

TEORES MINERAIS EM PASTAGENS DO RIO GRANDE DO SUL.

II. SÓDIO, ENXOFRE, ZINCO, COBRE, FERRO E MANGANÊS¹

CLÓVIS CLENIO DIESEL SENGER², LUIS MARIA BONNECARRÈRE SANCHEZ³,
MARIA BEATRIZ GONÇALVES PIRES⁴ e JOÃO KAMINSKI⁵

RESUMO - Foram analisadas 33 amostras de solo e 275 amostras de pastagem natural em onze Unidades de Mapeamento de Solo (U.M.) do Rio Grande do Sul, em diferentes estações do ano, objetivando conhecer os teores de minerais, comparando-os com a necessidade dos bovinos. Nos solos, os teores de Na variaram de 20 a 130 ppm, com média de 66,4 ppm, e os de Mn de 14 a 669 ppm com média de 183. Nas pastagens, os teores médios de Na variaram de 0 a 924 ppm, com média de 269 ppm na matéria seca (MS), enquanto os de Mn oscilaram entre 189 e 605 ppm, com média de 364 ppm; os teores médios de S variaram de 0,07 a 0,48%, com média de 0,17% na MS, e os de Zn variaram de 11 a 30 ppm, com média de 20 ppm; a média de Fe foi de 319 ppm, variando de 53 a 1.338 ppm na MS, e a média geral de Cu foi de 11 ppm, com teores médios entre 5 e 16 ppm. Os teores médios de Na e Zn mostraram-se insuficientes para bovinos, em todas as épocas e em várias U.M. de solo, e os de Cu, apenas no verão.

Termos para indexação: minerais, pastagem natural, deficiências de minerais, bovinos, solos.

MINERAL CONTENT OF THE NATURAL RANGE IN THE SOUTHERN BRAZIL.

II. SODIUM, SULFUR, ZINC, COPPER, IRON AND MANGANESE

ABSTRACT - Thirty three soil samples and 275 samples of native pastures were collected from eleven different soil classes in Rio Grande do Sul, Brazil, in different year seasons, to determine the levels of different minerals and compare them to beef cattle requirements. Soil levels of Na ranged from 20 to 130 ppm, with 66.4 ppm on average, and Mn levels ranged from 14 to 669 ppm with 183 on average. In the pastures, the levels of Na ranged from zero to 924 ppm, with average of 269 ppm in the dry matter (DM), while those of Mn ranged from 189 to 605 ppm with average of 364 ppm. The S values ranged from 0.07 to 0.48% with an average of 0.17% in DM, while those of Zn varied from 11 to 30 ppm with an average of 20 ppm. Fe levels varied from 53 to 1338 ppm with an average of 319 ppm. The average of Cu was 11 ppm, ranging from 5 to 16 ppm. The levels of Na and Zn were deficient for cattle in all seasons in most of the soil types, while Cu was only deficient in Summer.

Index terms: beef cattle, native pastures, mineral, mineral deficiency, soils.

INTRODUÇÃO

Embora constituam apenas 4 a 5% do peso corporal de um animal vertebrado, os minerais desempenham um papel fundamental no seu metabolismo geral. Os ruminantes em pastejo frequentemente estão sujeitos a severas deficiências dietéticas de minerais (Hidiroglou, 1979). Por isso, o conhecimento da constituição em minerais das pastagens naturais reveste-se de grande importância, especialmente em regiões de criação extensiva, nas quais o principal componente dietético dos animais são as pastagens naturais.

¹ Aceito para publicação em 14 de agosto de 1996.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Maria, pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia. Projeto financiado pela FAPERGS.

² Eng. Agr., Dep. de Zootecnia, UFSM, CEP 97119-900 Santa Maria, RS.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Zootecnia, UFSM.

⁴ Zootecnista, M.Sc., Prof. Assistente, Dep. de Zootecnia, UFSM.

⁵ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Solos, UFSM.

No Brasil, os problemas relacionados aos desbalanços minerais (deficiências ou excesso) nas pastagens envolvem tanto os macroelementos quanto os microelementos minerais. Lopes et al. (1980) relataram carências de Zn e Cu em pastagens no interior de Goiás. Em São Paulo, Gallo et al. (1974), analisando amostras de forrageiras provenientes de diversos municípios, observaram teores de Na, Zn, S e Cu abaixo das exigências dos bovinos. Por outro lado, os minerais Fe e Mn encontravam-se acima das exigências nutricionais.

Gavillon & Quadros (1966) observaram teores tóxicos de Cu nas pastagens naturais de alguns municípios do Rio Grande do Sul, especialmente onde os teores de Mo são muito baixos. Estes mesmos autores (Gavillon & Quadros, 1973), analisando amostras de pastagem natural provenientes de vários municípios do Rio Grande do Sul, constataram teores de Fe e Mn acima das exigências dos animais.

Também no Rio Grande do Sul, Agostini (1976) relatou teores muito baixos de sódio no solo e nas forrageiras naturais das regiões fisiográficas da Depressão Central e Campanha. Cavalheiro & Trindade (1987) descrevem, além do Na, também o Zn entre os teores insuficientes nas pastagens naturais para suprir as necessidades dos animais em pastoreio. Além disso, minerais como Cu e S são encontrados em algumas regiões no limite da deficiência.

Este trabalho teve como objetivo diagnosticar possíveis desbalanços dos teores de Na, S, Zn, Cu, Fe e Mn nas pastagens naturais e nos solos do Rio Grande do Sul, bem como compará-los às exigências nutricionais de diferentes categorias animais, a fim de estabelecer a necessidade ou não de sua suplementação.

MATERIAL E MÉTODOS

O método empregado para a coleta das amostras está descrito em Senger et al. (1996). Como exceção, variou-se o método de extração dos minerais das pastagens, para a qual foram utilizados os ácidos nítrico e perclórico em 1,0 g de amostra. A leitura de Na foi realizada em fotômetro de chama, a de S em fotolorímetro, e as de Zn, Fe, Cu e Mn, em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo o método descrito por Tedesco et al. (1985), o mesmo

acontecendo quanto à extração e leitura de Mn no solo. O delineamento experimental utilizado foi o de parcela subdividida, com onze repetições, sendo as parcelas as unidades de mapeamento de solo (U.M.), e as subparcelas, as épocas do ano. Para a interpretação dos resultados, foi feita a análise da variância, teste de Tukey para comparação entre as médias e análise de correlação entre os teores de minerais nos solos e nas pastagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de um longo período seco, na primavera de 1989 e anterior a esta, motivou a repetição da coleta das amostras de pastagem na primavera de 1990. As precipitações pluviárias ocorridas nas regiões estudadas foram, em média, 29% inferiores no ano de 1989 em relação às médias normais destas regiões.

Os valores médios de pH, Mn e Na nos solos das onze U.M. estudadas, são mostrados na Tabela 1. Comparados aos dados da Comissão de fertilidade do Solo - RS/SC (1989) -, os níveis de pH ficaram compreendidos entre a faixa considerada muito baixa ($\leq 5,0$) e a considerada alta ($>6,0$). É sabido que a maioria das culturas, inclusive as pastagens, atin-

TABELA 1. Valores médios¹ de pH, Mn e Na no solo das diferentes unidades de mapeamento de solo. Amostras colhidas na primavera de 1989².

Unidade de mapeamento	pH	Manganês (ppm)	Sódio (ppm)
Aceguá	5,28	156 c	66,7 bc
Bagé	4,71	36 d	56,7 bcd
Bexigoso	4,75	23 d	66,7 bc
Cruz Alta	4,90	145 c	46,7 cd
Júlio de Castilhos	4,76	102 cd	46,7 cd
Pedregal 1	6,01	331 b	80,0 b
Pedregal 2	6,17	353 b	63,3 bc
Ponche Verde	5,32	72 cd	126,7 a
Santa Maria	4,83	23 d	63,3 bc
São Borja	5,81	680 a	30,0 d
São Gabriel	5,22	89 cd	83,3 b

¹ Médias de 3 subamostras de cada solo.

² Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$)

gem seu melhor ponto de desenvolvimento com níveis de pH ao redor de 6,0.

Os valores médios dos teores de Mn nos solos variaram entre 23 e 680 ppm, com média geral de 183 ppm. Agostini (1976) relatou valores médios de Mn que variaram de 12 a 82 ppm nos solos do RS.

Os teores médios de Na no solo variaram de 30 a 126,7 com média de 66,3 ppm. Valores semelhantes foram encontrados por Alves (1976), o qual observou teores que variaram de traços do elemento até 137 ppm em 10 U.M. do Estado.

Os teores médios de Na nas pastagens variaram de zero a 924 ppm na MS, com média de 269 ppm, em 273 observações (Tabela 2). Observa-se que 94,5% das amostras ficaram abaixo das necessidades mínimas de 800 ppm de Na prescritos pelo National Research Council (1984) em todas as categorias de bovinos de corte. Não foram observadas diferenças significativas ($P \geq 0,05$) entre as diferentes épocas do ano.

Valores inferiores a 800 ppm de Na na MS também foram relatados por Alves (1976) no tocante a pastagens naturais oriundas de diferentes solos do Estado, no outono e inverno, e por Agostini (1976) nos mesmos locais, na primavera e verão. Cavalheiro & Trindade (1987) igualmente encontraram valores médios de Na que variaram de 300 a 500 ppm na MS, nas pastagens naturais do Estado, nas diferentes épocas do ano.

Os teores médios de S nas pastagens, nas diferentes épocas e solos, estão descritos na Tabela 3. Nas 273 amostras analisadas, a média dos teores deste elemento foi de 0,17%, com valores médios que oscilaram entre 0,07 e 0,48% na MS. Pela Tabela 3, constata-se que 91% dos valores médios das amostras suprem as necessidades de 0,10% de S na MS, prescritas pelo National Research Council (1984) com relação a bovinos de corte.

Se levarmos em consideração a faixa recomendada pelo National Research Council (1984), que varia de 0,08 a 0,15% no tocante a bovinos de corte, somente as U.M. Cruz Alta e São Gabriel, no outono, poderão ser deficientes no que diz respeito a categorias animais menos exigentes, já que nessas ocorrem valores inferiores a 0,08% de S na MS. Por

outro lado, os teores de S poderão ser insuficientes para categorias com maior potencial produtivo nas U.M. Cruz Alta, Júlio de Castilhos, Pedregal 1, Ponche Verde, Santa Maria, São Borja e São Gabriel, já que nestas aparecem valores inferiores a 0,15% na MS. Cavalheiro & Trindade (1987) observaram valores médios que variaram de 0,08 a 0,10% de S na MS das pastagens no Estado nas diferentes épocas do ano.

A concentração média dos teores de Zn variou de 11 a 30 ppm na MS em 273 amostras, com média de 20 ppm (Tabela 4). Underwood (1966) afirma que a variabilidade dos teores deste elemento nas pastagens é reflexo de diferenças entre espécies de plantas, e do estágio de maturação em que essas plantas foram colhidas.

Pela Tabela 4, observa-se que 98,2% dos valores médios das amostras analisadas encontram-se abaixo do teor mínimo de 30 ppm de Zn na MS, recomendado para bovinos de corte pelo National Research Council (1984). Os valores de Zn encontrados neste trabalho são semelhantes aos relatados por Cavalheiro & Trindade (1987), que também citam teores inferiores a 30 ppm na MS das pastagens naturais do Estado. De forma semelhante, Lopes et al. (1980) descreveram teores inferiores a 30 ppm em todas as amostras de forragens coletadas em cinco municípios do interior de Goiás.

Berreta et al. (1990), no Uruguai, obtiveram valores médios de Zn abaixo de 35 ppm em espécies forrageiras nativas, tanto estivais como hibernais, com exceção de uma única espécie (*Briza subaristata*), que em um período apresentou teor superior a 40 ppm.

Os teores médios de Cu nas pastagens naturais, por época e por unidade de mapeamento, são mostradas na Tabela 5. A análise de 273 amostras apresentou uma média de 11 ppm na MS, com uma variação nos valores médios de 5 a 16 ppm. Verifica-se que 23,6% dos teores médios apresentados são inferiores a 8 ppm, valor este recomendado pelo National Research Council (1984) como adequado, em média, na MS para bovinos de corte. Os teores mais baixos de Cu ocorrem no verão, o que, associado aos teores mais altos de S deste período (Tabela 3), poderá ocasionar deficiências de Cu especialmente nas U.M. Bexigoso e Ponche Verde, considerando-se

TABELA 2. Valores médios¹ de Na (ppm) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes Unidades de Mapeamento de Solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
	1989	1990	1990	1990	1990	
Aceguá	384	156	360	564	192	331 cd
Bagé	624	444	444	720	852	617 a
Bexigoso	492	924	528	540	252	547 ab
Cruz Alta	12	36	12	24	00	17 e
Júlio de Castilhos	36	12	60	60	60	46 e
Pedregal 1	312	168	264	240	300	257 d
Pedregal 2	72	60	84	120	96	86 e
Ponche Verde	576	180	444	516	408	425 bc
Santa Maria	816	648	405	372	276	507 ab
São Borja	60	24	24	48	48	41 e
São Gabriel	96	60	75	120	108	92 e
Médias	316 a	246 a	246 a	302 a	236 a	269

¹ Valores médios de 5 repetições.

² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).

TABELA 3. Valores médios¹ de S (%) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes unidades de mapeamento de solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
	1989	1990	1990	1990	1990	
Aceguá	0,20	0,21	0,16	0,19	0,21	0,19 ab
Bagé	0,15	0,22	0,16	0,18	0,22	0,19 b
Bexigoso	0,15	0,32	0,17	0,20	0,21	0,21 ab
Cruz Alta	0,13	0,23	0,07	0,08	0,17	0,14 cd
Júlio de Castilhos	0,19	0,24	0,11	0,14	0,20	0,18 bc
Pedregal 1	0,13	0,19	0,08	0,10	0,14	0,13 d
Pedregal 2	0,19	0,23	0,16	0,15	0,22	0,19 ab
Ponche Verde	0,14	0,48	0,18	0,19	0,17	0,23 a
Santa Maria	0,16	0,19	0,11	0,12	0,19	0,15 bcd
São Borja	0,12	0,19	0,10	0,13	0,14	0,14 cd
São Gabriel	0,13	0,20	0,07	0,08	0,14	0,12 d
Médias	0,15 c	0,23 a	0,13 c	0,14 c	0,18 b	0,17

¹ Valores médios de 5 repetições.

² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).

TABELA 4. Valores médios¹ de Zn (ppm) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes unidades de mapeamento de solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
	1989	1990	1990	1990	1990	
Aceguá	23	20	24	23	26	23 ab
Bagé	20	15	16	25	20	19 bc
Bexigoso	18	13	20	27	19	20 bc
Cruz Alta	17	12	11	12	13	14 d
Júlio de Castilhos	26	22	27	28	26	26 a
Pedregal 1	19	20	17	17	19	18 c
Pedregal 2	27	21	29	23	25	25 a
Ponche Verde	19	14	18	23	18	19 c
Santa Maria	22	15	16	19	16	18 cd
São Borja	30	14	16	23	20	21 bc
São Gabriel	17	11	13	14	12	14 d
Médias	22 a	16 c	19,2 b	22 a	19,5 ab	20

¹ Valores médios de 5 repetições.² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).**TABELA 5.** Valores médios¹ de Cu (ppm) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes unidades de mapeamento de solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
	1989	1990	1990	1990	1990	
Aceguá	16	5	14	12	8	11 ab
Bagé	13	6	11	10	10	10 ab
Bexigoso	15	5	13	12	8	11 ab
Cruz Alta	15	6	11	12	7	10 ab
Júlio de Castilhos	16	7	13	8	9	11 ab
Pedregal 1	13	8	12	8	10	10 ab
Pedregal 2	15	8	13	12	10	12 a
Ponche Verde	14	5	14	14	7	11 ab
Santa Maria	16	5	12	13	7	10 ab
São Borja	15	5	12	13	11	11 ab
São Gabriel	13	5	13	8	6	9 b
Médias	15 a	6 d	13 b	11 b	9 c	11

¹ Valores médios de 5 repetições.² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).

que os coeficientes de absorção de Cu são negativamente influenciados pelo aumento dos teores dietéticos de S e Mo, segundo Suttle & McLaughlan (1976), citados no Agricultural Research Council (1980).

Gavillon & Quadros (1966), analisando amostras de pastagens naturais de vários municípios do Rio Grande do Sul, encontraram valores que variaram de 4,7 a 10,7 ppm, com média de 7,2 ppm na MS. Cavalheiro & Trindade (1987) também relataram valores médios similares de Cu nas pastagens naturais do Estado, variando, entretanto, a amplitude, que foi maior especialmente na primavera (2-35 ppm) e no inverno (2-30 ppm).

Os teores médios de Fe nas 273 amostras analisadas, os quais variaram de 53 até 1.338 ppm, com média de 319 ppm na MS, são apresentados na Tabela 6. Observa-se que 100% dos valores encontrados são superiores ao mínimo de 50 ppm, recomendado pelo National Research Council (1984) para bovinos de corte. Estes valores estão de acordo com a afirmação de Underwood (1966), segundo o qual o conteúdo desse elemento nas plantas forrageiras é muito variável, dependendo das diferenças entre espécies, e dependendo, também, dos diferentes tipos de solos, sendo, estes valores, invariavelmente,

muito superiores aos requerimentos concebidos para animais.

Nas amostras provenientes da U.M. São Borja na primavera/89 e inverno/90, observaram-se valores superiores a 1.000 ppm, recomendados como limite máximo para bovinos de corte pelo National Research Council (1984). Valores similares de Fe, especialmente no verão, foram descritos por Gavillon & Quadros (1973), ao analisarem 154 amostras de pastagem natural oriundas de 57 municípios do Estado. Os autores observaram que na primavera a maior concentração das amostras estaria situada na faixa de 100 a 300 ppm, com média de 289 ppm, e no verão a maior frequência situou-se entre 100 e 200 ppm, com média de 197 ppm.

De forma semelhante ao presente trabalho, Trindade & Cavalheiro (1990), ao analisarem amostras de pastagem natural proveniente de 25 U.M. no Estado, encontraram, em todas elas, valores superiores ao requerimento mínimo de 50 ppm.

Quanto ao Mn, foram encontrados teores médios que variaram de 189 a 605 ppm, com média de 364 ppm na MS, valores estes bem superiores a 40 ppm, indicado pelo National Research Council (1984) como necessidade mínima de bovinos de corte (Tabela 7). Por outro lado, nenhuma das amos-

TABELA 6. Valores médios¹ de Fe (ppm) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes unidades de mapeamento de solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera 1989	Verão 1990	Outono 1990	Inverno 1990	Primavera 1990	
Aceguá	303	231	343	299	70	249 cd
Bagé	215	76	152	239	105	157 d
Bexigoso	187	88	207	299	53	167 d
Cruz Alta	370	229	463	725	116	380 bc
Júlio de Castilhos	371	228	567	565	189	384 bc
Pedregal 1	655	392	396	329	225	399 b
Pedregal 2	277	61	236	347	439	272 bcd
Ponche Verde	271	162	264	369	110	235 d
Santa Maria	292	135	288	503	102	263 bcd
São Borja	1338	202	727	1293	369	786 a
São Gabriel	291	84	214	326	129	208 d
Médias	415 ab	171 c	354 b	481 a	173 c	319

¹ Valores médios de 5 repetições.

² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).

TABELA 7. Valores médios¹ de Mn (ppm) na matéria seca das pastagens naturais em diferentes unidades de mapeamento de solos e épocas do ano no Rio Grande do Sul².

Unidade de mapeamento	Época					Média
	Primavera 1989	Verão 1990	Outono 1990	Inverno 1990	Primavera 1990	
Aceguá	297	263	394	462	341	352 bcd
Bagé	449	458	401	526	416	450 a
Bexigoso	268	222	451	605	280	365 bc
Cruz Alta	288	315	284	375	341	320 cd
Júlio de Castilhos	429	343	470	489	431	432 a
Pedregal 1	244	229	355	361	318	301 d
Pedregal 2	345	258	516	449	308	375 b
Ponche Verde	339	304	249	470	240	321 cd
Santa Maria	428	317	442	576	476	448 a
São Borja	469	292	453	501	290	401 ab
São Gabriel	247	243	189	260	217	233 e
Médias	346 c	295 d	385 b	461 a	333 c	364

¹ Valores médios de 5 repetições.

² Médias com letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem entre si ($P \geq 0,05$).

tras atingiu o nível máximo tolerável de 1.000 ppm, prescrito pelo National Research Council (1984) para bovinos de corte. Georgievskii et al. (1979) demonstraram, entretanto, que teores acima de 250 ppm de Mn na dieta provocam um efeito adverso no crescimento de cordeiros; estes teores são observados em quase todas as U.M., em todas as épocas do ano. Gavillon & Quadros (1973) encontraram teores médios de 366 ppm de Mn na primavera, e 168 ppm no verão, nas pastagens naturais coletadas em várias regiões do Estado. Agostini (1976), analisando pastagens naturais da região da Campanha e da Depressão Central do Rio Grande do Sul, relatou valores de 376 e 351 ppm, respectivamente, na primavera e verão. Valores superiores a 200 ppm em todas as épocas do ano também foram descritos por Trindade & Cavalheiro (1990) nas pastagens naturais provenientes de 25 U.M. de solo do Estado.

CONCLUSÕES

1. Sódio e zinco nas pastagens mostram-se deficientes para bovinos de corte, em todas as épocas do ano e em quase todas as unidades de mapeamento.

2. O requerimento mínimo de S para bovinos de corte é, na maioria dos casos, suprido pelo teor deste elemento encontrado nas pastagens.

3. Os teores de Mn e Fe nas pastagens são suficientes para atender os requerimentos de bovinos de corte.

4. As formulações minerais devem apresentar equilíbrio entre os níveis de S e Cu, especialmente no verão e nas unidades de mapeamento que apresentam teores de Cu insuficientes.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, J.A.E. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais em solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 1976. 80p. Tese de Mestrado.
- ALVES, R.T. Concentração de macronutrientes no outono e inverno nas pastagens nativas desenvolvidas em diferentes solos da Depressão Central e Campanha, RS. Santa Maria: UFSM, 1976. 68p. Tese de Mestrado.

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. p.183-266.
- BERRETA, E.J.; FORMOSO, D.; CARBAJAL, C.M.; FERNÁNDEZ, Z.J.; GABACHUTO, J.R. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CAMPO NATURAL, 2. Anais... Tacuarembó, Uruguay: Hemisfério Sur, 1990. p.49-62.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Noções básicas para suplementação mineral de bovinos e ovinos em pastejo.** Porto Alegre: IPZFO, 1987. 32p. (Boletim técnico, 15).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (Passo Fundo, RS). **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo, 1989. 100p.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B. de; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v.31, n.1, p.115-137, 1974.
- GAVILLON, O.; QUADROS, A.T.F. Levantamento da composição mineral das pastagens nativas do Rio Grande do Sul: o cobre, o cobalto e o molibdênio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo. Anais... São Paulo: Departamento da Produção Animal, 1966. 2v., v.1, p.709-712.
- GAVILLON, O.; QUADROS, A.T. O ferro e o manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Série Zootecnia**, v.8, p.47-54, 1973.
- GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. **Mineral nutrition of animals (studies in the agricultural and food sciences).** Moscow: Kolos, 1979.
- HIDIROGLOU, M. Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review. **Journal of Dairy Science**, v.62 p.1195-1206, 1979.
- LOPES, H.O. da S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C. de P.; MARTINS JUNIOR, W. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.32, n.2, p.151-159, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 6. ed. rev. Washington, DC: National Academy of Sciences / National Research Council, 1984. (Nutrient requirements of domestic animals, 4).
- SENGER, C.C.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G.; KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p.897-904, 1996.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 1985. (Boletim técnico, 5).
- TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A.C.L. Concentrações de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.1, p.44-57, 1990.
- UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock.** Aberdeen, Scotland: FAO/CAB, 1966. 237p.