

INTER-RELAÇÕES ENTRE MINERAIS NO SOLO, FORRAGEIRAS E TECIDO ANIMAL. 2. COBRE E MOLIBDÊNIO¹

J. C. DE SOUSA², J. H. CONRAD, L. R. McDOWELL, C. B. AMMERMAN³ e W. G. BLUE⁴

RESUMO - Realizou-se um levantamento das deficiências minerais em seis fazendas, tendo sido amostrados solo, forrageiras e tecido animal, nas estações seca e chuvosa. Apenas na fazenda 1, os níveis de Cu no solo mostraram-se normais, com valores médios em torno de 4,4 ppm. As demais fazendas apresentaram níveis considerados baixos, variando de 0,7 a 1,9 ppm. As médias de Cu, durante as estações seca e chuvosa, foram, respectivamente, 2,1 e 2,5 ppm. Foram encontrados níveis médios deficientes de Cu nas forrageiras das fazendas 1, 3, 4 e 5, sendo que a fazenda 3 apresentou 2,7 ppm de Cu em combinação com níveis tóxicos de Mo, 9,2 ppm. Nas estações chuvosa e seca, os níveis de Cu nas forrageiras foram 5,4 e 2,5 ppm, respectivamente. O nível de Cu no fígado dos animais foi normal em todas as seis fazendas, devido ao fornecimento de suplementos minerais. Os teores médios de Mo no solo foram considerados relativamente altos, variando de 16 a 24 ppm. A fazenda 3 apresentou níveis médios tóxicos de Mo nas forrageiras, 9,2 ppm. Nas demais fazendas, os níveis foram considerados normais, variando de 1,4 a 0,1 ppm. Os teores médios de Mo no fígado foram considerados normais. Apenas na fazenda 3, esses níveis foram relativamente altos, 3,8 ppm, mas abaixo do nível tóxico de 4,0 ppm.

Termos para indexação: cobre, molibdênio, deficiência, toxicidade, gado.

INTERRELATIONSHIP AMONG MINERAL IN SOIL, FORAGE, AND ANIMAL TISSUES 2. COPPER AND MOLYBDENUM.

ABSTRACT - An experiment was conducted with samples from six farms to study the interrelationship among mineral levels in soil, forage, and animal tissues during the wet and dry season of the year. Soil extractable copper was normal, 4.4 ppm, only on farm 1. Mean soil levels between 0.7 and 1.9 ppm were considered low on the other farms. Soil extractable copper means were 2.1 and 1.5 ppm during the dry and wet season, respectively. Forage copper values were deficient on farms 1, 3, 4 and 5; with a mean copper of 2.7 ppm on farm 3 there was a toxic level of Mo (9.2 ppm). Forage copper was 5.4 ppm during the wet season compared to 2.4 during the dry season. Liver copper levels were normal on all six farms, due to mineral supplementation. Soil extractable molybdenum was considered high on all six farms, and ranged from 16 to 24 ppm. Apart from farm 3, the other farms had non-toxic forage Mo value between 0.1 and 1.4 ppm. Normal liver molybdenum values were in evidence; a somewhat higher figure (3.8 ppm) found on farm 3 was, however, below the considered toxic level of 4 ppm.

Index terms: copper, molybdenum, soil, forage, cattle, deficiency, toxicity.

INTRODUÇÃO

Foi realizado um levantamento das deficiências minerais em seis fazendas do norte de Mato Grosso, dedicadas à cria, recria e engorda de bovinos. Os rebanhos eram azebuados, com predominância

da raça nelore. Todas as fazendas forneciam suplementos minerais comerciais para os animais. Estes suplementos, no entanto, nem sempre eram nutricionalmente balanceados a ponto de atenderem às carências minerais daquela região. Assim sendo, deficiências minerais eram comuns naquelas fazendas.

As forrageiras mais usadas naquela região são: 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 da região pertencem, em sua grande maioria, à ordem dos Latossolos. São profundos, bem drenados, arenosos e com fertilidade variando entre baixa e média.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os ní-

¹ Aceito para publicação em 3 de março de 1980. Parte da tese apresentada pelo primeiro autor ao "Graduate Council of the University of Florida" como parte dos requerimentos para obtenção do título de "Doctor of Philosophy" (Ph.D.)

² Eng^o Agr^o M.S. Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, (CNPGC) - EMBRAPA, Caixa Postal 154, CEP 79.100 - Campo Grande, MS.

³ Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.

⁴ Soil Science Department, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.

veis de minerais no gado de corte daquela região; verificar as inter-relações entre os níveis de minerais no solo, forrageiras e tecido animal; determinar os níveis de minerais nas espécies forrageiras durante as estações seca e chuvosa e fazer recomendações para suplementação mineral na região estudada, com base nos resultados encontrados.

MATERIAL E MÉTODOS

As seis fazendas estudadas foram: Arrossensal (fazenda 1), localizada no município de Nortelândia; Pecuama (fazenda 2), no município de Arenópolis; Mirassol (fazenda 3), no município de Cáceres; Guaporé (fazenda 4), no município de Mato Grosso; Agrolasa (fazenda 5) a Agrossan (fazenda 6), ambas no município de Diamantino.

As amostras foram colhidas nas épocas chuvosa (janeiro/fevereiro) e seca (julho/agosto). As seis fazendas forneciam aos animais suplementos minerais e comerciais, os quais supriam de 100% dos requerimentos de Cu, durante a estação chuvosa, e de 13,5 a 90%, durante a estação seca (Mendes 1977). 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. O Mo foi extraído do solo com H_2SO_4 0,025 N e HCl 0,05 N e cinco minutos de agitação. A extração do Cu foi feita com HCl 0,1 N e dez minutos de agitação. As análises de Mo e Cu foram feitas

usando-se um espectrofotômetro de absorção atômica equipado com forno de grafite. As análises das forrageiras também foram feitas por absorção atômica, de acordo com Fick et al. (1976). As análises de tecido animal (fígado) foram realizadas e publicadas por Mendes (1977). O delineamento estatístico foi o de parcela subdividida. Os detalhes da metodologia empregada neste trabalho foram publicados por Sousa (1978). As informações sobre Ca e P foram publicadas nesta revista por Sousa et al. (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância referentes ao Cu no solo não mostraram diferenças significativas entre as seis fazendas estudadas. A Tabela 1 mostra as médias de Cu para cada fazenda.

Horowitz & Dantas (1973) relataram que solos normais tinham teores de Cu variando de 2 a 79 ppm nos horizontes superficiais, enquanto os solos com menos de 0,6 ppm são considerados deficientes para culturas e pastagens. Usando-se este critério, apenas os solos da fazenda 1 mostraram teores de Cu normais: 4,4 ppm. A fazenda 2 tinha apenas 0,7 ppm de Cu, sendo praticamente considerada como deficiente pelo critério de Horowitz & Dantas (1973).

TABELA 1. Valores de cobre no solo, nas forrageiras e no fígado de bovinos, médias e desvios-padrões (DP), nas fazendas estudadas.

Fazenda	ppm de Cu no solo			ppm de Cu nas forrageiras			ppm de Cu no fígado		
	Nº*	Média **	DP	Nº*	Média **	DP	Nº*	Média **	DP
1	72	4,4 ^a	± 5,7	76	3,0 ^a	± 2,5	63	201 ^c	± 0,99
2	72	0,7 ^a	± 1,0	72	4,2 ^a	± 2,7	55	299 ^a	± 155
3	36	1,1 ^a	± 1,0	48	2,7 ^a	± 1,6	70	136 ^d	± 065
4	60	1,3 ^a	± 2,2	60	3,5 ^a	± 2,5	60	210 ^{bc}	± 093
5	24	1,9 ^a	± 4,6	52	3,9 ^a	± 2,5	69	260 ^{ab}	± 097
6	48	1,2 ^a	± 0,9	48	4,4 ^a	± 2,4	70	255 ^{ab}	± 092

* Número de observações.

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

witz & Dantas (1973). As demais fazendas apresentaram níveis de Cu variando de 1,1 a 1,9 ppm, abaixo do nível mínimo considerado normal: 2 ppm. O Cu no solo encontra-se normalmente ligado à matéria orgânica, concentrando-se nas camadas superficiais. Chapman Junior & Kidder (1966) relataram que há um decréscimo de cobre solúvel no solo à medida que aumenta o teor de matéria orgânica.

As análises de variância referentes ao Cu nas forrageiras não mostraram diferenças significativas. A Tabela 1 mostra as médias das fazendas estudadas. Segundo o "National Research Council" (1976), as exigências dietéticas mínimas de Cu, para novilhos em crescimento e terminação são de 4 ppm, com níveis dietéticos baixos de molibdênio e enxofre. Os dados mostram que apenas as forrageiras das fazendas 2 e 6 possuem níveis adequados de cobre para bovinos de corte: 4,2 e 4,4 ppm, respectivamente. As outras fazendas mostram níveis médios de cobre deficientes para animais em pastejo. Os baixos valores de cobre nas forrageiras podem ser parcialmente explicados pelos níveis baixos de Cu no solo. Além disso, na fazenda 3, o solo apresentou um pH de 6,5 e, em geral, quando o pH aumenta, a disponibilidade de Cu na solução do solo diminui, produzindo plantas com níveis baixos de Cu. Deve-se considerar, ainda, que as forrageiras da fazenda 3 apresentaram, em média, níveis de Mo considerados tóxicos (Tabela 4) para os animais, e à medida que a concentração de Mo aumenta, há decréscimo na concentração de Cu. Mackay et al. (1966) encontraram que a aplicação de Mo aumentou a deficiência de Cu em cenoura, espinafre e alface. Giordano et al. (1966) obtiveram evidências de que o Cu interfere no mecanismo enzimático responsável pela redução de NO_3^- , em tomateiro. Assim sendo, pode-se supor que os altos níveis de Mo nas forrageiras da fazenda 3 foram parcialmente responsáveis pelos baixos níveis de Cu.

As análises de variância referentes ao Cu no fígado dos animais mostraram diferenças significativas ($P < 0,0001$) entre fazendas (Tabela 1). Underwood (1977) mostrou que níveis normais de Cu no fígado de bovinos variam entre 100 a 400 ppm. O "Committee on Mineral Nutrition" (1973) verificou que menos de 25 ppm de Cu no

fígado, indica alta deficiência. Com base nestas informações, pode-se afirmar que os animais apresentaram níveis adequados de Cu nas seis fazendas estudadas. Os animais da fazenda 3, que consumiam forrageiras com altos níveis de Mo, mostraram níveis normais de cobre: 136 ppm, em média. Uma explicação para este fato é que os animais em todas as seis fazendas estavam recebendo suplementos minerais. Sem esta suplementação de Cu, provavelmente os animais se mostrariam com níveis abaixo do normal, principalmente, na fazenda 3.

A Tabela 2 mostra diferenças significativas ($P < 0,007$) entre as estações seca e chuvosa, para os níveis de Cu no solo. As médias de Cu no solo, durante as estações seca e chuvosa, foram 2,1 e 1,5 ppm, respectivamente. A média mais alta de Cu no solo durante a estação seca pode ser parcialmente explicada pela redução do pH do solo, verificada nesta estação, que proporcionou um aumento da disponibilidade deste mineral na solução do solo. Outra razão poderia ser a grande absorção de Cu pelas plantas durante a época chuvosa, em virtude de um rápido crescimento das forrageiras.

Os dados da Tabela 2, mostram, ainda, as médias de Cu das forrageiras nas estações seca e chuvosa. Embora as diferenças não sejam significativas, há forte tendência para as forrageiras possuírem em média maiores teores de Cu na estação chuvosa, 5,4 ppm, contra apenas 2,5 ppm, na estação seca. Este fato mostra, também, que o Cu é relativamente móvel nas plantas, translocando-se dos tecidos velhos para os novos. Estes resultados concordam com os de Fernandes & Santiago (1972), que encontraram decréscimo de Cu com o aumento da idade das forrageiras.

As análises de variância para Cu no fígado mostraram diferenças significativas ($P < 0,016$) entre a época seca e a chuvosa (Tabela 2). O Cu no fígado foi mais alto durante a época seca, quando as forrageiras apresentavam níveis mais baixos deste elemento. Esse fato vem confirmar que a suplementação de Cu é mais importante durante o período chuvoso, quando as pastagens oferecem energia e proteína em quantidades suficientes para o desenvolvimento produtivo dos animais. Embora falte suporte bibliográfico para esta afirmativa, por não existirem trabalhos a respeito, mesmo a

nível mundial, que confirmem estes dados, a afirmação não pode ser considerada incorreta, pois os dados da Tabela 2 proporcionam base para tal. No período seco, quando há deficiência de energia e de proteína, e os animais estão perdendo peso, o efeito da suplementação mineral é bem menor do que no período chuvoso.

As análises de variância para Cu nas forrageiras mostraram diferenças significativas ($P < 0,0005$) entre as espécies de forrageiras estudadas (Tabela 3). As leguminosas apresentaram as maiores mé-

dias de Cu entre as seis forrageiras estudadas, 9,8 ppm. Entre as gramíneas, os maiores valores foram encontrados no capim-gordura e no capim-colonião, com 4,5 a 4,3 ppm, respectivamente. As gramíneas nativas mostraram os mais baixos valores, com média de 1,7 ppm, sendo consideradas altamente deficientes em Cu, para bovinos de corte.

As análises de variância para Mo no solo mostraram diferenças significativas ($P < 0,0004$) entre as seis fazendas estudadas (Tabela 4). Os

TABELA 2. Valores de cobre no solo, nas forrageiras e no fígado de bovinos, médias e desvios-padrões (DP), em duas estações do ano.

Estação	ppm de Cu no solo			ppm de Cu nas forrageiras			ppm de Cu no fígado		
	Nº*	Média**	DP	Nº*	Média	DP	Nº*	Média**	DP
Seca	192	2,1 ^a ± 3,8		217	2,5 ^a ± 1,3		203	250 ^a ± 124	
Chuvosa	120	1,5 ^b ± 3,0		139	5,4 ^a ± 2,8		192	196 ^b ± 092	

* Número de observações.

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

TABELA 3. Valores de molibdênio e cobre nas espécies forrageiras amostradas, médias e desvios-padrões (DP).

Forrageiras	N*	ppm Mo		ppm Cu	
		Média**	DP	Média**	DP
Colonião	212	2,1 ^a ± 4,2		4,3 ^b ± 2,6	
Jaraguá	92	2,2 ^a ± 3,6		2,2 ^c ± 1,0	
Gordura	23	0,1 ^a ± 0,1		4,5 ^b ± 2,1	
Sempre-verde	5	0,5 ^a ± 0,2		2,9 ^c ± 1,4	
Pasto-nativo	21	0,1 ^a ± 0,1		1,7 ^d ± 0,5	
Leguminosas	3	0,6 ^a ± 0,5		9,8 ^a ± 6,5	

* Número de observações.

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

níveis de Mo extraídos foram relativamente altos, sendo que na fazenda 3, devido ao elevado pH do solo, 6,5, as pastagens apresentaram níveis tóxicos aos animais. Thornton et al. (1972 b) encontraram deficiência subclínica de Cu em vacas que pastavam em solos contendo de 4 a 35 ppm de Mo. A fazenda 5 tinha o mais alto teor de Mo no solo: 24 ppm. As fazendas 1 e 4 apresentaram o valor mais baixo, 16 ppm.

As análises de variância para Mo nas forrageiras mostraram diferença significantes ($P < 0,0001$) entre fazendas (Tabela 4). As exigências nutricionais de Mo para bovinos não são conhecidas. O Mo é mais estudado pelo aspecto tóxico do que pelo aspecto nutricional. A fazenda 3 apresentou a mais alta média, 9,2 ppm de Mo nas forrageiras. As outras fazendas mostraram níveis que variaram de 0,1 a 1,4 ppm. Os altos níveis de Mo da fazenda 3 são suficientes para causar toxidez em bovinos. Thornton et al. (1972b) encontraram toxidez de Mo, quando o solo e as forrageiras mostraram níveis adequados de Cu e o nível de Mo, nas forrageiras, variava de 3 a 20 ppm, enquanto regiões sadias apresentavam menos de 2 ppm. Naquela fazenda, recomenda-se usar sempre suplementos minerais com dosagens altas de Cu (aproximada-

mente 18 ppm), bem como, realizar levantamento completo da região, para que fique delimitada a área com toxidez de Mo.

As análises de variância para Mo no fígado dos animais apresentaram diferenças significantes ($P < 0,0001$) entre fazendas (Tabela 4). Os animais da fazenda 3 apresentaram níveis mais altos de Mo no fígado do que os das outras fazendas. Underwood (1977) relata que bovinos com dietas normais tinham níveis de Mo no fígado variando de 2 a 4 ppm. Thornton et al. (1972a) encontraram que a suplementação de Cu nas áreas ricas em Mo aumentou o ganho de peso de 15 a 35 kg por animal num período de seis meses. Os animais em controle, com poucas exceções, não mostravam sintomas clínicos de deficiência de Cu. Apesar dos altos níveis de Mo encontrados nas forrageiras da fazenda 3, os teores médios de Mo nos fígados dos animais apresentaram-se normais, 3,8 ppm, principalmente, devido ao Cu do suplemento mineral, que era fornecido diariamente aos animais.

As análises de variância para Mo no solo, nas forrageiras e no fígado dos animais não mostraram diferenças significantes entre as estações seca e chuvosa (Tabela 5). As médias das estações seca e chuvosa para solo foram 20 e 18 ppm, respectiva-

TABELA 4. Valores de molibdênio no solo, nas forrageiras e no fígado de bovinos, médias e desvios-padrões (DP), nas fazendas estudadas.

Fazenda	ppm de Mo no solo			ppm de Mo nas forrageiras			ppm de Mo no fígado		
	N*	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
1	72	16 ^b	± 10	76	0,5 ^b	± 0,4	63	2,4 ^{bc}	± 0,5
2	72	19 ^{ab}	± 14	72	0,4 ^b	± 0,2	55	2,4 ^c	± 0,5
3	36	21 ^a	± 18	48	9,2 ^a	± 6,1	66	3,8 ^a	± 0,9
4	60	16 ^b	± 11	60	1,4 ^b	± 1,8	70	2,8 ^b	± 0,6
5	24	24 ^a	± 11	52	0,1 ^b	± 0,2	68	1,5 ^d	± 0,5
6	48	24 ^a	± 13	48	1,4 ^b	± 0,8	69	2,4 ^c	± 0,6

* Número de observações.

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

mente. Para forrageira, obtiveram-se 1,6 ppm, no período seco, e 2,3 ppm, no período chuvoso. As médias de Mo nas amostras de fígado foram 2,5 e 2,7 ppm, nas estações seca e chuvosa, respectivamente. Gavillon & Quadros (1976) mostraram que não há efeito estacional significativo sobre os níveis de Mo nas forrageiras, estando essa afirmação de acordo com os dados da Tabela 5.

A Tabela 3 mostra os níveis de Mo apresentados pelas forrageiras amostradas. O capim-jaraguá e o colômbio mostraram os teores médios mais altos, 2,2 e 2,1 ppm, respectivamente. Por outro lado, os

capins "nativo" e "gordura" apresentaram os níveis mais baixos, 0,1 ppm para ambas as espécies.

A Tabela 6 mostra as correlações do Cu e do Mo no solo, nas forrageiras e no fígado dos animais estudados. Como exemplo, observa-se que quando aumenta a concentração de Cu no animal, diminui a concentração de Mo na dieta, isto é, os dois minerais apresentam uma correlação negativa. No presente caso, essa correlação foi negativa e estatisticamente significativa ($P < 0,013$), e o coeficiente de correlação r foi $-0,402$.

TABELA 5. Valores de molibdênio no solo, nas forrageiras e no fígado de bovinos, médias e desvios-padrões (DP), em duas estações do ano.

Estação	ppm de Mo no solo			ppm de Mo nas forrageiras			ppm de Mo no fígado		
	Nº *	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	192	20 ^a ± 10		217	1,6 ^a ± 3,6		202	2,5 ^a ± 0,8	
Chuvosa	120	18 ^a ± 17		139	2,3 ^a ± 4,0		189	2,7 ^a ± 1,0	

* Número de observações.

TABELA 6. Correlações entre minerais no solo, planta e tecido animal.

	Mo Solo	Mo Forragem	Mo Fígado	Cu Solo	Cu Forragem
Mo Forragem	- 0,087 NS (312)				
Mo Fígado	- 0,211 NS (37)	0,670 ^a 0,001 ^b (37) ^c			
Cu Solo	- 0,037 NS (312)	- 0,076 NS (312)	- 0,014 NS (37)		
Cu Forragem	- 0,008 NS (312)	- 0,041 NS (312)	0,043 NS (37)	- 0,121 0,031 (312)	
Cu Fígado	- 0,151 NS (37)	- 0,402 0,013 (37)	- 0,217 NS (37)	- 0,219 NS (37)	- 0,156 NS (37)

^a Coeficiente de correlação (r); ^b Probabilidade $> |r| / H_0: \rho = 0$;

^c Número de observações; NS = Não significativa ($P > 0,05$)

Outras correlações podem ser vistas na Tabela 6.

CONCLUSÕES

Os níveis médios de Cu no solo foram baixos em cinco fazendas estudadas. Das seis fazendas, duas apresentaram níveis médios adequados de Cu nas forrageiras, e quatro mostraram níveis médios deficientes para bovinos em pastejo. Entretanto, os animais apresentaram, em todas as fazendas, teores médios normais de Cu no fígado, devido à suplementação mineral que recebiam diariamente.

Os teores médios de Cu no solo, na estação seca foram maiores do que na estação chuvosa. Nas forrageiras, os níveis de Cu foram maiores na estação chuvosa, quando as plantas apresentavam-se ainda verdes e novas. Na estação seca a concentração de Cu nas forrageiras decresceu, indicando uma redução da concentração de Cu nas forrageiras, com o aumento da idade das plantas. Embora os animais estivessem recebendo suplementos minerais comerciais, em todas as fazendas, o nível médio de Cu nos fígados foi mais baixo durante a época chuvosa, justamente quando as forrageiras apresentavam níveis mais altos deste elemento, o que sugere maior exigência deste mineral no período chuvoso, quando os animais apresentam maior desenvolvimento produtivo. O nível médio de Cu no fígado foi mais alto durante a época seca, quando as forrageiras apresentavam níveis mais baixos deste elemento, o que sugere maior exigência deste mineral no período chuvoso.

Os teores médios de Mo no solo foram considerados altos. Os níveis médios de Mo nas forrageiras foram normais em cinco fazendas, sendo considerado tóxico o nível médio da fazenda 3. Entretanto, os teores médios de Mo nos fígados dos animais apresentaram-se normais, mesmo na fazenda 3.

REFERÊNCIAS

- CHAPMAN, Junior, H.L. & KIDDER, R.W. Copper and cobalt for beef cattle. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 674, 1966.
- COMMITTEE ON MINERAL NUTRITION. *Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle*. Wageningen, Centre for Agriculture Publishing and Documentation, 1973.
- FERNANDES, N.S. & SANTIAGO, A.M.H. Níveis de cobre em pastagens do Estado de Mato Grosso. *O Biológico*, 35: 358, 1972.
- FICK, K.R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; MCDOWELL, L.R. & HOUSER, R.H. *Methods of mineral analysis for plant and animal tissues*. University of Florida, Gainesville, 1976, 1v.
- GAVILLON, O. & QUADROS, A.T.F. O cobre, o molibdênio e o sulfato inorgânico em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Anuário Téc. Inst. de Pesq. "Francisco Osório"*, Porto Alegre, 3: 423, 1966.
- GIORDANO, P.M.; KOONTZ, H.V. & RUBINS, E.J. C^{14} distribution in photosynthesis of tomato as influenced by substrate copper and molybdenum level and nitrogen sources. *Plant. Soil*. 24: 437, 1966.
- HOROWITZ, A. & DANTAS, H.S. The geochemistry of minor elements in Pernambuco soils. III. Copper in the zone litoral mata. *Pesq. agropec. bras., Ser. Agron.* Rio de Janeiro, 8: 169, 1973.
- MACKAY, D.C.; CHIPMAN, E.W. & GUPTA, U.C. Copper and molybdenum of crops grown on acid sphagnum peak soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30: 755, 1966.
- 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. 236 p. Tese Doutorado.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Washington, EUA. *Nutrient requirements of beef cattle*. 5.ed. Washington, National Academic of Science, 1976. (Nutrient Requirement of Domestic Animals, 4)
- SOUSA, J.C. *Interrelationships among mineral levels in soil forage, and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brazil*. Gainesville, University of Florida, 1978. 277 p. Tese Mestrado.
- _____; CONRAD, J.H.; MCDOWELL, L.R. & BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal, em fazendas de gado de corte no norte de Mato Grosso. 1. Cálcio e fósforo. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 14(4): 387, 1979.
- THORNTON, I.; KERSHAW, G.F. & DAVIES, M.D. An investigation into copper deficiency in cattle in the Southern Pennines. *J. Agric. Sci., Camb.* 78: 165, 1972a.
- _____. An investigation into copper deficiency in cattle in the Southern Pennines. I. Identification of suspect areas using geochemical reconnaissance followed by blood copper surveys. *J. Agric. Sci., Camb.* 78: 157, 1972b.
- UNDERWOOD, E.J. *Trace elements in human and animal nutrition*. 4.ed. Academic Press, New York, 1977.