.C. de; CONRAD, J.H.; MCDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B.; BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **15**(3):335-41, 1980.
- 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.
- STANDISH, J.F.; AMMERMAN, C.B.; PALMER, A.Z.; SIMPSON, C.F. Influence of dietary iron and phosphorus on performance, tissue mineral composition and mineral absorption. **J. Anim. Sci.**, **33**(1):171-8, 1971.
- STANDISH, J.F.; AMMERMAN, C.B.; SIMPSON, C.F.; NEAL, F.C.; PALMER, A.Z. Influence of graded levels of dietary iron, as ferrous sulfate, on performance and tissue mineral composition of steers. **J. Anim. Sci.**, **29**(3):496-503, 1969.
- SUTMÖLLER, P.; VAHIA DE ABREU, A.; VAN DER GRIFT, J.; SOMBROEK, W.G. **Mineral imbalances in cattle in the Amazon Valley. The mineral supply of cattle in relation to landscape, vegetation and soils.** Amsterdam, Koninklijk Instituut voor de Tropen, 1966. 133p. (Dep. Agric. Res. Communication, 53).
- TOKARNIA, C.H.; GUIMARÃES, J.A.; CANELLA, C.F.C.; DÖBEREINER, J. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesq. agropec. bras.**, Sér. Vet., **6**(4):61-77, 1971.
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la alimentación del ganado.** Zaragoza, Acribia, 1969. 320p.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition.** 4. ed., New York, Academic Press, 1977. 545p.
- VIETS JÚNIOR, F.G. & LINDSAY, W.L. Testing soils for zinc, copper, manganese, and iron. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D., ed. **Soil testing and plant analysis.** Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.153-72.