

# DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM BOVINOS DE RORAIMA, BRASIL.

## III. CÁLCIO E FÓSFORO<sup>1</sup>

JULIO CÉSAR DE SOUSA<sup>2</sup>, ELI M. GONÇALVES<sup>3</sup>, JOSÉ DE ALENCAR C. VIANA<sup>4</sup>  
e GILFREDO DARSIE<sup>5</sup>

**RESUMO** - Foi realizado um estudo das deficiências minerais em bovinos de seis regiões localizadas na parte nordeste do Território Federal de Roraima, tendo sido amostrados os solos, as forrageiras e tecido animal (sangue e osso) nas épocas seca e chuvosa. Foi encontrada deficiência de Ca no solo e nas forrageiras em cinco regiões. Os níveis de Ca plasmáticos foram normais em todas as seis regiões estudadas, em ambas as épocas do ano e nas duas categorias de animais estudadas (vaca em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos). As percentagens de cinza no osso da costela das vacas foram baixas em quatro regiões. Os teores de Ca na cinza óssea das vacas apresentaram-se próximos ao limite da deficiência em três regiões (35,7%, 36,4% e 36,5%) e deficientes nas outras (30,6%, 31,6% e 33,4%). Os bovinos jovens apresentaram percentuais de cinza óssea considerados deficientes em todas as regiões. Os teores de P nos solos foram baixos, variando de 2,1 ppm a 4,3 ppm entre as regiões. Os níveis de P nas forrageiras foram deficientes em cinco regiões. Os níveis de P plasmáticos foram baixos em praticamente todas as regiões; apenas em duas poderiam ser considerados normais nos bovinos jovens. Os teores de P na cinza óssea dos animais foram deficientes, variando de 9,9% a 14,2% nas vacas em lactação e de 9,2% a 12,7% nos bovinos jovens, sendo, em ambas as categorias, menores durante a época chuvosa.

Termos para indexação: gado de corte, época chuvosa, osso, plasma, forrageira, solo.

## MINERAL DEFICIENCY IN CATTLE OF RORAIMA, BRAZIL. III. CALCIUM AND PHOSPHORUS

**ABSTRACT** - A study about mineral deficiency in cattle was conducted in six regions of northeast Roraima federal territory, Brazil, by examining soil, forage and animal tissue (blood and bone) during the dry and wet seasons. The levels of Ca in soil and forage were deficient in five regions. Plasma Ca was normal in (lactation cows and yearlings) all the six regions for the two seasons. Bone ash percentage of cows was low in four regions. Cows were slightly deficient in bone ash Ca in three regions (35.7%, 36.4% and 36.5%) and deficient in the other three (30.6%, 31.6% and 33.4%). Bone ash percentage in yearlings was deficient in all six regions. Soil P levels ranged from 2.1 ppm to 4.3 ppm among the regions. Forage P levels were deficient in five regions. Plasma P levels were low in almost all regions, but in two, they were normal for the yearlings. Bone ash P levels were deficient and ranged from 9.9% to 14.2% in the cows and 9.2% to 12.7% in yearlings. In both cows and yearlings, P was lower during the wet season.

Index terms: beef cattle, dry season, wet season, bone, plasma, forage, soil, yearlings.

## INTRODUÇÃO

A deficiência de P em bovinos de corte em pastejo no Brasil tem sido constantemente detectada,

em virtude dos baixos níveis deste elemento nas forrageiras decorrentes de sua pobreza nos solos. A deficiência de Ca, por outro lado, é pouco citada, sendo que os solos brasileiros, geralmente, apresentam teores adequados do elemento e as forrageiras mostram níveis suficientes para suprir os requisitos dos bovinos de corte.

O Ca e o P estão bastante interrelacionados no metabolismo animal, sendo de grande importância para a formação dos órgãos estruturais, e participam de importantes reações bioquímicas no organismo, seja diretamente ou como componentes essenciais de sistemas enzimáticos. O P é essencial para a armazenagem e metabolismo da energia corporal, via compostos, como o ATP e fosfato de

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12 de setembro de 1986.

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

<sup>3</sup> Méd. - Vet., M.Sc., Empresa de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (EMPAER), Caixa Postal 472, CEP 79100 Campo Grande, MS.

<sup>4</sup> Méd. - Vet., M.Sc., Dep. de Zoot., Esc. de Vet. da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Caixa Postal 567, CEP 30000, Belo Horizonte, MG.

<sup>5</sup> Méd. - Vet., Dep. de Prod. Animal, Sec. Agric. do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 11003, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

creatina, pois em quase todas as formas de intercâmbio energético, a nível celular, ocorre a formação ou ruptura de ligações ricas em energia (Underwood 1981). O Ca participa no processo de coagulação sanguínea e na atividade neuromuscular, dentre outras importantes funções.

Solos extremamente deficientes em Ca e P, com médias 0,25 meq/100 g e 0,4 ppm, respectivamente, foram encontrados por Lopes (1983), em áreas de cerrado de Minas Gerais e Goiás. Deficiências de P nas forrageiras, associadas à sua deficiência no solo, foram diagnosticadas por Agostini & Kaminski (1976) no Rio Grande do Sul, Sousa (1978) no norte de Mato Grosso, Camargo et al. (1980) em empresas agropecuárias da Amazônia legal e Sousa et al. (1983) na região sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Deficiências de Ca no solo, porém teores adequados nas forrageiras, foram encontrados por Camargo et al. (1980) e Sousa et al. (1983). Níveis deficientes de P na cinza óssea de bovinos foram encontrados por Sousa (1978), Sousa et al. (1983) e Sousa et al. (1985). Deficiência de Ca na cinza óssea (28,4%) e de P no soro sanguíneo e na cinza óssea (3,7 mg% e 10,1%, respectivamente), foram encontrados por Brum et al. (1980) no Pantanal Mato-grossense em bovinos consumindo forrageiras deficientes nestes elementos. Lopes et al. (1980) encontraram níveis baixos de cinzas ósseas (52,7% a 57,5%) em bovinos consumindo forrageiras deficientes em P. Também Sousa et al. (1985) encontraram baixas porcentagens de cinza nos ossos, refletindo inadequada mineralização óssea.

No Território Federal de Roraima não têm sido feitas pesquisas para determinar o estado da nutrição mineral dos bovinos, apesar de a bovinicultura de corte ser a atividade sócio-econômica mais importante. O rebanho é composto de animais azebuados de baixo padrão zootécnico, criados extensivamente em pastagens predominantemente nativas, sendo ainda recente e pouco significativa a introdução de gramíneas melhoradas. A suplementação mineral do rebanho é uma prática ainda incipiente.

O presente estudo teve por objetivos: a) mapear as deficiências minerais de Ca e P em seis regiões do nordeste do Território Federal de Roraima; b)

determinar as interrelações dos níveis destes minerais no solo, nas forrageiras e no tecido animal; c) comparar os níveis destes minerais nas espécies forrageiras; d) verificar as variações estacionais dos níveis destes minerais no solo, nas forrageiras e no tecido animal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado coletando-se amostras do solo, das forrageiras e do tecido animal (sangue e osso), durante as épocas seca (outubro/abril) e chuvosa (maio/setembro) do ano de 1980, em uma ou duas fazendas das seis seguintes regiões do Território Federal de Roraima (Fig. 1): Amajari (Fazenda Pernambuco), Mucajaí (Fazendas Sossego e Santa Júlia), Caumé (Fazenda Aningal), Serra da Lua (Fazenda Verdum), Normandie (Fazenda Caracaranã) e Surrão (Fazenda São Joaquim). As regiões foram selecionadas levando-se em conta a concentração bovina, o histórico de possíveis deficiências minerais, e as fazendas, de acordo com a sua representatividade dentro da região, a receptividade do proprietário e a existência de número suficiente de animais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida. A parcela foi representada por fazenda ou região, a sub-parcela, por época, e a sub-subparcela, por espécie forrageira.

Em cada fazenda foram coletadas amostras das espécies forrageiras em 20 locais representativos, onde os animais estavam em pastejo por mais de três meses. Procurou-se coletar amostras que fossem ao máximo representativas daquilo que os animais estavam consumindo, através da imitação de seus hábitos de pastejo. Para tanto, foram colhidas apenas as partes das plantas ingeridas preferencialmente pelos bovinos. As espécies forrageiras foram colhidas separadamente, sendo que cada amostra foi formada, no mínimo, por dez subamostras da mesma espécie. Em algumas fazendas, na época seca, por ocasião da coleta de forrageiras, as pastagens haviam sido queimadas e a amostragem foi feita também nestas áreas rebrotadas. Em cada local e ao mesmo tempo, foram retiradas dez subamostras de solo para formar uma amostra, em ambas as épocas do ano. Também nas mesmas épocas foram coletadas amostras de sangue e de osso de vacas em lactação bovinos jovens de 1 a 2 anos de idade. As amostras de osso foram coletadas através de biópsia na décima segunda costela, segundo técnica descrita por Little (1972).

No solo, o P foi extraído com Mehlich ( $H_2SO_4$  0,025 N e HCl 0,05 N) e agitação moderada durante cinco minutos, e o Ca foi extraído com KCl 1 N. As forrageiras, ossos e sangue foram processados seguindo a metodologia descrita por Fick et al. (1980). No solo, nas forrageiras, no sangue e nos ossos, o P foi analisado pelo processo colorimétrico, e o Ca, por espectrofotometria de absorção atômica (Perkin Elmer 306).

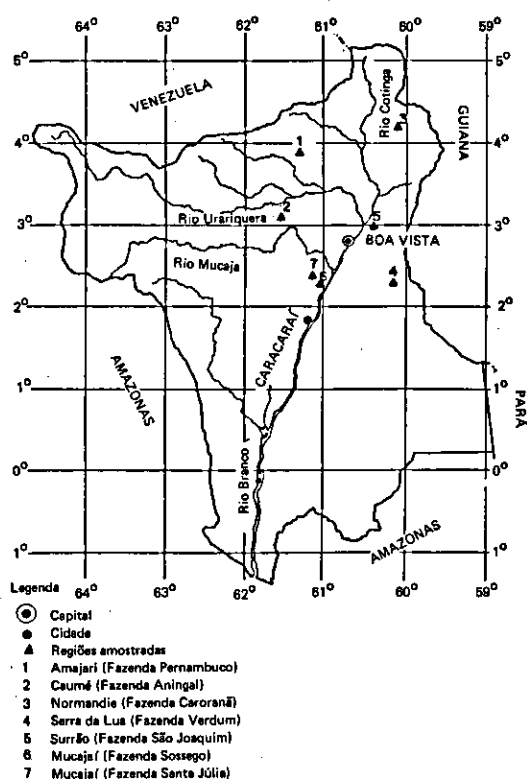


FIG. 1. Mapa do Território Federal de Roraima (Brasil) mostrando as regiões e as fazendas estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variação de Ca e P no solo, por regiões

Os valores médios de Ca e P no solo diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as regiões estudadas (Tabela 1). A interação região x época foi estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) para Ca e P no solo. A Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978) considera como baixos em Ca trocável os solos com teores inferiores a 1,5 meq/100 g de solo. Os níveis médios de Ca trocável nos solos de Roraima variaram de 0,125 a 1,845 meq/100 g; apenas a região do Surrão mostrou teor média superior a 1,5 meq/100 g. As outras regiões, com níveis inferiores a 1,0 meq/100 g, mostraram-se deficientes e extremamente deficientes no elemento, principalmente as regiões de Amajari, com 0,200 meq/100 g, e Normandie, com 0,125 meq/100 g, o menor teor médio encontrado. Sousa et

al. (1983) encontraram teor médio de 0,48 meq/100 g em solos do tipo latossolo, no sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul, porém a concentração do elemento foi adequada no capim-colonião cultivado nestes solos. O pH do solo das regiões variou de 4,4 a 5,6, e o Al trocável, de 0,116 a 1,518 meq/100 g. Segundo Kalpagé (1974) os solos ácidos bem lixiviados dos trópicos úmidos, tais como os latossolos, são geralmente pobres em Ca trocável. Os níveis médios de P disponível no solo variaram de 2,1 ppm a 4,3 ppm entre as regiões (Tabela 1), indicando deficiência extrema do elemento, de acordo com o Programa Integrado de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (1972), que citou como baixos em P os solos com menos de 10,0 ppm; médio, com 11,0 ppm a 30,0 ppm; e alto, com mais de 30,0 ppm. A Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978) considerou como níveis críticos 5 ppm de P em solos argilosos e 10 ppm em solos de textura média a arenosa. Os solos das regiões estudadas em Roraima são predominantemente do tipo latossolo com textura arenosa. Níveis deficientes de P no solo são constantemente citados por diversos pesquisadores nas condições brasileiras, associados à deficiência do elemento nas forrageiras e nos bovinos em pastejo nestas áreas. A composição química do solo, pH, matéria orgânica, argila, umidade, temperatura e aeração, são fatores que influenciam a disponibilidade de P (Reid & Horvath 1980). Nos solos ácidos, os fosfatos reagem com Al e Fe solúveis, formando novos compostos de fosfatos com baixa solubilidade, diminuindo a disponibilidade de P para as plantas.

### Variação de Ca e P nas forrageiras, por região

As diferenças nos teores médios de Ca e P nas forrageiras foram estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre as regiões estudadas (Tabela 1). O National Research Council (1976) recomenda 0,18% de Ca e de P na matéria seca consumida como nível mínimo para manutenção de bovinos de corte em crescimento e terminação. Para vacas de corte em lactação, com capacidade de produção de 5,0 l de leite por dia, os requisitos de Ca e P são de 0,25% a 0,29% na matéria seca consumida, respectivamente (National Research Council 1976). Segundo este critério, as forrageiras apresentaram

teor médio de Ca adequado para suprir os requisitos de todas as categorias de bovinos de corte apenas na região de Mucajaí, com 0,401%, enquanto na região do Surrão o teor médio de 0,193% de Ca encontrado mostra-se suficiente para atender aos requisitos mínimos de bovinos de corte em crescimento e terminação, porém insuficientes para vacas de corte em lactação. As outras regiões apresentaram teores médios insuficientes para atender aos requisitos mínimos de bovinos de corte; a mais baixa média encontrada na região de Normandie foi de 0,106%.

As concentrações médias de P nas forrageiras variaram de 0,041% a 0,180%; apenas a região de Surrão, com este último valor, mostrou teor médio adequado para suprir os requisitos mínimos dos bovinos de corte em crescimento e terminação, porém inadequado para vacas de corte em lactação. Nas outras regiões, os teores médios de P não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre si, variando de 0,041%, na região de Amajari, a 0,078% na região de Mucajaí, todas com valores bastante baixos do elemento. A deficiência de P encontrada nas forrageiras neste estudo concorda com a literatura brasileira específica, onde é constantemente citada, porém, a deficiência de Ca, pouco citada em nossas condições, demonstra a possibilidade de sua participação, juntamente com a de outros nutrientes, no surgimento de uma série de transtornos metabólicos, levando à ocorrência de diversas enfermidades carenciais.

#### Variação de Ca e P nas espécies forrageiras estudadas

Aproximadamente 16% da área total do Território Federal de Roraima é constituída de campos nativos, onde se encontra a maior parte da exploração bovina, sendo as pastagens cultivadas ainda pouco difundidas. A Tabela 2 mostra os valores médios de Ca e P nas forrageiras nativas e melhoradas dominantes nas regiões estudadas. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre as diversas espécies. As espécies cultivadas apresentaram maiores teores de Ca, em geral suficientes para suprir os requisitos de todas as categorias de bovinos de corte, ao passo que nas espécies nativas as concentrações de Ca mostraram-se insuficientes para atender aos requisitos mínimos destes animais (National Research Council 1976). Os níveis mais elevados de Ca foram encontrados no *Panicum maximum* Jacq. var. *Gongyloides* e *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf., com 0,554% e 0,533%, respectivamente, valores estes que podem ter sido influenciados pelo pequeno número de amostras analisadas. O *Panicum maximum* Jacq. e a *Brachiaria decumbens* apresentaram 0,400% e 0,265% de Ca, respectivamente. Os menores níveis de Ca foram encontrados nas espécies nativas *Trachypogon* sp. e *Paspalum* sp., ambas com 0,116%, e no *Andropogon* sp., com 0,133%.

TABELA 1. Valores médios de Ca e P no solo e nas forrageiras de seis regiões do Território Federal de Roraima\*.

| Regiões         | Ca no solo (meq/100 g) |                     |         | P no solo (ppm) |                   |       | N   | Ca nas forrageiras (%) |         | P nas forrageiras (%) |         |
|-----------------|------------------------|---------------------|---------|-----------------|-------------------|-------|-----|------------------------|---------|-----------------------|---------|
|                 | N**                    | Média               | DP      | N               | Média             | DP    |     | Média                  | DP      | Média                 | DP      |
| 1. Amajari      | 40                     | 0,200 <sup>bc</sup> | ± 0,175 | 40              | 2,1 <sup>c</sup>  | ± 1,0 | 144 | 0,150 <sup>bc</sup>    | ± 0,054 | 0,041 <sup>b</sup>    | ± 0,019 |
| 2. Mucajaí      | 40                     | 0,800 <sup>bc</sup> | ± 0,865 | 40              | 4,3 <sup>a</sup>  | ± 2,4 | 41  | 0,401 <sup>a</sup>     | ± 0,233 | 0,078 <sup>b</sup>    | ± 0,038 |
| 3. Caumé        | 40                     | 0,935 <sup>b</sup>  | ± 1,410 | 40              | 3,0 <sup>bc</sup> | ± 2,8 | 95  | 0,173 <sup>b</sup>     | ± 0,114 | 0,054 <sup>b</sup>    | ± 0,038 |
| 4. Serra da Lua | 39                     | 0,640 <sup>bc</sup> | ± 0,945 | 39              | 2,4 <sup>bc</sup> | ± 1,9 | 95  | 0,111 <sup>c</sup>     | ± 0,046 | 0,072 <sup>b</sup>    | ± 0,040 |
| 5. Normandie    | 34                     | 0,125 <sup>c</sup>  | ± 0,120 | 36              | 3,3 <sup>ab</sup> | ± 1,2 | 72  | 0,106 <sup>c</sup>     | ± 0,041 | 0,047 <sup>b</sup>    | ± 0,017 |
| 6. Surrão       | 40                     | 1,845 <sup>a</sup>  | ± 2,105 | 40              | 3,3 <sup>ab</sup> | ± 3,0 | 86  | 0,193 <sup>b</sup>     | ± 0,135 | 0,180 <sup>a</sup>    | ± 0,237 |

\* Ca extraído pelo KCl 1 N e o P pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N e CHI 0,05 N.

\*\* Número de observações.

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

TABELA 2. Valores médios de Ca e P nas espécies forrageiras dominantes nas regiões estudadas do Território Federal de Roraima.

| Espécies                                                                  | Percentagem de Ca |                            |    | Percentagem de P           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|----|----------------------------|----|
|                                                                           | N*                | Média                      | DP | Média                      | DP |
| <i>Axonopus</i> sp. (Capim-mimoso)                                        | 111               | 0,144 <sup>f</sup> ± 0,061 |    | 0,067 <sup>e</sup> ± 0,067 |    |
| <i>Andropogon</i> sp. (Capim-de-teso)                                     | 105               | 0,133 <sup>g</sup> ± 0,059 |    | 0,051 <sup>g</sup> ± 0,035 |    |
| <i>Trachypogon</i> sp. (Capim-de-teso)                                    | 82                | 0,116 <sup>h</sup> ± 0,049 |    | 0,052 <sup>f</sup> ± 0,027 |    |
| <i>Paspalum</i> sp. (Capim-de-baixada)                                    | 82                | 0,116 <sup>h</sup> ± 0,046 |    | 0,075 <sup>d</sup> ± 0,116 |    |
| <i>Panicum</i> sp.                                                        | 34                | 0,146 <sup>e</sup> ± 0,046 |    | 0,034 <sup>i</sup> ± 0,018 |    |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq (Capim-colonião)                              | 43                | 0,400 <sup>c</sup> ± 0,216 |    | 0,154 <sup>b</sup> ± 0,186 |    |
| <i>Brachiaria decumbens</i>                                               | 28                | 0,265 <sup>d</sup> ± 0,115 |    | 0,118 <sup>c</sup> ± 0,198 |    |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq. var. <i>Gongyloides</i> (Capim-sempre-verde) | 5                 | 0,554 <sup>a</sup> ± 0,149 |    | 0,208 <sup>a</sup> ± 0,284 |    |
| <i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf. (Capim-jaraguá)                     | 3                 | 0,533 <sup>b</sup> ± 0,058 |    | 0,050 <sup>b</sup> ± 0,017 |    |

\* Número de observações.

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

Apenas o *Panicum maximum* Jacq. var. *Gongyloides* apresentou teor médio de P (0,208%) suficiente para suprir os requisitos mínimos de bovinos de corte em crescimento e terminação, porém insuficiente para vacas de corte em lactação (National Research Council 1976). As outras espécies, inclusive as melhoradas, mostraram níveis de P insuficientes para atender aos requisitos mínimos dos bovinos de corte. Os mais baixos teores de P foram encontrados na espécie nativa *Panicum* sp. e na cultivada *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf., com 0,034% e 0,050%, respectivamente. O *Panicum maximum* Jacq. e a *Brachiaria decumbens* mostraram níveis intermediários de P, com 0,154% e 0,118%, respectivamente.

#### Variação de Ca e P no plasma sanguíneo dos bovinos, por região

As diferenças nos níveis médios de Ca e P no plasma sanguíneo de vacas em lactação e de bovinos jovens foram estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre as regiões (Tabela 3). Segundo Underwood (1981), os níveis séricos de P variam de 4 a 6 mg% nos animais adultos e de 6 a 8 mg% nos mais jovens. Para McDowell et al. (1983), os níveis críticos de Ca e P no plasma sanguíneo de bovinos de corte são 8 e 4,6 mg%, respectivamen-

te; abaixo destes valores, a deficiência estaria caracterizada. De acordo com este último critério, os teores de Ca plasmáticos dos bovinos amostrados apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade, variando de 9,2 a 11,2 mg% nas vacas em lactação, e de 9,7 a 11,3 mg% nos bovinos jovens. Os valores normais encontrados, apesar da deficiência do elemento nas forrageiras, comprovam o eficiente controle homeostático sob o qual se encontra o Ca no sangue, pela ação do hormônio da paratireóide, da calcitonina e do metabólito ativo da vitamina D3.

Os teores plasmáticos de P mostraram-se, de maneira geral, deficientes, variando de 2,5 a 4,1 mg% nas vacas em lactação, e de 3,3 a 5,7 mg% nos bovinos jovens, entre regiões. De acordo com Underwood (1981), apenas na região de Mucajaí as vacas em lactação com 4,1 mg% de P no plasma apresentaram concentração normal. Nas outras regiões, os níveis foram deficientes, variando de 2,5 mg% na região da Serra da Lua, a 3,7 mg% na região de Caumé. Ainda segundo Underwood (1981), os teores plasmáticos de P encontrados nos bovinos jovens foram deficientes, variando de 3,3 mg% na região de Amajari a 5,7 mg% na região de Caumé. De acordo com McDowell et al. (1983) no entanto, em todas as regiões os níve-

TABELA 3. Valores médios de Ca e P no plasma sanguíneo de vacas em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos, de seis regiões do Território Federal de Roraima.

| Regiões         | Ca (mg%) |                    |       |       |                     |       | P (mg%) |                   |       |       |                  |       |
|-----------------|----------|--------------------|-------|-------|---------------------|-------|---------|-------------------|-------|-------|------------------|-------|
|                 | Vaca     |                    |       | Jovem |                     |       | Vaca    |                   |       | Jovem |                  |       |
|                 | N*       | Média              | DP    | N     | Média               | DP    | N       | Média             | DP    | N     | Média            | DP    |
| 1. Amajari      | 11       | 10,6 <sup>ab</sup> | ± 1,3 | 12    | 11,3 <sup>a</sup>   | ± 0,9 | 28      | 3,5 <sup>b</sup>  | ± 1,1 | 28    | 3,3 <sup>c</sup> | ± 1,0 |
| 2. Mucajaí      | 10       | 9,2 <sup>b</sup>   | ± 1,0 | 11    | 9,9 <sup>bc</sup>   | ± 1,3 | 27      | 4,1 <sup>a</sup>  | ± 0,9 | 26    | 4,6 <sup>b</sup> | ± 1,2 |
| 3. Caumé        | 19       | 11,2 <sup>a</sup>  | ± 1,5 | 13    | 11,2 <sup>a</sup>   | ± 1,1 | 26      | 3,7 <sup>ab</sup> | ± 1,1 | 26    | 5,7 <sup>a</sup> | ± 1,1 |
| 4. Serra da Lua | 11       | 10,8 <sup>a</sup>  | ± 1,0 | 10    | 10,6 <sup>abc</sup> | ± 1,5 | 25      | 2,5 <sup>c</sup>  | ± 0,9 | 27    | 3,9 <sup>c</sup> | ± 1,5 |
| 5. Normandie    | 9        | 10,8 <sup>a</sup>  | ± 1,6 | 8     | 9,7 <sup>c</sup>    | ± 1,6 | 26      | 2,9 <sup>c</sup>  | ± 0,7 | 26    | 3,7 <sup>c</sup> | ± 0,6 |
| 6. Surrão       | 15       | 11,1 <sup>a</sup>  | ± 2,5 | 22    | 11,1 <sup>ab</sup>  | ± 2,2 | 27      | 2,7 <sup>c</sup>  | ± 1,1 | 27    | 3,7 <sup>c</sup> | ± 1,1 |

\* Número de observações.

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

de P no plasma das vacas em lactação foram deficientes, enquanto que para os bovinos jovens na região de Mucajaí com 4,6 mg% e na região de Caumé com 5,7 mg%, os teores foram normais, e deficientes nas regiões restantes. Os teores normais de P encontrados nestas duas regiões contrastam com os baixos níveis do elemento nas forrageiras, em todas as regiões e poderiam ser ocasionados por falha na amostragem das forrageiras, problemas de análise de laboratório e por excitação ou estresse dos animais no momento da coleta, o que tende a aumentar o teor de P sérico (Dayrell et al. 1973). De acordo com Miller (1983), o P inorgânico plasmático não está rigorosamente regulado como o Ca plasmático, mas está positivamente correlacionado com a ingestão dietética e com o "status" de P do animal.

#### Variação de Ca, P e percentagem de cinza no osso da costela dos bovinos, por região

Os teores médios de Ca e P na cinza e as percentagens de cinza no osso da costela dos bovinos indicaram diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre regiões, exceto as médias de Ca na cinza óssea dos bovinos jovens que não mostraram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as regiões (Tabela 4). Ammerman et al. (1974) encontraram teores de 60,5% a 67,7% de cinza, 37,6% a 38,2% de Ca na cinza do osso da costela

de bovinos de corte mantidos em regime de pastejo em várias regiões do Panamá. Sousa (1978) verificou que o nível de Ca na cinza do osso da costela de bovinos de corte em pastejo variou de 36,9% a 38,6%, e o nível de P variou de 15,1% a 15,5%, mostrando valores deficientes. Para McDowell et al. (1983), os níveis críticos de Ca e P na cinza óssea de bovinos de corte são de 37,6% e 17,6%, respectivamente. Sousa et al. (1985) encontraram valores relativamente baixos de cinza no osso da costela, variando de 58,1% a 60,1%, níveis de Ca na cinza variando de 31,4% a 32,7%, e teores de P na cinza variando de 13,0% a 15,0%, em bovinos recebendo diferentes tipos de misturas minerais.

Em Roraima, as percentagens de cinza óssea mostraram-se deficientes ou próximas ao limite da deficiência; apenas as vacas em lactação nas regiões de Mucajaí e do Surrão, com 61,6% e 62,0%, respectivamente, apresentaram teores situados dentro da variação observada por Ammerman et al. (1974). Em todas as outras regiões, ambas as categorias de animais tiveram níveis inferiores ao mínimo encontrado pelos autores citados.

Os teores médios de Ca na cinza mostraram-se inferiores aos encontrados por Ammerman et al. (1974) e ao nível crítico de 37,6% citado por McDowell et al. (1983), variando de 30,5% a 36,5% nas vacas em lactação, e de 30,9% a 33,5%

nos bovinos jovens. As vacas em lactação nas regiões de Caumé, Normandie e Surrão apresentaram níveis próximos ao limite da deficiência, com 36,5%, 36,4% e 35,7%, respectivamente. Segundo Sousa (1981), valores de 34% de Ca na cinza óssea seriam indicativos de deficiência, o que classificaria como normais os valores nas vacas em lactação das três regiões citadas anteriormente, e deficientes nas vacas em lactação das outras regiões (Amajari, Mucajaí e Serra da Lua) e nos bovinos jovens de todas as regiões. Solos pobres em Ca produziram forrageiras deficientes no elemento, e estas produziram deficiência no tecido ósseo dos bovinos.

Os teores de P na cinza óssea mostraram-se muito baixos em todas as regiões, variando de 9,9% a 14,2% nas vacas em lactação, e de 9,2% a 12,7% nos bovinos jovens, estando, portanto, bastante aquém do nível crítico de 17,6% citado por McDowell et al. (1983). Observa-se que solos pobres em P produziram forrageiras deficientes neste elemento, as quais, por sua vez, induziram a deficiência nos animais.

Os baixos valores de cinza óssea de Ca e P na cinza sugerem a ocorrência de redução da mineralização e aumento da reabsorção óssea, para fazer frente à deficiência dietética destes dois elementos minerais.

#### Variação de Ca e P no solo nas épocas seca e chuvosa

A Tabela 5 mostra que houve diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) nos teores de Ca e P no solo entre as épocas do ano. As concentrações de Ca trocável no solo nas épocas seca e

chuvosa foram de 0,635 e 0,915 meq/100 g, respectivamente, o que indica níveis baixos do elemento (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 1978). Também as concentrações de P no solo mostraram-se bastante baixas (Programa Integrado de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais 1972, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 1978) com 2,2 ppm na época seca e 3,9 ppm na época chuvosa. Os teores mais elevados de Ca e P no solo durante a época chuvosa foram associados ao menor teor de Al trocável encontrado no solo nesta época, e durante a época seca os menores teores de Ca e P foram relacionados com o maior nível de Al no solo.

#### Variação de Ca e P nas forrageiras, por época

A Tabela 5 mostra que houve diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) nos níveis de Ca e P nas forrageiras entre as épocas do ano. Os teores de Ca encontrados nas épocas seca e chuvosa foram de 0,181% e 0,153%, respectivamente. A maior concentração de Ca durante a época seca, quando as forrageiras estão maduras, apesar do menor teor do elemento no solo nesta época, é, provavelmente, devida à baixa mobilidade do Ca nos tecidos das plantas, o que leva, normalmente, a um aumento do seu teor com o avanço da idade, concentrando-se nos órgãos velhos e no caule (Gomide 1976). O nível de Ca encontrado nas forrageiras durante a época seca mostra-se suficiente para atender apenas aos requisitos mínimos de bovinos de corte em crescimento e terminação, sendo inadequado para vacas de corte em lactação

TABELA 4. Valores médios de Ca, P e percentagem de cinza no osso da costela de vacas em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos, de seis regiões do Território Federal de Roraima.

| Regiões         | Ca (%) |                     |      |        |                   |      | P (%) |                   |      |        |                    |      | Cinza (%) |                    |      |        |                     |      |
|-----------------|--------|---------------------|------|--------|-------------------|------|-------|-------------------|------|--------|--------------------|------|-----------|--------------------|------|--------|---------------------|------|
|                 | Vaca   |                     |      | Jovens |                   |      | Vaca  |                   |      | Jovens |                    |      | Vaca      |                    |      | Jovens |                     |      |
|                 | N*     | Média               | DP   | N      | Média             | DP   | N     | Média             | DP   | N      | Média              | DP   | N         | Média              | DP   | N      | Média               | DP   |
| 1. Amajari      | 4      | 30,6 <sup>c</sup>   | ±5,3 | 4      | 32,8 <sup>a</sup> | ±5,6 | 2     | 11,3 <sup>b</sup> | ±2,5 | 2      | 12,7 <sup>a</sup>  | ±1,7 | 4         | 58,5 <sup>c</sup>  | ±3,3 | 4      | 56,4 <sup>a</sup>   | ±2,3 |
| 2. Mucajaí      | 8      | 31,6 <sup>bc</sup>  | ±2,7 | 8      | 30,9 <sup>a</sup> | ±4,7 | 4     | 14,2 <sup>a</sup> | ±0,7 | 3      | 12,4 <sup>a</sup>  | ±1,8 | 8         | 61,6 <sup>ab</sup> | ±1,5 | 8      | 59,4 <sup>ab</sup>  | ±2,0 |
| 3. Caumé        | 7      | 36,5 <sup>a</sup>   | ±3,2 | 6      | 33,5 <sup>a</sup> | ±6,0 | 3     | 11,1 <sup>b</sup> | ±1,4 | 4      | 11,2 <sup>ab</sup> | ±0,4 | 8         | 59,6 <sup>bc</sup> | ±2,1 | 8      | 57,5 <sup>abc</sup> | ±1,1 |
| 4. Serra da Lua | 4      | 33,4 <sup>abc</sup> | ±2,3 | 4      | 31,9 <sup>a</sup> | ±3,9 | 4     | 9,9 <sup>b</sup>  | ±1,5 | 2      | 9,2 <sup>b</sup>   | ±1,0 | 8         | 59,5 <sup>bc</sup> | ±3,0 | 6      | 58,2 <sup>abc</sup> | ±3,2 |
| 5. Normandie    | 8      | 36,4 <sup>a</sup>   | ±3,2 | 6      | 33,5 <sup>a</sup> | ±4,2 | 7     | 10,5 <sup>b</sup> | ±2,3 | 5      | 10,7 <sup>ab</sup> | ±2,1 | 8         | 59,1 <sup>c</sup>  | ±1,0 | 8      | 57,1 <sup>bc</sup>  | ±3,4 |
| 6. Surrão       | 8      | 35,7 <sup>ab</sup>  | ±3,8 | 7      | 31,6 <sup>a</sup> | ±4,5 | 7     | 11,1 <sup>b</sup> | ±1,2 | 5      | 10,3 <sup>ab</sup> | ±0,8 | 8         | 62,0 <sup>a</sup>  | ±1,8 | 7      | 60,1 <sup>a</sup>   | ±1,2 |

\* Número de observações

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

(National Research Council 1976). Na época chuvosa, o teor médio encontrado não atende às exigências nutricionais de bovinos de corte.

O nível médio de P nas forrageiras também foi maior durante a época seca que durante a chuvosa, com 0,088% e 0,061%, respectivamente, em contraste com os teores do elemento no solo, cuja média foi maior na época chuvosa.

10,4 mg%, respectivamente, ao passo que nos bovinos jovens foram de 11,3 e 10,6 mg%, respectivamente, o que indica níveis adequados em ambas as épocas e categorias de animais, segundo McDowell et al. (1983). Estes níveis normais, apesar da deficiência de Ca nas forrageiras, comprovam a eficiência do controle homeostático sob o qual se encontra o Ca sanguíneo.

TABELA 5. Valores médios de Ca e P no solo e nas forrageiras em diferentes épocas de amostragem no Território Federal de Roraima.

| Épocas     | Ca no solo (meq/100 g) |                           |    | P no solo (ppm) |                        |    | N   | Ca nas forrageiras (%)     |    | P nas forrageiras (%)      |    |
|------------|------------------------|---------------------------|----|-----------------|------------------------|----|-----|----------------------------|----|----------------------------|----|
|            | N*                     | Média                     | DP | N               | Média                  | DP |     | Média                      | DP | Média                      | DP |
| 1. Seca    | 116                    | 0,635 <sup>b</sup> ± 1,22 |    | 118             | 2,2 <sup>b</sup> ± 1,9 |    | 279 | 0,181 <sup>a</sup> ± 0,156 |    | 0,088 <sup>a</sup> ± 0,142 |    |
| 2. Chuvosa | 117                    | 0,915 <sup>a</sup> ± 1,36 |    | 117             | 3,9 <sup>a</sup> ± 2,4 |    | 254 | 0,153 <sup>b</sup> ± 0,083 |    | 0,061 <sup>b</sup> ± 0,053 |    |

\* Número de observações

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

A maioria das forrageiras colhidas na época da seca encontravam-se verdes, principalmente por causa do tradicional processo de queima da pastagem nativa. Se a pastagem estivesse seca possivelmente os níveis de P da época seca seriam inferiores aos da época chuvosa. Gomide (1976) cita ser menor o teor de P nas forrageiras maduras, durante a época seca dada a extrema mobilidade deste elemento nos tecidos das plantas, translocando-se dos órgãos velhos para os novos, e mesmo para as raízes e algumas vezes para o solo (Sousa 1978). Em ambas as épocas do ano, os níveis de P nas forrageiras são considerados deficientes para bovinos de corte, de acordo com o National Research Council (1976).

#### Variação de Ca e P no plasma dos bovinos, por época

A Tabela 6 mostra diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) nos valores médios de Ca e P plasmáticos das vacas em lactação, entre as épocas do ano. Nos bovinos jovens, as diferenças não foram significativas ( $P > 0,05$ ). Nas vacas em lactação durante as épocas seca e chuvosa, as concentrações de Ca plasmático foram de 11,2 e

Os níveis de P no plasma das vacas em lactação, durante as épocas seca e chuvosa, foram de 3,1 e 3,4 mg%, respectivamente, e no plasma dos bovinos jovens foram, nas mesmas épocas, de 4,1 e 4,2 mg%, respectivamente. Estes resultados mostram níveis inferiores ao crítico de 4,5 mg% citado por McDowell et al. (1983), e indicam a deficiência de P à qual os animais estavam submetidos.

TABELA 6. Valores médios de Ca e P no plasma sanguíneo de vacas em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos em diferentes épocas de amostragem no Território Federal de Roraima.

| Época         | Ca (mg%) |                         |    | P (mg%) |                        |    |
|---------------|----------|-------------------------|----|---------|------------------------|----|
|               | N*       | Média                   | DP | N       | Média                  | DP |
| <b>Vacas</b>  |          |                         |    |         |                        |    |
| 1. Seca       | 28       | 11,2 <sup>a</sup> ± 1,9 |    | 84      | 3,1 <sup>b</sup> ± 1,2 |    |
| 2. Chuvosa    | 47       | 10,4 <sup>b</sup> ± 1,5 |    | 75      | 3,4 <sup>a</sup> ± 1,0 |    |
| <b>Jovens</b> |          |                         |    |         |                        |    |
| 2. Seca       | 23       | 11,3 <sup>a</sup> ± 2,3 |    | 82      | 4,1 <sup>a</sup> ± 1,3 |    |
| 2. Chuvosa    | 53       | 10,6 <sup>a</sup> ± 1,3 |    | 78      | 4,2 <sup>a</sup> ± 1,4 |    |

\* Número de observações.

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



### Varição de Ca, P e da percentagem de cinza no osso da costela dos bovinos, por época

A Tabela 7 mostra que houve diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) para Ca e P na cinza e para percentagem de cinza no osso da costela dos bovinos, entre épocas. Nas épocas seca e chuvosa, a percentagem de cinza óssea para vacas em lactação, foi de 61,2% e 59,5%, respectivamente, o que mostra nível dentro dos padrões normais na primeira época e próximo ao limite da deficiência na segunda, de acordo com as percentagens encontradas por Ammerman et al. (1974). Os bovinos jovens apresentaram 60,0% de cinza óssea na época seca, percentagem esta no limite da deficiência, e 57,0% na época chuvosa, indicando nível deficiente.

ções de P na cinza óssea das vacas em lactação nas épocas seca e chuvosa foram de 12,0% e 10,6%, respectivamente, e nos bovinos jovens, nas mesmas épocas, foram de 11,3% e 10,5%, indicando níveis deficientes em ambas as épocas e categorias de animal, segundo McDowell et al. (1983).

Os menores teores de Ca, P e de cinza óssea no osso durante a época chuvosa são indicativos de menor mineralização e maior reabsorção óssea, para fazer frente à maior necessidade de minerais que ocorre nesta época, quando os animais estão crescendo e exercendo em nível mais elevado outras funções produtivas e reprodutivas, graças ao melhor valor nutricional das forrageiras (principalmente proteína e energia) durante este período do ano.

TABELA 7. Valores médios de Ca, P e percentagem de cinza no osso da costela de vacas em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos em diferentes épocas de amostragem no Território Federal de Roraima.

| Época         | Ca (%) |                         |    | P (%) |                         |    | Cinza (%) |                         |    |
|---------------|--------|-------------------------|----|-------|-------------------------|----|-----------|-------------------------|----|
|               | N*     | Média                   | DP | N     | Média                   | DP | N         | Média                   | DP |
| <b>Vacas</b>  |        |                         |    |       |                         |    |           |                         |    |
| 1. Seca       | 16     | 36,7 <sup>a</sup> ± 3,9 |    | 14    | 12,0 <sup>a</sup> ± 2,1 |    | 18        | 61,2 <sup>a</sup> ± 2,2 |    |
| 2. Chuvosa    | 23     | 33,0 <sup>b</sup> ± 3,1 |    | 13    | 10,6 <sup>b</sup> ± 1,7 |    | 24        | 59,5 <sup>b</sup> ± 2,1 |    |
| <b>Jovens</b> |        |                         |    |       |                         |    |           |                         |    |
| 1. Seca       | 14     | 34,8 <sup>a</sup> ± 3,1 |    | 13    | 11,3 <sup>a</sup> ± 1,6 |    | 17        | 60,0 <sup>a</sup> ± 2,4 |    |
| 2. Chuvosa    | 21     | 30,5 <sup>b</sup> ± 4,7 |    | 8     | 10,5 <sup>b</sup> ± 1,6 |    | 24        | 57,0 <sup>b</sup> ± 2,0 |    |

\* Número de observações.

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

Os teores de Ca na cinza óssea, tanto das vacas em lactação quanto dos bovinos jovens, foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) durante a época seca do que durante a chuvosa. As vacas em lactação mostram nível médio próximo ao limite da deficiência (McDowell et al. 1983) durante a época seca, com 36,7%, e deficiente durante a chuvosa, com 33,0%. As percentagens médias de Ca na cinza óssea dos bovinos jovens foram deficientes tanto na época seca (34,8%) quanto na chuvosa (30,5%).

Também os níveis de P na cinza óssea foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) durante a época seca do que durante a chuvosa, em ambas as categorias de animais amostrados. As concentra-

### CONCLUSÕES

1. Os níveis de Ca no solo, nas forrageiras e no tecido ósseo dos animais foram, de modo geral, deficientes. As forrageiras nativas mostraram níveis de Ca insuficientes para atender às exigências de bovinos de corte, e as cultivadas apresentaram níveis adequados.
2. Os níveis de P no solo, nas forrageiras, no plasma e no tecido ósseo dos animais amostrados foram deficientes.
3. As menores percentagens de Ca e P na cinza óssea encontradas durante a época chuvosa in-

dicam que para bovinos de corte em criação extensiva, as necessidades de minerais, principalmente de Ca e P, são maiores nesta época do que na época seca.

# REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, J.A.E. & KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais de solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. *R. Cent. Ci. Rurais*, 6(4): 385-406, 1976.
- AMMERMAN, C.B.; LOAIZA, J.M.; BLUE, W.G.; GAMBLE, J.F.; MARTIN, F.G. Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing conditions in Panama. *J. Anim. Sci.*, 33(1):158-62, 1974.
- BRUM, P.A.R.; SOUSA, J.C. de; ALMEIDA, I.L.; CUNHUN, N.G.; COMASTRI FILHO, J.A.; POTT, E.B.; VIEIRA, L.M.; COSTA JÚNIOR, E.M.A.; TULLIO, R.R. Níveis de cálcio, fósforo e magnésio em solos, forrageiras e tecidos animais, na sub-região dos Piaçuas, Pantanal mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE Corumbá, 1980. 10p. (EMBRAPA-UEPAE Corumbá. Comunicado técnico, 2)
- CAMARGO, W.V.A.; FERNANDES, N.S.; SANTIAGO, A.M.H. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. *Arq. Inst. Biol.*, 47(4):83-111, 1980.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras, MG. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
- DAYRELL, M.S.; LOPES, H.O. da S.; SAMPAIO, I.B.M.; DÖBEREINER, J. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. *Pesq. agropec. bras. Sér. Vet.*, 8(6):43-7, 1973.
- FICK, K.R.; MCDOWELL, L.R.; MILLES, P.H.; WILSON, N.S.; FUNK, J.D.; CONRAD, J.H.; DAYRELL, M.S.; ROSA, I.V. Métodos de análises em tecidos de animais e de plantas. 2. ed. Gainesville, Univ. of Florida, 1980.
- 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, 1976. *Anais*. Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.20-33.
- KALPAGÉ, F.S.C.P. Nutrient supply; macro and secondary nutrients. In: \_\_\_\_\_. *Tropical soils; classification, fertility and management*. Basingstoke, McMillan, 1974.
- LITTLE, D.A. Bone biopsy in cattle and sheep studies of phosphorus status. *Aust. Vet. J.*, 48(12):668-70, 1972.
- LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Inst. Potassa Fosfatos, 1983. 162p.
- LOPES, H.O.S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C.P.; MARTINS JÚNIOR, W. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da microrregião Mato Grosso de Goiás. I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. MG*, 32(2):161-74, 1980.
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Gainesville, Univ. of Florida, 1983. 86p.
- MILLER, W.J. Ruminant phosphorus requirements involve nutrition, metabolism. *Feedstuffs*, 55(42): 19-22, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, Washington, EUA. Nutrient requirements of beef cattle. 5. ed. Washington, Natl. Acad. Sci., 1976. 56p. (Nutrient requirements of domestic animals, 4)
- PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações de uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; (2ª tentativa). Belo Horizonte, Secr. Agric., 1972. 88p.
- REID, R.L. & HORVATH, D.J. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock; a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 5(2):95-167, 1980.
- SOUSA, J.C. de. Aspectos da suplementação mineral de bovinos de corte. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQC, 1981. 50p. (EMBRAPA-CNPQC. Circular técnica, 5)
- SOUSA, J.C. de. Interrelationships among mineral levels in soil, forage and animal tissues on ranches in Northern Mato Grosso, Brazil. Gainesville, Univ. of Florida, 1978. 277p. Tese Doutorado.
- 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-colonião. *Pesq. agropec. bras.*, 18(3):311-8, 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-colonião. *Pesq. agropec. bras.*, 20(2):259-69, 1985.
- UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. 2.ed. London, Commonw. Agric. Bur., 1981. 180p.