

NUTRIÇÃO MINERAL DE BOVINOS DE CORTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE: 2. MICRONUTRIENTES NA NHECOLÂNDIA (PARTE CENTRAL)¹

EDISON BENO POTT, IRAJÁ LOUREIRO DE ALMEIDA², PAULO A. RABENSCHLAG DE BRUM³,
JOSÉ ANÍBAL COMASTRI FILHO⁴, ARNILDO POTT⁵ e JOSÉ FLÁVIO DYNIA⁶

RESUMO - Relatam-se resultados de análises de solos, água e gramíneas nativas, coletadas em nov/79, mai/80 e ago/80, e de fígado de bovinos, nessas épocas e em fev/80, na sub-região de Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense. Solos e gramíneas foram coletados em cinco unidades de paisagem: mata, cerrado, caronal, campo limpo e lagoa. No solo, Co variou de 0,09 a 0,20 ppm; Fe, de 84 a 280 ppm; Mn, de 5 a 116 ppm; Mo, de 0,06 a 0,13 ppm; Zn, de 0,2 a 1,6 ppm; foram registrados somente traços de Cu. Na água, somente o Fe nas "bafas" (lagoas de água doce) apresentou importância nutricional para bovinos, com até 1,9 mg/l. Nas gramíneas, Cu variou de 1,0 a 14,9 ppm; Fe, de 44 a 3844 ppm; Mn, de 82 a 2563 ppm; e Zn, de 3 a 24 ppm. No fígado, Cu variou de 68 a 700 ppm; Fe, de 69 a 3432 ppm; Mn, de 6 a 174 ppm; Zn, de 3 a 612 ppm; Co e Mo (analisados somente em nov/79) variaram de 0,6 a 1,8 ppm e 1,2 a 3,1 ppm, respectivamente. Os resultados sugerem a possibilidade de ocorrência de toxicidade de ferro e manganês, durante/após o período de inundação, e de deficiências de cobre e zinco, em determinadas épocas, na sub-região abrangida.

Termos para indexação: deficiências minerais, toxicidade, suplementação mineral, pastagens nativas, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco.

BEEF CATTLE MINERAL NUTRITION IN THE BRAZILIAN PANTANAL: 2. MICRONUTRIENTS IN CENTRAL NHECOLÂNDIA

ABSTRACT - Analytical results of soils, water and native grasses collected in Nov./79, May/80 and Aug./80, and of cattle liver in the same occasions plus Feb./80, in the subregion of Nhecolândia, Pantanal, Brazil, are reported. Soils and grasses were sampled on five landscape units: forest, cerrado woodland, *Elyonurus* grassland, open grassland, and pond. The range of Co in soil was 0.09 to 0.20 ppm; Fe, 84 to 280 ppm; Mn, 5 to 116 ppm; Mo, 0.06 to 0.13 ppm; Zn, 0.2 to 1.6 ppm; only traces of Cu were registered. In water, only Fe showed nutritional importance for cattle, up to 1.9 mg/l in ponds. The range of nutrients in grasses was 1.0 to 14.9 ppm for Cu, 44 to 3844 ppm for Fe, 82 to 2563 ppm for Mn, and 3 to 24 ppm for Zn. In liver, Cu varied from 68 to 700 ppm; Fe from 69 to 3432 ppm, Mn from 6 to 174 ppm, Zn from 3 to 612 ppm, while Co and Mo (analysed only in Nov./79) varied between 0.6 and 1.8 ppm, and 1.2 and 3.1 ppm, respectively. The results suggest the possibility of iron and manganese toxicity during/after flooding, and of deficiencies of copper and zinc in certain seasons, in this subregion.

Index terms: mineral deficiencies, toxicity, mineral supplementation, native pastures, cobalt, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc.

INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-grossense, uma planície de 139.111 km² (Adámoli 1982), parcial e periodicamente inundável, localizada no extremo oeste brasi-

leiro, entre os paralelos 16^o e 22^o (Lat. S) e os meridianos 55^o e 58^o (Long. W), é uma das principais regiões criatórias de bovinos de corte do País. Contava, em 1980, com cerca de 3,7 milhões de cabeças (Cadavid García 1985).

A região é formada por aproximadamente dez sub-regiões de características ecológicas distintas, que se diferenciam quanto ao regime de inundação, tipo de sedimento, composição florística, etc. Dentre estas sub-regiões, uma das principais é a Nhecolândia, com 17,8% de área do Pantanal (Adámoli 1982) e 19,5% do rebanho bovino (Cadavid García 1981).

Dentre os solos da Nhecolândia, que são extremamente arenosos (> 90% de areia e 2 a 5% de argila), predomina o Podzol Hidromórfico (Cunha 1981).

As principais espécies que compõem a dieta dos bovinos são *Axonopus purpusii* (capim-mimoso),

¹ Aceito para publicação em 21 de dezembro 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 - CNPSA, Rua Independência, 283. 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., Ph.D., EMBRAPA, CPAP.

⁶ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF. Caixa Postal 179. CEP 74000 Goiânia, GO.

Mesosetum chaseae (grama-de-cerrado) e *Panicum laxum* (grama-do-carandazal); dentre as espécies de importância secundária, se destacam: *Andropogon bicornis* (capim-rabo-de-burro), *A. hypogynus* (rabo-de-lobo), *Elyonurus muticus* (capim-carona), *Paspalum plicatulum* (felpudo), *Reimarochloa* spp. (mimosinho) e *Trachypogon* sp. (ponta-de-lança) (Pott 1982).

Na parte central da Nhecolândia, a precipitação média anual é de 1.022 mm (período 1970-1982), dos quais 76% estão concentrados entre outubro e março (Cadavid García 1984).

Num levantamento por amostragem, realizado em 1981/82, na sub-região da Nhecolândia, verificou-se que em apenas 48% dos estabelecimentos se fornecia sal comum (15 g/cab/dia), e em somente 20%, sal e misturas minerais comerciais, para determinadas categorias animais e por períodos curtos (Cadavid García 1986).

As informações sobre composição mineral das pastagens do Pantanal ainda são escassas. Jardim et al. (1962), em 18 amostras de gramíneas nativas da região, coletadas em fins de setembro/60, encontraram teores de Co entre 0,02 e 0,05 ppm. Cinco amostras eram procedentes do Pantanal arenoso e continham 0,03 ppm. Fernandes & Santiago (1972) relataram níveis de Cu de $3,5 \pm 1,0$ ppm em amostras de gramíneas nativas coletadas na época chuvosa e seca no então Estado de Mato Grosso. Na Nhecolândia, em área não inundável, sob influência do rio Taquari, gramíneas nativas e exóticas, cultivadas sem adubação e analisadas em dois estádios de crescimento (quatro meses, corte em janeiro; dois meses e meio, corte em abril), apresentaram teores de Cu entre 1,6 e 8,6 ppm; de Mn, entre 80 e 561 ppm; e de Zn, entre 13 e 34 ppm (Santos 1973). Em amostras de pasto nativo das Fazendas Alegria e Nhumirim, na Nhecolândia, foram identificados níveis de Co de 0,08 a 0,33 ppm; de Cu, de 6 a 24 ppm; de Fe, de 77 a 243 ppm; de Mn, de 197 a 456 ppm; de Mo, de 0,31 a 8,61 ppm; e de Zn, de 15 a 31 ppm (Viçosa 1974).

Análises de tecido animal são ainda mais raras. Tokarnia et al. (1971) relataram níveis de Co de 0,190 a 1,280 ppm e de Cu de 98 a 376 ppm em amostras de fígado de 24 bovinos, machos e fêmeas, de 1 a 16 anos, coletadas em julho/68, na sub-região dos Paiaguás. Apenas recentemente, foi realizado um levantamento abrangente, com amostragens de solo, plantas forrageiras e fígado de vacas com cria ao pé, em quatro épocas do ano (Brum et al. 1987); nesse trabalho, encontraram-se baixos teores de Cu

e Zn nas gramíneas, níveis deficientes de Zn no fígado e concentrações de Fe e Mn geralmente altas nas forrageiras.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os níveis de Cu, Fe, Mn, Zn, Co e Mo em solo e fígado de bovinos, e de Cu, Fe, Mn e Zn em plantas forrageiras, para obtenção de subsídios que permitam a formulação de misturas minerais adequadas para bovinos na sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Ipanema (19° Lat. S, 56°40' Long. W, aproximadamente; 89 m a.n.m), na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense, no município de Corumbá, MS.

Foram coletadas amostras de solo, água e plantas forrageiras nativas, em novembro/79, maio/80 e agosto/80, e amostras de fígado de bovinos, nestas mesmas épocas e em fevereiro/80.

Novembro representa o início do período chuvoso; fevereiro, o auge do período de cheias; maio, o fim do período chuvoso e início do período seco; e agosto, o auge do período de seca.

A coleta de amostras de solo e de forrageiras não foi realizada em fevereiro/80, devido ao excessivo alagamento dos campos, em função da elevada precipitação. Na estação meteorológica da Fazenda Nhumirim, vizinha à Fazenda Ipanema, foram registrados 628 mm de chuva, de dezembro/79 a fevereiro/80 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1984), quando a média nesse período é de 422,7 mm (Cadavid García 1984).

Com a utilização de fotografias aéreas (1:60.000), foram demarcados pontos representativos de coleta de solos e de gramíneas nativas, em cinco unidades de paisagem: mata, cerrado, caronal, campo limpo e lagoa.

Mata e cerrado ocorrem em áreas não alagáveis, denominadas "cordilheiras", que são cordões arenosos resultantes de antigos diques marginais. As principais árvores na mata são: acuri (*Attalea phalerata*), angico (*Anadenanthera colubrina*), gonçalo (*Astronium fraxinifolium*), mandovi (*Sterculia striata*) e piúva (*Tabebuia impetiginosa*); no cerrado, que assume a fisionomia de cerrado onde a densidade de árvores é maior, são: capitão (*Terminalia argentea*), cumbaru (*Dipteryx alata*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), lixeira (*Curatella americana*), pequi (*Caryocar brasiliense*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), sumanera (*Byrsonima coccolobifolia*) e tarumarana (*Buchenaria tomentosa*). Caronal é um campo dominado por capim-carona (*Elyonurus muticus*), com forrageiras intersticiais (*Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, etc.), pouco alagável, geralmente com murundus com árvores de cerrado. O campo limpo é dominado por gramíneas de pequeno porte (*Axonopus purpusii*, *Panicum laxum*, etc.), em terreno muito alagável, num nível intermediário de caronal e da lagoa, e que se constitui na melhor área de pastagem; antes da derrubada da canjiqueira (*Byrsonima orbignyana*), era canjiqueiral, ou seja, campo arbustivo. A lagoa é a parte mais deprimida do mesorelevo, conhecida como "bafa", e nestes anos mais úmidos permaneceu com água durante o ano todo, ou quase.

Todas as amostragens de solo e de plantas foram realizadas em 30 pontos demarcados, abrangendo-se área de 10 a 15 m de raio. A amostragem de solo foi efetuada na camada 0 - 20 cm, formando-se amostras compostas com cerca de 15 subamostras por ponto. Em cada unidade de paisagem, foram coletadas amostras individualizadas das gramíneas mais frequentes e/ou mais consumidas pelos bovinos; as amostras foram cortadas com faca inoxidável, simulando a altura de pastejo, e armazenadas em sacos de plástico. Na mata, foram coletados *Leptochloa virgata* e *Setaria vulpiseta*; no cerrado, *Axonopus paraguayensis*, *Imperata* sp., *L. virgata*, *Mesosectum chaseae*, *Scleria* sp. (Cyperaceae), *S. vulpiseta* e *Trachypogon* sp.; no caronal, *Axonopus purpusii*, *M. chaseae*, *Ichnanthus procurrens*, *Panicum laxum* e *Paspalum plicatulum*; no campo limpo, *Andropogon hypogynus*, *A. purpusii* e *P. laxum*; e na lagoa, *A. purpusii*, *M. chaseae* e *P. laxum*.

Amostras de água (c. 500 ml) foram coletadas em lagoas de água doce ("bafas") e de água salobra ("salinas"). Foram amostradas de cinco (maio/80) a nove (novembro/79) "bafas" e uma "salina".

Nas quatro épocas, foram coletadas amostras de fígado, por biópsia, conforme técnica descrita por Fick et al. (1980), de 19 a 20 vacas neloradas em lactação, que pastejavam nas áreas em que foram amostrados solo e planta.

As análises de solo foram realizadas segundo o manual de métodos de análises de solo do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1979). As amostras de gramíneas e de fígado foram preparadas e analisadas segundo Fick et al. (1980). As análises de água foram executadas seguindo descrição de Brum & Sousa (1985).

Os resultados das análises laboratoriais foram submetidos à análise de variância num delineamento inteiramente casualizado e, quando esta acusou diferença significativa, foi utilizado o teste de Tukey para determinação das diferenças entre médias, ao nível de probabilidade de 5%.

Os resultados dos solos são referidos a solo seco ao ar; de plantas e fígado, na matéria seca; e de água, como coletada.

No período abordado, a precipitação (em mm) foi a seguinte: nov/79 = 81,0; dez/79 = 330,7; jan/80 = 46,3; fev/80 = 250,7; mar/80 = 180,7; abr/80 = 86,1; mai/80 = 58,0; jun/80 = 0,0; jul/80 = 15,9; ago/80 = 0,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de minerais no solo

Os solos da Fazenda Ipanema são Podzóis Hidromórficos, com c. 96% de areia. Os teores de Co, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn são apresentados na Tabela 1. Análises de Co e Mo foram realizadas somente nas amostras de novembro/79 e maio/80.

Cobalto. Não houve diferenças significativas nos teores de Co, tanto entre épocas quanto entre unidades de paisagem. Segundo Isaac & Kerber (1971), a concentração normal de cobalto no solo varia de 1 a 40 ppm. Correa (1957) referiu-se a diversos autores que verificaram a ocorrência de deficiências de Co em animais quando os solos apresentaram concentração inferior a 2 ppm; o autor obser-

vou que o teor do elemento nos solos de "lugares saudios" era de $20,37 \pm 3,16$ ppm, enquanto nos "lugares doentes" era de $0,797 \pm 0,246$ ppm. Os teores encontrados nos solos da Nhecolândia são ainda menores que nos indicados por Corrêa (1957) como "lugares doentes".

Teixeira et al. (1971), em solos de Goiás, amostrados em dezembro, relataram teores de Co de 4,23 a 8,10 ppm, consideravelmente superiores aos de Nhecolândia. Em solos arenosos de Minas Gerais, também coletados em dezembro, foram encontrados teores médios de Co de $0,689 \pm 0,480$ ppm, com variação de $0,068 \pm 1,683$ ppm (Pereira et al. 1971), valores também superiores aos da Tabela 1.

Em solos de seis regiões de Roraima, foram encontrados níveis de Co de $0,17 \pm 0,21$ ppm, na época chuvosa, e $0,22 \pm 0,20$ ppm, na seca (Sousa & Darsie 1985), teores que se assemelham aos da Nhecolândia, em algumas épocas e unidades de paisagem.

Sousa et al. (1981) observaram níveis satisfatórios de Co nas forrageiras ($> 0,1$ ppm) desenvolvidas em solos arenosos do Estado de Mato Grosso, quando estes continham 0,82 ppm ou mais desse nutriente.

Cobre. As análises de solo revelaram concentrações ínfimas de Cu. Trata-se, no caso, principalmente, de limitação do método analítico, pois com as diluições resultantes do preparo das amostras, a leitura das soluções quase sempre foi inferior à do menor padrão (2 ppm), recomendado para o espectrofotômetro de absorção atômica utilizado. Brum et al. (1987) relataram níveis de Cu de $0,1 \pm 0,1$ ppm, em novembro, em "cordilheira", a $0,9 \pm 0,4$ ppm, em maio em campo cerrado, em solos da sub-região dos Paiaguás do Pantanal. Cunha & Dynia (1985), entretanto, em experimentos de adubação em caronal na Fazenda Ipanema, na Nhecolândia, não obtiveram resposta à adição de Cu (0,5 kg/ha) na produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens*.

Com base nos níveis de Cu aceitos por Viets Júnior & Lindsay (1973) como deficientes ($< 0,2$ ppm), os teores deste nutriente nos solos da Nhecolândia são muito baixos.

Peducassé et al. (1983) relataram teores médios de Cu de $0,3 \pm 0,1$ e $0,5 \pm 0,3$ ppm em solos das planícies bolivianas de Santa Cruz e de Beni, respectivamente.

Ferro. As concentrações de Fe apresentaram diferenças significativas entre épocas no solo de mata, mas não nas demais unidades. Na mata, o teor mais elevado ocorreu em novembro, e o mais baixo, em maio. Na sub-região dos Paiaguás também

TABELA 1. Níveis médios \pm desvio-padrão (ppm) de micronutrientes em amostras (n = 6) de solo, por unidade de paisagem, em três épocas do ano, na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Matogrossense¹.

| Unidade | Época | Co | Cu | Fe | Mn | Mo | Zn |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| Mata | Nov. 79 | 0,13 \pm 0,04 a A | — | 204 \pm 45 a C | 116 \pm 66 a A | 0,13 \pm 0,06 a A | 1,0 \pm 0,7 ab A |
| | Mai 80 | 0,18 \pm 0,06 a A | — | 84 \pm 57 c E | 66 \pm 36 a A | 0,07 \pm 0,02 b A | 1,6 \pm 0,7 a A |
| | Ago. 80 | — | — | 110 \pm 71 b C | 51 \pm 20 a A | — | 0,4 \pm 0,2 b A |
| Cerrado | Nov. 79 | 0,09 \pm 0,06 a A | — | 149 \pm 86 a D | 24 \pm 12 a B | 0,06 \pm 0,00 b B | 0,4 \pm 0,1 b B |
| | Mai 80 | 0,09 \pm 0,06 a A | — | 130 \pm 94 a C | 13 \pm 3 ab B | 0,09 \pm 0,03 a A | 1,2 \pm 0,2 a A |
| | Ago. 80 | — | — | 94 \pm 136 a D | 10 \pm 7 b B | — | 0,2 \pm 0,1 b B |
| Caronal | Nov. 79 | 0,11 \pm 0,06 a A | — | 224 \pm 55 a A | 18 \pm 19 a B | 0,09 \pm 0,03 a AB | 0,6 \pm 0,2 b AB |
| | Mai 80 | 0,20 \pm 0,11 a A | 0,2 \pm 0,1 | 237 \pm 55 a B | 11 \pm 7 a B | 0,10 \pm 0,04 a A | 1,1 \pm 0,3 a A |
| | Ago. 80 | — | — | 280 \pm 156 a A | 12 \pm 9 a AB | — | 0,3 \pm 0,1 b AB |
| Campo Limpo | Nov. 79 | 0,16 \pm 0,06 a A | — | 245 \pm 57 a A | 48 \pm 50 a AB | 0,06 \pm 0,00 b B | 0,7 \pm 0,2 a AB |
| | Mai 80 ² | 0,16 \pm 0,09 a A | — | 161 \pm 125 a B | 6 \pm 6 a B | 0,10 \pm 0,02 a A | 0,9 \pm 0,1 a A |
| | Ago. 80 | — | — | 254 \pm 274 a B | 10 \pm 10 a B | — | 0,3 \pm 0,1 b AB |
| Lagoa | Nov. 79 | 0,18 \pm 0,10 a A | — | 204 \pm 85 a C | 41 \pm 37 a B | 0,08 \pm 0,03 a AB | 0,5 \pm 0,1 b AB |
| | Mai 80 | 0,11 \pm 0,06 a A | — | 107 \pm 89 a D | 5 \pm 4 b B | 0,10 \pm 0,02 a A | 1,1 \pm 0,4 a A |
| | Ago. 80 | — | — | 99 \pm 67 a D | 11 \pm 6 ab B | — | 0,4 \pm 0,1 b A |

¹ Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$): letras minúsculas correspondem aos contrastes entre épocas para cada unidade de paisagem, e letras maiúsculas, aos contrastes entre unidades em cada época.

² n = 5.

ocorreram pequenas variações sazonais nos níveis de Fe de solo de “vazante”, “campo cerrado” e “cordilheira” (Brum et al. 1987), a primeira comparável às unidades “campo limpo” e “lagoa”; o segundo, ao “caronal”; e a terceira, ao “cerrado”. Os teores médios de Fe no solo das duas sub-regiões apresentam grande semelhança.

Houve diferenças significativas no teor de Fe entre unidades de paisagem. Os teores mais elevados ocorreram no caronal e no campo limpo, à semelhança da sub-região dos Paiaguás, em que os teores mais elevados de Fe foram registrados nos solos de vazante e campo cerrado (Brum et al. 1987).

As concentrações de Fe no solo estão dentro da ampla faixa de variação (10 a 1000 ppm) admitida como normal por Isaac & Kerber (1971). Mortvedt (1980) considera altas as concentrações de Fe no solo quando maiores que 4,5 ppm. Tomando-se como base este valor, as concentrações do Fe nos solos da Nhecolândia são extremamente altas. Segundo Viets Júnior & Lindsay (1973), a quantidade de Fe na solução do solo aumenta com a inundação e a aeração deficiente. Em solos alagados, são favorecidos a solubilização e o transporte de ferro na solução do solo, podendo mesmo em alguns casos extremos ter ação tóxica (Nores 1944).

Segundo Conrad et al. (1985), em muitos países tropicais a presença de altos níveis de Fe e Al no solo acentua a deficiência de P, devido à formação de fosfatos insolúveis. Isto se aplica especialmente à

sub-região da Nhecolândia, em que, além dos altos níveis de Fe, aqui relatados, ocorrem altos teores de Al e baixas concentrações de P no solo (Pott et al. 1987).

Em solos das planícies bolivianas de Santa Cruz e Beni, Peducassé et al. (1983) encontraram teores de Fe de 24 ± 14 e 25 ± 20 ppm, respectivamente, mais baixos que os da Tabela 1.

Manganês. Ocorreram pequenas variações sazonais no teor de Mn do solo. Somente em cerrado e lagoa houve diferenças significativas entre épocas. Entretanto, em todas as unidades o nível de Mn tendeu a ser mais alto em novembro e mais baixo em maio e agosto. Segundo Viets Júnior & Lindsay (1973), o Mn é particularmente sensível à desidratação. Da mesma forma, na sub-região dos Paiaguás houve pequena variação sazonal no teor de Mn no solo (Brum et al. 1987), sendo o teor de novembro, na vazante, mais elevado que os de agosto, fevereiro e maio.

Os teores de Mn foram mais altos no solo de mata do que das demais unidades, exceto daquele de campo limpo, em novembro. Nas outras unidades, não houve diferenças significativas nas concentrações do Mn do solo. Nos Paiaguás, o nível mais alto de Mn ocorreu no solo de vazante (Brum et al. 1987).

Os teores de Mn dos solos da Nhecolândia se equiparam aos dos Paiaguás, excluindo-se a mata, em que foram mais elevados; esta unidade não tem comparação nos Paiaguás.

Isaac & Kerber (1971) admitem como normal a variação de 2 a 500 ppm de Mn no solo. Os teores dados na Tabela 1, enquadram-se nessa faixa.

As concentrações de Mn no solo são muito elevadas se comparadas aos níveis adequados ($> 1,0$ ppm), aceitos por Viets Júnior & Lindsay (1973). Da mesma forma que o Fe, a quantidade de Mn em solução no solo aumenta com a inundação e a aeração deficiente (Viets Júnior & Lindsay 1973).

Estas elevadas concentrações de Mn, cuja disponibilidade é altamente dependente do pH (Viets Júnior & Lindsay 1973), são favorecidas pela acidez do solo, que varia de 4,1 a 6,2 na Nhecolândia (Pott et al. 1987).

Os níveis de Mn nos solos da planície boliviana do Beni - $14,7 \pm 7,7$ ppm (Peducassé et al. 1983) assemelharam-se aos encontrados em algumas unidades e épocas na Nhecolândia. Agostini & Kaminski (1976), em solos do Rio Grande do Sul, encontraram teores de Mn de 12 a 82 ppm, que se aproximam dos valores da Tabela 1.

Molibdênio. Houve diferenças estacionais nos teores de Mo na mata, no cerrado e no campo limpo, mas não no caronal e na lagoa. Na primeira, o teor mais elevado ocorreu em novembro, e no cerrado e no campo limpo, em maio.

Em maio, não ocorreram diferenças estatísticas entre os teores de Mo das cinco unidades de paisagem. Em novembro, foram mais altos na mata, que no cerrado e no campo limpo; os teores de caronal e lagoa não diferiram estatisticamente das demais unidades.

Em solos arenosos não adubados da Flórida, E.U.A., os teores de Mo alcançaram até 1 ppm (Cunha et al. 1964). Segundo Reisenauer et al. (1973), os níveis adequados de Mo no solo oscilam entre 0,1 e 1,0 ppm. Os teores encontrados na Nhecolândia situam-se no limite inferior dessa faixa.

Zinco. Foram registradas diferenças significativas nos teores de Zn do solo entre épocas, nas cinco unidades de paisagem. As concentrações de Zn foram mais elevadas ou tenderam a ser mais elevadas em maio e foram mais baixas ou tenderam neste sentido em agosto. Na sub-região dos Paiaguás também foram observadas diferenças sazonais no nível de Zn, com os níveis mais baixos também em agosto (Brum et al. 1987). Em agosto, auge da época seca, o pH foi mais alto (Pott et al. 1987), o que pode explicar a ocorrência de teores mais baixos de Zn nesta época.

Houve pequenas diferenças nos teores de Zn entre unidades de paisagem. Somente em novembro e

agosto, no cerrado, os níveis do nutriente foram mais baixos que nas demais unidades. Nos Paiaguás, os teores de Zn no solo foram mais baixos no campo cerrado do que na vazante e na "cordilheira" (Brum et al. 1987).

A variação normal da concentração de Zn no solo, segundo Isaac & Kerber (1971), oscila de 1 a 100 ppm. Os teores de Zn na Nhecolândia não alcançaram 1 ppm em diversas épocas e unidades. As concentrações de Zn, na Nhecolândia, variaram de baixas até altas, considerando-se os níveis definidos por Mortvedt (1980): baixos = $< 0,5$ ppm, médios = 0,5 a 1,0 ppm e altos = $> 1,0$ ppm.

Dynia & Cunha (1984), avaliando a fertilidade de catorze solos do Pantanal, em casa de vegetação, através do rendimento de *Brachiaria humidicola*, observaram que limitações nutricionais devidas a microelementos (B, Cu, Mo e Zn) foram praticamente inexistentes ou pouco expressivas; entretanto, num dentre três Podzóis Hidromórficos, de textura arenosa, de cerrado, a omissão dos micronutrientes provocou redução significativa ($P < 0,05$) da produção.

Os teores de Zn de solos das planícies bolivianas de Santa Cruz e Beni - $1,3 \pm 0,4$ e $0,6 \pm 0,2$ ppm, respectivamente (Peducassé et al. 1983), assemelharam-se aos encontrados na Nhecolândia.

Teores de minerais na água

As concentrações de micronutrientes nas águas de "bafa" e "salina" foram muito baixas, sendo mensuráveis apenas os teores de Fe e de Mn, nas "bafas". Apenas uma amostra de água de "bafa" apresentou 0,3 mg/l de Mn; as demais apresentaram de "traços" a 0,2 mg/l. Nas "bafas", o teor de Fe atingiu $0,2 \pm 0,1$ mg/l, em novembro; $0,8 \pm 0,6$ mg/l, em agosto; e apenas "traços", em maio. O teor mais elevado de Fe foi de 1,9 mg/l, em agosto, em água de "bafa". Houve somente "traços" de Co e Cu, em ambas as lagoas.

Brum & Sousa (1985), em levantamento de níveis de minerais em águas de "bafas" e "salinas", na Nhecolândia, realizado em setembro/outubro de 1981, registraram concentrações de Fe de $1,17 \pm 1,35$ mg/l e $0,64 \pm 0,86$ mg/l; de Mn de $0,37 \pm 0,23$ mg/l e $0,10 \pm 0,00$ mg/l; e de Zn, de $0,07 \pm 0,02$ mg/l e $0,01 \pm 0,01$ mg/l, respectivamente; e "traços" de Co e Cu. Estes níveis médios de Fe e de Mn são mais elevados que os encontrados no presente estudo. Entretanto, o elevado desvio-padrão das médias relatadas por esses autores indica que al-

gumas amostras apresentaram teores de Fe e de Mn semelhantes aos da água de "bafa" da Fazenda Ipamema.

Os níveis de Fe da água das "bafas", principalmente nos meses de seca, quando há concentração dos solutos em decorrência de evaporação, tendem a aumentar a ingestão de Fe pelos bovinos, quando o teor já é alto nas plantas forrageiras, interferindo negativamente num sistema em equilíbrio já instável ou até já desequilibrado. No caso, pressupondo-se consumo de 26 l de água/cab/dia (Brum & Sousa 1985) e o nível de Fe de 1,9 mg/l, há ingestão de 38 mg do nutriente, o que vem a representar c. 50% das necessidades diárias sugeridas pelo National Research Council (1976), para bovinos de corte.

As águas freáticas das sub-regiões arenosas do Pantanal (Nhecolândia e Paiaguás) são ricas em compostos de Fe, o que fica evidenciado pela presença de concreções no solo e de sedimentos ferruginosos em depósitos de água das fazendas.

Teores de minerais nas plantas forrageiras

Efeitos de época e de unidade de paisagem.

Na Tabela 2 são mostradas as concentrações de Cu, Fe, Mn e Zn na pastagem nativa. Co e Mo não foram analisados nestas amostras.

Cobre. Houve variações sazonais no teor de Cu apenas no caronal, onde o nível de maio foi inferior ao de agosto; os teores em novembro e maio, entretanto, não diferiram estatisticamente. Na mata, cerrado e campo limpo, os valores tenderam, também, a ser mais elevados em agosto. Na sub-região dos Paiaguás, Brum et al. (1987) verificaram pequenas variações estacionais nos teores de Cu de gramíneas, porém com tendência para níveis mais altos em novembro. Nas planícies 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 ($1,6 \pm 0,1$ e $1,5 \pm 0,1$ ppm, respectivamente) (Lebdozokojo et al. 1980).

Os níveis de Cu das gramíneas de mata sempre foram superiores aos das demais unidades, exceto em agosto, quando as gramíneas do caronal se assemelharam às da mata no teor deste nutriente. Nas gramíneas de cerrado, caronal, campo limpo e lagoa as concentrações de Cu se equivaleram. Nos Paiaguás, ocorreram níveis mais baixos de Cu na pastagem de campo cerrado do que da vazante e cordilheira (Brum et al. 1987), embora estas diferenças fossem de pouca importância prática (c. 1 ppm).

Os teores médios de Cu das gramíneas da Nhecolândia são ligeiramente superiores aos dos Paiaguás, entretanto, geralmente estão abaixo das recomendações (4 ppm) do National Research Council (1976) para bovinos de corte. Apenas as gramíneas de mata, nas três épocas, e de cerrado e caronal, em agosto, superaram este valor. Como já referido anteriormente (Pott et al. 1987), gramíneas nativas de mata e cerrado contribuem muito pouco na dieta de bovinos na Nhecolândia, de modo que a grande maioria das gramíneas consumidas não alcançaram os níveis recomendados pelo National Research Council (1976).

Em face dos baixos teores de Cu encontrados nos solos, são esperados esses baixos teores do nutriente nas gramíneas.

Os teores médios de Cu de forrageiras da planície boliviana de Santa Cruz (5,9 ; 3,3 ppm), relatados por Peducassé et al. (1983), assemelharam-se aos da mata na Nhecolândia; já os do Beni ($1,3 \pm 0,6$ ppm) são inferiores aos de todas as unidades da sub-região. No norte de Mato Grosso, Sousa et al. (1980) encontraram teores de Cu de 1,7 ppm em gramíneas nativas, inferiores aos das gramíneas da Nhecolândia.

Ferro. Houve variações sazonais significativas nas concentrações de Fe das gramíneas de mata e campo limpo, mas não de cerrado, caronal e lagoa. Na mata, os níveis de Fe em novembro foram mais baixos que os de maio e agosto; estes não apresentaram diferenças significativas. No campo limpo, o teor do elemento foi muito alto em maio. Excluindo-se a mata, nas demais unidades as médias tenderam a ser mais elevadas em maio, sempre com desvio-padrão muito alto. Nas cinco unidades, os níveis médios tenderam a ser mais baixos em novembro. Na sub-região dos Paiaguás, os teores mais baixos de Fe ocorreram também em novembro, mas tenderam a ser mais elevados em fevereiro, nas gramíneas de vazante e campo cerrado (Brum et al. 1987). Estes resultados sugerem que existe relação entre o nível de Fe nas gramíneas e o alagamento das pastagens. O Fe, elemento excessivamente alto no solo e muito atuante, além de ser parte do material de origem, é adicionado pelas águas de alagamento; além disso, sofre remobilização local constante em função das variações do potencial de oxidação-redução, tanto anuais como ao longo de períodos de alternâncias pluviométricas; o alto teor de Fe solúvel disperso no meio e a excessiva saturação deste elemento no complexo de troca do solo proporcionam altos teores nas forrageiras nativas (Cunha 1985).

TABELA 2. Níveis médios \pm desvio-padrão (ppm) de micronutrientes em amostras de gramíneas nativas, por unidade de paisagem, em três épocas do ano, na Fazenda Nhumirim, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense¹.

| Unidade | Época | Nº ² | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-------------|--------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Mata | Nov 79 | 11 | 6,9 \pm 2,7 a A | 99 \pm 27 b B | 130 \pm 51 b B | 14 \pm 6 a A |
| | Mai 80 | 8 | 5,4 \pm 1,8 a A | 176 \pm 89 a C | 121 \pm 38 b D | 11 \pm 6 a A |
| | Ago 80 | 6 | 7,0 \pm 1,6 a A | 186 \pm 36 a B | 249 \pm 67 a C | 18 \pm 4 a A |
| Cerrado | Nov 79 | 15 | 3,6 \pm 1,7 a B | 68 \pm 32 a B | 433 \pm 344 a A | 11 \pm 4 a AB |
| | Mai 80 | 14 | 3,6 \pm 2,0 a B | 101 \pm 46 a C | 368 \pm 213 a CD | 11 \pm 3 a A |
| | Ago 80 | 14 | 4,1 \pm 1,4 a B | 94 \pm 61 a C | 404 \pm 275 a BC | 10 \pm 2 a B |
| Caronal | Nov 79 | 13 | 3,6 \pm 1,0 ab B | 193 \pm 120 a AB | 301 \pm 97 b AB | 7 \pm 2 a B |
| | Mai 80 | 19 | 2,5 \pm 1,0 b B | 311 \pm 222 a C | 550 \pm 321 a BC | 10 \pm 4 a A |
| | Ago 80 | 12 | 4,8 \pm 3,6 a AB | 226 \pm 109 a B | 435 \pm 233 ab BC | 8 \pm 3 a B |
| Campo Limpo | Nov 79 | 12 | 2,4 \pm 0,6 a B | 299 \pm 287 b A | 484 \pm 211 b A | 11 \pm 6 a AB |
| | Mai 80 | 12 | 2,9 \pm 0,8 a B | 2558 \pm 1000 a A | 1658 \pm 613 a A | 12 \pm 3 a A |
| | Ago 80 | 12 | 3,5 \pm 1,8 a B | 547 \pm 289 b A | 916 \pm 489 b A | 9 \pm 2 a B |
| Lagoa | Nov 79 | 9 | 3,7 \pm 0,8 a B | 176 \pm 108 a AB | 332 \pm 154 a AB | 10 \pm 5 a AB |
| | Mai 80 | 8 | 3,3 \pm 1,2 a B | 926 \pm 1103 a B | 707 \pm 385 a B | 9 \pm 4 a A |
| | Ago 80 | 7 | 3,3 \pm 1,0 a B | 511 \pm 264 a A | 754 \pm 619 a AB | 8 \pm 2 a B |

¹ Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$): letras minúsculas correspondem aos contrastes entre épocas para cada unidade de paisagem e letras maiúsculas, aos contrastes entre unidades em cada época.

² Nº = nº de observações.

Segundo McDowell et al. (1976), as condições ácidas do solo favorecem a disponibilidade e a utilização de Fe pela planta. O pH em maio e novembro foi mais baixo que em agosto (Pott et al. 1987).

Os teores de Fe foram mais elevados nas gramíneas de campo limpo, mas não diferiram significativamente das de lagoa, em novembro e agosto, e de caronal, em novembro. Os teores mais baixos do elemento foram registrados na mata e no cerrado. Resultados similares foram encontrados por Brum et al. (1987), na sub-região dos Paiaguás, onde os níveis de Fe nas gramíneas de vazante foram mais altos que no campo cerrado e na cordilheira.

Nas gramíneas da Nhecolândia ocorreram níveis médios de Fe mais elevados que nos Paiaguás, onde o maior valor foi observado na vazante, em fevereiro (936 \pm 615 ppm). Dentre outros fatores, isto pode ser devido às diferentes condições de drenagem de uma e outra sub-região, a Nhecolândia funcionando como um sistema fechado, com adição de água quase que exclusivamente pelas chuvas e com perdas por evaporação e infiltração, e os Paiaguás como um sistema aberto, com maior número de canais naturais de aporte e escoamento das águas.

O excesso de Fe na dieta interfere na absorção de P (Ammerman 1965). Além disso, o excesso de Fe deprime a imunidade e a resistência à infecção (Chandra 1981, citado por Nunes & Nunes 1986).

Segundo Alba & Davis (1957), o excesso de Fe nas forrageiras geralmente está acompanhado de deficiências de P na planta. Os autores consideram ser comum a interferência do Fe na absorção de P pelas plantas, o mesmo ocorrendo em caso de excesso de Al.

Vacas leiteiras em pastagens que foram irrigadas por aspersão com água contendo 17 ppm de Fe apresentaram perda de peso, diarreia, redução na produção de leite e condição anormal da pele; a reação de outras vacas alimentadas com 30 a 60 g de Fe, como Fe(OH)₃ (4,4 g/kg de alimento seco) confirmaram o efeito tóxico destes níveis de ferro rapidamente disponível (Coup & Campbell 1964, citado por Thomas 1970). Resultados obtidos por Standish et al. (1971) e Rosa et al. (1982) sugerem que o aumento do teor de P na dieta ameniza alguns dos efeitos do excesso de Fe. Koong et al. (1970), utilizando níveis dietéticos de Fe (como citrato férrico), de 100 a 2.000 ppm, observaram decréscimo na con-

centração de P inorgânico no soro de bezerros à medida que aumentava o nível de Fe. Os mesmos autores, utilizando níveis de 100 a 4.000 ppm de Fe, verificaram que o nível máximo que podia ser consumido por bezerros sem provocar redução acentuada no consumo alimentar e no ganho de peso era de aproximadamente 2.000 ppm.

Os ganhos médios diários de novilhos alimentados com dietas contendo 1) 100 ppm de Fe e 0,23% de P, 2) 100 ppm de Fe e 0,46% de P, 3) 1.000 ppm de Fe e 0,23% de P e 4) 1.000 ppm de Fe e 0,46% de P foram de 0,95; 1,05; 0,70 e 0,78 kg/dia (Standish et al. 1970). Os novilhos alimentados com 1.000 ppm de Fe tiveram ganhos menores ($P < 0,05$) que os com 100 ppm. Decréscimo no consumo alimentar e no ganho médio diário causado por concentrações elevadas de Fe na dieta também foram observados por Standish et al. (1969, 1971) e Rosa et al. (1982).

Peducassé et al. (1983) encontraram teores de Fe de 134 ± 100 e 122 ± 67 ppm em forrageiras das planícies bolivianas de Santa Cruz e Beni, respectivamente, valores que se assemelham aos encontrados na mata e cerrado de Nhecolândia. Nas planícies orientais da Colômbia, os níveis de Fe nas forrageiras atingiram até 618 ± 91 ppm, no final da época chuvosa (Lebdosoekojo et al. 1980).

Blue et al. (1969) relataram teor de Fe de 2.550 ppm numa amostra de *Panicum purpurascens*, do Panamá. Brum et al. (1987), nos Paiaguás, encontraram níveis de Fe nas forrageiras que consideraram tóxicos para bovinos.

Manganês. Ocorreram diferenças significativas entre épocas nas concentrações de Mn de gramíneas da mata, caronal e campo limpo, mas não de cerrado e lagoa. Na mata, o nível mais alto foi observado em agosto; no campo limpo e no caronal, em maio, embora neste último os teores de maio e agosto não diferissem estatisticamente. À semelhança do Fe, o teor mais alto ocorreu em maio, no campo limpo, mas não se evidenciaram tendências nítidas para teores mais elevados em maio e mais baixos em novembro, como no caso daquele elemento. Nos Paiaguás, ocorreu situação semelhante, mas com o nível médio mais elevado em fevereiro, na vazante (740 ± 541 ppm) (Brum et al. 1987).

Nas planícies orientais da Colômbia, os níveis de Mn nas forrageiras foram mais elevados na seca - 217 ± 13 ppm - do que no início e fim da época chuvosa - 158 ± 7 e 157 ± 13 ppm, respectivamente (Lebdosoekojo et al. 1980).

Verificaram-se diferenças significativas nos teores de Mn das cinco unidades de paisagem. Os níveis

foram mais altos (maio) ou tenderam a ser mais altos (novembro e agosto) nas gramíneas de campo limpo, e tenderam a ser mais baixos na mata. Brum et al. (1987) relataram níveis mais altos de Mn nas gramíneas de vazante e mais baixos, no campo cerrado e cordilheiras, à semelhança das unidades correspondentes na Nhecolândia.

Da mesma forma que com Fe, há determinada relação entre o nível de Mn e o grau de umidade e pH do solo. Segundo Mitchell et al. (1957), citado por Fleming (1973), condições deficientes de drenagem aumentam a concentração de Mn da forrageira. Sutmöller et al. (1966), no Baixo Amazonas, na Ilha de Marajó e no Território do Amapá, observaram elevada ingestão de Mn por bovinos, associada à inundação prolongada das pastagens.

Segundo Fleming (1973), dentre os elementos-traço, o Mn é provavelmente o mais notavelmente afetado por mudanças no pH do solo. Beeson & Guillermo-Gómez (1970) relataram coeficiente de correlação de 0,81 entre pH do solo e teor de Mn de pastagens da alta bacia do Amazonas; *Paspalum* spp. em solo de pH 4,0 apresentaram mais de 800 ppm de Mn.

Houve redução no consumo alimentar de bezerros quando o nível de Mn na dieta foi maior que 820 ppm, e decréscimo na taxa de hemoglobina, quando o nível dietético foi maior que 1.000 ppm (Cunningham et al. 1966). Black et al. (1985) também observaram redução no consumo e no ganho de peso diário em cordeiros com a adição de até 4.000 ppm de Mn (como óxido) ou até 8.000 ppm (como carbonato) a uma dieta básica contendo 31 ppm de Mn.

Em maio, no campo limpo, o teor de Mn atingiu 1.658 ppm. Nessa época do ano, quando começam a baixar as águas e se inicia a rebrota de *Axonopus purpusii* e *Panicum laxum* (1.741 e 1.484 ppm, respectivamente - vide Tabela 4), o campo limpo é uma das unidades mais pastejadas pelos bovinos. Segundo Thomas (1970), altos níveis dietéticos de Mn (> 1.000 ppm) reduziram o balanço do Ca e do P, nutrientes que já se encontram em níveis críticos nas gramíneas da Nhecolândia (Pott et al. 1987).

Fonseca & Davis (1968 e Lang 1971, citados por McDowell et al. s.d.) relataram estreita relação entre alta concentração de Mn nas forrageiras e baixas taxas reprodutivas, em regiões caracterizadas por solos vulcânicos, na Costa Rica. O gado leiteiro que consumia forrageiras altas em Mn (> 100 ppm) teve baixo índice de parições e requereu mais serviços por

concepção do que a testemunha (Lang 1971 citado por McDowell et al. s.d.).

Peducassé et al. (1983) também registraram níveis elevados de Mn em forrageiras da planície boliviana do Beni (389 ± 252 ppm), valores que se equiparam aos níveis encontrados no cerrado e no caronal da Nhecolândia. Da mesma forma, Agostini & Kaminski (1976), em pastagens nativas do Rio Grande do Sul, encontraram teores de Mn muito elevados.

A par da interação do Mn e do Fe com outros minerais, há que ser lembrada a mútua interação desses nutrientes. Hartman et al. (1955) observaram, em cordeiros alimentados com leite integral + 50 ppm de Fe, além de outros elementos, que níveis > 45 ppm de Mn reduziram a taxa de hemoglobina e do ferro no soro; níveis de até 5.000 ppm de Mn provocaram redução na concentração de Fe no fígado, baço e rins. Segundo National Research Council (1980), Mn e Fe são mutuamente antagônicos; com baixa ingestão de Fe, os animais são mais sensíveis à toxicidade do Mn, enquanto o excesso de Fe na dieta dá proteção contra o excesso de Mn. Standish et al. (1971) observaram redução nos níveis de Mn nos rins e no coração, mas não no fígado, baço e músculos, por efeito do aumento da concentração de Fe (1.000 ppm) na dieta de novilhos.

Zinco. Não se evidenciaram diferenças sazonais significativas nos teores de Zn nas gramíneas das diferentes unidades de paisagem. A mesma condição foi observada por Brum et al. (1987), nos Paiaguás.

Os níveis de Zn tenderam a ser mais elevados nas gramíneas de mata; em novembro, somente foram significativamente maiores que os níveis do caronal. Em maio, as diferenças entre unidades não foram significativas. Em agosto, os níveis do elemento nas gramíneas da mata foram mais altos que nas demais unidades. Na sub-região dos Paiaguás, entretanto, os níveis de Zn foram mais elevados na vazante do que no campo cerrado e na "cordilheira".

De modo geral, as concentrações de Zn na Nhecolândia são mais altas que nos Paiaguás, onde os níveis médios foram todos menores que 9 ppm.

Em forrageiras das planícies bolivianas de Santa Cruz e Beni, Peducassé et al. (1983) encontraram níveis de Zn de $30,2 \pm 9,7$ e $25,7 \pm 15,7$ ppm, respectivamente. Nas planícies orientais da Colômbia, Lebdoesoekojo et al. (1980) observaram níveis de Zn que se assemelham aos encontrados na Nhecolândia: $9,5 \pm 0,7$ a $15,3 \pm 0,5$ ppm. No norte de Mato Grosso, forrageiras nativas apresentaram 11 ppm de Zn (Sousa et al. 1982), valor muito semelhante aos teores de Zn da Tabela 2.

Micronutrientes nas espécies forrageiras: Na Tabela 3, são apresentados os teores médios de Cu, Fe, Mn e Zn nas espécies forrageiras.

Cobre. Os níveis mais altos de Cu foram observados em *Setaria vulpisetia*, *Paspalum plicatulum*, *Leptochloa virgata* e *Axonopus paraguayensis*, com 5 ppm ou mais, acima dos teores mínimos recomendados pelo National Research Council (1976) para bovinos de corte (4 ppm). Trata-se de gramíneas de mata e de cerrado, de ocorrência restrita (Pott 1982), exceto *P. plicatulum*, que contribuem muito pouco na dieta dos bovinos. Esta última espécie ocorre principalmente em campo limpo e caronal; como indicado pelo elevado desvio-padrão, duas das três amostras apresentaram teor muito baixo de Cu. *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae* e *Panicum laxum*, as três gramíneas mais frequentes e principais componentes da dieta dos bovinos na sub-região (Pott 1982), apresentaram menos de 4 ppm de Cu, requerimento mínimo sugerido pelo National Research Council (1976) para bovinos de corte. Na sub-região dos Paiaguás, as duas primeiras espécies apresentaram 2,3 e 1,9 ppm de Cu, respectivamente (Brum et al. 1987), cerca da metade da concentração encontrada na Nhecolândia.

Em amostras do capim-mimoso, que se supõe tratar-se de *Axonopus purpusii*, coletadas na Fazenda Alegria, vizinha à Fazenda Ipanema, na Nhecolândia, foram encontrados teores de Cu de 7 a 12 ppm (Viçosa 1974) cerca de duas a três vezes mais elevados que os da Tabela 3 nesta espécie. Nas savanas inundáveis da Venezuela, *Axonopus purpusii* e *Panicum laxum* apresentaram $8,0 \pm 0,5$ e $13,0 \pm 0,4$ ppm de Cu, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Ferro. Os teores mais elevados de Fe ocorreram em *A. purpusii* e *P. laxum*; o teor desta espécie não diferiu significativamente do de *Paspalum plicatulum*. Na sub-região dos Paiaguás (Brum et al. 1987) *A. purpusii* também apresentou o maior teor de Fe, embora fosse praticamente apenas a metade desse da Nhecolândia (409 ppm). Com *M. chaseae* aconteceu o contrário: foi mais elevado nos Paiaguás (260 ppm).

Grande parte desse valor de Fe provém da contaminação do solo, uma vez que as amostras não foram lavadas. Isso foi testado em dez amostras de gramíneas nativas (*A. purpusii*, *Hymenachne amplexicaulis* e *Panicum laxum*), coletadas em novembro/84, na Fazenda Santana, dos Paiaguás, e divididas em duas partes, sendo uma lavada primeiro com água de torneira, segundo com solução de HCL a

TABELA 3. Teores médios \pm desvio-padrão (ppm) de micronutrientes em amostras de gramíneas coletadas em cinco unidades de paisagem¹, em três épocas do ano², na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense³.

| Espécie | N ⁴ | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--|----------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|
| <i>Axonopus purpusii</i> (capim-mimoso) | 46 | 3,4 \pm 1,2d | 871 \pm 972 a | 817 \pm 581 b | 8 \pm 3 d |
| <i>Mesosetum chaseae</i> (grama-de-cerrado) | 36 | 3,0 \pm 1,3de | 150 \pm 111 c | 270 \pm 97 cd | 9 \pm 4 cd |
| <i>Panicum laxum</i> (grama-do-carandazal) | 26 | 3,1 \pm 1,3de | 712 \pm 102 ab | 795 \pm 592 b | 13 \pm 4 ab |
| <i>Axonopus paraguayensis</i> (capim-fino) | 18 | 5,0 \pm 1,3c | 72 \pm 22 c | 356 \pm 75 cd | 11 \pm 2 bc |
| <i>Leptochloa virgata</i> (capim-de-mata) | 16 | 5,6 \pm 1,9bc | 144 \pm 72 c | 175 \pm 98 cd | 14 \pm 6 a |
| <i>Setaria vulpiseta</i> (capim-de-capoeira) | 11 | 6,9 \pm 2,9a | 129 \pm 66 c | 159 \pm 68 d | 14 \pm 6 ab |
| <i>Ichnanthus procurrans</i> (lanceta-talo-roxo) | 6 | 3,4 \pm 1,0d | 166 \pm 51 c | 463 \pm 185 c | 11 \pm 4 bc |
| <i>Andropogon hypogynus</i> (capim-rabo-de-lobo) | 5 | 1,9 \pm 0,6e | 145 \pm 58 c | 308 \pm 108 cd | 9 \pm 2 cd |
| <i>Scleria</i> sp.(capim-navalha) ⁵ | 3 | 3,3 \pm 1,6d | 85 \pm 6 c | 1449 \pm 355 a | 7 \pm 4 d |
| <i>Paspalum plicatulum</i> (felpudo) | 3 | 6,4 \pm 7,4ab | 272 \pm 131 bc | 945 \pm 261 b | 13 \pm 6 ab |
| <i>Imperata contracta</i> ⁶ | 1 | 1,7 | 54 | 440 | 8 |
| <i>Trachypogon</i> sp. (capim-ponta-de-lança) ⁶ | 1 | 2,0 | 65 | 499 | 14 |

¹ Mata, cerrado, caronal, campo limpo e lagoa.

² Novembro/79, maio/80 e agosto/80.

³ Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey (P < 0,05).

⁴ N^o = n^o de observações.

⁵ Cyperaceae.

⁶ Não incluído na análise estatística.

10% e terceiro com água deionizada; as amostras lavadas apresentaram 89 \pm 56 ppm de Fe, contra 142 \pm 72 ppm nas não lavadas.

Amostras de capim-mimoso da Fazenda Alegria, apresentaram de 103 a 152 ppm de Fe (Viçosa 1974), teores inferiores aos da Tabela 3 nesta espécie.

Nas savanas venezuelanas, *A. purpusii* e *P. laxum* apresentaram teores mais baixos de Fe que os dados na Tabela 3: 200 \pm 10 e 520 \pm 80 ppm, respectivamente (González-Jiménez 1979).

Amostras de *Paspalum*, *Andropogon* e *Axonopus* do Paraguai apresentaram teor médio de Fe de 423 ppm (Alba & Davis 1957).

Manganês. As forrageiras que apresentaram os níveis mais elevados de Mn foram *Scleria* sp., *P. plicatulum*, *A. purpusii* e *P. laxum*, com 795 ppm ou mais. Nos Paiaçuás, *A. purpusii* continha 441 ppm e *M. chaseae*, 318 ppm (Brum et al. 1987). Amostras de capim-mimoso da Fazenda Alegria contiveram de 324 a 386 ppm de Mn (Viçosa 1974), aproximadamente a metade do teor médio registrado na Fazenda Ipanema. Essa diferença pode ser devida à época de coleta, não especificada no trabalho.

Zinco. Nenhuma das espécies amostradas alcançou os níveis de Zn recomendados pelo National

Research Council (1976), para bovinos de corte (20 a 30 ppm). As três espécies mais frequentes apresentaram a metade ou menos dessas recomendações. Nos Paiaçuás, as concentrações de Zn em *A. purpusii* e *M. chaseae* foram ainda mais baixas (4,3 e 6,2 ppm, respectivamente). Níveis baixos de Zn em gramíneas nativas de Roraima (*Axonopus* sp., *Andropogon* sp., *Trachypogon* sp., e *Paspalum* sp.) também foram relatados por Sousa & Darsie (1985). Os teores de Zn de amostras de capim-mimoso da Fazenda Alegria, na Nhecolândia, variaram de 15 a 12 ppm (Viçosa 1974) cerca do dobro ou triplo encontrado nesta espécie na Fazenda Ipanema.

Os teores de Zn de *A. purpusii* e *P. laxum* nas savanas inundáveis da Venezuela (González-Jiménez 1979) são muito superiores aos encontrados na Nhecolândia: 67 \pm 2 e 89 \pm 7 ppm.

Micronutrientes nas principais espécies: As concentrações de Cu, Fe, Mn e Zn, por época de amostragem, nas três principais gramíneas se encontram na Tabela 4. Não ocorreram variações estacionais significativas nos níveis de Cu e Zn de *A. purpusii*, *M. chaseae* e *P. laxum*, em coerência com os resultados mostrados na Tabela 2. Os teores de Fe e de Mn foram mais elevados ou tenderam neste sentido em maio. *A. purpusii* e *P. laxum* apresentaram mais de 1.000 ppm de Fe e de Mn nesta época.

TABELA 4. Teores médios \pm desvio-padrão (ppm) de micronutrientes das três principais forrageiras, coletadas em três épocas do ano, na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense¹.

| Espécies | Época | Nº ² | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------------|--------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|
| <i>Axonopus purpusii</i> | Nov 79 | 14 | 3,1 \pm 0,9a | 310 \pm 258 b | 395 \pm 187 b | 8 \pm 3 a |
| | Mai 80 | 15 | 3,2 \pm 1,0a | 1741 \pm 1293 a | 1179 \pm 636 a | 8 \pm 3 a |
| | Ago 80 | 17 | 3,8 \pm 1,5a | 565 \pm 236 b | 845 \pm 537 ab | 7 \pm 2 a |
| <i>Mesosetum chaseae</i> | Nov 79 | 12 | 3,2 \pm 1,1a | 157 \pm 120 a | 272 \pm 91 a | 10 \pm 4 a |
| | Mai 80 | 13 | 2,4 \pm 1,3a | 175 \pm 135 a | 282 \pm 123 a | 8 \pm 3 a |
| | Ago 80 | 11 | 3,4 \pm 1,3a | 114 \pm 57 a | 254 \pm 72 a | 9 \pm 3 a |
| <i>Panicum laxum</i> | Nov 79 | 10 | 3,1 \pm 0,9a | 154 \pm 104 b | 441 \pm 183 b | 15 \pm 5 a |
| | Mai 80 | 10 | 2,8 \pm 1,0a | 1484 \pm 1328 a | 1195 \pm 729 a | 14 \pm 3 a |
| | Ago 80 | 6 | 3,8 \pm 2,2a | 355 \pm 232 ab | 720 \pm 397 ab | 10 \pm 2 a |

¹ Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas determinadas pelo teste de Tukey (P < 0,05).

² Nº = nº de observações.

Faixas de concentração de micronutrientes nas forrageiras. Na Tabela 5, são mostrados o número e a frequência das amostras em função de faixas de concentração de Cu, Fe, Mn e Zn, por época de coleta.

Cobre. Observa-se que somente 30 a 45% das amostras apresentaram mais de 4,0 ppm de Cu. A maior quantidade de amostras com 4 ppm ou menos de Cu foi registrada em maio. Dentre 236 amostras de forrageiras da América Latina, 23% apresentaram menos de 4 ppm de Cu (McDowell et al. 1977).

Ferro. Em maio, 23% das amostras continham mais de 1.000 ppm de Fe. Nas três épocas, a maioria das amostras (57 a 82%) apresentaram mais de 100 ppm de Fe. Dentre 256 amostras de forrageiras da América Latina, 21% apresentaram mais de 500 ppm de Fe (McDowell et al. 1977).

O National Research Council (1980) considera como máximo tolerável o nível de 1.000 ppm de Fe, ressaltando que o mesmo seja de alta disponibilidade. Segundo Jimenez (1980), a disponibilidade do Fe de gramíneas varia de 48 a 63%.

A possibilidade de excesso de consumo de Fe (acima de 1.600 mg/dia) deve ser considerada no diagnóstico da deficiência de Cu (Grace 1983a).

Manganês. Em maio e em agosto, 26 e 14% das amostras apresentaram mais de 1.000 ppm de Mn, respectivamente; uma percentagem muito baixa apresentou menos de 100 ppm.

Na Nova Zelândia, Grace (1983b) considerou a possibilidade de ocorrência de baixas taxas de cres-

TABELA 5. Número (Nº) e percentagem (%) de amostras de gramíneas nativas coletadas na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense, distribuídas por faixas de concentração de micronutrientes.

| Mineral | Limites, ppm | Época | | | | | |
|---------|--------------|--------|----|--------|----|--------|----|
| | | Nov 79 | | Mai 80 | | Ago 80 | |
| | | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Cu | > 2,0 | 7 | 11 | 13 | 21 | 4 | 8 |
| | 2,0 - 3,0 | 18 | 30 | 22 | 36 | 13 | 25 |
| | 3,1 - 4,0 | 13 | 22 | 8 | 13 | 11 | 22 |
| | 4,1 - 6,0 | 13 | 22 | 15 | 25 | 15 | 29 |
| | > 6,0 | 9 | 15 | 3 | 5 | 8 | 16 |
| Fe | < 50 | 6 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 - 100 | 20 | 33 | 11 | 18 | 13 | 25 |
| | 101 - 400 | 31 | 52 | 31 | 51 | 25 | 49 |
| | 401 - 1000 | 3 | 5 | 5 | 8 | 13 | 25 |
| | > 1000 | 0 | 0 | 14 | 23 | 0 | 0 |
| Mn | < 100 | 4 | 7 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| | 101 - 400 | 36 | 60 | 28 | 46 | 28 | 55 |
| | 401 - 1000 | 20 | 33 | 14 | 23 | 16 | 31 |
| | > 1000 | 0 | 0 | 16 | 26 | 7 | 14 |
| Zn | < 10 | 26 | 43 | 28 | 46 | 28 | 55 |
| | 10 - 15 | 24 | 40 | 24 | 39 | 16 | 31 |
| | 16 - 20 | 7 | 12 | 9 | 15 | 5 | 10 |
| | > 20 | 3 | 5 | 0 | 0 | 2 | 4 |

cimento devido à presença de altos níveis de Mn nas pastagens.

Dentre 293 amostras de forrageiras da América Latina, 42% apresentaram mais de 100 ppm de Mn (McDowell 1977).

Zinco. A maioria das amostras apresentou menos de 20 ppm de Zn, sendo que cerca da metade apresentou menos de 10 ppm. Baixos teores de Zn em forragens na América Latina são relativamente freqüentes. McDowell et al. (1977), dentre 177 amostras, encontraram 49% com menos de 30 ppm de Zn.

Amplitudes de concentração de micronutrientes nas forrageiras. Na Tabela 6, apresentam-se as amplitudes de concentração de Cu, Fe, Mn e Zn, nas gramíneas, por época de coleta. No caso do Cu, nas três épocas os níveis variaram desde notoriamente deficientes até acima das recomendações do National Research Council (1976) para bovinos de corte.

Os teores mais baixos de Fe e Mn sempre foram muito superiores às recomendações do National Research Council (1976), alcançando teores máximos muito elevados. Em pastagens nativas do Uruguai, Nores (1944) também encontrou teores elevados de Fe, com variação de 437 a 2.005 ppm. Alba & Davis (1957) relataram variação no teor de Fe de amostras de gramíneas do Paraguai de 90 a 770 ppm.

As amplitudes de concentração de Mn da Tabela 6 são maiores que os valores típicos - 60 a 800 ppm - de gramíneas e leguminosas, informados pelo National Research Council (1980), mas enquadram-se na faixa admitida como normal em tecidos vegetais - 5 a 5.000 ppm - por Isaac & Kerber (1971). A variação admitida para os teores de Fe por esses autores - 20 a 200 ppm - entretanto, é ultrapassada pelos valores da Tabela 6. Cooksey & Barnett (1978) sugerem como variação típica concentrações de Fe de 200 a 1.000 ppm e de Mn, de 100 a 700 ppm.

Os teores mais elevados de Zn somente alcançaram os níveis sugeridos pelo National Research Council (1976) para bovinos de corte em novembro e em agosto.

Teores de micronutrientes no fígado

Na Tabela 7, encontram-se os níveis de Cu, Fe, Mn e Zn no tecido hepático de vacas com cria ao pé.

Cobre. Houve diferenças sazonais significativas nos teores de Cu no fígado, que foram mais elevados

TABELA 6. Amplitude de concentração de micronelementos (ppm), em gramíneas forrageiras da Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense.

| Época | Nº ¹ | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------|-----------------|------------|-----------|------------|--------|
| Nov 79 | 60 | 1,7 - 12,0 | 44 - 866 | 76 - 1638 | 3 - 24 |
| Mai 80 | 61 | 1,0 - 8,4 | 55 - 3844 | 82 - 2563 | 3 - 17 |
| Ago 80 | 51 | 1,2 - 14,9 | 62 - 884 | 119 - 2111 | 4 - 23 |

¹ Nº = nº de observações.

em fevereiro e agosto que em novembro e maio. Nas quatro épocas, entretanto, os níveis médios estavam dentro da faixa normal de 100 a 400 ppm admitida por Underwood (1969). Estes teores se assemelham aos relatados por Brum et al. (1987), embora nos Paiaguás os níveis de Cu fossem mais elevados em novembro.

Estes valores não são coerentes com os baixos teores de Cu encontrados nas gramíneas, sobretudo nas três principais espécies (Tabela 4). Brum et al. (1987) revelam situação semelhante. A pressuposição de que os bovinos no Pantanal podem suprir suas necessidades de Cu com outras forrageiras é discutida por Pott & Pott (1987), que relatam a ocorrência de diversas espécies não-gramíneas, consumidas por bovinos, contendo teores elevados de Cu, p.ex., *Helicteres* cf. *sacarotha* (16 ± 3 ppm), *Bidens gardneri* (17 ± 1 ppm) e *Cordia glabrata* (29 ppm).

Lebdosoekojo et al. (1980) relataram teores de cobre de 146 ± 41 e 316 ± 81 ppm no fígado de bovinos machos nas planícies orientais da Colômbia, na época chuvosa e seca, respectivamente.

Ferro. O teor hepático de Fe foi mais elevado em agosto que nas demais épocas. Entretanto, esses níveis são até cinco vezes maiores que a faixa normal (200 a 300 ppm) indicada por Cunha et al. (1964). Brum et al. (1987) também observaram níveis hepáticos de Fe altos em vacas da sub-região dos Paiaguás (580 ppm, em agosto, a 1.015 ppm, em fevereiro), embora não tão altos quanto os da Nhecolândia.

Estas altas concentrações hepáticas de Fe mantêm-se coerentes com as concentrações nas gramíneas, embora com defasagem no tempo, porque os teores mais elevados no fígado ocorreram em agosto e nas forrageiras em maio. Isto significa que, apesar da parcela oriunda da contaminação pelo solo, que se

TABELA 7. Teores de micronutrientes (ppm) em tecido hepático de vacas neloradas com cria ao pé, na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia do Pantanal Mato-grossense¹.

| Época | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| Nov 79 | 208 ± 60 b (20) | 1030 ± 317 b (19) | 22 ± 8 b (20) | 68 ± 18 b (20) |
| Fev 80 | 353 ± 108 a (19) | 1142 ± 367 b (20) | 54 ± 23 a (19) | 105 ± 24 b (19) |
| Mai 80 | 246 ± 113 b (20) | 1010 ± 212 b (20) | 58 ± 14 a (20) | 130 ± 37 ab (20) |
| Ago 80 | 379 ± 120 a (20) | 1612 ± 709 a (20) | 63 ± 36 a (20) | 186 ± 129 a (20) |

¹ Letras diferentes nas colunas das médias indicam diferenças significativas, determinadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Entre parênteses, nº de observações.

supõe tratar-se de óxido de ferro, de baixa disponibilidade, as gramíneas efetivamente contêm teores altos do elemento e sob forma disponível para o animal. Novilhos suplementados com 0, 400 e 1.600 ppm de Fe (como sulfato ferroso), numa dieta basal contendo 77 ppm de Fe, apresentaram teores hepáticos de 185, 269 e 605 ppm, respectivamente (Standish et al. 1969). Standish et al. (1971), em cordeiros alimentados com: 1. dieta basal, 2. dieta basal + 1.600 ppm de Fe e 0,28% de sulfato (como sulfato ferroso), 3. dieta basal + 1.600 ppm de Fe (como citrato férrico) e 4. dieta basal + 0,28% de sulfato (como sulfato de sódio), observaram teores hepáticos de Fe de 488, 3.135, 4.850 e 447 ppm, respectivamente.

Bovinos machos nas planícies orientais colombianas apresentaram 417 ± 26 e 398 ± 44 ppm de Fe no fígado, na época chuvosa e seca, respectivamente (Lebdosoekojo et al. 1980).

Manganês. Os níveis de Mn no fígado foram mais baixos em novembro, do que nas demais épocas, entre as quais não houve diferenças significativas. Em todas as épocas, entretanto, superaram os níveis normais - 8 a 10 ppm (Underwood 1977), em duas (novembro) a seis (agosto) vezes. Nos Paiaguás, Brum et al. (1987) não observaram diferenças entre épocas nos teores hepáticos de Mn; esses níveis, de 32 a 35 ppm, são mais baixos que os encontrados na Nhecolândia, exceto em novembro.

Da mesma forma que com o Fe, embora não na mesma proporção, há relação estreita entre os níveis de Mn no fígado e nas gramíneas, isto é, os níveis elevados de um podem ser justificados pelos do ou-

tro. Também existe alguma concordância quanto às épocas: em maio e agosto, quando os níveis de Mn foram mais altos ou tenderam neste sentido nas gramíneas (Tabela 4), também os níveis hepáticos foram altos; em novembro, quando os níveis nas gramíneas foram mais baixos, também o foram os níveis hepáticos.

Black et al. (1985) relataram níveis hepáticos de Mn em cordeiros, com dieta básica de 31 ppm de Mn suplementada com 0, 500, 1.000, 2.000, 4.000 e 8.000 ppm de Mn (como óxido) e 2.000, 4.000 e 8.000 ppm de Mn (como carbonato), de $9,0 \pm 0,4$; $19,5 \pm 3,9$; $37,4 \pm 5,2$; $45,8 \pm 8,5$; $232,2 \pm 165,7$; $19,3 \pm 5,3$; $39,1 \pm 3,9$ e $630,4 \pm 336,3$, respectivamente. Os níveis hepáticos correspondentes a 500 até 2.000 ppm de Mn, como óxido, e 2.000 e 4.000 ppm de Mn, como carbonato, aproximam-se daqueles dados na Tabela 7.

Nas planícies orientais da Colômbia, os teores hepáticos de Mn de bovinos machos foram de $10,4 \pm 0,5$ e $11,3 \pm 0,7$ ppm, na época das chuvas e de seca, respectivamente (Lebdosoekojo et al. 1980).

Zinco. Foram verificadas diferenças significativas nas concentrações de Zn no fígado, embora isso não tivesse acontecido nas forrageiras. O teor mais baixo ocorreu em novembro, o qual, entretanto, não diferiu estatisticamente dos níveis de fevereiro e maio. Os níveis médios de novembro e fevereiro são inferiores ao teor normal referido por Underwood (1977). Ao contrário da Nhecolândia, nos Paiaguás os níveis hepáticos de Zn foram mais altos em novembro (234 ppm) e mais baixos em agosto (44 ppm) (Brum et al. 1987).

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 (Lebdosokojo et al. 1980).

Cobalto e molibdênio. Os teores de Co e Mo, determinados somente em novembro, foram de $1,1 \pm 0,3$ ppm e $2,2 \pm 0,5$ ppm, respectivamente. Com base nas concentrações do Co no solo (Tabela 1) e nos baixos níveis na pastagem (Jardim et al. 1962); esperar-se-iam deficiências de Co nos bovinos. Esses níveis, entretanto, superaram os teores normais de 0,2 a 0,3 ppm (Underwood 1969). A absorção do Co pelas plantas pode ser favorecida pela inundação, de acordo com Adams & Honeysett (1964), Tokarnia et al. (1971), em fígados de bovinos nos Paiaguás, machos e fêmeas, de 1 a 16 anos de idade, coletados em julho/68, encontraram níveis médios de 0,5 ppm de Co. Sousa & Darsie (1985), em seis regiões de Roraima, encontraram teores médios de Co de 0,29 a 0,95 ppm no fígado de vacas em lactação.

Os teores de Mo no fígado estão dentro da faixa normal, e 2 a 4 ppm (National Research Council 1980).

Faixas de concentração de micronutrientes no fígado. A distribuição das amostras de fígado segundo faixas de concentração de Cu, Fe, Mn e Zn é dada na Tabela 8.

Em maio, apenas uma amostra apresentou menos de 100 ppm de Cu. A maior parte das amostras enquadrou-se na faixa normal de 100 a 400 ppm de Cu: de 63% em fevereiro a 100% em novembro. Nos Paiaguás, 10% das vacas apresentaram menos de 100 ppm de Cu no fígado (Brum et al. 1980).

Observa-se na Tabela 8 que uma alta percentagem das vacas apresentou mais de 1.000 ppm de Fe no fígado: 55% em fevereiro e maio, 63% em novembro e 85% em agosto.

Em fevereiro, maio e agosto, a maioria das vacas apresentou mais de 40 ppm de Mn, teor quatro vezes maior que o normal admitido por Underwood (1977). Em maio, 90% das vacas apresentaram mais de 40 ppm de Mn no fígado.

Em novembro, fevereiro e maio, 85%, 16% e 5% das amostras, respectivamente, apresentaram menos de 80 ppm de Zn. Brum et al. (1980) relataram a ocorrência de 12% de vacas com deficiência de Zn nos Paiaguás.

Altos teores de Fe na dieta (1.000 ppm) provocaram redução no teor hepático de Zn (Standish et al. 1970, 1971). Apesar dos altos teores de Fe e baixos de Zn nas gramíneas, 26%, 45% e 75% das vacas em fevereiro, maio e agosto, respectivamente, apresentaram mais de 125 ppm de Zn no fígado. Situação semelhante foi relatada por Brum et al. (1987). Uma explicação parcial é o consumo de forrageiras não-gramíneas, com teores de Zn mais altos que os das

TABELA 8. Número (Nº) e percentagem (%) de amostras de fígado de vacas neloradas com cria ao pé, na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense, distribuídas por faixa de concentração de micronutrientes.

| Mineral | Limites, ppm | Época | | | | | | | |
|---------|--------------|--------|----|--------|----|---------|----|--------|----|
| | | Nov 79 | | Fev 80 | | Maio 80 | | Ago 80 | |
| | | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Cu | < 100 | - | - | - | - | 1 | 5 | - | - |
| | 100 - 200 | 10 | 50 | 1 | 5 | 8 | 40 | - | - |
| | 201 - 300 | 9 | 45 | 5 | 26 | 6 | 30 | 5 | 25 |
| | 301 - 400 | 1 | 5 | 6 | 32 | 2 | 10 | 8 | 40 |
| | > 400 | - | - | 7 | 37 | 3 | 15 | 6 | 30 |
| Fe | < 200 | 1 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| | 200 - 400 | - | - | - | - | 1 | 5 | - | - |
| | 401 - 1000 | 6 | 32 | 9 | 45 | 8 | 40 | 3 | 15 |
| | > 1000 | 12 | 63 | 11 | 55 | 11 | 55 | 17 | 85 |
| Mn | < 8 | 1 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| | 8 - 20 | 8 | 40 | - | - | - | - | - | - |
| | 21 - 40 | 11 | 55 | 6 | 32 | 2 | 10 | 6 | 30 |
| | > 40 | - | - | 13 | 68 | 18 | 90 | 14 | 70 |
| Zn | < 80 | 17 | 85 | 3 | 16 | 1 | 5 | - | - |
| | 80 - 125 | 3 | 15 | 11 | 58 | 10 | 50 | 5 | 25 |
| | > 125 | - | - | 5 | 26 | 9 | 45 | 15 | 75 |

gramíneas, p.ex., *Eleocharis* cf. *fistulosa* (cebolinha), *Bidens gardneri* (picão), *Chomelia obtusa* var. *pubescens* (espinheiro) e *Helicteres* cf. *sacaroalha* (rosca), com 49 ± 5 , 40 ± 7 , 33 ± 9 e 35 ± 8 ppm; dentre 70 amostras de plantas não-gramíneas analisadas, 20% continham 30 ppm ou mais de Zn (Pott & Pott 1987).

Amplitudes de concentração de micronutrientes no fígado. Na Tabela 9 são dadas as amplitudes de concentração de Cu, Fe, Mn e Zn no fígado de vacas. Chamam a atenção os baixos níveis de Zn, em novembro, fevereiro e maio, e os elevados teores de Fe e de Mn, em todas as épocas.

Tokarnia et al. (1959), em bovinos do Nordeste e Norte do Brasil, encontraram teores hepáticos de Fe de 306 a 34.858 ppm. Os animais com os teores mais elevados de Fe apresentaram as mais baixas concentrações hepáticas de Cu. Situação semelhante foi referida por Cunha et al. (1964), Standish et al. (1971) e Ammerman et al. (1974). No presente caso, apesar dos elevados níveis hepáticos de Fe, que entretanto não chegaram a alcançar aqueles referidos por Tokarnia et al. (1959) e Cunha et al. (1964), não se verificaram deficiências hepáticas de Cu, exceto num animal, com 68 ppm, mas cujo teor de Fe foi de 796 ppm. Standish & Ammerman (1971) também não observaram influência do teor dietético de Fe (até 1.600 ppm) sobre o nível hepático de Cu em cordeiros.

Os teores de Co, em novembro, variaram de 0,6 a 1,8 ppm e os de Mo de 1,2 a 3,1 ppm.

TABELA 9. Amplitude de concentração de micronutrientes em tecido hepático de vacas neloradas com cria ao pé, na Fazenda Ipanema, na parte central da sub-região da Nhecolândia, do Pantanal Mato-grossense.

| Época | Nº ¹ | Cu (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Zn (ppm) |
|--------|-----------------|-----------|------------|----------|----------|
| Nov 79 | 20 | 133 - 369 | 69 - 1579 | 6 - 40 | 3 - 84 |
| Fev 80 | 19 | 188 - 527 | 680 - 2293 | 27 - 132 | 58 - 143 |
| Mai 80 | 20 | 68 - 458 | 400 - 1323 | 36 - 92 | 72 - 197 |
| Ago 80 | 20 | 211 - 700 | 708 - 3432 | 28 - 174 | 91 - 612 |

¹ Nº = nº de observações.

CONCLUSÕES

1. Elevados teores de ferro e manganês nos solos, nas gramíneas e no tecido hepático permitem pressupor a ocorrência de toxidez destes dois nutrientes para bovinos, pelo menos no final da época chuvosa, tanto por efeito direto como indireto, este, através da interrelação com outros nutrientes.

2. Apesar das concentrações normais de cobre encontradas no fígado dos bovinos, as baixas concentrações existentes nos solos e nas gramíneas, aliadas às elevadas concentrações de ferro, permitem sugerir a conveniência de suplementação de cobre para bovinos nesta sub-região.

3. Embora os níveis hepáticos de zinco geralmente fossem normais, deve-se considerar a conveniência de suplementação de Zn nesta sub-região, em face: 1. da ocorrência de níveis marginais em algumas vacas, em todas as épocas e sobretudo em novembro, a partir de quando geralmente acontece o pico de crescimento/ganho de peso dos bovinos na região; 2. da ocorrência de níveis baixos de zinco nos solos e nas gramíneas; e 3. da ocorrência de elevados teores de ferro.

4. Embora as determinações hepáticas de cobalto e molibdênio se restrinjam somente a uma época (novembro/79), aparentemente não há ocorrência de deficiência de cobalto nem toxidez de molibdênio.

5. A ocorrência de elevados teores de ferro e manganês nas gramíneas permite reforçar o diagnóstico de deficiência de cálcio, magnésio e fósforo nesta sub-região (Pott et al. 1987) e a conveniência de sua suplementação.

AGRADECIMENTOS

Ao proprietário da Fazenda Ipanema, Sr. Laurindo de Barros, pelas facilidades oferecidas, e ao Dr. Julio Cesar de Sousa (EMBRAPA/CNPQC), pelas orientações metodológicas.

REFERÊNCIAS

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

- ADAMS, S.N. & HONEYSETT, J.L. Some effects of soil waterlogging on the cobalt and copper status of pasture plants grown in pots. *Aust. J. Agric. Res.*, 15: 357-67, 1964.
- AGOSTINI, J.A.E. & KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais de solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. *R. Cent. Ci. Rurais*, Santa Maria, 6(4):385-406, 1976.
- ALBA, J. de & DAVIS, G.K. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. *Turrialba*, 7(1-2): 16-33, 1957.
- AMMERMAN, C.B. Mineral interrelationships. *Feedstuffs* 37(40):18, 20, 51, 1965.
- AMMERMAN, C.B.; LOAIZA, J.M.; BLUE, W.G.; GAMBLE, J.F.; MARTIN, F.G. Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing condition in Panama. *J. Anim. Sci.*, 38(1):158-62, 1974.
- 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.72-89.
- 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.
- BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B.; LOAIZA, J.M.; GAMBLE, J.E. Compositional analyses of soils, forages, and cattle tissues from beef-producing areas of Eastern Panama. *Bioscience*, 19(7):616-8, 1969.
- BRUM, P.A.R. de & SOUSA, J.C. de. Níveis de nutrientes minerais para gado, em lagoas ("baías" e "salinas") no Pantanal Sul-matogrossense. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 20(12):1451-4, 1985.
- BRUM, P.A.R. de; SOUSA, J.C. de; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, E.B.; VIEIRA, L.M.; COSTA JUNIOR, E.M.A.; TULLIO, R.R. Níveis de manganês, zinco e cobre nas forrageiras e no fígado de bovinos na sub-região dos Paiaaguás, Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA. UEPAE de Corumbá, 1980. 6p. (EMBRAPA. UEPAE de Corumbá. Comunicado Técnico, 3)
- 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 Paiaaguás, no Pantanal Mato-grossense. 2. Cobre, zinco, manganês e ferro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(9/10):1049-60, 1987.
- CADAVID GARCÍA, E.A. O clima no Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1984. 42p. (EMBRAPA. UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, 14)
- CADAVID GARCÍA, E.A. Comercialização do gado bovino do Pantanal Mato-grossense. Município de Corumbá. Corumbá, EMBRAPA-CPAP, 1985. 44p. (EMBRAPA-CPAP. Circular Técnica, 16)
- 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)
- CADAVID GARCÍA, E.A. Índices técnico-econômicos da região do Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1981. 81p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, 7)
- COOKSEY, M. & BARNETT, W.B. Sequential multielement atomic absorption analysis of agricultural samples. s.l., Perkin-Elmer, 1978. 5p. (Perkin-Elmer. Appl. Study, 652)
- 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.
- CORRÊA, R. Carência de cobalto em bovinos. 1. Estudo clínico e demonstração experimental da existência da doença no Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 24:199-227, 1957.
- CUNHA, N.G. da. Classificação e fertilidade de solos da planície sedimentar do Rio Taquari, Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1981 56p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, 4)
- CUNHA, N.G. da. Dinâmica de nutrientes em solos arenosos no Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-CPAP, 1985. 70p. (EMBRAPA-CPAP. Circular Técnica, 17)
- CUNHA, N.G. da & DYNIA, J.F. Respostas de forrageiras a calcário e adubação em podzóis hidromórficos nas sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaaguás, Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-CPAP, 1985. 95p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 1)
- 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)
- CUNNINGHAM, G.W.; WISE, M.B.; BARRICK, E.R. Effect of high dietary levels of manganese on the performance and blood constituents of calves. *J. Anim. Sci.*, 25(2):532-8, 1966.
- DYNIA, J.F. & CUNHA, N.G. da. Identificação de deficiências de nutrientes em solos do Pantanal Mato-grossense. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(12):1449-55, 1984.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá. Boletim Agrometeorológico

- co:** cinco anos de observações meteorológicas. Corumbá, MS, 1977-1981. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1984, 52p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Boletim Agrometeorológico, 1)
- FERNANDES, N.S. & SANTIAGO, A.M.H. Níveis de cobre em pastagens do Estado de Mato Grosso. *O Biológico*, 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.
- FLEMING, G.A. Mineral composition of herbage. In: BUTLER, G.W. & BAILEY, R.W., ed. *Chemistry and biochemistry of herbage*. London, Academic Press, 1973. v.1, cap. 12, p.529-66.
- GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. Tropical grazing land ecosystems of Venezuela. 2. Primary and secondary productivity in flooded savannas. In: UNESCO, Paris, França. *Tropical grazing land ecosystems*. Paris, UNESCO/UNEP/FAO, 1979. p.620-5.
- GRACE, N.D. Copper. In: GRACE, N.D., ed. *The mineral requirements of grazing ruminants*. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production, 1983a. p.56-66.
- GRACE, N.D. Manganese. In: GRACE, N.D., ed. *The mineral requirements of grazing ruminants*. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production, 1983b. p.80-3.
- HARTMAN, R.H.; MATRONE, G.; WISE, G.H. Effect of high dietary manganese on hemoglobin formation. *J. Nutr.*, 57(3):429-39, 1955.
- 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)
- JIMÉNEZ, A.A. Availability of trace for ruminants. *Feedstuffs*, 52(51):12, 1980.
- KOONG, L.J.; WISE, M.B.; BARRICK, E.R. Effect of elevated dietary levels of iron on the performance and blood constituents of calves. *J. Anim. Sci.*, 31(2): 422-7, 1970.
- LEBDOSOEOKOJO, 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):1249-60, 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, 369-74.
- 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. *R. Fac. Agron.*, Montevideo, 35:23-5, 1944.
- NUNES, V.A. & NUNES, I.J. Doenças nutricionais e metabólicas em sanidade animal. *Cad. Téc. Esc. Vet. Univ. Fed. MG.*, Belo Horizonte, (1):9-25, 1986.
- 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.
- PEREIRA, J.A.A.; SILVA, D.J. da; BRAGA, J.M.; CAMPOS, J. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Ottoni, Minas Gerais, *Experientiae*, 12(6):155-88, 1971.
- POTT, A. *Pastagens das sub-regiões dos Piauí e da Nhecolândia do Pantanal Mato-grossense*. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1982. 49p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, 10)
- POTT, E.B.; BRUM, P.A.R. de; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; DYNIA, J.F. Nutrição animal de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. I. Levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(9/10): 1093-109, 1987.
- POTT, E.B. & POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não-gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Piauí, do Pantanal Mato-grossense. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(11/12):1293-9, 1987.
- REISENAUER, H.M.; WALSH, L.M.; HOEFT, R.G. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum, and chloride. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D., ed. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.173-200.
- ROSA, I.V.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. Interrelationships of dietary phosphorus, aluminum and

- iron on performance and tissue mineral composition in lambs. *J. Anim. Sci.*, **55**(5):1231-40, 1982.
- SANTOS, M.G. dos. **Resposta à adubação de gramíneas nativas e exóticas de um solo de pantanal alto da Nhecolândia, Mato Grosso.** Viçosa, UFV, 1973. 44p. Tese Mestrado.
- SOUSA, J.C. de; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B.; MCDOWELL, L.R. Inter-relações 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. Inter-relações 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. Inter-relações 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.
- 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.
- STANDISH, J.F. & AMMERMAN, C.B. Effect of excess dietary iron as ferrous sulfate and ferric citrate on tissue mineral composition of sheep. *J. Anim. Sci.*, **33**(2):481-4, 1971.
- STANDISH, J.F.; AMMERMAN, C.B.; MILLER, S.M.; PALMER, A.Z.; SIMPSON, C.F. Dietary iron and phosphorus for ruminants. *J. anim. Sci.*, **31**(1):254, 1970.
- 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.; ABREU, A.V. de; GRIFT, J. van der; 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)
- TEIXEIRA, T.; CAMPOS, J.; BRAGA, J.M.; SILVA, D.J. da. Deficiências de fósforo, cobre e cobalto em pastagens do município de Morrinhos, Goiás. *Experientiae*, **12**(3):63-87, 1971.
- THOMAS, J.W. Metabolism of iron and manganese. *J. Dairy Sci.*, **53**(8): 1107-21, 1970.
- 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.
- TOKARNIA, C.H.; MITIDIERI, C.H.; AFFONSO, O.R. Dados analíticos sobre valores de cobre e ferro encontrados em fígados de bovinos e ovinos do Nordeste e Norte do Brasil. *Arq. Inst. Biol. Anim.*, **2**:33-7, 1959.
- 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, Academy Press, 1977. 545p.
- VIÇOSA. Universidade Federal. **Projeto de pesquisas do Pantanal de Mato Grosso - Convênio BNDE/UFV/MT; Relatório geral dos trabalhos.** Viçosa, UFV, 1974. 29p.
- 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.