

DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVINOS DE RORAIMA.

II. FERRO E MANGANÊS¹

JÚLIO CÉSAR DE SOUSA² e GILFREDO DARSIE³

RESUMO - Em seis regiões do Território Federal de Roraima foi feito um estudo para determinar as deficiências minerais dos bovinos. Foram coletadas amostras de fígado de vacas em lactação e de animais de sobreano, de forrageiras e de solos, nas estações chuvosa e seca. Os níveis hepáticos de Fe eram adequados, e nas vacas em lactação variaram de 380 ppm a 529 ppm, e nos animais jovens, de 286 ppm a 555 ppm. As concentrações de Mn no fígado das vacas estiveram entre 21,9 ppm a 28,7 ppm, e nos animais jovens, de 23,2 ppm a 27,4 ppm, níveis estes considerados normais. As forrageiras, na grande maioria nativas, apresentaram níveis de Fe entre 52 ppm a 137 ppm, e de Mn, variando de 65 ppm a 143 ppm, mostrando, portanto, concentrações nutricionalmente adequadas para bovinos de corte. Os níveis de Fe e Mn no solo variaram de 114 ppm a 275 ppm e de 6 ppm a 71 ppm, respectivamente. Embora os solos de algumas regiões tenham apresentado níveis de Mn relativamente baixos para culturas, produziram forrageiras com níveis adequados para ruminantes.

Termos para indexação: gado de corte, época seca, época chuvosa, nutrição mineral, microelementos.

MINERAL DEFICIENCY IN CATTLE IN RORAIMA, BRAZIL

II. IRON AND MANGANESE

ABSTRACT - An experiment to determine mineral deficiencies in cattle in northeast Roraima Federal Territory (Brazil) was conducted using soil, forage and bovine tissue (liver) samples collected during the wet and dry seasons of the year. Liver biopsy of lactating cows and yearling animals showed Fe means ranging from 380 ppm to 529 ppm and 286 ppm to 555 ppm, respectively. Liver Mn means ranged from 21,9 ppm to 28,7 ppm in lactating cows, and from 23,2 ppm to 27,4 ppm in yearling animals. Iron and Mn were at normal levels. Forage Fe means ranged from 52 ppm to 137 ppm and Mn from 65 ppm to 143 ppm; both were at normal levels for beef cattle diet. Soil Fe means ranged from 114 ppm to 275 ppm, and Mn from 6 ppm to 71 ppm. Even with soil Mn at borderline deficiency for cultures, forage Mn was at adequate level for ruminants.

Index terms: beef cattle, dry season, wet season, mineral nutrition, trace elements.

INTRODUÇÃO

O Território Federal de Roraima, localizado no extremo norte do Brasil, possui uma população bovina de, aproximadamente, 450.000 cabeças, as quais vivem quase exclusivamente das pastagens nativas existentes na região. As espécies nativas mais comuns são: capim-mimoso (*Axonopus* sp) e capim-de-teso (*Andropogon* sp., *Trachypogon* sp. e *Paspalum* sp.). Entre as espécies introduzidas, destacam-se o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), *Brachiaria* sp. e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.).

Deficiência de Fe em bovinos e em forrageiras no Brasil é muito rara. Sousa et al. (1981), estudando seis fazendas da região amazônica mato-grossense, não encontraram deficiência de Fe nem nas forrageiras nem no fígado dos bovinos amostrados. Sousa et al. (1983) e Sousa et al. (1985) estudaram amostras de forrageiras e de fígado bovino de várias regiões do estado de Mato Grosso do Sul e encontraram, em todas as análises, níveis adequados de Fe. Entretanto, em algumas fazendas do norte do estado de Mato Grosso, Sousa et al. (1981) encontraram até excesso de Fe em amostras de forrageiras das regiões estudadas.

Estudos realizados em Mato Grosso por Sousa et al. (1981) revelaram níveis deficientes de Mn em amostras de fígado de bovinos em cinco das seis fazendas amostradas, embora o nível de Mn nas amostras de forrageiras fosse adequado. No Mato Grosso do Sul, Brum et al. (1980) e Sousa et al. (1983) não encontraram deficiência deste elemen-

¹ Aceito para publicação em 20 de maio de 1986.

² Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Caixa Postal 154, CEP 79100 Campo Grande, MS.

³ Méd. - Vet., Dep. de Produção Animal, Sec. Agric. do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 11003, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

to. Vários outros autores, como Gavillon & Quadros (1973), no Rio Grande do Sul, e Andreasi et al. (1968), em São Paulo, não encontraram níveis deficientes de Fe e/ou Mn nas amostras de forrageiras estudadas.

Este estudo foi feito com os seguintes objetivos:

- mapear as deficiências minerais de Fe e Mn em seis regiões do nordeste do Território Federal de Roraima;
- determinar as interrelações entre os níveis de minerais no solo, nas forrageiras e no tecido animal;
- comparar os níveis de minerais das diversas espécies forrageiras estudadas;
- verificar as variações estacionais dos níveis de minerais nos solos, forrageiras e tecido animal;
- fazer recomendações sobre suplementação mineral, com base nos níveis encontrados.

MATERIAL E MÉTODOS

Em seis regiões pastoris do Território Federal de Roraima foram selecionadas fazendas representativas para levantamento das deficiências minerais dos bovinos, e em cada região foram colhidas amostras em uma ou duas propriedades típicas. As regiões foram selecionadas de acordo com a concentração bovina e o histórico de possíveis carências minerais. Na escolha de cada fazenda dentro da região selecionada, levou-se em conta a receptividade do criador e a existência de número suficiente de animais. Caso não fosse possível amostrar uma fazenda escolhida previamente, contactava-se a propriedade vizinha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida. A parcela era representada por fazenda a subparcela por época, e à subparcela por espécie forrageira.

Foram estudadas as seguintes regiões: Amajari (fazenda Pernambuco), Mucajaí (fazenda Sossego e fazenda Santa Júlia), Caumé (fazenda Aningal), Serra da Lua (fazenda Verdum), Normandie (fazenda Caracaranã) e Surrão (fazenda São Joaquim). A Fig. 1 mostra o mapa do Território Federal de Roraima e as coordenadas geográficas das regiões amostradas. O levantamento foi feito nas estações seca (outubro/abril) e chuvosa (maio/setembro) de 1981.

Em cada fazenda foram coletadas amostras dos pastos onde os animais estavam por período superior a três meses, e, na mesma ocasião, amostras de solo e de tecido (fígado) de vacas em lactação e de animais de um a dois anos de idade. As amostras de fígado foram obtidas por biópsia, segundo a técnica descrita por Chapman Junior et al. (1963). As forrageiras e o fígado foram processados de acordo com a metodologia descrita por Fick et al. (1980). No fígado, nas forrageiras e no solo foram analisados Fe e Mn. No solo, Fe e Mn foram extraídos com Mehlich I

(H_2SO_4 0,025N e HCl 0,05N) e agitação durante cinco minutos. O Fe e o Mn foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica (Analytical . . . 1973).

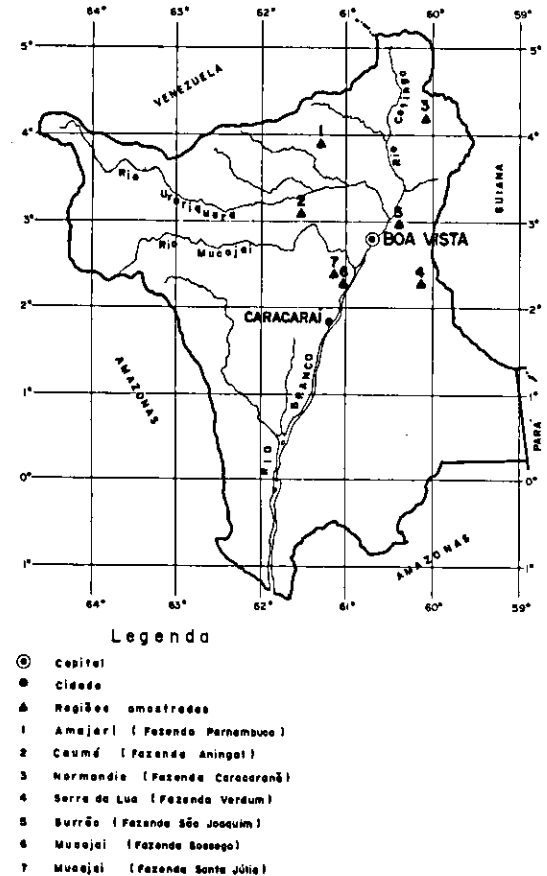


FIG. 1. Mapa do Território Federal de Roraima (Brasil) mostrando as regiões e as fazendas estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Varição de Fe e Mn no solo, por região

Os teores de Fe e Mn no solo variaram significativamente ($P < 0,05$) entre as regiões amostradas (Tabela 1). Sanchez (1976) relata que é comum a deficiência de Fe em solos calcários, alcalinos ou alagadiços quando a quantidade de matéria orgânica é suficientemente baixa para ocasionar a oxirredução deste elemento no solo. O autor considera o nível de 20 ppm de Fe no solo como suficiente para culturas, e que o nível de 350 ppm poderia

ser tóxico à cultura de arroz. Quando ocorre inundação, a solubilidade do Fe aumenta em decorrência da redução dos compostos de Fe⁺⁺⁺ para compostos mais solúveis com Fe⁺⁺. Esta redução normalmente ocorre no primeiro mês de inundação. Os níveis médios de Fe nos solos de Roraima variaram de 114 ppm a 275 ppm, níveis estes bem acima das concentrações mínimas recomendadas para culturas. O pH dos solos destas regiões variou de 4,4 a 5,6, e o Al variou de 0,116 a 1,518 meq/100 g de solo conforme Sousa & Darsie (1985).

Os níveis médios de Mn no solo variaram de 6 ppm a 71 ppm. Dantas (1971) afirma que 20 ppm de Mn no solo eram suficientes para atender às exigências da maioria das culturas. As regiões da Amajari, Serra da Lua e Normandie apresentaram concentrações de 6 ppm, 11 ppm e 12 ppm de Mn, respectivamente, concentrações, essas, inferiores à apresentada por Dantas (1971). Como foi visto anteriormente, os solos de Roraima são ácidos ou medianamente ácidos, e quanto mais ácido o solo, maior será a solubilidade do manganês. Embora algumas regiões tenham apresentado níveis relativamente baixos de Mn no solo, as forrageiras amostradas nestas áreas possuíam níveis adequados de manganês (Tabela 2).

Varição de Fe e Mn nas forrageiras, por região

As análises de variância para Fe e Mn nas forrageiras indicaram diferenças estatísticas ($P < 0,05$)

TABELA 1. Níveis de Fe e Mn em solos de seis regiões do Território Federal de Roraima, Brasil.

Regiões	N*	ppm de Fe		ppm de Mn	
		Média	D.P.	Média	D.P.
Amajari	40	134 ^b	± 75	38	6 ^b ± 06
Mucajaf	40	129 ^b	± 92	40	27 ^b ± 28
Caumé	39	275 ^a	± 233	39	71 ^a ± 115
Serra da Lua	40	131 ^b	± 80	37	11 ^b ± 19
Normandie	37	127 ^b	± 76	37	12 ^b ± 16
Surrão	40	114 ^b	± 87	40	61 ^a ± 56

* Número de observações

^{a,b} Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

entre regiões (Tabela 2). Os níveis de Fe nas forrageiras variaram de 52 ppm a 137 ppm. O National Research Council (1976) recomenda, para novilhos em crescimento e terminação, um mínimo de 10 ppm de Fe na dieta. Níveis superiores a 400 ppm na dieta poderão ser tóxicos para bovinos. Humphries et al. (1983) revelam que níveis altos (800 ppm) de Fe na dieta podem causar deficiência de Cu em bovinos. Pode-se considerar que os níveis de Fe encontrados nas forrageiras daquelas regiões em Roraima são adequados às exigências nutricionais dos bovinos.

TABELA 2. Níveis de Fe e Mn em forrageiras de seis regiões do Território Federal de Roraima, Brasil.

Regiões	N*	ppm de Fe		ppm de Mn	
		Média	D.P.	Média	D.P.
Amajari	144	100 ^{bc}	± 95	100 ^b	± 39
Mucajaf	41	52 ^d	± 17	112 ^b	± 43
Caumé	95	118 ^{ab}	± 64	143 ^a	± 117
Serra da Lua	95	137 ^a	± 87	73 ^c	± 39
Normadie	72	57 ^d	± 24	65 ^c	± 40
Surrão	86	91 ^c	± 71	138 ^a	± 78

* Número de observações.

^{a,b,c,d} Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

Os níveis médios de Mn nas forrageiras variaram de 65 ppm a 143 ppm, considerados adequados, uma vez que o National Research Council (1976) apresenta o nível de 20 ppm como sendo a exigência mínima na dieta para bovinos de corte.

Varição de Fe e Mn em fígado de bovinos, por região

As análises de variância dos níveis de Fe e Mn no fígado de vacas em lactação e de animais jovens indicaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre regiões (Tabela 3). Ammerman et al. (1967) mostraram que bezerros alimentados com dietas deficientes em Fe possuíam concentrações médias de 169 ppm, e bezerros que recebiam 72 ppm de Fe na dieta apresentaram, em média, 233 ppm no fígado. Considera-se como adequado animais com

níveis entre 200 ppm a 300 ppm de Fe no fígado. Em Roraima, apesar de ter havido diferenças significativas entre regiões, os teores de Fe foram adequados em todas as regiões para as categorias de animais amostrados. Nas amostragens de vacas em lactação, os níveis de Fe no fígado variaram de 380 ppm a 529 ppm, e nos animais jovens, de 286 ppm a 555 ppm. Em todas as regiões, as concentrações médias no fígado foram acima de 200 ppm de Fe, indicando adequados teores dietéticos. McDowell et al. (1976) reportam que deficiência de Fe em animais em pastoreio raramente acontece. Sousa et al. (1981) amostraram fígado (biópsia) de aproximadamente 400 bovinos em seis regiões ao norte do estado de Mato Grosso e não encontraram deficiência de Fe.

As concentrações hepáticas de Mn nas vacas em lactação variaram de 21,9 ppm a 28,7 ppm, e nos bovinos jovens (1 a 2 anos), de 23,2 ppm a 27,4 ppm. Underwood (1977) afirma que 8 ppm a 10 ppm de Mn no fígado de bovinos indicam níveis normais. Os bovinos amostrados em Roraima apresentaram, no fígado, níveis acima daqueles publicados por Underwood (1977), o que sugere dietas adequadas em Mn. O Fe e o Mn são interrelacionados, isto é, verifica-se um decréscimo na quantidade de Fe estocada no organismo quando grandes quantidades de Mn são consumidas pelo animal. Os níveis de Mn consumidos pelos bovinos de Roraima são adequados, e não existe possibilidade de deficiência de Fe causada pela interferência de excesso de Mn.

Varição de Fe e Mn no solo, nas épocas seca e chuvosa

A Tabela 4 mostra que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em níveis de Fe e Mn no solo entre as épocas seca e chuvosa. Nas épocas seca e chuvosa as concentrações de Fe foram 143 ppm e 160 ppm, e de Mn, 33 ppm e 31 ppm, respectivamente. Em todas as épocas, os níveis foram considerados adequados no solo para culturas. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Sousa et al. (1981) no Estado de Mato Grosso.

Varição de Fe e Mn nas forrageiras, por época

A Tabela 5 mostra diferenças significativas ($P < 0,05$) em níveis de Fe e Mn, nas forrageiras,

entre épocas. As concentrações de Fe nas épocas seca e chuvosa foram de 92 ppm e 112 ppm, respectivamente. Sousa et al. (1981) encontraram tendência de os níveis de Fe serem mais elevados nas forrageiras na época chuvosa. Nas duas épocas estudadas, as concentrações de Fe nas forrageiras foram adequadas às exigências nutricionais dos bovinos, de acordo com o National Research Council (1976). Os níveis de Mn nas forrageiras foram 116 ppm e 94 ppm nas épocas seca e chuvosa, respectivamente. A maior concentração de Mn nas forrageiras na época da seca reforça os resultados publicados por Sousa et al. (1981). Em ambas as épocas, os níveis de Mn nas forrageiras foram suficientes para atender às exigências nutricionais dos bovinos de corte.

Varição de Fe e Mn nas espécies forrageiras dominantes em Roraima

Os campos nativos representam um sexto (1/6) do total da área do Território de Roraima e constituem a mais importante área atualmente em exploração. A importância desses campos para a economia de Roraima tem aumentado consideravelmente, principalmente porque a pecuária de corte depende diretamente dessas áreas para seu sucesso.

A Tabela 6 mostra os níveis de Fe e Mn nas principais espécies forrageiras nativas e introduzidas do Território de Roraima. Em razão do grande coeficiente de variação, não houve diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre as espécies estudadas.

As espécies que apresentaram os maiores valores numéricos de Fe foram: *Axonopus* sp., *Paspalum* sp. e *Panicum* sp., com 125 ppm, 130 ppm e 134 ppm, respectivamente. As espécies introduzidas, como *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf., *Panicum maximum* Jacq. var. *Gongyloides*, *Panicum maximum* Jacq. e *Brachiaria decumbens* apresentaram as mais baixas concentrações de Fe: 58 ppm, 58 ppm, 66 ppm e 69 ppm, respectivamente. As demais espécies mostravam níveis intermediários. Os níveis de Mn nas espécies amostradas variaram de 78 ppm a 133 ppm. Tanto os níveis de Fe como os de Mn estavam bem acima dos recomendados pelo National Research Council (1976).

TABELA 3. Níveis de Fe e Mn em fígado de vacas em lactação e de animais jovens de 1 a 2 anos, de seis regiões do Território Federal de Roraima, Brasil.

Regiões	ppm de Fe				ppm de Mn			
	Vaca		Jovem		Vaca		Jovem	
	N*	Média	N*	Média	N*	Média	N*	Média
Amajari	20	486 ^{ab}	19	445 ^{bc}	20	22,9 ^{ab}	19	23,7 ^a
Mucajá	18	395 ^b	19	372 ^{cd}	20	28,7 ^a	20	25,5 ^a
Caumé	20	383 ^b	20	286 ^d	20	21,9 ^b	20	23,2 ^a
Serra da Lua	20	428 ^b	20	515 ^{ab}	20	26,1 ^{ab}	20	27,4 ^a
Normandie	18	380 ^b	28	378 ^{cd}	18	28,7 ^a	18	23,6 ^a
Surrão	20	529 ^a	18	555 ^a	20	22,9 ^{ab}	18	25,2 ^a

* Número de observações.

a,b,c,d Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

TABELA 4. Níveis de Fe e Mn nos solos em diferentes épocas de amostragens no Território Federal de Roraima, Brasil.

Época	N*	ppm de Fe		N*	ppm de Mn	
		Média	D.P.		Média	D.P.
Seca	120	143 ^a	± 131	115	33 ^a	± 61
Chuvosa	116	160 ^a	± 133	116	31 ^a	± 59

* Número de observações

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

TABELA 5. Níveis de Fe e Mn nas forrageiras em diferentes épocas de amostragens no Território Federal de Roraima, Brasil.

Época	N*	ppm de Fe		ppm de Mn	
		Média	D.P.	Média	D.P.
Seca	279	92 ^b	± 74	116 ^a	± 91
Chuvosa	254	112 ^a	± 82	94 ^b	± 42

* Número de observações.

a,b Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

Variação de Fe e Mn no fígado, por época

Os estudos das concentrações hepáticas de Fe e Mn em vacas paridas e animais jovens, nas épocas seca e chuvosa, revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) em níveis de Fe entre épocas (Tabela 7). Não houve diferença para Mn, embora tenha havido tendência de maiores concentrações de Mn no fígado no período seco, quando comparado com o período chuvoso. Embora as concentrações hepáticas tenham apresentado valores médios adequados, tanto para Fe como para Mn, verifica-se que durante a estação chuvosa, quando existem proteína e energia em quantidades satisfatórias, os animais crescem, engordam, desenvolvem-se ou exercem com mais eficiência qualquer outra função produtiva, enquanto na época seca, quando normalmente existe deficiência de proteína e, às vezes, de energia, os animais geralmente perdem peso ou diminuem o crescimento. Na época chuvosa, em face de maior possibilidade de o animal crescer ou ganhar peso, a quantidade de nutrientes minerais existente nas pastagens, embora elevada, muitas vezes não é suficiente para atender às exigências nutricionais dos bovinos. Em razão destes fatos, nas condições tropicais a suplementação mineral poderá ser mais importante no período chuvoso do que no período seco, segundo Sousa et al. (1985), Costa et al. (1982) e Niekerk & Serrão (1976).

TABELA 6. Níveis de Fe e Mn nas espécies forrageiras dominantes no Território Federal de Roraima, Brasil.

Forrageira	N*	ppm de Fe		ppm de Mn	
		Média	D.P.	Média	D.P.
<i>Axonopus</i> sp. (Capim-mimoso)	111	125 ^a ± 75		109 ^a ± 69	
<i>Andropogon</i> sp. (Capim-de-teso)	105	77 ^a ± 50		78 ^a ± 50	
<i>Trachypogon</i> sp. (Capim-de-teso)	82	95 ^a ± 75		89 ^a ± 57	
<i>Paspalum</i> sp.	82	130 ^a ± 104		106 ^a ± 55	
<i>Panicum maximum</i> Jacq (Colonião)	43	66 ^a ± 46		121 ^a ± 70	
<i>Panicum</i> sp.	34	134 ^a ± 108		133 ^a ± 62	
<i>Brachiaria decumbens</i>	28	69 ^a ± 45		125 ^a ± 96	
<i>Panicum maximum</i> Jacq. var. <i>Gongyloides</i> (Sempre-verde)	5	58 ^a ± 19		88 ^a ± 40	
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf. (Jaraguá)	3	58 ^a ± 24		119 ^a ± 35	

* Número de observação.

^a Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

TABELA 7. Níveis de Fe e Mn no fígado de vacas em lactação e animais jovens de 1 a 2 anos, em diferentes épocas, no Território Federal de Roraima, Brasil.

Época	ppm de Fe		ppm de Mn	
	N*	Média D.P.	N*	Média D.P.
Vaca				
Seca	58	469 ^a ± 131	60	27 ^a ± 10
Chuvosa	58	401 ^b ± 196	58	23 ^a ± 11
Jovem				
Seca	59	468 ^a ± 175	60	26 ^a ± 11
Chuvosa	55	376 ^b ± 190	55	23 ^a ± 10

* Número de observações

^{a,b} Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$), pelo teste de Duncan.

CONCLUSÕES

1. As forrageiras nativas e cultivadas das regiões estudadas do Território Federal de Roraima apresentam níveis adequados de Fe e Mn para bovinos de corte.

2. Os bovinos apresentaram, no fígado, níveis de Fe e Mn considerados nutricionalmente adequa-

dos, havendo uma tendência de as concentrações hepáticas de Fe e Mn serem menores na época chuvosa do que na época seca.

3. Diante dos resultados apresentados, torna-se desnecessária a inclusão de Fe e Mn nas misturas minerais formuladas para as seis regiões estudadas do Território Federal de Roraima.

REFERÊNCIAS

- AMMERMAN, C.B.; WING, J.M.; DUNAVANT, C.G.; ROBERTSON, W.K.; FEASTER, J.P. & ARRINGTON, L.R. Utilization of inorganic iron by ruminants as influenced by form of iron and iron status of the animal. *J. Anim. Sci.*, 26:404, 1967.
- ANALYTICAL methods for atomic absorption spectrophotometry. Norfolk, Perkin-Elmer, 1973.
- ANDREASI, F.; VIEGAS, J.S.M.; PRADA, F. & MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. III. Ferro e manganês. *R. Fac. Med. Vet. Univ. SP*, 7(4):857, 1968.
- BRUM, P.A.R. de; SOUSA, J.C. de; ALMEIDA, J.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 das Paiaguás, Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE Corumbá, 1980. 6p. (EMBRAPA-UEPAE Corumbá. Comunidade técnico, 3)
- CHAPMAN JUNIOR, H.L.; COZ, D.H. & DAVIS, G.H. Evaluation of the liver biopsy technique for mineral

DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVINOS DE RORAIMA

- studies with beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 22(1):733, 1963.
- COSTA, F.P.; SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M. da & EUCLIDES, V.P.B. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral de novilhos em pastagem de colônia adubada. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(7):1083-8, jul. 1982.
- DANTAS, H.S. Manganês e cátions permutáveis na Unidade Utinga. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 6:27-30, 1971.
- FICK, R.K.; MCDOWELL, L.R.; MILES, P.H.; WILKINSON, N.S.; FUNK, J.D. & CONRAD, J.H. Métodos de análises de minerais em tecidos de animais e de plantas. 2. ed. Gainesville, Univ. of Florida, 1980.
- GAVILLON, O. & QUADROS, A.T. O ferro e o manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Pesq. agropec. bras. Sér. Zoot.*, Rio de Janeiro, 8(2):47-54, 1973.
- HUMPHRIES, W.R.; PHILLIPPO, M.; YOUNG, B.W. & BRENNER, I. The influence of dietary iron and molybdenum on copper metabolism in calves. *Br. J. Nutr.*, 49:77, 1983.
- 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. Anais. Belo Horizonte, UFMG, 1976, p.167.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Beef Cattle, Washington, EUA. Nutrient requirements of beef cattle. 5. ed. Washington, Natl. Acad. Sci., 1976. 56p. (Nutrient requirements of domestic animals, 4)
- NIEKERK, B.D.H. van & SERRÃO, E.A.S. Identificação e suplementação de nutrientes limitantes de ruminantes em pastoreio. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. Anais. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.334.
- SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, J. Wiley, 1976. 568p.
- 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, set./out. 1981.
- SOUSA, J.C. de & DARSIE, G. Deficiências minerais de bovinos em Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 20(11):1309-16, nov. 1985.
- SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; REZENDE, A.M.; ROSA, I.V.; CARDOSO, E.G.; GOMES, A.; COSTA, F.P.; OLIVEIRA, A.R. de; COELHO NETO, L. & CURVO, J.B.E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colônia. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(3):311-8, mar. 1983.
- SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M. da & EUCLIDES, V.P.B. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colônia. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 20(2):259-69, fev. 1985.
- UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4. ed. New York, Academic Press, 1977. 545p.