

# TEOR DE FÓSFORO INORGÂNICO NO SORO SANGUÍNEO DE VACAS EM LACTAÇÃO DA REGIÃO DA ZONA DA MATA<sup>1</sup>

MILTON DE SOUZA DAYRELL<sup>2</sup> e FERMINO DERESZ<sup>3</sup>

**RESUMO** - Durante doze meses (Ano I) foram colhidas amostras mensais de sangue de vacas em lactação de propriedades dos municípios de Piau, Rio Novo e Rio Preto, MG, onde os animais não recebiam suplementação mineral. Paralelamente, foram colhidas amostras de sangue das vacas do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), da EMBRAPA, em Coronel Pacheco, MG, onde os animais recebiam suplementação com fósforo. No Ano II as vacas de Piau e Rio Novo receberam suplementação mineral com e sem fósforo, respectivamente, e o sangue foi colhido bimensalmente para análise do elemento Pi. Amostras de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) das pastagens foram colhidas também para análise de fósforo. Os níveis séricos médios anuais de Pi (mg/100 ml) no Ano I foram, respectivamente, de  $4,45 \pm 0,75$ ;  $5,23 \pm 0,81$ ;  $4,77 \pm 0,83$  e  $5,63 \pm 0,81$ , para as vacas de Piau, Rio Novo, Rio Preto e CNPGL. A suplementação fosfórica no Ano II teve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) no nível sérico do elemento nos animais de Piau. Com base na baixa produção de leite, no estado geral do rebanho, nos níveis baixos de fósforo nas pastagens e nos baixos níveis desse elemento nos animais, foi recomendada a suplementação fosfórica para os animais de Piau e Rio Preto.

Termos para indexação: suplementação mineral, capim-gordura, *Melinis minutiflora*.

## INORGANIC PHOSPHORUS LEVEL IN THE BLOOD SERUM OF LACTATING COWS IN THE "ZONA DA MATA REGION" OF MINAS GERAIS STATE - BRAZIL

**ABSTRACT** - During one year (Year I) blood samples were taken from lactating cows on farms of Piau, Rio Novo and Rio Preto counties, MG, Brazil, where mineral supplementation was not practised. During the same period, blood samples were taken from cows at the Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), of EMBRAPA, in Coronel Pacheco, MG, Brazil, where the animals were supplemented with phosphorus. During another year (Year II), the cows of Piau and Rio Novo counties received mineral supplementation with and without phosphorus, respectively, and in both cases blood sample were taken bimonthly for inorganic phosphorus (Pi) analysis. Samples of molasses grass (*Melinis minutiflora*) were taken from the pastures, for phosphorus analysis. In Year I, the annual average serum level of Pi (mg/100 ml) were, respectively,  $4,45 \pm 0,75$ ,  $5,23 \pm 0,81$ ,  $4,77 \pm 0,83$  and  $5,63 \pm 0,81$ , for cows from Piau, Rio Novo, Rio Preto and CNPGL. The supplementation with phosphorus during the Year II had a significant effect ( $P < 0,05$ ) on the serum level of this element in the cows from Piau. Based on the general state of the herds in Piau and Rio Preto counties, with low levels of phosphorus in the pastures and in the blood, together with the generally low milk production, phosphorus supplementation in these areas.

Index terms: mineral supplementation, molasses grass, *Melinis minutiflora*.

## INTRODUÇÃO

O fósforo é um macroelemento essencial para o organismo animal, participando da maioria das reações bioquímicas celulares, além de, junto com o cálcio, constituir a matéria básica dos ossos.

A importância do fósforo na alimentação animal tem sido evidenciada por vários pesquisadores, quer correlacionando-o com o desempenho de animais jovens (Wise et al. 1963, Ricketts et al. 1970,

Davies & Chandrasekaran 1980 e Lebdosoekojo et al. 1980), quer com a fertilidade em fêmeas adultas (Littlejohn & Lewis 1960, Steevens et al. 1971, Guimaraes & Nascimento 1971, Rowlands et al. 1977, Carstairs et al. 1980 e Bogin et al. 1982).

Entre as deficiências de minerais no Brasil, a deficiência de fósforo é uma das mais frequentes que ocorre nos bovinos (Tokarnia & Döbereiner 1973). Giovine (1943) informou que a hipofosforose afetava grande número de bovinos do Estado de Minas Gerais. Menicucci Sobrinho (1973), também em Minas Gerais, verificou, após análise de fósforo no sangue de bovinos, que somente 39,6% dos animais apresentavam níveis normais do elemento. Villares & Silva (1956), em um levantamento do nível de fósforo no sangue de vacas da

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 28 de agosto de 1984.

<sup>2</sup> Bioquímico, Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rodovia MG 133, km 42, CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

<sup>3</sup> Zootecnista, M.Sc., EMBRAPA/CNPGL.

raça Guzerá, verificaram que somente aquelas em lactação apresentavam deficiência de fósforo. Tokarnia et al. (1970) diagnosticaram deficiência de fósforo em bovinos do Estado do Piauí, baseando-se nos níveis de fósforo inorgânico no soro e nas alterações anátomo e histopatológicas dos ossos. Dayrell et al. (1973 a) e Lopes et al. (1973) diagnosticaram deficiência de fósforo em bovinos jovens mantidos na região do cerrado do Distrito Federal. Souza (1978) constatou, na região nordeste do Mato Grosso, níveis deficientes de fósforo nas cinzas dos ossos dos bovinos.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar o nível de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de vacas em lactação, recebendo, ou não, suplementação mineral, em algumas propriedades da região da Zona da Mata de Minas Gerais.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram escolhidas três propriedades nos municípios de Piau, Rio Novo e Rio Preto, MG, onde os proprietários não faziam uso da suplementação mineral, com exceção do sal comum. Em cada propriedade foram escolhidas, ao acaso, dez vacas com período de lactação variando de um a três meses. Mensalmente, durante um período de doze meses (Ano I), foram colhidas amostras de sangue desses animais, e o soro foi separado segundo metodologia descrita por Dayrell et al. (1973 b), para determinação do fósforo inorgânico (Pi). Paralelamente, durante o mesmo período, foram colhidas amostras de sangue de vacas pertencentes ao Sistema de Produção do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), onde os animais recebiam, à vontade, mistura mineral constituída de: fosfato bicálcico, 60%; sal comum iodado, 39,08%; sulfato de cobre, 0,40%; óxido de zinco, 0,50%; sulfato de cobalto, 0,02%. À medida que as vacas secavam eram retiradas do estudo, de maneira que no final do período estavam sendo colhidas amostras de sangue de cinco a sete vacas de cada propriedade.

O estudo continuou (Ano II) nas propriedades de Piau e Rio Novo. Para os animais da primeira propriedade foi fornecida, à vontade, a mesma mistura mineral utilizada no CNPGL. Para os animais da propriedade de Rio Novo, foi fornecida *ad libitum* a seguinte mistura mineral: sal comum iodado, 99,08%; sulfato de cobre, 0,40%; óxido de zinco, 0,50%; sulfato de cobalto, 0,02%. Nas duas propriedades foi feito o controle mensal do consumo das misturas minerais oferecidas. Bimensalmente foram colhidas amostras de sangue dos mesmos animais utilizados no Ano I.

Como o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) representava a gramínea predominante das pastagens, fo-

ram colhidas amostras do mesmo em todas as propriedades no Ano I e nas duas propriedades no Ano II. A colheita feita no mês de agosto representou a época "seca", e a de fevereiro, a época de "chuvas". A amostragem foi realizada utilizando-se uma tesoura de aço inoxidável, cortando a planta a uma altura de aproximadamente 10 cm do solo.

O fósforo no soro foi analisado segundo Gomori (1942), e nas forrageiras, segundo Bataglia et al. (1978).

Os dados foram analisados estatisticamente pelo método de quadrados mínimos para dados desiguais nas subclasses, segundo Harvey (1972). Para verificar as variações estatísticas entre médias, utilizou-se o teste de Tukey, com uma probabilidade de 5%.

#### Histórico dos rebanhos

O estado geral do rebanho da propriedade de Piau era ruim. A produção média de leite era de 2,5 l/dia/vaca. A alimentação das vacas consistia somente de pasto.

O estado geral do rebanho da propriedade de Rio Novo era regular. A produção média de leite era de 4 l/dia/vaca. A alimentação consistia somente de pasto.

O estado geral do rebanho da propriedade de Rio Preto era regular. A produção média de leite era de 4,5 l/dia/vaca. Durante o ano, as vacas receberam, além do pasto, 600 g/dia/vaca de farelo de trigo. Na época seca (julho - agosto) receberam silagem de milho. Durante o mês de novembro, receberam 2 kg/dia/vaca de concentrado balanceado comercial.

O estado geral do rebanho do CNPGL era bom. A produção média de leite era de 9,5 kg/dia/vaca. As vacas em lactação tiveram acesso às pastagens de capim-gordura durante a noite, o ano todo. No intervalo entre ordenhas, na época das "águas" (novembro a abril) pastajaram capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e, na época da "seca" (maio a outubro) foram suplementadas com silagem mista (milho e capim-elefante). Durante o ano, receberam farelo de trigo em quantidade proporcional à sua produção, perfazendo uma média de 3 kg/dia/vaca.

#### RESULTADOS

Os teores médios mensais de Pi (mg/100 ml de soro) das vacas em lactação, das propriedades estudadas no Ano I, estão representados graficamente na Fig. 1. Os animais da propriedade de Piau apresentaram os níveis médios mais baixos de Pi, enquanto que aqueles do CNPGL apresentaram os níveis mais altos, a exceção do período de dezembro a março.

O nível médio anual de Pi no soro sanguíneo das vacas das propriedades de Rio Novo, Piau, Rio Preto e CNPGL encontra-se na Tabela 1. Não hou-

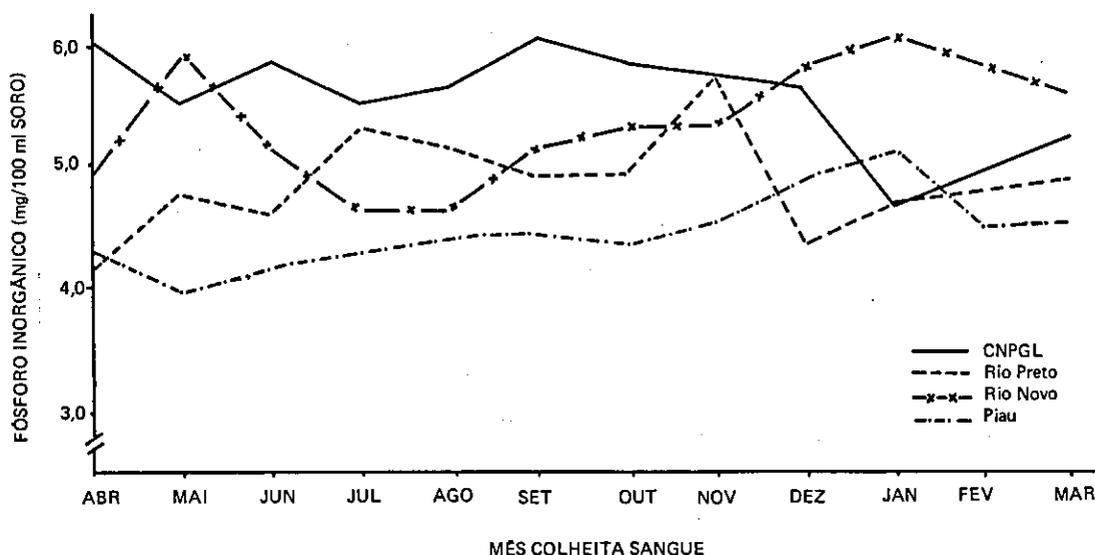


FIG. 1. Teores médios mensais de fósforo inorgânico (mg/100 ml) de vacas em lactação das propriedades de Piau, Rio Novo, Rio Preto e CNPGL (Ano I).

TABELA 1. Teor médio anual ( $\pm$  desvio padrão) de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de vacas em lactação das propriedades de Rio Novo, Piau, Rio Preto e CNPGL (Ano I e II).

Propriedade	Ano I	Ano II
Rio Novo	5,23 $\pm$ 0,81 <sup>ax</sup>	5,81 $\pm$ 0,92 <sup>a</sup>
Piau	4,45 $\pm$ 0,75 <sup>ay</sup>	5,30 $\pm$ 1,13 <sup>b</sup>
Rio Preto	4,77 $\pm$ 0,83 <sup>x</sup>	.
CNPGL	5,63 $\pm$ 0,81 <sup>z</sup>	.

a, b = Letras diferentes indicam diferenças ( $P < 0,05$ ) entre anos, dentro de cada propriedade.

x, y, z = Letras diferentes indicam diferenças ( $P < 0,05$ ) entre propriedades no Ano I.

ve diferença ( $P > 0,05$ ) entre Ano I e Ano II nos níveis de Pi dos animais de Rio Novo, enquanto que em Piau a diferença foi significativa ( $P < 0,05$ ).

O consumo médio anual da mistura mineral das vacas da propriedade de Piau foi 67 g/animal/dia e o das vacas de Rio Novo foi de 26 g/animal/dia.

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os resultados do teor médio de fósforo no capim-gordura das pastagens das propriedades estudadas no Ano I e Ano II, respectivamente. Houve efeito

significativo ( $P < 0,05$ ) entre propriedades e entre época de colheita do capim. O ano não influenciou ( $P > 0,05$ ) o nível de fósforo do capim dos municípios de Piau e Rio Novo.

## DISCUSSÃO

De acordo com Underwood (1966), os níveis normais de Pi no soro da maioria dos animais domésticos situam-se entre 4,5 e 6,5 mg/100 ml, apesar de serem comuns flutuações fora dessa faixa. Dayrell et al. (1972) encontraram teor médio de 4,95 mg% (intervalo de confiança de 4,44 a 5,46) desse elemento no soro de vacas mestiças, clinicamente sadias, que recebiam suplementação fosfórica adequada. Hunter (1977) verificou que vacas com níveis séricos de Pi abaixo de 4,5 mg%, apresentavam uma taxa de concepção considerada baixa (abaixo de 40%). De acordo com Reed et al. (1974 a), níveis médios séricos de 4,5 e 4,96 mg% podem ser considerados normais para vacas em lactação. No presente trabalho, considerou-se o nível 4,5 mg% como limite inferior normal de Pi no soro de vacas em lactação.

Na Fig. 1 verifica-se que os teores médios de Pi

TABELA 2. Teor médio ( $\pm$  erro padrão) de fósforo em amostras de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), colhidas na época "seca" e de chuvas, de pastagens das propriedades de Piau, Rio Novo, Rio Preto e CNPGL (Ano I).

Propriedade	Épocas		Média
	Seca	Chuvas	
Piau	0,12 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,02	0,13 <sup>b</sup>
Rio Novo	0,12 $\pm$ 0,03	0,21 $\pm$ 0,06	0,16 <sup>ab</sup>
Rio Preto	0,08 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01	0,09 <sup>c</sup>
CNPGL	0,15 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,07	0,18 <sup>a</sup>

a, b, c = Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%.

TABELA 3. Teor médio ( $\pm$  erro padrão) de fósforo em amostras de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), colhidas na época "seca" e de "chuvas" nos dois anos estudados, de pastagens das propriedades de Piau e Rio Novo.

Propriedade	Época	
	Seca	Chuvas
Piau	0,12 $\pm$ 0,01 <sup>a,A</sup>	0,14 $\pm$ 0,01 <sup>b,A</sup>
Rio Novo	0,12 $\pm$ 0,008 <sup>a,B</sup>	0,20 $\pm$ 0,007 <sup>a,A</sup>

A, B, = Letras diferentes indicam diferenças ( $P < 0,05$ ) entre épocas de colheita para cada propriedade.

a, b, = Letras diferentes indicam diferenças ( $P < 0,05$ ) entre propriedades dentro de cada época.

dos animais de Piau estão abaixo de 4,5 mg% nos meses de abril a outubro. De novembro a janeiro, tais teores aumentaram até caírem dentro da faixa considerada normal. Essa época coincide com o período de chuvas, onde há maior disponibilidade de forragem com teor mais elevado de fósforo (Tabela 2). Em Rio Preto, o teor médio de Pi aumentou no mês de julho, coincidindo com o início da suplementação com silagem de milho, cujo teor de fósforo era de 0,14%, superior ao teor médio do capim-gordura colhido (Tabela 2). No mês de novembro, o teor de Pi aumentou acentuadamente, atingindo o valor médio de 5,7 mg%. Nesse mês, as vacas receberam ração comercial na proporção de 2 kg/animal/dia.

A tendência de se encontrar níveis séricos de Pi mais baixos na época "seca" (junho a setembro) e mais altos na época de chuvas (outubro a maio), só foi verificada nos animais da propriedade de Rio Novo (Fig. 1). Essa tendência foi também observada por Villares & Silva (1956), utilizando vacas da raça Guzerá, e por Dayrell et al. (1973a), utilizando bovinos jovens.

As vacas do CNPGL apresentaram nível sérico médio anual de 5,63  $\pm$  0,81 mg Pi/100 ml, nível este superior ( $P < 0,05$ ) ao das outras propriedades (Tabela 1). Aqueles animais tinham à sua disposição mistura mineral com 60% de fosfato bicálcico, e sua alimentação era suplementada, em média, com 3 kg/dia/animal de farelo de trigo. De acordo com Campos (1980), o farelo de trigo apresenta um teor médio de 1,24% de fósforo. Além disso, o capim-gordura das pastagens desta propriedade apresentou níveis mais altos desse elemento (Tabela 2).

As vacas da propriedade de Piau apresentaram nível sérico médio anual de 4,45 mg Pi/100 ml, um pouco inferior ao limiar normal de 4,5 mg%, e também inferior ( $P < 0,05$ ) ao das vacas das outras propriedades (Tabela 1). O ano não teve influência ( $P > 0,05$ ) no nível sérico de Pi no animais de Rio Novo, que não receberam suplementação fosfórica no Ano II. Nessa propriedade, e em Piau, o manejo alimentar foi idêntico nos dois anos estudados, o mesmo acontecendo com o teor de fósforo do capim-gordura (Tabela 3). Portanto, a suplementação fosfórica parece ser o principal fator responsável pelo aumento do nível de Pi no soro das vacas da propriedade de Piau no Ano II. Outros autores (Morrow 1969, Lopes et al. 1972, Lopes et al. 1973, Reed et al. 1974 a, Reed et al. 1974 b, e De Boer et al. 1981) também verificaram efeito significativo do fósforo suplementar da dieta no nível desse elemento no soro de bovinos.

Com base no teor de fósforo do capim-gordura da propriedade de Rio Preto (Tabela 2), era de se esperar que as vacas dessa propriedade apresentassem um teor de Pi mais baixo (inclusive do que aquele da propriedade de Piau). Entretanto, isso não ocorreu (Tabela 1), possivelmente por causa da diferença de manejo alimentar. As vacas de Rio Preto recebiam, apesar de que em quantidades me-

nores (600 g/dia/animal) que as do CNPGL, farelo de trigo durante o ano e, na época "seca", silagem de milho.

Foi feita uma distribuição dos valores de Pi sérico, para cada animal em cada mês, em duas classes (abaixo e acima de 4,5 mg%) e a percentagem anual de frequência nessas duas classes foi determinada. Nas propriedades de Piau, Rio Preto, Rio Novo e CNPGL, respectivamente, 51,3%, 39,2%, 1,8% e 9,3% dos valores de Pi estavam abaixo de 4,5 mg%. Isso evidencia a grande variação do teor de Pi sérico que ocorre entre animais e entre meses de coleta do sangue, dentro de cada propriedade. Portanto, estudos envolvendo análise de Pi no soro com objetivo de se diagnosticar uma deficiência no animal deveriam ser considerados com cautela, especialmente quando realizados durante curtos períodos. Além disso, outros fatores devem ser levados em consideração, tais como: teor de fósforo da dieta, nível de produção e estado geral do rebanho.

Os animais de Piau e Rio Preto apresentaram níveis séricos de Pi mais baixos (4,45 e 4,77 mg%, respectivamente). Entretanto, eles não apresentavam sintomas clínicos específicos de deficiência de fósforo. O estado geral do rebanho era de regular a ruim, e a produção de leite, baixa (menos de 5 kg/vaca/dia). Com base no estado geral do rebanho, na baixa produção de leite, nos níveis de fósforo do capim-gordura e nos níveis séricos desse elemento nos animais, recomenda-se o uso da suplementação fosfórica nessas duas propriedades.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao técnico da EMATER-MG, Dr. Roberto Ricardo Teixeira, pela colaboração na escolha das propriedades e ao Sr. Fábio Cordeiro de Souza pelas análises realizadas.

#### REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C. & GALLO, J.R. Análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1978. 31p. (Circular, 87).
- BOGIN, E.; AVIDAR, Y.; DAVIDSON, M.; GORDIN, S. & ISRAELI, B. Effect of nutrition on fertility and blood composition in the milk cow. *J. Dairy Res.*, 49:13-23, 1982.
- CAMPOS, J. Tabelas para cálculo de rações. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980. 62p.
- CARSTAIRS, J.A.; MORROW, D.A. & EMERY, R.S. Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. *J. Anim. Sci.*, 51(5):1122-30, 1980.
- DAVIES, H.L. & CHANDRASEKARAN, M. Investigations on the effect of copper, cobalt and phosphorus on the growth of grazing Hereford cattle in coastal New South Wales. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 13: 217-20, 1980.
- DAYRELL, M. de S.; LOPES, H.O. da S.; AROEIRA, J. A.D.C.; NETO, J.M.F. & SAMPAIO, I.B.M. Teores de cálcio, fósforo inorgânico e atividade da fosfatase alcalina no soro sanguíneo de bovinos criados no cerrado. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M.G., Belo Horizonte*, 24(3):265-74, 1972.
- DAYRELL, M. de S.; DÖBEREINER, J. & TOKARNIA, C.H. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesq. agropec. bras. Ser. Vet.*, 8:105-14, 1973 a.
- DAYRELL, M. de 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., Ser. Vet.*, 8:43-7, 1973 b.
- DE BOER, G.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; MACLEOD, G. K. & WALTON, J.S. Response of dairy cows fed with alfalfa silage supplemented with phosphorus, copper, zinc and manganese. *J. Dairy Sci.*, 64(12): 2370-77, 1981.
- GIOVINE, N. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M.G. Belo Horizonte*, 1:17-25, 1943.
- GOMORI, G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J. Lab. Clin. Med.*, 27:955-96, 1942.
- GUIMARÃES, J.M.A.B. & NASCIMENTO, C.N.B. Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimento de bezerras em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. s.l., IPEAN, 1971. p.37-51. (Série: Estudos Sobre Bovinos).
- HARVEY, W.R. Least - square analysis of data with unequal subclass numbers. Washington, D.C., V.S. Government Printing Office, 1972. 157p.
- HUNTER, A.P. Some nutritional factors affecting the fertility of dairy cattle. *N. Z. Vet. J.*, 25(11):305-7, 1977.
- LEBDOSEKOJO, S.; AMMERMAN, C.B.; RAUM, N.S.; GOMEZ, J. & LITTEL, R.C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the Eastern plains of Colombia. *J. Anim. Sci.*, 51:1249-60, 1980.

- LITTLEJOHN, A.I. & LEWIS, G. Experimental studies of the relationship between the calcium - phosphorus ration of the diet and fertility in heifers: a preliminary report. *Vet. Rec.*, 72(50):1137-44, 1960.
- LOPES, H.O. da S.; NETO, J.M.F. & VELOSO, J.A. de F. Estudo dos teores de cálcio, fósforo, magnésio e atividade da fosfatase alcalina em bovinos criados no cerrado. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M.G., Belo Horizonte*, 24(1):33-43, 1972.
- LOPES, H.O. da S.; NETO, J.M.F. & SAMPAIO, I.B.M. Alguns fatores que influenciam os níveis de fósforo inorgânico, cálcio, magnésio e fosfatase alcalina no soro sanguíneo de bovinos no cerrado. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M.G., Belo Horizonte*, 25(3):309-27, 1973.
- MENICUCCI SOBRINHO, L. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M.G., Belo Horizonte*, 1:9-14, 1973.
- MORROW, D.A. Phosphorus deficiency and infertility in dairy heifers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 154(7):761-68, 1969.
- REED, J.B.H.; SMITH, S.D.; DOXEY, D.L.; FORBES, A. B.; FINLAY, R.S.; GEERING, I.W. & WRIGHT, J.D. Serum inorganic phosphate, calcium and magnesium levels of cattle in Botswana. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 6:23-9, 1974 a.
- REED, J.B.H.; SMITH, S.D.; FORBES, A.B. & DOXEY, D.L. Inorganic phosphate, calcium and magnesium levels in the sera of Botswanan cattle receiving feed additives. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 6:31-6, 1974 b.
- RICKETTS, R.E.; CAMBELL, J.R.; WEINMAN, D.E. & TUMBLESON, M.E. Effect of three calcium: phosphorus ratios on performance of growing Holstein steers. *J. Dairy Sci.*, 53:898-903, 1970.
- ROWLANDS, G.J.; LITTLE, W. & KITCHENHAM, B.A. Relationship between blood composition and fertility in dairy cows - a field study. *J. Dairy Res.*, 44:1-7, 1977.
- SOUZA, J.C. de. Interrelationship among mineral levels in soil, forage, and animal tissues on ranches in Northern Mato Grosso, Brazil. Gainesville, University of Florida, 1978. 276. Tese Ph.D.
- STEEVENS, B.J.; BUSH, L.J.; STOUT, J.D. & WILLIAMS, E.I. Effects of varying amounts of calcium and phosphorus in rations for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 54(5):655-61, 1971.
- TOKARNIA, C.H.; CANELLA, C.F.C.; GUIMARÃES, J. A.; DÖBEREINER, J. & LANGENEGGER, J. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. agropec. bras.*, 5:483-94, 1970.
- TOKARNIA, C.H. & DÖBEREINER, J. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil, a review. *Pesq. agropec. bras.*, 8:1-6, 1973.
- UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. s.l., FAO, 1966. 237p.
- VILLARES, J.B. & SILVA, H.M.T. Contribuição para o estudo das carências minerais em bovinos no Estado de São Paulo. I. Levantamento do índice de fósforo no sangue de vacas Guzerá na Fazenda Experimental de Sertãozinho. *B. Industr. anim.*, 15:5-22, 1956.
- WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L. & BARRICK, E.R. Influence of variations in dietary calcium: phosphorus ratios on performance and blood constituents of calves. *J. Nutr.*, 79:79-84, 1963.