

DETERMINAÇÕES MINERAIS EM FORRAGENS E TECIDOS DE BOVINOS⁽¹⁾

ROSANA APARECIDA POSSENTI⁽²⁾, ANTONIO DE OLIVEIRA LOBÃO⁽³⁾, WANDER RAMOS RIBEIRO⁽⁴⁾ e JOÃO DELISTOIANOV⁽⁵⁾

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivos a determinação: 1) dos teores de Ca, P, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn nas forragens utilizadas para o pastejo dos animais em experimentação; 2) em fragmentos de fígado, obtidos através de biópsia, as concentrações de Fe, Cu, Zn e Mn; 3) nos ossos os teores de Ca, P, Mg e cinzas e 4) no sangue as concentrações de Ca, P, Mg, Fe, Cu, Zn e proteínas totais. Doze bovinos foram submetidos à coletas de sangue, biópsias de fígado e osso, a cada quatro meses, correspondendo aos cinco períodos experimentais, sendo: P₁ = outubro/1982, P₂ = fevereiro/1983, P₃ = junho/1983, P₄ = outubro/1983, P₅ = fevereiro/1984. Foram detectadas deficiências minerais nas forrageiras em diferentes períodos: P, P₁ = 0,15%, P₃ e P₄ = 0,16% e P₅ = 0,12%; Cu, P₃ = 4ppm, P₄ e P₅ = 3ppm; Zn, P₁ e P₃ = 23ppm, P₅ = 18ppm. Níveis excessivos de Mn e Fe foram encontrados em todos os períodos estudados. No fígado, foram detectados níveis abaixo do normal para Mn: P₁ = 6ppm e P₂ = 7ppm. Todos os outros elementos estudados apresentaram concentrações normais. No osso, foram observados teores próximos dos considerados deficientes para Ca, P e cinzas. Os níveis de Ca variaram de 35,11 a 35,94%, nos períodos estudados. Os teores de P observados foram de 14,65 a 15,47% e, cinzas ósseas apresentaram variações médias de 58,54 a 60,94%. As concentrações de Mg estavam dentro dos níveis normais. Os níveis séricos dos minerais e de proteínas totais, ficaram dentro dos limites da normalidade.

Termos para indexação: deficiência mineral, macroelementos, microelementos, forragens, tecido animal.

Determination of minerals in forage and bovine tissues

SUMMARY: The present work aimed to determine the contents of Ca, P, Mg, S, Fe, Cu, Zn and Mn in forages used for grazing by experimental animals and through biopsy in the liver, the concentrations of Fe, Cu, Zn and Mg, in the rib bone the concentrations of Ca, P, Mg and ash, and in the blood the levels of Ca, P, Mg, Fe, Cu, Zn and total protein. At five four month intervals, twelve males calf were submitted to a blood collect, liver and bone biopsy that are related to five experimental periods: P₁ = october/1982; P₂ = february/1983; P₃ = june/1983;

- (1) Projeto IZ 14-010/81. Convênio IZ/CENA. Recebido para publicação em dezembro de 1992.
- (2) Seção de Avaliação das Forragens, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.
- (3) Pesquisador aposentado, Divisão de Zootecnia de Bovinos Leiteiros. Ex. bolsista do CNPq.
- (4) Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba, Instituto de Zootecnia.
- (5) Estação Experimental de Zootecnia de Colina, Instituto de Zootecnia.

P₄ = october/1983; P₅ = february/1984. The animals remained grazing in a twelve hectares area. Mineral deficiencies were detected in the forage in different periods: P, P₁ = 0.15%, P₃ and P₄ = 0.16%, P₅ = 0.12%; Cu, P₃ = 4ppm, P₄ and P₅ = 3ppm; Zn P₁ and P₃ = 23ppm, P₅ = 18ppm. An excessive level of Mn and Fe was found in every studied periods. In the liver, it was detected low levels of Mn: P₁ = 6ppm and P₂ = 7ppm. All the other elements studied showed normal concentrations. It was observed, in the bones, contents considered deficient for Ca, P and ash. The levels of Ca ranged from 35.11 to 35.94% in the studied periods. The P contents from 14.65 to 15.47%, and the bone ash from 58.53 to 60.94%. The Mg concentrations are in the normal limits. The mineral seric levels and the total proteins analysed remain in the limits of normality.

Index terms: mineral deficiencies, macro minerals, trace elements, forages, animal tissue.

INTRODUÇÃO

Os minerais, de acordo com a concentração em que aparecem no organismo animal e das quantidades requeridas, são designados como macro e micronutrientes.

Os macronutrientes aparecem em maiores proporções e são eles: cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio. Os micronutrientes são: ferro, cobre, zinco, manganês, cobalto, iodo e selênio. Todos eles são importantes para produção animal, e a deficiência de cada um, já foi demonstrada em ruminantes.

Outros micronutrientes, dos quais, pesquisas com animais de laboratório evidenciaram sua essencialidade são: molibdênio, flúor, vanádio, níquel, cromo, estanho, silício e arsênio. Mas deficiências destes elementos não foram ainda detectadas em ruminantes.

Os macro e micronutrientes devem estar presentes na dieta, em quantidades adequadas e em forma biologicamente utilizáveis pelos animais, para que distúrbios bioquímicos e estruturais não ocorram e funções fisiológicas não se alterem. Essas alterações podem ocorrer por fatores diversos: mineral envolvido ou conjunto de minerais, interações com outros nutrientes, forma química do composto, período de fornecimento da dieta deficiente ou tóxica, idade, sexo, raça, nível de produção e adaptação animal.

Para prevenir as deficiências clínicas e subclínicas e níveis excessivos, é necessário conhecerem-se os teores minerais das plantas forrageiras e tecido animal, para que a suplementação mineral possa ser formulada adequadamente.

1. Cálcio e fósforo

O cálcio dificilmente torna-se um problema para animais sob pastejo, exceto para vacas com alto nível de produção (UNDERWOOD, 1966).

De acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) as recomendações para um animal de 450 kg estão em torno 0,18% de cálcio na matéria seca consumida.

Poucos são os trabalhos nacionais relatando níveis de cálcio nas pastagens abaixo de 0,17%. Segundo CAIELLI (1974) em um levantamento feito pela Assistência Nestlé aos Produtores de Leite, foram encontrados níveis de cálcio abaixo do limite, em pastagens, na região de Calciolândia, MG e Barra Mansa, RJ.

SOUSA et al. (1986) encontraram, em diversas regiões de Roraima, teores de cálcio e fósforo deficientes nas forrageiras, e níveis nas cinzas ósseas próximo ao limite da deficiência.

Os níveis plasmáticos de cálcio variam de 9 a 12 mg/100ml e, de acordo com FISHER et al. (1972), não são afetados pela ingestão de alimentos ou suplemento mineral. O animal através de controles homeostáticos, regula a ingestão do mineral.

Os níveis plasmáticos de fósforo, em ruminantes, podem variar de 3 a 9 mg/100ml e segundo UNDERWOOD (1966), os maiores níveis são observados em animais jovens.

A deficiência de fósforo foi observada em diversas partes do mundo, e desde que foi descrita, pela primeira vez, na África do Sul, por THEILLER et al. (1924), vem sendo a deficiência mineral mais comumente encontrada em nosso planeta. Mas, de acordo com McDOWELL (1987), nossos conhecimentos atuais sobre desequilíbrios minerais para ruminantes estão baseados em estudos feitos em poucas regiões do mundo, e que extensas áreas ainda não foram investigadas.

McDOWELL et al. (1983) apresentaram uma lista de países tropicais onde níveis baixos de fósforo são comumente encontrados, nos solos e plantas, sendo que durante a maior parte do ano as forragens contêm

menos de 0,15% de fósforo. Na maioria dos países, onde ocorre deficiência de fósforo, são encontrados elevados níveis de ferro e alumínio no solo, o que acentua ainda mais a deficiência do elemento, devido a formação de complexos fosfatados insolúveis.

No Brasil, a deficiência de fósforo em ruminantes e níveis críticos na forragem, tem sido descrita por diversos autores: ZUNIGA et al. (1967), TEIXEIRA et al. (1971), CAIELLI (1974), GALLO et al. (1974), MENDES (1977), SOUSA et al. (1979), SOUSA et al. (1986), sendo que os três últimos autores citados, utilizaram-se da técnica de biópsia de osso para determinar os níveis de cálcio e fósforo.

Segundo LITTLE (1984), os ossos longos são os melhores tecidos para se estudar a constituição mineral orgânica, principalmente em relação a cálcio e fósforo.

2. Magnésio

O magnésio é o oitavo elemento mais abundante na crosta terrestre, e se encontra largamente distribuído nas plantas e tecido animal. Aproximadamente, 70% do magnésio corporal está localizado no osso. Segundo AMMERMAN & GOODRICH (1983), um terço do magnésio ósseo está ligado ao fosfato e o restante adsorvido frouxamente à superfície da estrutura mineral.

De acordo com CHURCH (1979), os níveis séricos de magnésio para ruminantes estão em torno de 1,8 a 3,0 mg/100ml, mas em fêmeas gestantes pode ocorrer um aumento nestes níveis.

Sinais de deficiência de magnésio para bovinos incluem: anorexia, hiperexcitabilidade, contrações anormais do músculo, respiração cansada e salivação intensa. As condições se não corrigidas, são normalmente fatais. Mas a maioria das forragens e concentrados suprem, adequadamente, as necessidades dos animais.

No Brasil a deficiência de magnésio tem sido pouco descrita. Nos levantamentos feitos por ANDREASI et al. (1966/67), GALLO et al. (1974), NASCIMENTO JÚNIOR et al. (1976), AGOSTINI & KAMINSKI (1976), SOUSA et al. (1985), os teores de magnésio encontrados nas forragens eram suficientes para preencher as necessidades dos animais em diferentes estágios de produção, crescimento, lactação, gestação e engorda.

SOUSA et al. (1987), em um levantamento feito em Roraima, encontraram deficiência de magnésio nos solos, níveis adequados nas forragens para bovinos de corte em crescimento e acabamento mas, inadequados para vacas de corte em lactação. Os teores sanguíneos

foram normais. Nas cinzas ósseas observaram teores de magnésio inferiores aos considerados normais.

3. Ferro e manganês

De acordo com McDOWELL et al. (1983) a maioria dos solos tropicais são ácidos, resultando em altos níveis de ferro e manganês disponíveis para as forragens, que geralmente apresentam níveis acima do requerido pelo animal.

Segundo CHURCH (1979), altos níveis de ferro na dieta de ruminantes, podem reduzir os ganhos de peso e consumo de alimentos.

STANDISH et al. (1971) observaram uma queda do teor de fósforo no soro de bovinos, quando 1000ppm de ferro, na forma de sulfato ferroso, foi ministrado aos animais.

AMMERMAN et al. (1984), trabalhando com solos de diferentes origens contendo altos níveis de alumínio e ferro, não obtiveram qualquer efeito na queda do fósforo sérico. Mas, segundo os autores, um efeito inverso pode ser obtido quando o alumínio e o ferro estão presentes, em compostos mais solúveis.

De acordo com LEBDSOEKOJO et al. (1980), desequilíbrios minerais relativos ao excesso de manganês e ferro, geralmente aparecem nas forragens tropicais, e podem interferir no metabolismo de outros minerais.

De acordo com um levantamento feito por SOUSA et al. (1981), em algumas regiões de Mato Grosso, foram encontrados níveis elevados de ferro nas forragens, os quais, segundo os autores, podem ter exercido um efeito tóxico a nível de absorção ou de metabolismo do manganês, porque o nível deste elemento mostrou-se deficiente no fígado.

4. Cobre

A deficiência de cobre, segundo McDOWELL et al. (1983) já foi descrita em 34 países. No Brasil foi descrita por diversos autores que detectaram níveis deficientes do mineral no solo, nas forrageiras e nos tecidos animais (TOKARNIA et al., 1960; TOKARNIA et al., 1966; TOKARNIA et al., 1968; SANTOS et al., 1970; PEREIRA et al., 1971; TEIXEIRA et al., 1971; GALLO et al., 1974; LOPES et al., 1980; SOUSA et al., 1980 e SANTIAGO et al., 1986).

A variação entre os níveis adequados e excessivos de cobre é estreita, mas os bovinos são menos susceptíveis à intoxicação do que os ovinos.

5. Zinco

Para ruminantes em regime de pastejo, o zinco é um dos minerais cujos teores são comumente encontrados abaixo dos níveis críticos.

De acordo com SOUSA (1986), o zinco é um dos minerais mais carentes em pastagens de braquiárias em solos de cerrado. Em praticamente, uma centena de análises minerais feitas em amostras de *Brachiaria decumbens*, o autor encontrou níveis extremamente abaixo do requerido para ruminantes.

Segundo um levantamento feito por GALLO et al. (1974), em algumas regiões do Estado de São Paulo, os teores de zinco observados nas pastagens mostraram-se abaixo dos níveis de exigência para o gado de corte.

A deficiência de zinco nos solos, plantas e tecidos animais, foi observada, no Brasil, por diversos autores: ANDREASI et al. (1969), LOPES et al. (1980), SOUSA et al. (1982) e SANTIAGO et al. (1986).

O presente trabalho teve como objetivo a determinação: a) dos teores de cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, ferro, cobre, zinco e manganês nas plantas forrageiras; b) no fígado (através de biópsia) dos animais mantidos sob pastejo, as concentrações de ferro, cobre, zinco e manganês; c) no osso, os teores de cálcio, fósforo, magnésio e cinzas; d) no sangue as concentrações de cálcio, fósforo, magnésio, ferro, cobre, zinco e proteínas totais.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Local

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental de Zootecnia de Colina, do Instituto de Zootecnia.

A fazenda localiza-se no Município de Colina, região norte do Estado de São Paulo, situado a 20° 43' de latitude sul e 48° 33' de longitude oeste, com altitude de 588 metros. Apresenta clima Aw com inverno seco e temperaturas médias de 15,9°C no mês mais frio (junho) e 29,4°C no mês mais quente (janeiro). A precipitação pluviométrica anual é, em média, de 1376mm. O período de seca estende-se de abril a setembro, e o das águas de outubro a fins de março.

O experimento foi realizado no período de outubro de 1982 a fevereiro de 1984.

2. Animais, forrageiras e manejo utilizado

Foram utilizados doze bovinos mestiços castrados (5/8 europeu e 3/8 zebu) produtos do rebanho da Esta-

ção Experimental de Zootecnia de Colina, com peso médio ao nascer de 33kg, que entraram no experimento, com a idade de aproximadamente 12 meses.

Na fase preparatória, os animais foram submetidos a exame clínico, para eliminar os possíveis portadores de doenças contagiosas. Foi adotado o mesmo esquema sanitário da Estação Experimental.

Os bezerros permaneceram em uma área de doze hectares, dividida em doze piquetes, e composta pelos capins: pangola (*Digitaria decumbens* Stent), jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness.) e grama batatais (*Paspalum notatum* Flüggé), na proporção de 80%, 15% e 5%, respectivamente.

Os animais eram rotacionados nos piquetes, de acordo com a disponibilidade de matéria seca e, durante todo o período experimental, não receberam qualquer tipo de suplementação.

3. Coleta, preparo e análise das amostras de forragem, sangue, fígado e osso.

Foram coletadas amostras de sangue, fígado, osso e plantas forrageiras, para análise do conteúdo mineral e proteína total no soro, durante cinco períodos que corresponderam aos meses de outubro de 1982, fevereiro, junho e outubro de 1983 e, fevereiro de 1984.

Para a coleta de forragens, cada piquete foi subdividido em quatro, onde foram cortadas, no mínimo dez subamostras a uma altura de aproximadamente 10cm do solo, com uma tesoura de aço inox. Destas, após homogeneização, foi retirada uma amostra composta. No mesmo dia, as amostras de forragens foram enviadas ao laboratório para pesagem e secagem em estufa de ventilação forçada; moídas em moinho "wiley" e enviadas ao laboratório da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia para se procederem as determinações dos teores minerais: cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica e fósforo por colorimetria.

As amostras de sangue foram obtidas por punção da veia jugular e retiradas com tubo "vacutainer" sem anticoagulante.

No soro obtido foram determinadas as proteínas totais, pelo método de Biureto.

Um filtrado isento de proteínas foi usado para análise de cálcio e magnésio, pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica e fósforo por colorimetria. Para análise de ferro, cobre e zinco foi calcinado 1ml de soro e solubilizado com ácido clorídrico, de acordo com o método descrito por FICK et al. (1980).

As amostras de fígado foram obtidas "in vivo", usando-se a técnica de biópsia por aspiração, segundo método de CHAPMAN et al. (1963). Estas foram mantidas em formol 10% P.A.. Posteriormente secas a 100°C durante 24 horas, pré-calcinadas, em cadinhos, pela adição de ácido nítrico a 50% v/v, à temperatura de 200°C e calcinadas completamente a temperatura de 600°C em forno mufla. As cinzas assim obtidas foram submetidas à hidrólise ácida para solubilização (FICK et al., 1980). No extrato obtido, foram determinados os teores de cobre, ferro, zinco e manganês, pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica.

As amostras de ossos foram retiradas através de biópsia da costela. Após limpeza com água deionizada, foram secas e pesadas. Em seguida foi feita extração da gordura com éter de petróleo em extrator soxhlet, pesadas novamente e calcinadas a 600°C. As cinzas foram solubilizadas em ácido clorídrico, de acordo com o método descrito por LITTLE (1972).

No extrato obtido, os teores de fósforo foram determinados pelo método de FISKE & SUBBAROW (1925), cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica.

4. Delineamento experimental e tratamento

O delineamento experimental adotado no presente trabalho foi inteiramente casualizado, com 12 repetições por tratamento (12 bezerros para amostragem de sangue, fígado e osso e doze amostragens de forragem por período).

São considerados como tratamentos os cinco períodos experimentais em que foram colhidas as amostras de forragem, sangue, fígado e osso. Os resultados das análises químicas destas variáveis foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Duncan, (GOMES, 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Osso

Os valores médios e respectivos desvios-padrão das porcentagens de cálcio, fósforo, magnésio na cinza dos ossos e as porcentagens de cinza no osso da costela de bovinos, bem como a comparação entre períodos pelo teste de Duncan estão apresentados no quadro 1 e ilustrados nas figuras 1, 2, 3 e 4.

Quadro 1. Valores médios das porcentagens de Ca, P e Mg nas cinzas ósseas e porcentagem de cinza no osso (biópsia costela) dos animais nos 5 períodos experimentais

Período	Ca		P		Mg		Cinza	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
					%			
out./82	35,18a*	2,49	14,65a	1,79	0,48a	0,03	58,54b	2,69
fev./83	35,75a	1,85	15,47a	1,89	0,49a	0,07	59,78ab	2,69
jun./83	35,82a	2,71	15,33a	1,80	0,46a	0,05	60,92a	2,11
out./83	36,43a	2,79	15,18a	2,03	0,48a	0,06	60,94a	2,08
fev./84	35,94a	1,86	14,98a	1,61	0,48a	0,05	60,37ab	1,50

DP - desvio padrão

* médias seguidas por letras minúsculas, distintas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan

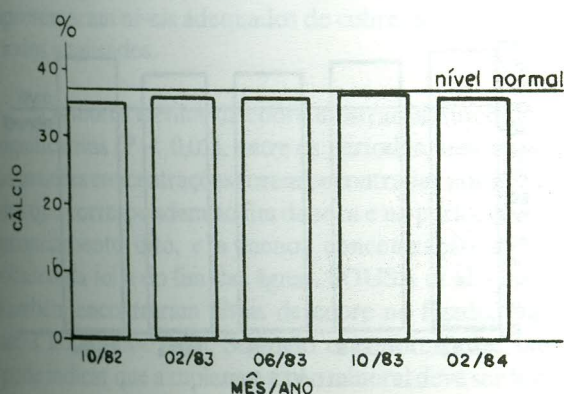


Figura 1. Concentrações de cálcio em amostras de osso colhidas em cinco períodos experimentais.

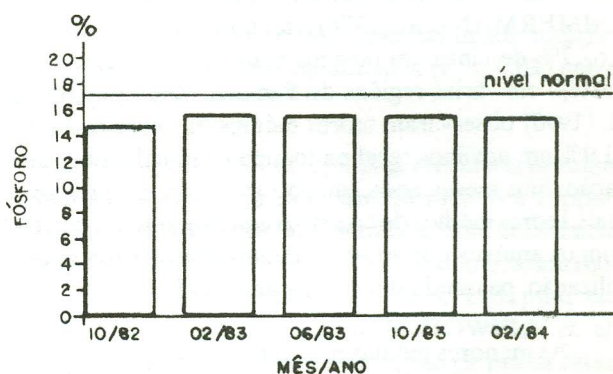


Figura 2. Concentrações de fósforo em amostras de osso colhidas em cinco períodos experimentais.

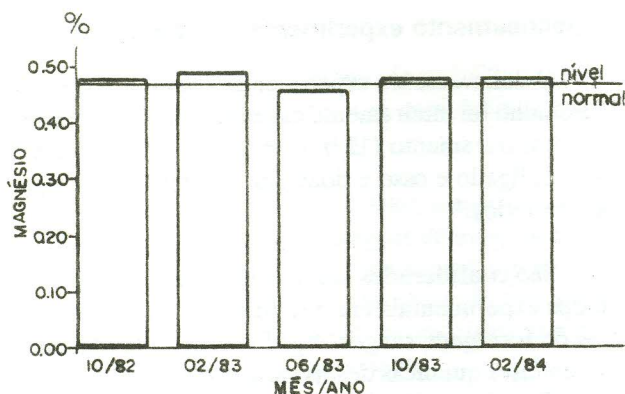


Figura 3. Concentrações de magnésio em amostras de osso colhidas em cinco períodos experimentais.

A análise das concentrações de cálcio, fósforo e magnésio não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os cinco períodos.

De acordo com AMMERMAN et al. (1974), os níveis de cálcio, fósforo e magnésio no osso devem estar próximos de 37%, 17% e 0,5%, respectivamente. WILLIAMS et al. (1990) encontraram valores de 42,4% para o cálcio, 16,6% para o fósforo e 0,47% para o magnésio, em animais jovens que recebiam uma dieta com níveis adequados de minerais. Para McDOWELL et al. (1983), os níveis críticos nas cinzas ósseas de bovinos são de 37,6% e 17,6%, para cálcio e fósforo respectivamente. SOUSA et al. (1986) encontraram teores de cálcio e fósforo em novilhos que variavam de 30,9 a 33,5% e 9,2 a 12,7%, respectivamente, níveis considerados deficientes, pelos autores.

Os teores de cálcio e fósforo por nós observados, podem ser considerados próximos do limite da deficiência, enquanto os teores de magnésio estão adequados, de acordo com a literatura consultada.

Os teores médios das cinzas do osso da costela indicaram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) entre períodos. De acordo com SOUSA et al. (1985), valores das cinzas ósseas em torno de 58 a 60%, refletem uma inadequada mineralização óssea. AMMERMAN et al. (1974) encontraram teores de 60,5 a 67,7% de cinza em bovinos mantidos sob regime de pastejo em várias regiões do Panamá. WILLIAMS et al. (1990) observaram teores médios de cinza óssea de 61,9% em novilhos recebendo uma adequada mineralização. Seis meses após, encontraram nos mesmos animais, teores médios de 63,8%. Aumento similar ocorreu com os animais que receberam uma inadequada mineralização, passando de 55,7% para 63,1%.

As menores médias para cinzas ósseas obtidas, no presente trabalho, foram nos dois primeiros períodos (out./82 e fev./83), onde os animais tinham em torno de

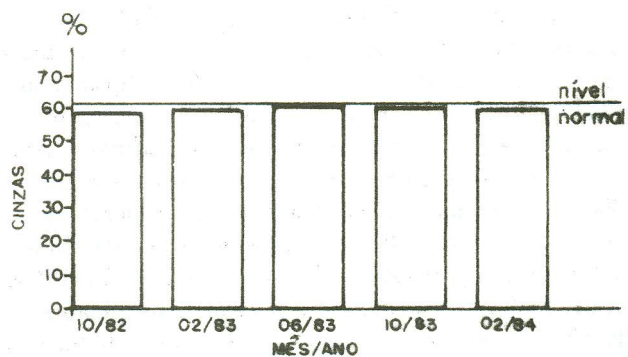


Figura 4. Porcentagens de cinza em amostras de osso colhidas em cinco períodos experimentais.

doze meses de idade. De acordo com AMMERMAN et al. (1974) a idade influencia na porcentagem de cinza óssea. No geral, os menores valores são observados em animais jovens.

2. Fígado

Os teores médios de ferro, cobre, zinco e manganês encontrados no fígado, bem como a comparação entre períodos pelo teste de Duncan estão no quadro 2 e ilustrados nas figuras 5, 6, 7 e 8.

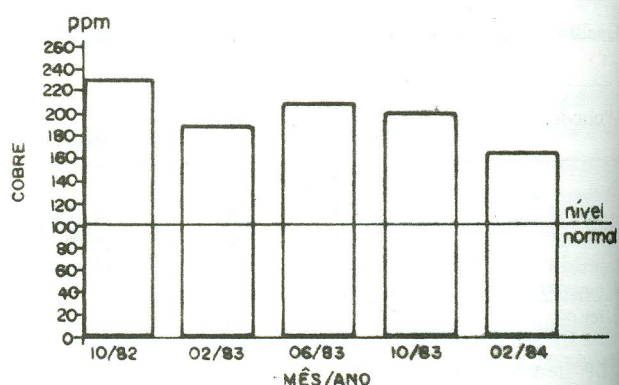


Figura 5. Concentrações de cobre em amostras de fígado colhidas em cinco períodos experimentais.

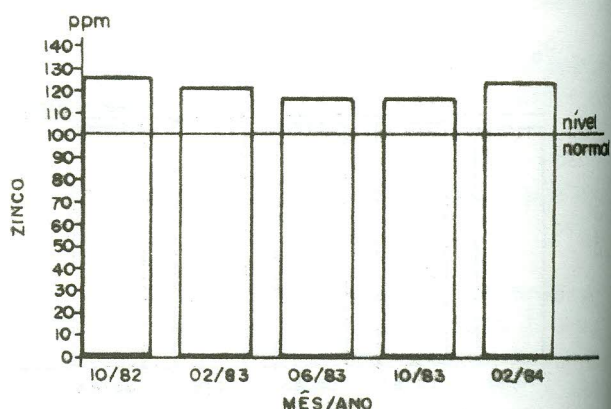


Figura 6. Concentrações de zinco em amostras de fígado colhidas em cinco períodos experimentais

Quadro 2. Valores médios das concentrações de Cu, Zn, Mn e Fe no fígado (biópsia) dos animais nos 5 períodos experimentais

Período	Cu		Zn		Mn		Fe	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	ppm							
out./82	230a*	88,46	126a	28,89	6B	2,81	353A	74,85
fev./83	189ab	45,86	121a	14,63	7AB	2,29	242B	80,99
jun./83	207ab	62,07	116a	10,06	9A	1,14	224bcB	27,88
out./83	198ab	34,71	115a	15,08	9A	0,95	226bcB	35,82
fev./84	163b	45,32	122a	9,21	8A	1,49	189cB	25,86

DP - desvio padrão

* médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas, distintas nas colunas, diferem entre si aos níveis de significância de 5% e 1% respectivamente, pelo teste de Duncan

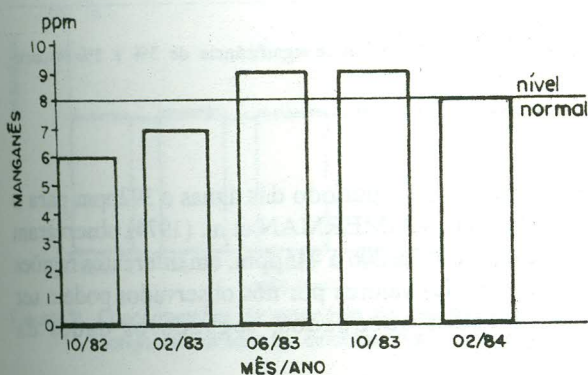


Figura 7. Concentrações de manganês em amostras de fígado colhidas em cinco períodos experimentais.

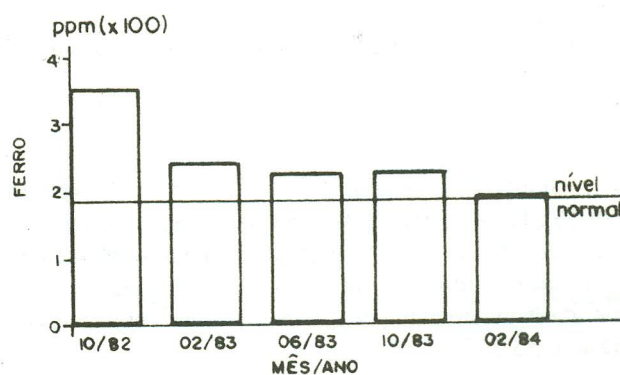


Figura 8. Concentrações de ferro em amostras de fígado colhidas em cinco períodos experimentais.

De acordo com UNDERWOOD (1971), teores de cobre de 23 a 409ppm no fígado, são considerados normais, níveis deficientes estariam abaixo destes valores. CHAPMAN et al. (1963) encontraram valores entre 150 a 250ppm de cobre para animais considerados normais e 10 a 25ppm para bovinos considerados deficientes em cobre. Segundo McDOWELL et al. (1983), níveis críticos estão em torno de 25 a 75ppm. Com base nestas informações, pode-se considerar que os animais apresentaram níveis adequados de cobre, nos cinco períodos analisados.

Os teores médios de cobre mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$), entre os períodos, sendo que, as maiores concentrações foram encontradas nos períodos que correspondem ao fim da seca e no período seco propriamente dito, e a menor concentração média observada foi a do fim das águas. SOUSA et al. (1980) também encontraram níveis de cobre no fígado, mais altos no período seco. Segundo os autores, este fato pode indicar que a suplementação mineral deve ser feita na época das águas, quando as pastagens oferecem níveis de energia e proteína suficientes para o desen-

volvimento produtivo dos animais, embora falte suporte bibliográfico para esta afirmativa.

A análise dos teores médios de zinco não apresentaram diferenças significativas entre os períodos.

MILLER & MILLER (1962) e MILLER et al. (1968) consideram normais os níveis de zinco hepático situados entre 84 a 132ppm.

Os níveis médios de manganês no fígado mostraram que houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre períodos.

UNDERWOOD (1971) indica que níveis normais de manganês no fígado estão em torno de 8 a 10ppm. Níveis inferiores a 8ppm podem indicar uma deficiência marginal. AMMERMAN et al. (1974) encontraram teores de manganês variando de 10,58 a 15,11ppm em animais sob regime de pastejo. McDOWELL et al. (1983) consideram que teores em torno de 6ppm estão no nível crítico. SOUSA et al. (1981) encontraram teores médios de manganês, no fígado de bovinos, de 8ppm

na estação seca e 4ppm para o período das águas, mas níveis adequados do elemento nas pastagens. O mesmo ocorreu neste estudo. Como pode ser observado no quadro 3, os níveis de manganês na forragem, nos dife-

rentes períodos, estão acima do requerido pelo animal, mas os teores encontrados no fígado, mostram-se no limite da deficiência.

Quadro 3. Valores médios das concentrações de Ca, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn nas forrageiras amostradas nos 5 períodos experimentais

Período	Ca		P		Mg		S		Cu		Fe		Mn		Zn	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	%															
	ppm															
out./82	0,49bcBC	0,11	0,15B	0,02	0,23bBC	0,02	0,09B	0,03	7B	1,04	312A	121	362B	44,76	23C	2,78
fev./83	0,91aA*	0,10	0,22A	0,03	0,22bBC	0,03	0,09B	0,01	12A	1,60	267AB	50	402B	78,76	49A	13,06
jun./83	0,43cC	0,03	0,08D	0,01	0,33aA	0,05	0,08B	0,01	4C	1,22	240AB	25	219C	23,58	23C	3,30
out./83	0,56bB	0,08	0,16B	0,02	0,20cC	0,03	0,14A	0,03	3dC	0,69	253AB	43	566A	143,43	35B	3,68
fev./84	0,52bBC	0,07	0,12C	0,02	0,24bB	0,02	0,08B	0,01	3dC	0,95	202B	71	257C	45,81	18C	3,10

DP - desvio padrão

* médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas, distintas nas colunas, diferem entre si aos níveis de significância de 5% e 1% respectivamente, pelo teste de Duncan

Segundo UNDERWOOD (1971), CHURCH (1979) e HANSARD (1983), níveis elevados de ferro na dieta interferem na absorção do manganês. Mas, também, outros minerais em excesso podem interferir no metabolismo do manganês, como o cálcio, cobalto, magnésio e potássio.

Os teores médios de ferro encontrados no tecido hepático apresentaram diferenças significativas (P < 0,01) entre períodos.

De acordo com MENDES (1977) níveis normais de ferro no fígado variam de 180 a 340ppm, para bovinos em regime de pastejo. O autor encontrou teores médios

de 276ppm para o período das águas e 392ppm para o período seco. AMMERMAN et al. (1974) observaram valores médios de 306 a 445ppm, em diferentes regiões do Panamá. Os valores por nós observados podem ser considerados adequados, segundo os dados da literatura.

3. Sangue

Os teores médios de cálcio, fósforo, magnésio, zinco, cobre, ferro e proteínas totais no sangue e a comparação entre períodos pelo teste de Duncan estão no quadro 4 e ilustrados nas figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

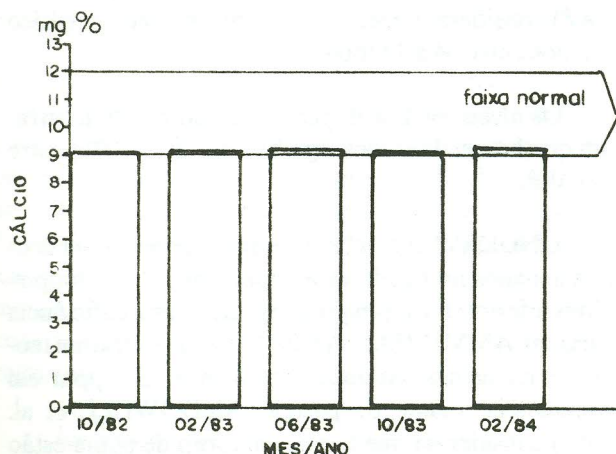


Figura 9. Concentrações de cálcio em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais

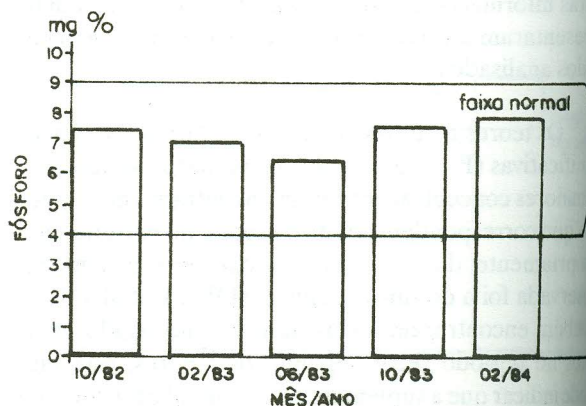


Figura 10. Concentrações de fósforo em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais

Quadro 4. Valores médios das concentrações de Ca, P, Mg, Cu, Zn, Fe e Proteína no soro dos animais nos 5 períodos experimentais

Período	Ca		P		Mg		Cu		Zn		Fe		Proteína	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
out./82	9,10a*	0,12	7,47ab	1,24	2,06a	0,21	0,11a	0,02	0,10a	0,22	0,36aA	0,10	5,40cC	0,38
fev./83	9,06a	0,07	7,05ab	1,14	2,09a	0,10	0,10a	0,02	0,11a	0,02	0,27bB	0,05	6,08bAB	0,49
jun./83	9,06a	0,06	6,42b	0,62	2,07a	0,08	0,10a	0,01	0,11a	0,03	0,27bB	0,06	5,91bB	0,43
out./83	9,05a	0,06	7,50ab	0,99	2,08a	0,09	0,11a	0,02	0,10a	0,01	0,27bB	0,03	6,46aA	0,27
fev./84	9,09a	0,07	7,83a	1,97	2,07a	0,08	0,10a	0,01	0,11a	0,03	0,33aAB	0,03	5,97bB	0,27

DP - desvio padrão

* médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas, distintas nas colunas, diferem entre si aos níveis de significância de 5% e 1% respectivamente, pelo teste de Duncan

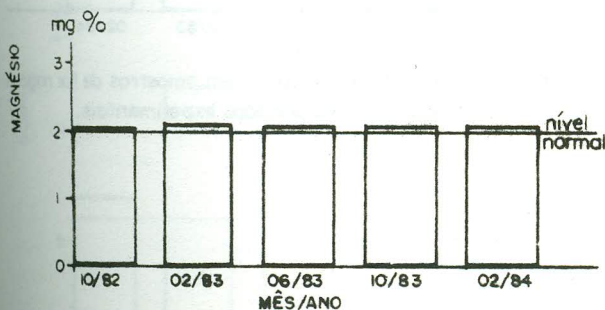


Figura 11. Concentrações de magnésio em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais.

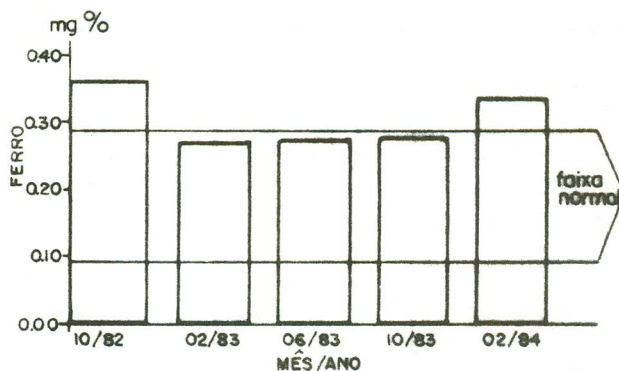


Figura 14. Concentrações de ferro em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais.

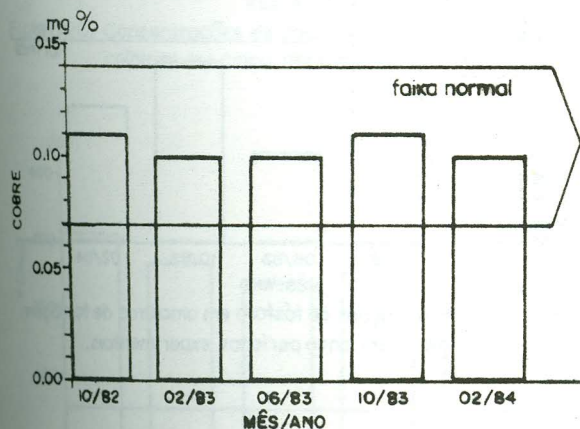


Figura 12. Concentrações de cobre em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais.



Figura 15. Concentrações de proteína em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais.

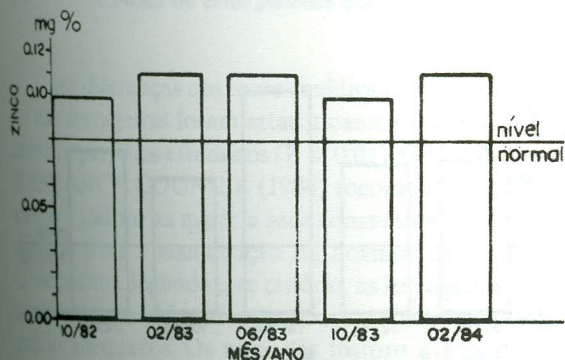


Figura 13. Concentrações de zinco em amostras de soro sanguíneo colhidas em cinco períodos experimentais.

Os teores de cálcio e magnésio não mostraram diferenças entre os períodos.

As diferenças nos níveis médios de fósforo no soro sanguíneo dos animais foram estatisticamente significativas entre os períodos ($P < 0,05$), sendo que a menor média observada coincide com o período três (junho de 1983), onde os níveis de fósforo na forragem (quadro 3) encontravam-se extremamente baixos.

De acordo com UNDERWOOD (1981), a primeira resposta, diante de uma deficiência de fósforo na dieta, consiste em uma queda na fração do fósforo inorgânico plasmático. Segundo o autor, níveis séricos normais de fósforo variam de 6 a 8mg%, em animais jovens.

DAYRELL et al. (1972), estudando os níveis de fósforo, cálcio e magnésio no soro sanguíneo de bovinos mestiços com idades variando de um a três anos e clinicamente sadios, encontraram variações em torno de 5,97 a 7,23mg% para o fósforo, 9,88 a 9,98mg% para o cálcio e 2,53 a 2,55mg% para o magnésio. Segundo McDOWELL et al. (1983), níveis críticos no soro de bovinos estão em torno de 4,5mg%, 8mg% e 1 a 2mg%, para fósforo, cálcio e magnésio, respectivamente, sendo que, abaixo destes valores a deficiência estaria caracterizada.

De acordo com a literatura citada, os teores de fósforo, cálcio e magnésio no sangue dos bovinos por nós estudados, apresentam-se dentro dos limites da normalidade.

Os níveis de zinco e cobre plasmáticos nos cinco períodos experimentais não apresentaram diferenças significativas.

Segundo FICK et al. (1980), níveis de zinco e cobre na faixa de 0,1mg% e 0,07 a 0,14mg%, respectivamente, podem ser considerados normais. McDOWELL et al. (1983) consideram deficientes os níveis de zinco e cobre, em bovinos, abaixo de 0,06 a 0,08mg% e 0,065mg%, respectivamente. Os teores observados nos animais do presente experimento estão dentro da faixa normal.

Os níveis de ferro mostraram diferenças significativas ($P < 0,01$), entre períodos e, de acordo com UNDERWOOD (1971), os teores médios encontrados estão dentro dos níveis considerados normais, que variam de 0,089 a 0,270mg%.

As concentrações médias das proteínas plasmáticas mostraram diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os períodos estudados. CAMARGO et al. (1980) em um estudo dos elementos minerais de interesse pecuário, em diferentes regiões da Amazônia, encontraram valores de proteínas no soro que variavam de 5,52 a 8,30g%. SANTIAGO et al. (1986), em um levantamento mineral feito na região Centro-Oeste do Brasil, com bovinos de corte, encontraram valores de proteínas plasmáticas, nos períodos seco e das águas, que variaram de 6,7 a 7,8 e, segundo os autores, existe uma tendência de diminuir os níveis de proteínas plasmáticas nos períodos de escassez de alimento. Os valores observados no presente trabalho foram de 5,39 a 6,4g%, sendo que os menores valores médios obtidos coincidem com o período seco.

4. Forragens

Os níveis médios de cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco encontrados nas forragens e a comparação de médias pelo teste de

Duncan estão no quadro 3, e ilustrados nas figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

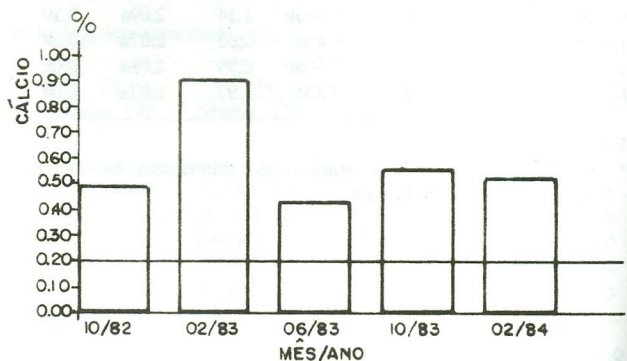


Figura 16. Concentrações de cálcio em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

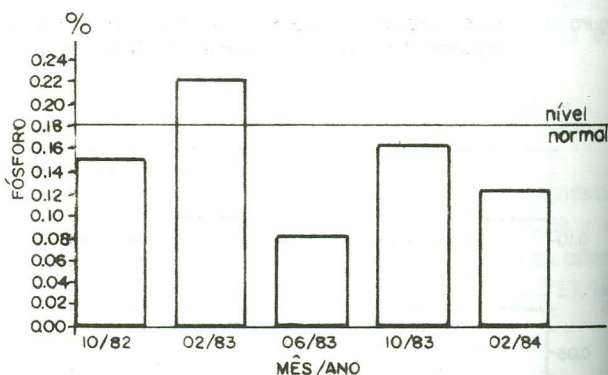


Figura 17. Concentrações de fósforo em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

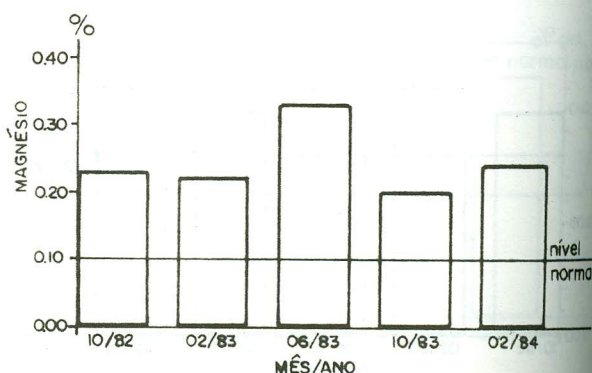


Figura 18. Concentrações de magnésio em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

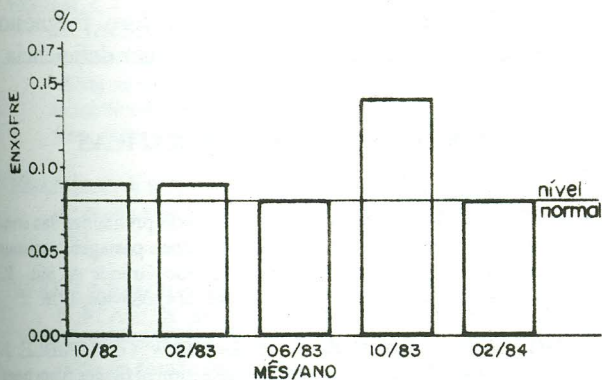


Figura 19. Concentrações de enxofre em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

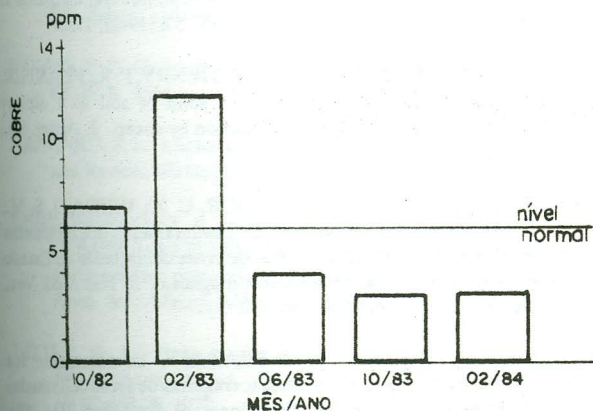


Figura 20. Concentrações de cobre em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

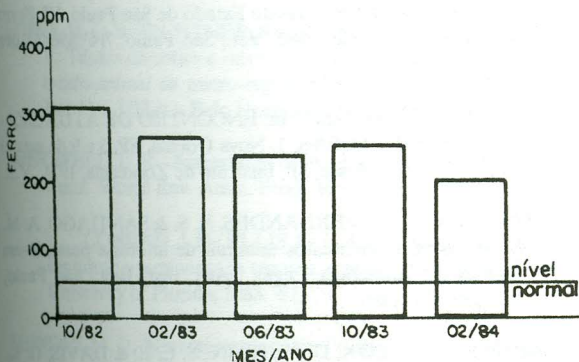


Figura 21. Concentrações de ferro em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais

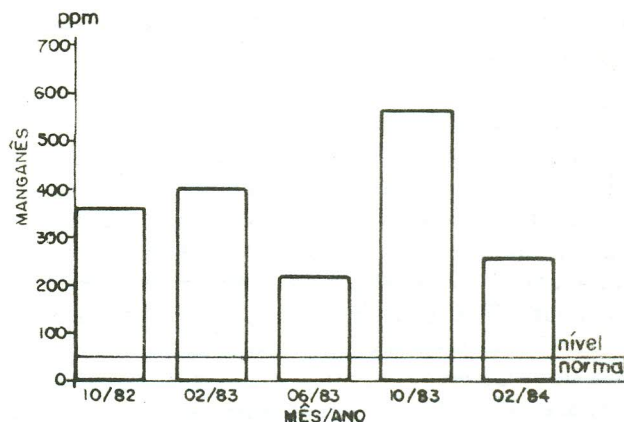


Figura 22. Concentrações de manganês em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

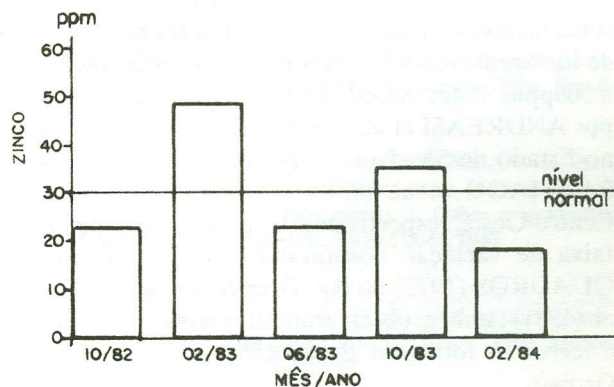


Figura 23. Concentrações de zinco em amostras de forragem colhidas em cinco períodos experimentais.

necessário para crescimento e acabamento de novilhos, somente o período dois (fev./83), que coincide com a época de plenas águas, mostrou níveis adequados para esta categoria animal.

Os níveis médios de fósforo observados, na época das águas, foram maiores que os do período seco, os dados observados estão de acordo com SANTIAGO et al. (1986) que encontraram teores de fósforo maiores na época das águas, contra menores teores no período seco.

Segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) os níveis de magnésio e enxofre, na matéria seca, devem estar entre 0,05 a 0,25% e 0,08 a 0,15%, respectivamente. De acordo com estes valores os teores de magnésio encontrados nas forragens, satisfazem plenamente as necessidades dos animais mantidos sob pastejo, nos diferentes períodos, e os níveis de enxofre atendem os requerimentos mínimos necessários para crescimento e acabamento.

As diferenças nos teores médios de cálcio e fósforo nas forrageiras foram estatisticamente significativas entre os períodos estudados ($P < 0,01$). O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) recomenda 0,18% de cálcio e fósforo na matéria seca consumida, como nível mínimo para a manutenção de bovinos de corte em crescimento. Segundo este critério, as forrageiras apresentaram, nos diferentes períodos, teores médios de cálcio adequados. Os níveis de fósforo avaliados nos períodos um (out./82), três (jun./83), quatro (out./83) e cinco (fev./84) não estavam dentro do mínimo

Os níveis de cobre analisados mostraram diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os períodos.

De acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984), níveis de cobre na matéria seca, devem estar em torno de 4 a 10ppm. Os resultados mostram que, apenas nos períodos um e dois haviam níveis adequados de cobre para os bovinos. Nos outros períodos os níveis médios eram marginais no período três (jun./83), e deficientes nos períodos quatro e cinco (out./83 e fev./84). Mas, estes teores de cobre parecem ter sido suficientes para atender as necessidades dos animais porque os níveis hepáticos de cobre estavam dentro da faixa considerada normal.

Níveis ótimos de ferro e manganês, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984), estão em torno de 50 a 100ppm e 20 a 50ppm, respectivamente, e níveis máximos toleráveis em torno de 1000ppm. As concentrações de manganês observadas nas amostras de forragens, nos diferentes períodos, variaram de 219 a 566ppm. Estes valores foram superiores aos obtidos por ANDREASI et al. (1968) e GALLO et al. (1974), no Estado de São Paulo; CAMARGO et al. (1980) e SANTIAGO et al. (1986) na região Amazônica e Centro-Oeste, respectivamente, porém, estão dentro da faixa de variação constatada por GAVILLON & QUADROS (1973) no Rio Grande do Sul. SOUSA et al. (1981) também observaram altos teores de manganês e ferro nas forragens de diferentes regiões do Mato Grosso.

Houve diferença estatística ($P < 0,01$) para zinco nos diferentes períodos analisados. Os teores considerados dentro da faixa normal, na matéria seca, pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) estão entre 20 a 40ppm. Os teores por nós observados variaram de 18 a 49ppm. Portanto o período cinco (fev./84) pode ser considerado como deficiente em zinco, e os períodos um (out./82) e três (jun./83), próximos ao limite da deficiência mas, estes teores limitantes não refletiram no conteúdo de zinco hepático e sérico.

CONCLUSÕES

1. Nas forrageiras detectam-se deficiências de fósforo, cobre e zinco e níveis excessivos de ferro e manganês.

2. No fígado, detectam-se níveis considerados abaixo do normal para manganês e níveis normais para zinco, cobre e ferro.

3. No tecido ósseo as concentrações de fósforo, cálcio e cinzas observadas são próximas aos limites considerados deficientes, enquanto a de magnésio encontra-se dentro da faixa normal.

4. Os níveis séricos de cálcio, fósforo, magnésio, ferro, cobre e zinco não indicam qualquer deficiência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, J. A. G. & KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais de solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. R. Centro Cie. Rurais., Santa Maria, RS, 6(4):385-406, 1976.
- AMMERMAN, C. B.; LOIZA, 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., Albany, NY, 38(1):158-62, 1974.
- _____ & GOODRICH, R. D. Advances in mineral nutrition in ruminants. J. Anim. Sci., Albany, NY, 57:519-33, 1983.
- _____ ; VALDIVIA, R.; ROSA, I. V.; HENRY, P. R.; FEASTER, J. P. & BLUE, W. G. Effect of sand or soil as a dietary component on phosphorus utilization by sheep. J. Anim. Sci., Albany, NY, 59:1092-9, 1984.
- ANDREASI, F.; MENDONÇA JÚNIOR, C. X.; VEIGA, J. S. M.; PRADA, F. & BARNABÉ, R. C. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, fósforo e magnésio. R. Fac. Med. Vet., São Paulo, 7(3):583-604, 1966/67.
- _____ ; _____ ; _____ & PRADA, F. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. IV. Zinco. R. Fac. Med. Vet., São Paulo, 8:177-94, 1969.
- _____ ; VEIGA, J. S. M.; PRADA, F. & MENDONÇA JÚNIOR, C. X. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. III. Ferro e Manganês. R. Fac. Med. Vet., São Paulo, 7(4):856-70, dez 1968.
- CAIELLI, E. L. Alimentação. In: ENCONTRO DE ATUALIZAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, SP, 5 a 9 de agosto de 1974. Nova Odessa, SP, Instituto de Zootecnia, 1974. V.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., São Paulo, 47(4):83-111, 1980.
- CHAPMAN, H. L.; COX, D. H.; HAINES, C. E. & DAVIS, G. K. Evaluation of the liver biopsy technique for mineral nutrition studies with beef cattle. J. Anim. Sci., Albany, NY, 22:733-7, 1963.
- CHURCH, D. C. Digestive Physiology and nutrition of ruminants Nutrition. 2 ed. Corvallis, Oregon, Oxford Press, 1979. 452p.
- DAYRELL, M. S.; LOPES, H. O. S.; AROEIRA, J. A. D. C.; FERREIRA, J. M. & SAMPAIO, I. B. M. Teores de cálcio, magnésio, fósforo inorgânico e atividade da fosfatase alcalina no soro sanguíneo de bovinos criados no cerrado. Arq. Esc. Vet., Belo Horizonte, 24(3):265-74, 1972.
- FICK, K. R.; McDOWELL, L. R.; MILES, H. P.; WILKINSON, N. S.; FUNK, D. J.; CONRAD, H. J.; DAYRELL, M. S. & ROSA, I. V. Métodos de análises de minerais em tecidos de animais e de plantas. 2 ed. Gainesville, Florida, U. S. Agency for International Development, 1980. 72p.

- FISHER, L. J.; LISTER, E. E.; JORDAN, W. A.; BROSSARD, G. A.; WAUTHY, J. M.; COMEAU, J. E. & PROULX, J. Effects of plane of nutrition confinement system, and forage preservation on supplemental mineral intake and content of minerals in the blood of pregnant beef cows. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, Ont., 52(4):693-702, 1972.
- FISKE, H. C. & SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, Baltimore, MD, 66(2):370-400, 1925.
- GALLO, J. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; MATTOS, H. B.; SARTINI, H. J. & FONSECA, M. P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *B. Industr. anim.*, São Paulo, 31(1):115-38, 1974.
- GAVILLON, O. & QUADROS, A. T. O ferro e o manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Pesq. agropec. bras.*, Sér. Zootec., Rio de Janeiro, 8(2):47-54, 1973.
- GOMES, P. F. Curso de estatística experimental. 8 ed. Piracicaba, SP, 1978. 450p.
- HANSARD, S. L. Microminerals for ruminant animals. *Nutr. Abs. and Review*, Wallingford, Oxon, 53(1):1-24, 1983.
- LEBDOSEKOJO, S.; AMMERMAN, C. B.; RAUN, N. S.; GOMEZ, J. & LITTELL, R. C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the Eastern Plain of Colombia. *J. Anim. Sci.*, Albany, NY, 51(6):1249-60, 1980.
- LITTLE, D. A. Bone biopsy in cattle and sheep for studies of phosphorus status. *Austr. Vet. J.*, Sidney, Austr., 48(12):668-70, 1972.
- _____. Definition of an objective criterion of body phosphorus reserves in cattle and its evaluation in vivo. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, Ont., 64:229-31, 1984.
- LOPES, H. O. S.; FICHTNER, S. S.; JARDIM, E. C. & COSTA, C. P. Teores de cobre e zinco em amostra de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. *Arq. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte*, 32(2):151-9, 1980.
- McDOWELL, L. R. Assessment of mineral status of grazing ruminants. *World Rev. Anim. Prod.*, Roma, 23(4):19-32, 1987.
- _____; CONRAD, J. H.; ELLIS, G. L. & LOOSLI, J. K. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Gainesville, Florida, University of Florida, 1983. 87p.
- MENDES, M. O. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Florida, University of Florida, Institute of Food and Agricultural, 1977. 236f.
- MILLER, J. K. & MILLER, W. J. Experimental zinc deficiency and recovery of calves. *J. Nutr.*, Philadelphia, PA, 76:467-74, 1962.
- MILLER, W. J.; MARTIN, Y. G.; GENTRY, R. P. & BLACKMON, D. M. Zn⁶⁵ and stable zinc absorption, excretion and tissue concentration as affected by type of diet and level of zinc in normal calves. *J. Nutr.*, Philadelphia, PA, 94(3):391-401, 1968.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, J. F. C. & PINHEIRO, J. S. Teores de alguns minerais no capim-jaraguá em várias idades de corte. *R. Soc. bras. Zoot.*, Viçosa, MG, 5(1):48-55, 1976.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION - NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE. Sixth revised ed., Washington, National Academic Press, 1984.
- PEREIRA, J. A. A.; SILVA, D. J.; BRAGA, J. M. & CAMPOS, J. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Otoni, Minas Gerais. *Experientiae*, Viçosa, MG, 12(6):155-88, 1971.
- SANTIAGO, A. M. H.; CAMARGO, W. V. A.; NAZARIO, W. & SERPENTINI, R. Estudos de elementos minerais de interesse para a bovinocultura de corte, nos solos, forrageiras e tecidos animais, em áreas da região Centro-Oeste do Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 53(1/4):1-14, 1986.
- SANTOS, M.; SAMPAIO, M. R. P. & FERNANDES, N. S. Determinação do teor de cobre, cobalto e vitamina B12 em fígado de bovinos e capim de algumas regiões do Estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 37(3):163-7, 1970.
- SOUSA, J. C. Composição mineral de capins do gênero *Brachiaria* e misturas minerais indicadas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*. Nova Odessa, SP, Instituto de Zootecnia, 1986. (mimeo).
- _____; CONRAD, J. H.; BLUE, W. G. & McDOWELL, L. R. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 14(4):387-95, 1979.
- _____; _____; _____; AMMERMAN, C. B. & McDOWELL, L. R. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(3):335-41, 1980.
- _____; _____; _____; _____ & _____. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(5):739-46, 1981.
- _____; _____; MOTT, G. O.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B. & BLUE, W. G. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no Norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(1):11-20, 1982.
- _____; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M. & PACHECO, V. B. E. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 20(2):259-69, 1985.
- _____; GONÇALVES, E. M.; VIANA, J. A. C. & DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e Fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 21(12):1327-36, 1986.
- _____; _____; _____ & _____. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. IV. Magnésio, sódio e potássio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 22(1):89-98, 1987.
- STANDISH, J. F.; AMMERMAN, C. B.; PALMER, A. Z. & SIMPSON, C. F. Influence of dietary iron and phosphorus on performance, tissue mineral composition and mineral absorption in steers. *J. Anim. Sci.*, Albany, NY, 3:171-5, 1971.
- TEIXEIRA, T.; CAMPOS, J.; BRAGA, J. M. & SILVA, D. J. Deficiência de fósforo, cobre, cobalto em pastagens do município de Morrinhos, Goiás. *Experientiae*, Viçosa, MG, 12(3):63-87, 1971.

THEILER, A.; GREEN, H. H. & DUTOIT, P. J. Phosphorus in the livestock industry union South Africa Dept. Agric. J., Barbados, Antilles, 8:460-504, 1924.

TOKARNIA, H. C.; CANELLA, C. F. C. & DOBEREINER, J. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Parnaíba nos Estados do Piauí e Maranhão. Arq. Inst. Biol. Anim., Rio de Janeiro, (3):25-32, 1960.

_____; _____; GUIMARÃES, J. A. & DOBEREINER, J. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. Pesq. agropec. bras., Brasília, 3:351-60, 1968.

_____; DOBEREINER, J.; CANELLA, C. F. C. & GUIMARÃES, A. J. Ataxia enzootica em cordeiros na Costa do Piauí. Pesq. agropec. bras., Brasília, 1:375-82, 1966.

UNDERWOOD, E. J. The mineral nutrition of Livestock. Aberdeen, Central Press, 1966. 237p.

_____. Trace elements in human and animal nutrition. 3 ed. New York, Academic Press, 1971. 543p.

_____. Los minerales en la nutrición del ganado. Zaragoza, Acribia, 1981. 210p.

WILLIAMS, S. N.; LAWRENCE, L. A.; McDOWELL, L. R.; WARNICK, A. C. & WILKINSON, N. S. Dietary phosphorus concentrations related to breaking load and chemical bone properties in heifers. J. Dairy Sci., Champaign, Il, 73:1100-6, 1990.

ZUNIGA, M. P.; SYKES, D. J. & GOMIDE, J. A. Determinações do conteúdo mineral de treze gramíneas forrageiras para corte. R. Ceres, Viçosa, MG, 13(77):344-60, 1967.