

# INTERRELAÇÕES ENTRE MINERAIS NO SOLO, PLANTAS FORRAGEIRAS E TECIDO ANIMAL NO NORTE DE MATO GROSSO

## 4. ZINCO, MAGNÉSIO, SÓDIO e POTÁSSIO<sup>1</sup>

J.C. DE SOUSA<sup>2</sup>, J.H. CONRAD<sup>3</sup>, G.O. MOTT<sup>4</sup>, L.R. McDOWELL, C.B. AMMERMAN<sup>3</sup> e  
W.G. BLUE<sup>5</sup>

**RESUMO** - Levantamento das deficiências minerais de seis fazendas localizadas ao norte do Estado de Mato Grosso, tendo sido amostrados os solos, plantas forrageiras e tecido animal, nas estações seca e chuvosa. Foram constatadas deficiências de Zn no solo em três das seis fazendas estudadas. Cinco das seis fazendas apresentaram deficiência de zinco nas forrageiras. Os níveis de Zn no fígado dos animais foram deficientes em todas as seis fazendas, mas sendo muito mais deficientes ainda no período chuvoso (68 ppm) do que no período seco, (113 ppm). Os níveis de Mg nos solos foram mais baixos em apenas uma fazenda. Nas forrageiras e no tecido dos animais amostrados, os níveis de Mg foram normais. Os níveis de Na nos solos foram considerados normais, e a salinidade nas regiões estudadas foi considerada insignificante. Em todas as fazendas, as forrageiras mostraram-se altamente deficientes em Na, satisfazendo apenas entre 14 a 30% das exigências nutricionais dos bovinos. Os níveis de K nos solos mostraram-se deficientes em duas das seis fazendas estudadas. As forrageiras apresentaram níveis médios adequados às exigências nutricionais dos bovinos em todas as fazendas.

Termos para indexação: deficiências minerais, bovino de corte, Mato Grosso, Brasil.

## INTERRELATIONSHIPS AMONG MINERAL LEVELS IN SOIL, FORAGE, AND ANIMAL TISSUES ON RANCHES IN NORTHERN MATO GROSSO 4. ZINC, MAGNESIUM, SODIUM AND POTASSIUM

**ABSTRACT** - An experiment was conducted with samples from six farms in northern Mato Grosso, Brazil, to study the interrelationships among levels of minerals in soil, forage, and animal tissues during the wet and dry seasons of the year. Soil extractable Zn levels were low in three out of six farms. Forage Zn levels were deficient in five farms. Levels of Zn in the liver were deficient in all six farms, being much lower (68 ppm) during the wet season than during the dry season (113 ppm). Magnesium levels in soil were low in one farm and adequated in five. Forage and animal tissue Mg levels were adequated in all six farms. Soil extractable sodium was normal and the salinity in all six farms was considered negligible. Forage sodium was highly deficient, being able to meet only between 14 to 30% of the animal requirements. Soil potassium levels were low in two out of six farms, but forage levels were adequate in all six farms to meet the requirement of grazing beef cattle.

Index terms: deficiency, season, soil, grass, beef cattle, Mato Grosso, Brazil.

## INTRODUÇÃO

Realizou-se um estudo de mapeamento das deficiências minerais em seis fazendas situadas no norte do Estado de Mato Grosso. Todas as seis fazendas dedicam-se à cria, recria e engorda de bovi-

nos. Os animais eram da raça zebu, com alta predominância do sangue nelore, sendo a criação em regime de pasto.

As forrageiras mais usadas nesta região eram: capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), sempre-verde (*Panicum maximum*, Jacq. var. *Gongyloides*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.), gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.) e forrageiras nativas.

Os solos daquela região, em grande parte, podem ser incluídos na ordem dos Latossolos. São solos profundos, bem drenados, arenosos e com baixa ou média fertilidade.

Trabalhos de pesquisa realizados nesta região por Sousa et al. (1978) e Sousa et al (1979) indicaram deficiência de P e níveis adequados de Ca para bovinos de corte. Conrad et al. (1978a) e

- <sup>1</sup> Aceito para publicação em 31 de julho de 1981. Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor à "University of Florida" para obtenção do título de Ph.D.
- <sup>2</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup>, M.S., Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) - EMBRAPA, Caixa Postal 154, CEP 79100 - Campo Grande, MS.
- <sup>3</sup> Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Fla, USA.
- <sup>4</sup> Agronomy Department, University of Florida.
- <sup>5</sup> Soil Science Department, University of Florida.

Sousa et al. (1981) encontraram deficiência de Cu e toxidez de Mo na região estudada. Conrad et al. (1978b) e Sousa (1980) relataram deficiências de Mn e Co; entretanto, os níveis de Fe eram adequados para bovinos. Os autores encontraram ainda diferenças significantes nas concentrações de minerais nas forrageiras e nos animais entre as estações seca e chuvosa.

Os objetivos deste experimento foram avaliar os níveis de minerais no gado de corte daquela região de Mato Grosso; determinar as interrelações entre os níveis de minerais no solo, nas forrageiras e no tecido animal; comparar os níveis de minerais das diversas espécies estudadas; verificar as variações estacionais dos níveis de minerais nos solos, forrageiras e tecido animal e fazer recomendações para suplementação mineral das regiões estudadas, com base nos níveis encontrados.

#### MATERIAL E MÉTODOS

As fazendas estudadas tinham as seguintes localizações: Fazenda 1 (Arrossensal), localizada no município de Nortelândia, a 14°14'39" de latitude sul e 57°17'30" de longitude oeste; Fazenda 2 (Pecuama), no município de Arenópolis, a 14°27'32" de latitude sul e 57°12'22" de longitude oeste; Fazenda 3 (Mirassol) no município de Cáceres, a 16°13'42" de latitude sul e 57°40'51" de longitude oeste; Fazenda 4 (Guaporé) no município de Mato Grosso, a 15°00'28" de latitude sul e 59°57'06" de longitude oeste; as Fazendas 5 (Agrolasa) e 6 (Agrossan), ambas no município de Diamantino, a 14°24'43" de latitude sul e 56°26'53" de longitude oeste.

As amostras foram colhidas nas épocas chuvosa (janeiro/fevereiro) e seca (julho/agosto). Em cada fazenda foram coletadas amostras dos pastos onde os animais estavam por período superior a um mês. Coletaram-se amostras de solo, de forrageiras e de tecido animal (fígado). O Zn, Mg, Na e K foram extraídos do solo com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N e HCl 0,05 N e cinco minutos de agitação. As análises de Zn e Mg no solo, forrageiras e tecido animal foram feitas por espectrofotômetro de absorção atômica de acordo com Fick et al. (1976). Sódio e potássio foram amostrados apenas nos solos e nas forrageiras, sendo que o potássio foi dosado por fotometria de chama e o sódio por espectrofotômetro de absorção atômica. As análises de tecido animal (fígado e ossos) foram realizadas e publicadas por Mendes (1977). Em todas as seis fazendas, os animais recebiam suplementos minerais comerciais. O delineamento experimental foi o de parcela subdividida. Maiores detalhes sobre a metodologia empregada foram publicados por Sousa (1978).

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância, para Zn no solo, mostraram diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,006$ ) entre as fazendas estudadas. A Tabela 1 mostra o Teste de Duncan para cada fazenda. Pereira et al. (1973) afirmam que 2 ppm de Zn em solos de Goiás foram deficientes para cultura de milho. Sanchez (1976) indica que o nível crítico de Zn no solo é de 1,5 ppm e está associado com 14 ppm de Zn nos tecidos das plantas. As Fazendas 5, 2 e 1 tiveram 0,6, 1,2 e 1,8 ppm de Zn na solução do solo, respectivamente. Com base nestes critérios, estes solos são considerados deficientes em Zn. As Fazendas 4, 3 e 6 apresentaram níveis médios de Zn de 3,2, 3,2 e 2,5 ppm, respectivamente. Estes níveis são mais altos do que os encontrados nas outras fazendas e estão associados com mais de 27 ppm de Zn nas plantas forrageiras.

Nas condições deste experimento, verificou-se que as Fazendas 3, 4, e 6 tiveram altos níveis de pH no solo (6,5, 6,4 e 6,0 respectivamente), e mostraram também níveis médios de Zn no solo. A Fazenda 5 teve baixo nível de pH (4,7) e também baixo nível de Zn no solo (0,6 ppm). A Tabela 9 mostra uma correlação positiva e altamente significativa entre Zn e pH no solo.

Não houve diferenças estatisticamente significativas para Zn nas forrageiras, entre fazendas (Tabela 1). O National Research Council (1976) indica que o requerimento nutricional de Zn para novilho em crescimento é de 20 a 30 ppm. Entretanto, Legg & Sears (1960) encontraram deficiência de Zn em bovinos que pastejavam forrageiras com níveis de Zn variando de 18 a 42 ppm. De acordo com estes critérios, as forrageiras da Fazenda 6, com 39 ppm, pode ser considerada como no limite da deficiência, enquanto que as forrageiras das outras fazendas, com níveis variando de 19 a 28 ppm, são consideradas deficientes para gado de corte. A Fazenda 5 teve o mais baixo nível de Zn no solo - apenas 0,5 ppm - e também teve o mais baixo nível de Zn nas forrageiras: 19 ppm.

A Tabela 1 mostra, ainda, que não houve diferenças estatisticamente significativas para as concentrações de Zn no fígado, entre fazendas.

Underwood (1971) mostra que 125 ppm de Zn no fígado de bovinos deve ser considerado como valor normal. De acordo com esse critério, todas as seis fazendas são deficientes em Zn. O nível médio mais alto em Zn foi de 101 ppm na Fazenda 3, e o mais baixo, 86 ppm na Fazenda 6. O problema de deficiência do Zn foi caracterizado por deficiência nos solos, nas forrageiras e no tecido animal.

A Tabela 2 indica que não houve diferenças estatísticas na concentração de Zn do solo, entre as estações seca e chuvosa, embora tenha havido uma tendência para maiores teores de Zn no solo, na estação chuvosa. A mesma Tabela indica também que não houve diferenças significativas para os níveis médios das forrageiras, entre as estações seca e chuvosa.

A Tabela 2 mostra que houve diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,0001$ ) para Zn no

fígado, entre as estações seca e chuvosa. Nota-se que durante a estação chuvosa a média de Zn dos animais amostrados foi de 68 ppm, o que revela estar ocorrendo grande deficiência de Zn. Por outro lado, na estação seca, os animais tiveram média de 113 ppm, indicando níveis consideravelmente melhores do que os da estação chuvosa. Este fato mostra que na época das águas, as exigências de Zn são consideravelmente maiores do que na estação seca, indicando a maior necessidade de sua suplementação neste período.

A interação fazenda versus estação do ano não foi significativa para Zn no solo, mas esta mesma interação foi altamente significativa ( $P < 0,002$ ) para Zn nas forrageiras (Tabela 3). As fazendas que tiveram o pH do solo mais elevado durante a estação seca apresentaram também maiores níveis de Zn nas forrageiras. As Fazendas 6, 3 e 4 apresentaram níveis de Zn nas forrageiras de 48, 30 e

TABELA 1. Níveis de Zn no solo, nas forrageiras e no fígado, de acordo com a fazenda.

Fazenda	ppm de Zn no solo			ppm de Zn na forrageira			ppm de Zn no fígado		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
1	72	1,8 <sup>bc</sup>	± 1,2	76	25 <sup>a</sup>	± 10	63	78 <sup>a</sup>	± 37
2	72	1,2 <sup>c</sup>	± 1,2	72	26 <sup>a</sup>	± 7	49	99 <sup>a</sup>	± 66
3	36	3,2 <sup>a</sup>	± 2,0	48	27 <sup>a</sup>	± 11	69	101 <sup>a</sup>	± 63
4	60	3,2 <sup>a</sup>	± 1,7	60	28 <sup>a</sup>	± 13	69	96 <sup>a</sup>	± 48
5	24	0,6 <sup>c</sup>	± 0,1	52	19 <sup>a</sup>	± 6	67	88 <sup>a</sup>	± 36
6	48	2,5 <sup>ab</sup>	± 1,8	48	39 <sup>a</sup>	± 19	69	86 <sup>a</sup>	± 26

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras, em cada coluna, não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo Teste de Duncan.

TABELA 2. Níveis de Zn no solo, nas forrageiras e no fígado, de acordo com a estação do ano.

Estação	ppm de Zn no solo			ppm de Zn na forrageira			ppm de Zn no fígado		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	192	1,9 <sup>a</sup>	± 1,6	217	28 <sup>a</sup>	± 15	196	113 <sup>a</sup>	± 37
Chuvosa	120	2,4 <sup>a</sup>	± 1,8	139	25 <sup>a</sup>	± 7	190	68 <sup>b</sup>	± 46

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras, em cada coluna, não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo Teste de Duncan.

29 ppm e pH do solo de 6,0, 6,4 e 6,3, respectivamente. As Fazendas 5, 2 e 1 tiveram níveis de Zn nas forrageiras de 17, 24 e 25 ppm e pH do solo de 4,8, 5,2 e 5,6, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre níveis de Zn nas forrageiras entre fazendas durante a estação chuvosa e os níveis variaram de 22 a 28 ppm.

Ainda na Tabela 3, nota-se que não houve interação estatisticamente significativa para níveis de Zn no fígado dos animais entre fazenda e esta-

ção do ano. Entretanto, destacam-se os valores mais elevados de Zn em todas as fazendas durante a estação seca, variando de 100 a 144 ppm. Enquanto na estação chuvosa, em virtude de maiores exigências dos animais em Zn, os valores são bem menores do que os da estação seca, variando de 41 a 89 ppm.

A Tabela 4 mostra os níveis de Zn nas forrageiras de acordo com as espécies amostradas. Apesar de as diferenças não terem sido estatisticamente

TABELA 3. Níveis de Zn no solo, nas forrageiras e no fígado, de acordo com a fazenda e a estação do ano.

Fazenda	ppm de Zn no solo			ppm de Zn na forrageira			ppm de Zn no fígado		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Estação seca									
1	48	1,7 <sup>a</sup>	± 1,1	48	25 <sup>b</sup>	± 11	35	107 <sup>a</sup>	± 22
2	42	1,1 <sup>a</sup>	± 1,4	42	24 <sup>b</sup>	± 9	23	144 <sup>a</sup>	± 72
3	18	2,7 <sup>a</sup>	± 1,5	27	30 <sup>b</sup>	± 12	35	114 <sup>a</sup>	± 18
4	36	3,0 <sup>a</sup>	± 1,5	36	29 <sup>b</sup>	± 16	35	112 <sup>a</sup>	± 41
5	18	0,5 <sup>a</sup>	± 0,1	34	17 <sup>c</sup>	± 6	34	112 <sup>a</sup>	± 34
6	30	2,4 <sup>a</sup>	± 2,1	30	48 <sup>a</sup>	± 18	34	100 <sup>a</sup>	± 18
Estação chuvosa									
1	24	2,2 <sup>a</sup>	± 1,4	28	24 <sup>a</sup>	± 9	28	41 <sup>a</sup>	± 9
2	30	1,3 <sup>a</sup>	± 1,0	30	28 <sup>a</sup>	± 5	26	59 <sup>a</sup>	± 18
3	18	3,7 <sup>a</sup>	± 2,4	21	24 <sup>a</sup>	± 8	34	89 <sup>a</sup>	± 86
4	24	3,5 <sup>a</sup>	± 2,0	24	26 <sup>a</sup>	± 8	34	80 <sup>a</sup>	± 49
5	6	0,7 <sup>a</sup>	± 0,1	18	23 <sup>a</sup>	± 4	33	63 <sup>a</sup>	± 19
6	18	2,6 <sup>a</sup>	± 1,3	18	22 <sup>a</sup>	± 4	25	71 <sup>a</sup>	± 25

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras, em cada coluna, não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo Teste de Duncan.

TABELA 4. Níveis de Zn, Mg, Na e K nas forrageiras, de acordo com as espécies de forrageiras amostradas.

Forrageiras	ppm de Zn		% de Mg		ppm de Na		% de K		
	N*	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Colonião	212	31 <sup>a</sup>	± 13	0,28 <sup>c</sup>	± 0,07	141 <sup>a</sup>	± 109	1,58 <sup>a</sup>	± 0,74
Jaraguá	92	23 <sup>a</sup>	± 9	0,19 <sup>d</sup>	± 0,06	113 <sup>b</sup>	± 133	0,75 <sup>d</sup>	± 0,58
Gordura	23	21 <sup>a</sup>	± 7	0,15 <sup>e</sup>	± 0,05	114 <sup>ab</sup>	± 64	1,00 <sup>c</sup>	± 0,41
Sempre-verde	5	20 <sup>a</sup>	± 3	0,46 <sup>a</sup>	± 0,14	63 <sup>bc</sup>	± 73	1,03 <sup>bc</sup>	± 0,77
Parto nativo	21	11 <sup>a</sup>	± 5	0,14 <sup>e</sup>	± 0,15	59 <sup>c</sup>	± 81	0,45 <sup>e</sup>	± 0,39
Leguminosa	3	33 <sup>a</sup>	± 24	0,38 <sup>b</sup>	± 0,23	9 <sup>c</sup>	± 15	1,42 <sup>ab</sup>	± 0,70

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo Teste de Duncan.

significativas, nota-se tendência para baixos teores de Zn, nas forrageiras nativas: apenas 11 ppm. As leguminosas apresentaram níveis médios de 33 ppm; capim-colonião, 31 ppm; jaraguá, 23 ppm; gordura, 21 ppm; e sempre-verde, 20 ppm.

As análises de variância para Mg no solo mostraram diferenças significativas ( $P < 0,0002$ ) entre fazendas. A Tabela 5 mostra as médias de cada fazenda. O Mg na solução do solo é altamente relacionado com Al e pH. A Fazenda 3 teve o mais alto nível de Mg (367 ppm) o mais alto pH (6,5) e o mais baixo nível de Al (zero meq./100 g). Em contraste, a Fazenda 5 teve o mais baixo nível de Mg (30 ppm), o mais baixo pH (4,7) e o mais alto nível de Al (0,42 meq./100 g). A Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978) estabeleceu que a quantidade de Mg trocável no solo de 0 (zero) a 60 ppm é baixa, de 61 a 120 ppm é média e mais de 120 ppm é alta. De acordo com estes critérios, as Fazendas 1, 3, 4 e 6 apresentaram níveis altos de Mg no solo, 173, 367, 199 e 170 ppm, respectivamente. A Fazenda 2 apresentou nível médio (67 ppm), e a Fazenda 5 indicou possuir baixo nível de Mg no solo (apenas 30 ppm).

A análise de variância para Mg nas forrageiras não mostrou diferenças significativas entre as fazendas estudadas. As médias encontram-se na Tabela 5. Os requerimentos de Mg para novilhos em acabamento ou novilhas varia de 0,04 a 0,10% da matéria seca consumida e para vacas em lactação 0,18% (National Research Council 1976). O nível mais baixo de Mg foi na Fazenda 5 que tinha 0,19%. Conseqüentemente, os níveis médios de

Mg nas forrageiras são suficientes para atender as exigências nutricionais dos bovinos em pastejo.

A análise de variância para Mg nos ossos (costela) mostrou diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,0001$ ) entre fazendas. A Tabela 5 mostra todas as médias. Blaxter & Sharman (1955) indicaram que bezerros com tetania das pastagens mostraram níveis de Mg nos ossos das costelas variando de 0,19 a 0,35%, enquanto que bezerros normais mostravam níveis variando de 0,67 a 0,70. Lebdosoejo (1977) mostrou níveis de Mg em ossos de costela de touros jovens, em condições de pastejo, variando de 0,60 a 0,73%. Os dados da Tabela 5 indicam níveis abaixo dos normais, porém acima daqueles níveis encontrados em animais com tetania das pastagens. Observando-se os níveis de Mg no solo e nas forrageiras, é pouco provável que esteja ocorrendo deficiência generalizada de Mg nas fazendas estudadas. A Fazenda 3 apresentou a maior concentração de Mg nos ossos dos animais (0,54%), enquanto a Fazenda 2 teve a menor concentração (0,44%) de Mg nos ossos de costela.

A análise de variância dos níveis de Mg no solo mostrou diferenças significativas ( $P < 0,02$ ) entre as estações seca e chuvosa. A Tabela 6 mostrou 186 e 130 ppm nas estações seca e chuvosa, respectivamente. Provavelmente, a grande absorção de Mg do solo pelas plantas é uma explicação para o baixo teor de Mg no solo durante a estação chuvosa em relação à estação seca.

Os resultados da análise de variância para Mg nas forrageiras indicam diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre as estações seca e chuvosa. A Tabela

TABELA 5. Níveis de Mg no solo, nas forrageiras e em tecido ósseo (costela), de acordo com a fazenda.

Fazenda	ppm de Mg no solo			% de Mg na forrageira			% de Mg no osso		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
1	72	173 <sup>b</sup>	± 154	76	0,22 <sup>a</sup>	± 0,11	12	0,48 <sup>b</sup>	± 0,04
2	72	67 <sup>c</sup>	± 68	72	0,31 <sup>a</sup>	± 0,07	12	0,44 <sup>b</sup>	± 0,08
3	36	367 <sup>a</sup>	± 211	48	0,22 <sup>a</sup>	± 0,08	12	0,54 <sup>a</sup>	± 0,05
4	60	199 <sup>b</sup>	± 163	60	0,23 <sup>a</sup>	± 0,11	12	0,45 <sup>b</sup>	± 0,03
5	24	30 <sup>c</sup>	± 45	52	0,19 <sup>a</sup>	± 0,06	12	0,46 <sup>b</sup>	± 0,04
6	48	170 <sup>b</sup>	± 122	48	0,28 <sup>a</sup>	± 0,06	11	0,46 <sup>b</sup>	± 0,07

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras, em cada coluna não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo teste de Duncan.

6 mostra 0,24 e 0,25% de Mg, nas estações seca e chuvosa, respectivamente. O Mg em ambas as estações é suficiente para atender às exigências nutricionais dos animais. Gomide et al. (1969) encontraram que a concentração de Mg tende a decrescer com a idade da planta, o que concorda com os dados da Tabela 6. Entretanto, estes dados não coincidem com os de Andreasi (1967), que encontrou valores mais elevados na estação seca em relação à estação chuvosa. Blue & Tergas (1969) encontraram que estas perdas de nutrientes da forrageira se devem à translocação do elemento para o sistema radicular.

A Tabela 6 mostra, ainda, que houve diferença estatística ( $P < 0,02$ ) nos teores de Mg dos ossos de costela entre as épocas seca e chuvosa. O baixo nível de Mg nos ossos durante a estação chuvosa é devido, provavelmente a um aumento das exigências nutricionais, principalmente pelo fato de os bovinos de corte criados em condições extensivas estarem nesta época em rápido ganho de peso, em lactação ou exercendo qualquer função produtiva que durante a estação seca é normalmente paralisada ou minimizada, principalmente em virtude da escassez de energia e proteína. Nota-se, ainda, que, em ambas as estações, os níveis de Mg nos ossos estão abaixo dos níveis normais publicados por Blaxter & Sharman (1955) e Lebdoesoekojo (1977): 0,67 a 0,70% e 0,60 a 0,73%, respectivamente.

A variação do teor de Mg entre as espécies forrageiras estudadas pode ser vista na Tabela 4, tendo havido diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre as espécies. O sempre-verde mostrou os mais altos níveis de Mg, com 0,46%. As pastagens nativas e o capim-gordura tiveram as concentrações mais baixas, com 0,14 e 0,15%,

respectivamente. Estas duas últimas forrageiras não contêm suficiente Mg para atender os requerimentos de vacas em lactação, cuja exigência é de 0,18% (National Research Council 1976).

A Tabela 7 mostra os níveis de Na no solo de acordo com a fazenda, tendo havido diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre fazendas. O Na na solução do solo foi positiva e significativamente correlacionado com o pH, Ca, Mg e K trocáveis, mas foi negativamente correlacionado com Al trocável. De acordo com estas correlações, o Na comporta-se no solo como Ca, Mg e K. Em geral, fazendas com alto pH mostraram níveis mais altos de Na, exceto a Fazenda 6, que mostrou o mais baixo nível (31 ppm) e relativamente alto pH (6,0). O Na extraído do solo é, muitas vezes, estudado como um nutriente tóxico. Chapman (1966) encontrou que, quando o Na constitui 15% ou mais dos cátions trocáveis do solo, pode ocorrer toxidez deste elemento. Entretanto, neste experimento, a salinidade, em todas as seis fazendas, foi considerada irrelevante.

Houve diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,001$ ) para Na nas forrageiras entre fazendas. A Tabela 7 mostra as médias para cada fazenda. O National Research Council (1976) mostra que os requerimentos de Na para bovinos de corte é de 0,06% ou 600 ppm. A Tabela 7 indica que a Fazenda 3 contém a mais alta média de Na e supre apenas cerca de 30% dos requerimentos nutricionais dos bovinos. A Fazenda 1 mostra o mais baixo nível de Na e supre apenas 14% das exigências dos animais. Nota-se, portanto, grande deficiência de Na em todas as seis fazendas estudadas. Nas condições deste experimento, o Na da forrageira não está correlacionado com o Na da solução do solo.

TABELA 6. Níveis de Mg no solo, nas forrageiras e no tecido ósseo (costela), de acordo com a estação do ano.

Estação	ppm de Mg no solo			% de Mg nas forrageiras			% de Mg no osso		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	192	186 <sup>a</sup>	± 177	217	0,24 <sup>b</sup>	± 0,10	36	0,49 <sup>a</sup>	± 0,04
Chuvosa	120	130 <sup>b</sup>	± 140	139	0,25 <sup>a</sup>	± 0,09	35	0,46 <sup>b</sup>	± 0,07

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras, em cada coluna não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ), pelo teste de Duncan.

Griffith & Walters (1966) encontraram que quando aumenta o nível de K no solo, reduz-se o conteúdo de Na nas gramíneas.

A Tabela 8 mostra que não houve diferenças estatisticamente significativas para Na no solo e nas forrageiras, entre as estações seca e chuvosa. Os níveis no solo foram de 38 e 25 ppm nas estações seca e chuvosa, respectivamente. Nas forrageiras, os níveis foram de 131 ppm na estação seca e 116 ppm na estação chuvosa.

A análise de variância para Na nas forrageiras mostrou diferenças significativas ( $P < 0,049$ ) entre as espécies estudadas. A Tabela 4 mostra as médias de cada espécie. Existe grandes variações na concentração de Na de uma espécie para outra. O capim-colômbio apresentou a mais alta média de Na (141 ppm), jaraguá e gordura tiveram níveis intermediários, e o sempre-verde e as forrageiras nativas apresentaram os valores mais baixos entre as demais gramíneas, a saber: 63 e 59 ppm, respectivamente. As leguminosas tinham apenas 9 ppm de Na. Gallo

et al. (1974) mostraram que as concentrações de Na nas leguminosas eram menores do que nas gramíneas.

A análise de variância para K no solo mostrou diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,0001$ ) entre fazendas. A Tabela 7 mostra a média de K de todas as fazendas. Nas condições deste experimento, o K apresentou correlação positiva com o pH do solo e negativa com Al trocável.

Bahia (1976) afirmou que o K no solo, de 0 a 60 ppm, é baixo, de 61 a 120 ppm é médio, e com mais de 120 ppm é adequado. De acordo com este critério, apenas a Fazenda 4 mostrou níveis adequados de K no solo; as Fazendas 3, 6 e 1 apresentaram níveis médios e as Fazendas 2 e 5, níveis baixos.

A Tabela 7 mostra, ainda, que houve diferenças estatísticas ( $P < 0,01$ ) para K nas forrageiras entre fazendas. Os requerimentos de K para novilhos em crescimento e terminação estão entre 0,60 e 0,80% da matéria seca (National Research Council

TABELA 7. Níveis de Na e K no solo e nas forrageiras de acordo com a fazenda.

Fazenda	ppm de Na no solo			ppm de Na na forrageira			ppm de K no solo			% de K na forrageira		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
1	72	43 <sup>a</sup>	± 11	76	84 <sup>d</sup>	± 86	72	79 <sup>b</sup>	± 55	76	0,94 <sup>cd</sup>	± 0,71
2	72	32 <sup>b</sup>	± 6	72	115 <sup>cd</sup>	± 94	72	58 <sup>b</sup>	± 38	72	1,41 <sup>ab</sup>	± 0,76
3	36	40 <sup>a</sup>	± 13	48	194 <sup>a</sup>	± 150	36	112 <sup>a</sup>	± 41	48	0,85 <sup>d</sup>	± 0,57
4	60	44 <sup>a</sup>	± 14	60	102 <sup>cd</sup>	± 85	60	124 <sup>a</sup>	± 70	60	1,50 <sup>ab</sup>	± 0,91
5	24	32 <sup>b</sup>	± 7	52	156 <sup>ab</sup>	± 133	24	48 <sup>b</sup>	± 21	52	1,20 <sup>bc</sup>	± 0,72
6	48	31 <sup>b</sup>	± 7	48	128 <sup>bc</sup>	± 110	48	119 <sup>a</sup>	± 51	48	1,68 <sup>a</sup>	± 0,64

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Duncan.

TABELA 8. Níveis de Na e K no solo e nas forrageiras, de acordo com a estação do ano.

Estação	ppm de Na no solo			ppm de Na na forrageira			ppm de K no solo			% de K na forrageira		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	192	38 <sup>a</sup>	± 14	217	131 <sup>a</sup>	± 79	192	92 <sup>a</sup>	± 56	217	0,82 <sup>b</sup>	± 0,51
Chuvosa	120	25 <sup>a</sup>	± 6	139	116 <sup>a</sup>	± 152	120	87 <sup>b</sup>	± 61	139	1,93 <sup>a</sup>	± 0,65

\* Número de observações

Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não são estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Duncan.

TABELA 9. Correlações entre minerais no solo, nas forrageiras e no tecido animal.

	Zn solo	Zn forrageira	Zn fígado	Mg solo	Mg forrageira	Na solo	Na forrageira	K solo
Zn forrageira	0,301 <sup>a</sup>							
Zn fígado	0,001 <sup>b</sup> (312) <sup>c</sup>	0,042 NS(37)						
Mg solo	0,488	0,340	-0,013 NS(37)					
Mg forrageira	-0,024 NS(312)	0,345 0,001(312)	0,111 NS(37)	0,041 NS(312)				
Mg osso	-	-	-	0,211 NS(312)	-0,700 0,01(12)			
Na solo	0,236 0,001(312)	-0,102 NS(312)	-0,033 NS(312)	0,310 0,001(312)	-0,194 0,001(312)	-		
Na forrageira	0,050 NS(312)	0,199 0,001(312)	0,266 NS(37)	0,163 0,003(312)	0,121 0,03(312)	-0,007 NS(312)	-	
K forrageira	0,184 0,001(312)	0,239 0,001(312)	-0,601 0,001(37)	-0,068 NS(312)	0,228 0,001(312)	-	-	0,190 0,001(312)
pH solo	0,561 0,001(312)	0,368 0,001(312)	-0,237 NS(37)	0,513 0,001(312)	0,032 NS(312)	0,276 0,001(312)	0,069 NS(312)	0,412 0,001(312)

a = Coeficiente de correlação (r);

b = Probabilidade &gt; r Ho:rho=0;

c = Número de observações;

NS= Não significante (P &gt; 0,05).

1976). Em todas as seis fazendas, os níveis de K foram adequados para bovinos em pastejo, tendo a Fazenda 6 apresentado a maior concentração média de K (1,68%) e a menor concentração na Fazenda 3, com 0,85%.

A Tabela 8 mostra que houve diferenças significativas ( $P < 0,04$ ) para K no solo entre as estações seca e chuvosa. Na estação seca, a média foi de 92 ppm, e de apenas 87 na estação chuvosa. Luebs et al. (1956) mostraram que o K trocável do solo obtido em condições de umidade e de seca não são constantes e tendem a variar inversamente com a quantidade de umidade do solo, sendo este efeito limitado às camadas superiores do solo, o que está de acordo com este experimento.

A variação da concentração de K nas forrageiras mostrou diferenças estatísticas ( $P < 0,0001$ ) entre as estações seca e chuvosa. A Tabela 8 mostra 0,82% na estação seca e 1,93% na estação chuvosa. Gomide (1976) afirma que o K é extremamente móvel na planta e decresce com a idade da mesma. Blue & Tergas (1969) encontraram que as perdas de K da forragem devem-se à translocação deste elemento das folhas para as raízes e destas para o solo.

A Tabela 4 mostra que houve diferenças estatísticas ( $P < 0,0001$ ) para K entre as espécies forrageiras estudadas. Os mais altos níveis foram encontrados em capim-colonião e leguminosas (1,58 e 1,42%, respectivamente). As forrageiras nativas tiveram o mais baixo nível (0,45%) enquanto as outras gramíneas mostraram níveis intermediários.

#### Correlações

A Tabela 9 mostra as diversas correlações dos níveis de Zn e Mg do solo nas forrageiras e no tecido animal, sendo que Na e K foram determinados apenas no solo e nas forrageiras. O efeito de concentração de certos minerais no solo e nas forrageiras pode ser interpretado pelo coeficiente de correlações ( $r$ ). A Tabela indica, por exemplo, que quando aumenta o Zn no solo, aumenta também o Zn nas forrageiras; a correlação é positiva e estatisticamente significativa ( $P < 0,001$ ). Por outro lado, vemos que a correlação entre o Zn no fígado e o Zn nas forrageiras não foi significativa, mostrando que o nível de Zn no fígado dos animais não depende exclusivamente da concentração de Zn nas forrageiras, e que outros fatores também de-

vem ser considerados. Outras correlações poderão ser vistas na referida Tabela.

#### CONCLUSÕES

1. Os níveis de Zn no solo variaram de deficientes (0,6 ppm) a normais (3,2 ppm).
2. As forrageiras mostraram níveis baixos de Zn nas Fazendas 1, 2, 3, 4 e 5.
3. Em todas as fazendas, os animais amostrados estavam com níveis de zinco abaixo do normal, havendo maior deficiência na estação chuvosa.
4. O Mg, embora baixo nos solos da Fazenda 5, foi normal nas forrageiras e no tecido animal.
5. O Na foi normal nos solos e altamente deficiente nas forrageiras.
6. O K estava deficiente nos solos das Fazendas 2 e 5, entretanto, as forrageiras continham quantidades suficientes para atender os requerimentos nutricionais dos bovinos.

#### REFERÊNCIAS

- ANDREASI, F.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X.; VEIGA, J. S.M.; PRADA, F. & BARNABÉ, R.C. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. R. Fac. Med. Vet. Uni. São Paulo, 7(3):583, 1967.
- BAHIA, V.G. Laboratório de manipulação de amostras e análises de solo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.110.
- BLAXTER, K.L. & SHARMAN, G.A.M. Hypomagnesaemic tetany in beef cattle. Vet. Rec., 67:108, 1955.
- BLUE, W.G. & TERGAS, L.E. Dry season deterioration of forage quality in the wet-dry tropics. Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc., 29:224, 1969.
- CHAPMAN, H.D. Diagnostic criteria for plants and soil. Univ. California. Div. Agr. Sci., 1966. s.l., n.p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras, MG. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
- CONRAD, J.H.; SOUSA, J.C.; MENDES, M.O. & MCDOWELL, L.R. Trace element interrelationships among soils, plants and ruminants. In: WORLD CONGRESS ON ANIMAL FEEDING. Madrid, 1978a. p.33.
- CONRAD, J.H.; SOUSA, J.C.; MENDES, M.O.; BLUE, W.G. & MCDOWELL, L.R. Fe, Mn, Na and Zn interrelationships in a tropical soil, plant and animal system. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 4, Buenos Aires, 1978b. p.80.

- FICK, K.R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; MCDOWELL, L.R. & HOUSER, R.H. *Methods of mineral analysis for plant and animal tissues*. Gainesville, University of Florida, 1976. 1v.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATOS, H.B.; SARTANI, H.J. & FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *B. Industr. anim.*, 31(1):115, 1974.
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.20.
- GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; CONRAD, J.H. & HILL, D.L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. *Agron. J.*, 16:120, 1969.
- GRIFFITH, F. & WALTERS, R.J.K. The sodium and potassium content of some grass genera, species and varieties. *J. Agric. Sci.*, 67:81, 1966.
- LEBDOSEKOJO, S. Mineral supplementation of grazing beef cattle in eastern plains of Colombia. University of Florida, Gainesville, 1977. Tese Doutorado.
- LEGG, S.P. & SEARŠ, L. Zinc sulphate treatment of parakeratosis in cattle. *Nature*, 186:1061, 1960.
- LUEBS, R.E.; STANFORD, G. & SCOTT, A.D. Relation of available potassium to soil moisture. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 20:45-50, 1956.
- MENDES, M.O. Mineral status of beef cattle in northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Gainesville, University of Florida, 1977. 235p. Tese Doutorado.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Washington, EUA. *Nutrient requirements of beef cattle*. 5.ed. Washington, National Academy of Science, 1976 (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).
- PEREIRA, J.; VIEIRA, I.F.; MORAES, E.A. & REGO, A.S. Níveis de sulfato de zinco em milho em solos de cerrado. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agr.*, 8(7):187, 1973.
- SANCHEZ, P.A. *Properties and management of soils in the tropics*. New York, John Wiley and Sons, 1976. 568p.
- SOUSA, J.C. de. *Interrelationships among mineral levels in soil, forage and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brasil*, Gainesville, University of Florida, 1978. 277p. Tese Doutorado.
- SOUSA, J.C. de.; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G. & MCDOWELL, L.R. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 14(4):387, 1979.
- 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.*, 16(5):733-40, 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.*, 15(3): 335-41, 1980.
- SOUSA, J.C. de.; CONRAD, J.H.; MENDES, M.O.; BLUE, W.G. & MCDOWELL, L.R. Ca, P, Mg, and K interrelationships among soil, forage and animal tissue. In: ANNUAL MEETING, EAST LANSING, 1978. Abstracts . . . American Society of Animal Science, 1978. p.342.
- UNDERWOOD, E.J. *Trace elements in human and animal nutrition*. 3.ed. New York, Academic Press, 1971. p.543.