

DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO EM BOVINOS NA REGIÃO DE BRASÍLIA¹

MILTON DE SOUZA DAYRELL², JÜRGEN DÖBEREINER³ e CARLOS HUBINGER TOKARNIA⁴

SINOPSE.— Foram determinados mensalmente, durante 14 a 21 meses, níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de novilhos, mantidos em regime de criação extensiva, em quatro regiões do cerrado de Brasília, nas localidades de Sobradinho, Planaltina, Formosa e Luziânia. As dosagens de fósforo nos soros foram confrontadas com análises, também mensais, desse elemento em amostras das gramíneas *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* e *Aristida* sp., bem como com análises de solo nessas mesmas regiões. Os níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos das regiões de Sobradinho e de Planaltina corresponderam aos históricos dos rebanhos, que indicavam condições normais na primeira região e acentuada deficiência de fósforo na segunda. Nas regiões de Formosa e Luziânia, os níveis séricos de fósforo oscilaram entre os valores encontrados nas duas outras regiões e corresponderam também aos históricos dos rebanhos, que indicavam deficiência moderada desse elemento.

Houve correlação significativa entre as médias dos níveis de fósforo nos soros sanguíneos e os níveis nas três gramíneas, com exceção na região com deficiência de fósforo mais acentuada.

Houve correlação nítida entre os níveis de fósforo no solo e a média anual do fósforo inorgânico sérico dos bovinos das quatro regiões.

Correlação significativa entre precipitação pluviométrica e níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo foi encontrada somente na região não deficiente em fósforo.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um macroelemento essencial para o organismo animal e juntamente com o cálcio, constitui a matéria básica dos ossos; é parte integrante dos ácidos nucleicos e participa ativamente no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos.

A deficiência de fósforo na criação de bovinos causa sérias perdas econômicas devido à baixa produtividade do rebanho em consequência do crescimento retardado, diminuição da fertilidade, menor produção leiteira, mau estado de nutrição geral e deformações do esqueleto (raquitismo e osteomalacia). Em uma manifestação particular da deficiência de fósforo, vulgarmente chamada de "caranga" (em Minas Gerais) ou "entreva" (no Nordeste do Brasil), que corresponde ao "stywsiekte" (na África do Sul), "creeps" (no Texas), "cripple" (na Austrália), há alterações esqueléticas tão graves que o animal tem o andar duro e dificuldade de locomoção. Como parte do quadro da deficiência de fósforo, figura também a osteofagia, manifestada pelo hábito de roer ossos, que é sinal clínico que mais chama a atenção nessa deficiência e é de grande valor no diagnóstico. A osteofagia é responsável pelo botulismo epizootico em algumas regiões onde ocorre deficiência de fósforo. Há ainda na deficiência de fósforo nos bovinos hipofosfemia, cuja determinação, através da dosagem do fós-

foro inorgânico sanguíneo, é igualmente de grande valor no diagnóstico. A deficiência de fósforo em bovinos em regime extensivo de criação está associada à deficiência desse elemento no solo e na vegetação. O pasto, além de deficiente em fósforo, ainda cresce em menor volume. No mundo, as áreas ocupadas por pastagens deficientes em fósforo são enormes. Esse fator limitante na nutrição do gado ocasiona desde discreta redução da produtividade até a morte de animais. (Groenewald 1935, Malan 1930, Malan *et al.* 1928, Theiler *et al.* 1924, Theiler & Green 1932, Theiler *et al.* 1927, 1928).

No Brasil há poucos trabalhos sobre determinações de níveis de fósforo no sangue de bovinos. Em Minas Gerais, Menicucci (1943), analisando 98 amostras de sangue (provavelmente soro sanguíneo), constatou que somente 39,6% dos bovinos apresentaram níveis de fósforo inorgânico acima de 3,5 mg/100 ml e que considerava normais. Nesse trabalho, o autor não fornece dados sobre a metodologia empregada, a época do ano em que colheu as amostras de sangue, a sua procedência, a idade e o sexo dos animais dos quais procediam nem sobre o estado de saúde (higidez) desses animais.

Giovine (1943), em seu estudo clínico de bovinos com deficiência de fósforo, no Estado de Minas Gerais, efetuou dosagens em 24 bovinos com manifestações clínicas da deficiência, encontrando em todos os animais valores abaixo de 3,0 mg de fósforo inorgânico por 100 ml de soro sanguíneo.

Magalhães (1946), com o fim de estabelecer dados normais de diversos elementos do sangue de bovinos no Brasil, entre esses o fósforo inorgânico do soro, realizou 109 análises para esse elemento em animais julgados em estado de higidez, mestiços zebu, machos, com 3 a 6 anos de idade, quase todos vivendo em regime de campo, provenientes de várias zonas do Estado de Minas Gerais. Os valores obtidos foram, na sua maioria,

¹ Aceito para publicação em 6 jun. 1973.

Trabalho realizado com auxílio do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq 9544/69).

² Farmacêutico-Bioquímico do Setor de Bioquímica e Hematologia do Serviço de Zoonoses, Departamento de Pesquisas e Experimentação (DPE), Fundação Zoobotânica do Distrito Federal (FZDF), Caixa Postal 10-2435, 70.000 Brasília, DF, e bolsista do CNPq (7262/71).

³ Veterinário da Seção de Anatomia Patológica do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), Km 47, 20.000 Rio de Janeiro, GB, ZC-26, e bolsista do CNPq (7114 e 7117/68, respectivamente).

incluídos nos limites de 3,6-6,4 mg de fósforo inorgânico por 100 ml de soro, com média de 5,0 ($\pm 0,25$).

Villares e Silva (1956), procedendo a um levantamento do nível de fósforo no sangue total, de 37 vacas da raça Guzerá, entre 1951 e 1953, em Sertãozinho, Estado de São Paulo, verificaram que esse oscila durante os vários meses do ano, descrevendo uma curva rítmica, na qual se distinguem um segmento normal com média de $5,19 \pm 1,14$ mg de fósforo inorgânico por 100 ml de sangue, e outro carencial com a média de $3,30 \pm 1,05$ mg P/100 ml de sangue. Baseados em dados bibliográficos aceitam como limite inferior das variações fisiológicas o valor de 4,0 mg de fósforo inorgânico por 100 ml de sangue. Os períodos de carência correspondem à estação de seca invernal e os de normalidade ao de chuvas estivais, caracterizando isto um tipo de carência estacional de fósforo.

Mancuso *et al.* (1964) procederam à análise de fósforo no soro sanguíneo de 334 bovinos em sete municípios do Rio Grande do Sul, sem especificar a época do ano em que foi feita a coleta, encontrando valores médios por município desde 3,47 mg até 7,10 mg P/100 ml. As médias mais baixas foram constatadas nos municípios de Santa Vitória do Palmar e São Jerônimo. Em Santa Vitória do Palmar foi feita uma investigação mais minuciosa (Bauer *et al.* 1964). Constatou-se que é comum a alotriófagia no gado da região, com inclusive osteofagia. As análises em 40 bovinos da região forneceram somente em 22,5% dos animais valores acima de 4 mg P/100 ml de soro.

Tokarnia *et al.* (1970), em seus estudos sobre doenças causadas por deficiências minerais em ruminantes, constataram deficiência de fósforo em bovinos em extensas regiões do Piauí. Consistiu esse estudo na coleta do histórico, na determinação do quadro clínico, das alterações anatômico e histopatológicas de animais doentes e na determinação do fósforo inorgânico no soro sanguíneo de 51 bovinos dessas regiões onde o gado apresenta osteofagia. A média dos valores foi de $4,1 \pm 0,3$ mg P/100 ml de soro sanguíneo, com 50% dos soros com valores abaixo de 4 mg P/100 ml, enquanto que soros testemunhas, coletados em área vizinha, onde os bovinos não têm o hábito da osteofagia, revelaram uma média de $6,3 \pm 0,9$ mg P/100 ml, todos eles com valores acima de 5,0 mg P/100 ml. Na análise desses resultados, esses autores chamam a atenção para o fato de que os soros foram coletados no mês de março, em plena época de chuvas e abundância de forragem verde naquela região.

Mancuso (1972), visando determinar níveis normais de diversos elementos, entre eles o fósforo, no soro sanguíneo dos bovinos no Rio Grande do Sul, realizou, trimestralmente, durante um ano, dosagens de fósforo inorgânico em 20 bovinos, sempre os mesmos, com algumas exceções, em cada uma de três propriedades, em cada um de seis municípios. Os valores estabelecidos, num nível de confiança de 90%, foram 4,07 a 9,11 mg P/100 ml com média de 6,59 mg P/100 ml. A análise de variância dos resultados de fósforo no soro demonstrou que em 11 fazendas havia uma variação estacional muito significativa e em duas, significativa, e que em cinco não havia variação. Os valores mais baixos de fósforo foram verificados na época de inverno.

No intuito de fornecer dados em relação ao estado nutricional de fósforo de bovinos, foi feito um estudo dos níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos mantidos em quatro regiões do cerrado de Brasília, complementado por análises de solo e dosagens de fósforo na pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Foram escolhidas fazendas de criação de bovinos em quatro regiões do cerrado de Brasília, nas quais os animais eram mantidos em regime extensivo de pasto. As fazendas estão situadas nas localidades de Sobradinho e Planaltina, no Distrito Federal, e nos municípios de Formosa e Luziânia, no Estado de Goiás, em áreas limítrofes ao Distrito Federal. No decorrer do estudo, foram substituídas as propriedades localizadas em Planaltina, Sobradinho e Luziânia por outras nas mesmas localidades, devido à impossibilidade da continuação de coleta nas fazendas inicialmente escolhidas. (Fig. 1)

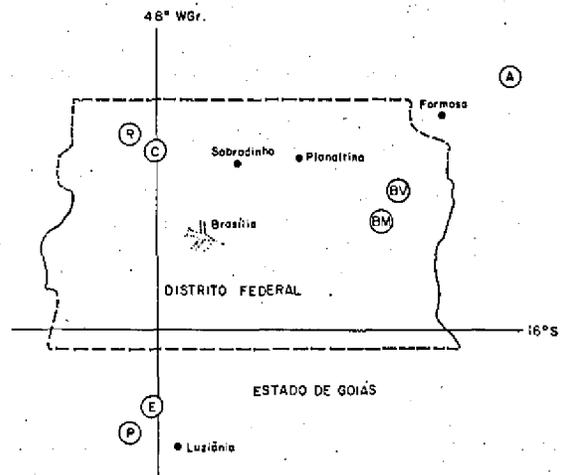


FIG. 1. Localização das fazendas, no cerrado de Brasília, onde foram coletadas as amostras para análise. (Nos círculos as iniciais das fazendas)

Na região de Brasília observam-se duas estações de ano, mais ou menos bem definidas, a época de chuva, nos meses de outubro a abril, e a época de seca, nos meses de maio a setembro. Na época de chuva as precipitações mensais variaram de 94,7 a 371,5 mm e na época de seca, de 0 a 127,5 mm, nos anos de 1970 e 1971.⁴

Histórico dos rebanhos

Em cada uma das propriedades escolhidas foi feito um levantamento do histórico do rebanho, principalmente em relação a dados que pudessem revelar uma possível deficiência de fósforo.

Amostras de sangue de bovinos

Coleta. Em cada fazenda foram escolhidos, ao acaso, oito a dez novinhos ou novilhas mestiços zebu, desmoados, com idade de 12 a 18 meses, e devidamente marcados. Mensalmente, de abril de 1970 a dezembro de 1971, foram coletadas amostras de sangue, sempre dos mesmos animais. Nas ocasiões de substituição de fazenda por outra, houve interrupções temporárias na coleta.

⁴ Dados obtidos do Serviço de Solos e Climatologia Agrícola do DPE, FZDF, Brasília.

Em duas fazendas, localizadas em Planaltina e Luziânia, houve queimadas do pasto não previstas. Foi continuada a coleta das amostras de sangue, aproveitando-se a oportunidade para verificação do efeito da queimada sobre o nível sérico de fósforo inorgânico nesses bovinos.

Em uma fazenda situada em Planaltina o proprietário colocou, durante alguns meses, farinha de osso à disposição do gado, o que não estava previsto. Igualmente foi continuada a coleta de sangue nessa propriedade, aproveitando-se a oportunidade para verificação do efeito da farinha de osso sobre o nível de fósforo no soro sanguíneo desses bovinos.

As coletas de sangue foram realizadas quase sempre na parte da manhã, em animais trazidos do pasto pouco antes da coleta ou que tinham passado a noite no curral. As amostras de sangue foram obtidas da veia jugular em tubos de centrifuga de fundo redondo, com 15 ml de capacidade. Os tubos, após repouso durante 1 hora e meia, à temperatura ambiente, eram então colocados em caixa de isopor, contendo gelo picado, e levados para o laboratório. Os soros foram separados através de centrifugação, colocados em frascos tipo "Penicilina" e estocados no congelador a -20°C para as posteriores dosagens de fósforo inorgânico e, em parte das amostras, de cálcio. O intervalo de tempo, desde a coleta do sangue até a separação do soro no laboratório, era de 4 a 6 horas.

Dosagem de fósforo inorgânico. O fósforo inorgânico, no soro sanguíneo, foi dosado pelo método de Gomori (1942). Para cada amostra foram feitas, inicialmente, três, e mais tarde, duas dosagens, usando-se a média para o resultado final.

Dosagem de cálcio. O cálcio sérico foi dosado pelo método de Kramer-Tisdall modificado por Clark-Collip (1925), e a dosagem desse elemento foi feita nas amostras coletadas nos meses de abril, agosto e novembro de 1970 e março, agosto e novembro de 1971.

Amostras de gramíneas

Coleta. Foram coletadas mensalmente, durante 12 meses, amostras de três gramíneas, capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.) e capim cerrado (*Aristida* sp.) de pastos de fazendas onde foram obtidas amostras de soro. Essas gramíneas são comuns a todas as propriedades estudadas e constituem grande parte da pastagem.

Dosagem de fósforo. A análise de fósforo das gramíneas foi feita pelo método de vanadato-molibdato amarelo (Lott et al. 1956).⁵

Amostras de solo

As amostras foram coletadas das áreas onde pastavam os animais em estudo. Em cada um dos locais escolhidos, foram retiradas amostras da camada superficial do solo, até a profundidade de 20 cm, de seis pontos diferentes, formando-se assim uma amostra composta. Daí foi retirada a amostra para análise, que foi realizada seguindo a metodologia de Vettori (1969).⁶

⁵ A análise das amostras foi realizada pelo Laboratório de Análise Foliar do Serviço de Solos e Climatologia Agrícola, DPE, FZDF, Brasília.

⁶ A análise foi realizada pelo Serviço de Solos e Climatologia Agrícola do DPE, FZDF, Brasília.

Dados meteorológicos

Foram usados dados de precipitação pluviométrica da Estação Meteorológica da Fazenda Tamanduá, Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, para um cálculo de correlação com os níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo dos bovinos nas quatro regiões estudadas.

RESULTADOS

Histórico dos rebanhos bovinos

Sobradinho. Nas Fazendas C. e R. o gado apresentava bom estado de nutrição. Os proprietários informam que o índice de reprodução é de regular a bom. Quando os animais não recebem sal comum, podem ser vistos lambendo barro. Na Fazenda C. o gado recebe mistura comercial de sal mineral com fósforo em quantidade insignificante, quatro vezes ao ano. Esses dados indicam que não há deficiência de fósforo nos bovinos dessa região.

Planaltina. Nas Fazendas B. M. e B. V. o estado de nutrição do gado variava de regular a precário. Os proprietários informam que os animais roem ossos, além de sofrerem fraturas ósseas com certa facilidade. O índice de reprodução é baixo. As vacas, geralmente, dão cria de dois em dois anos e decaem muito após o parto, principalmente o gado da raça holandesa. Na Fazenda B. V. o gado recebe mistura comercial de sal mineral com fósforo em quantidade insignificante, principalmente na época em que está fraco. Esses dados indicam que há deficiência de fósforo nos bovinos dessa região.

Município de Formosa. O estado de nutrição dos bovinos da Fazenda A. é regular, melhorando no início das chuvas. O proprietário informa que o gado roe ossos em partes da fazenda. Os animais costumam lamber um barreiro existente na fazenda. O índice de reprodução é relativamente baixo, sendo que de 200 vacas criadeiras nascem 100 bezerros. As vacas paridas emagrecem rapidamente, com exceção daquelas que parem no início das chuvas, em novembro e dezembro. Esses dados indicam que há uma deficiência moderada de fósforo nos bovinos dessa região.

Município de Luziânia. Nas Fazendas P. e E. o estado de nutrição dos bovinos é regular, melhorando no início das chuvas. Os proprietários informam que o gado é visto freqüentemente roendo ossos. Quando não se dá sal comum, os animais lambem barro. O índice de reprodução é relativamente baixo, sendo que parte das vacas dá cria de dois em dois anos. Algumas vacas decaem muito após o parto. Na Fazenda P. o gado recebe, três a quatro vezes ao ano, farinha de osso misturada com sal comum. Esses dados indicam que há uma deficiência moderada de fósforo nos bovinos dessa região.

Fósforo inorgânico no soro sanguíneo

Os valores médios mensais de fósforo inorgânico (mg P/100 ml soro), com os respectivos intervalos de confiança de 95%, encontrados nos bovinos das quatro regiões do cerrado de Brasília, constam do Quadro 1 e são apresentados graficamente nas Fig. 2 a 5.

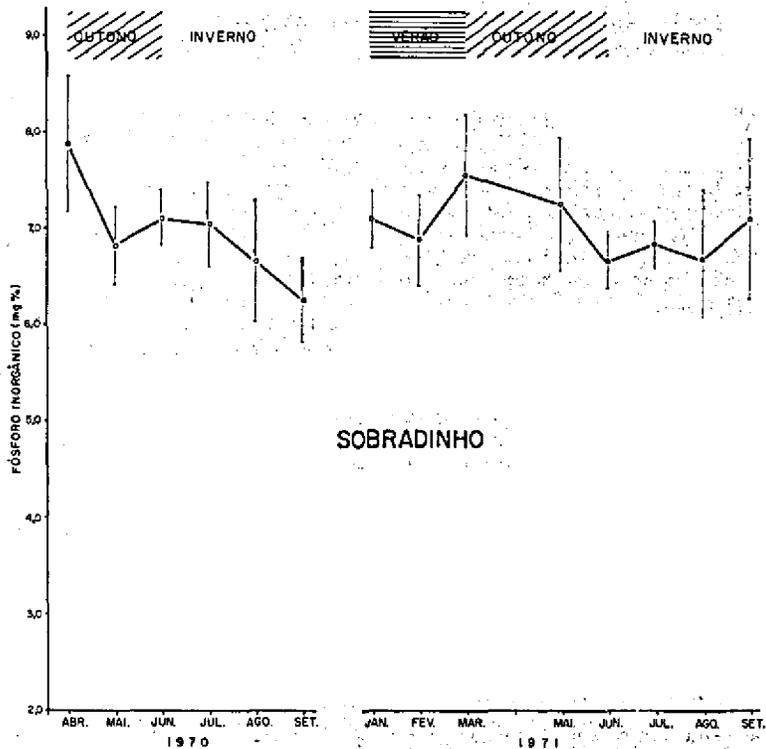


FIG. 2. Médias mensais de fósforo inorgânico (mg%), com os respectivos intervalos de confiança de 95%, no soro sanguíneo de bovinos da região de Sobradinho, Distrito Federal.

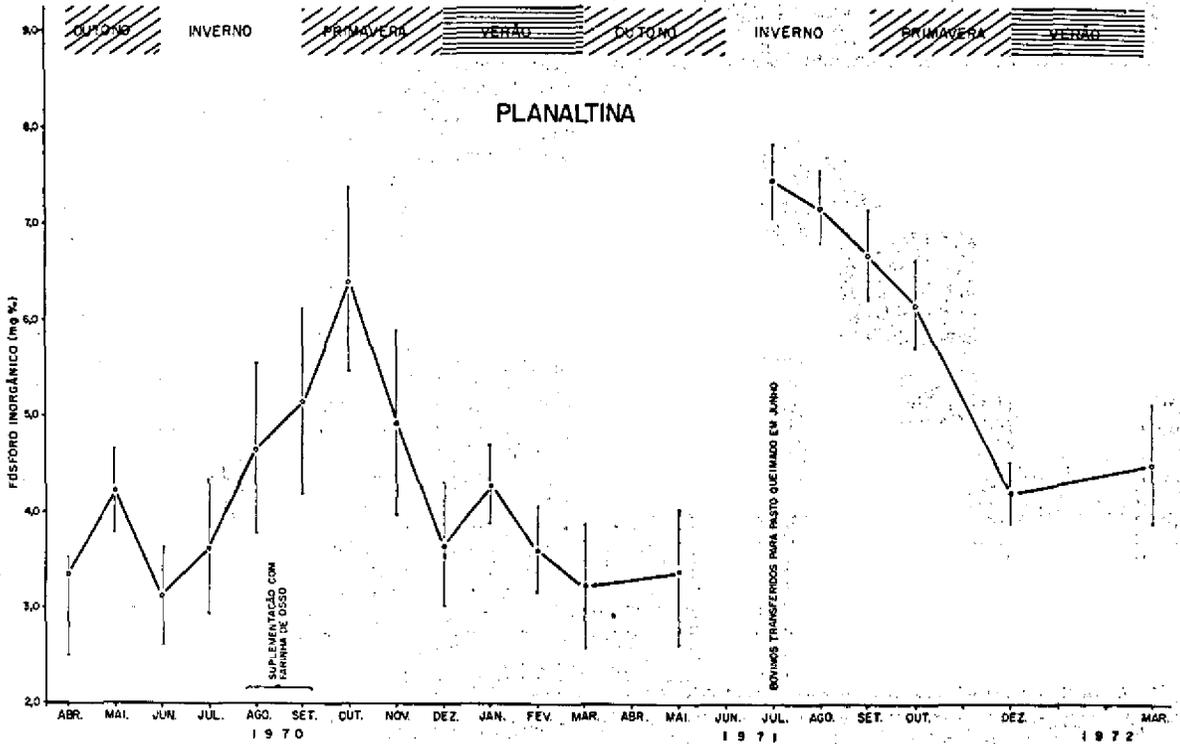


FIG. 3. Médias mensais de fósforo inorgânico (mg%), com os respectivos intervalos de confiança de 95%, no soro sanguíneo de bovinos da região de Planaltina, Distrito Federal.

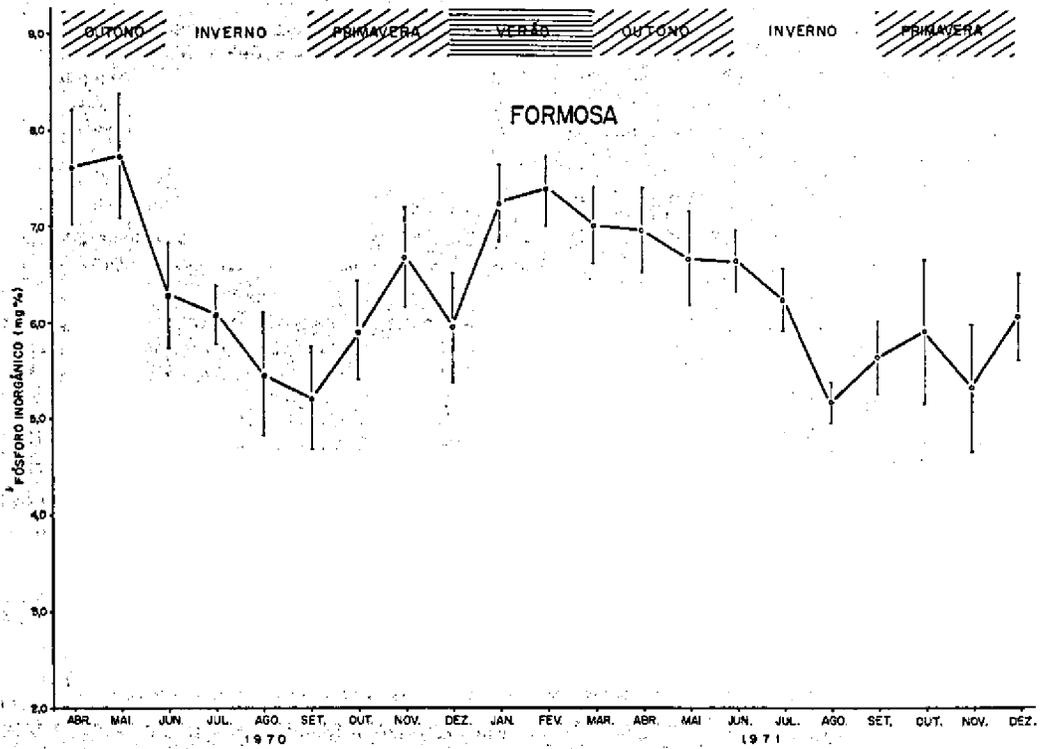


FIG. 4. Médias mensais de fósforo inorgânico (mg%), com os respectivos intervalos de confiança de 95%, no soro sanguíneo de bovinos da região de Formosa, Goiás.

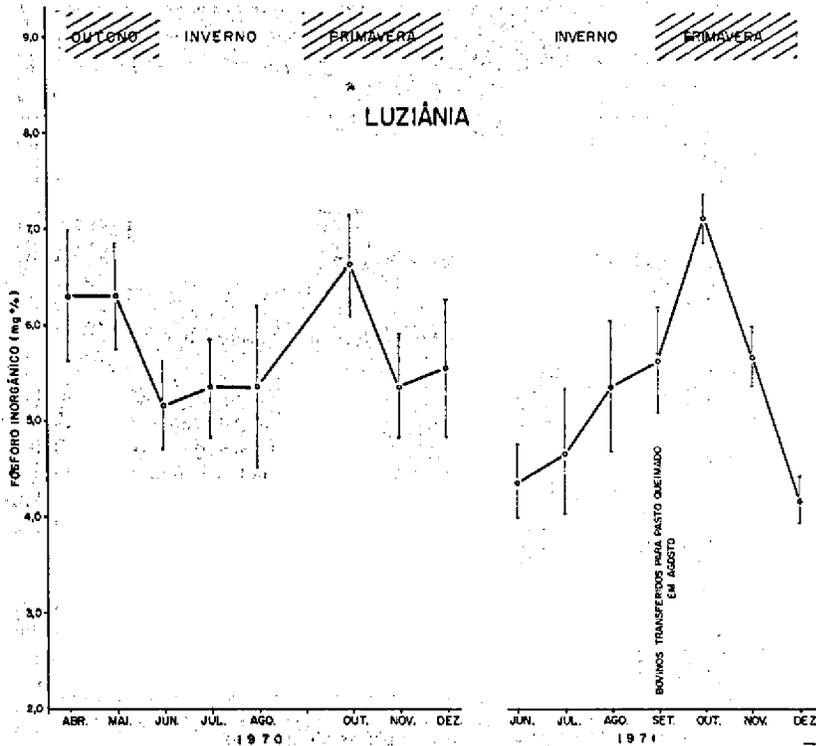


FIG. 5. Médias mensais de fósforo inorgânico (mg%), com os respectivos intervalos de confiança de 95%, no soro sanguíneo de bovinos da região de Luziânia, Goiás.

QUADRO 1. Valores médios mensais, com o intervalo de confiança a 95%, de fósforo inorgânico (P) no soro sanguíneo de bovinos de diferentes regiões do cerrado de Brasília.

Meses	Região	1970	1971
Janeiro	Sobradinho	—	7,10 ± 0,31
	Planaltina	—	4,28 ± 0,41
	Formosa	—	7,22 ± 0,40
	Luziânia	—	—
Fevereiro	Sobradinho	—	6,87 ± 0,47
	Planaltina	—	3,60 ± 0,46
	Formosa	—	7,38 ± 0,35
	Luziânia	—	—
Março	Sobradinho	—	7,55 ± 0,62
	Planaltina	—	3,23 ± 0,65
	Formosa	—	7,00 ± 0,41
	Luziânia	—	—
Abril	Sobradinho	7,17 ± 0,70	—
	Planaltina	3,34 ± 0,47	—
	Formosa	7,81 ± 0,58	6,96 ± 0,43
	Luziânia	6,30 ± 0,68	—
Maio	Sobradinho	6,82 ± 0,40	7,25 ± 0,69
	Planaltina	4,22 ± 0,44	3,36 ± 0,67
	Formosa	7,73 ± 0,65	6,66 ± 0,48
	Luziânia	6,30 ± 0,55	—
Junho	Sobradinho	7,11 ± 0,29	6,64 ± 0,28
	Planaltina	3,12 ± 0,51	—
	Formosa	6,28 ± 0,55	6,62 ± 0,33
	Luziânia	5,16 ± 0,46	4,30 ± 0,38
Julho	Sobradinho	7,04 ± 0,44	6,83 ± 0,24
	Planaltina	3,62 ± 0,70	7,44 ± 0,39
	Formosa	6,07 ± 0,30	6,22 ± 0,32
	Luziânia	5,34 ± 0,52	4,68 ± 0,65
Agosto	Sobradinho	6,66 ± 0,64	6,68 ± 0,71
	Planaltina	4,66 ± 0,88	7,15 ± 0,39
	Formosa	5,46 ± 0,63	5,16 ± 0,22
	Luziânia	5,34 ± 0,85	5,35 ± 0,68
Setembro	Sobradinho	6,26 ± 0,44	7,09 ± 0,83
	Planaltina	5,15 ± 0,92	6,67 ± 0,47
	Formosa	5,22 ± 0,54	5,63 ± 0,38
	Luziânia	—	5,62 ± 0,55
Outubro	Sobradinho	—	—
	Planaltina	6,40 ± 0,96	6,15 ± 0,46
	Formosa	5,91 ± 0,52	5,89 ± 0,75
	Luziânia	6,62 ± 0,54	7,10 ± 0,24
Novembro	Sobradinho	—	—
	Planaltina	4,93 ± 0,97	—
	Formosa	6,68 ± 0,52	5,32 ± 0,66
	Luziânia	5,35 ± 0,54	5,66 ± 0,31
Dezembro	Sobradinho	—	—
	Planaltina	3,65 ± 0,64	4,20 ± 0,32
	Formosa	5,94 ± 0,56	6,04 ± 0,45
	Luziânia	5,54 ± 0,71	4,16 ± 0,25

O Quadro 2 mostra as médias dos valores de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos para cada uma das regiões estudadas. Para o cálculo da média das regiões de Planaltina e de Luziânia foram excluídos os dados referentes ao efeito das queimadas e da suplementação por farinha de osso.

QUADRO 2. Médias dos valores de fósforo inorgânico (P) do soro sanguíneo de bovinos das quatro regiões do cerrado de Brasília

Região	Valor médio de fósforo (mg %)
Sobradinho	6,95 ± 0,75
Planaltina	3,66 ± 0,74
Formosa	6,32 ± 1,02
Luziânia	5,53 ± 1,08

Cálcio no soro sanguíneo

Os níveis médios de cálcio (mg Ca/100 ml soro) dos bovinos estudados nas quatro regiões do cerrado de Brasília estão resumidos no Quadro 3.

QUADRO 3. Médias dos valores de cálcio no soro sanguíneo obtidos de bovinos nas quatro regiões do cerrado de Brasília

Região	Cálcio (mg Ca/100 ml soro)						
	Abr. 70	Ago. 70	Nov. 70	Mar. 71	Ago. 71	Nov. 71	Média
Sobradinho	10,97	10,46	—	10,35	10,49	—	10,57 ± 0,60
Planaltina	10,88	10,41	11,14	11,51	10,60	10,92	10,91 ± 0,65
Formosa	9,76	10,47	10,38	9,70	10,28	11,07	10,27 ± 0,50
Luziânia	10,33	10,21	10,72	—	10,86	11,69	10,76 ± 0,65

Fósforo nas gramíneas

O Quadro 4 mostra a média dos teores de fósforo nas três gramíneas estudadas em cada uma das diferentes regiões, nos meses de abril de 1970 a março de 1971. A correlação entre o teor de fósforo inorgânico no soro sanguíneo dos animais (Y) e o de fósforo na planta (X) das regiões de Sobradinho, Formosa e Luziânia está apresentada na Fig. 6 (Reta 1). Para o cálculo dessa correlação, todos os dados obtidos dessas três regiões, tanto das forrageiras como do soro sanguíneo, foram agrupados e analisados conjuntamente. A correlação entre o fósforo inorgânico do soro sanguíneo e o fósforo da planta da região de Planaltina também está na Fig. 6 (Reta 2). Do Quadro 5 ainda constam as médias dos valores de fósforo encontrados nas três gramíneas coletadas, durante 9 a 12 meses, nas quatro regiões do cerrado de Brasília.

QUADRO 4. Variação anual do teor de fósforo (P) (% sobre matéria seca) em *M. minutiflora*, *H. rufo* e *Aristida sp.*, coletadas nas quatro regiões do cerrado de Brasília (médias das três gramíneas)

Região	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
Sobradinho	0,122	0,065	0,052	0,025	0,028	0,067	—	—	—	0,100	0,099	0,104
Planaltina	0,057	0,059	0,019	0,018	0,011	0,027	—	0,046	0,044	0,058	—	—
Formosa	0,096	0,063	0,078	0,031	0,027	0,049	—	0,080	—	0,149	0,159	0,083
Luziânia	0,070	0,036	0,014	0,015	0,007	0,023	0,030	0,091	0,045	0,069	0,068	0,061

QUADRO 5. Médias de valores de fósforos (P) (% sobre matéria seca) encontradas nas três gramíneas coletadas, durante 9 a 12 meses, nas quatro regiões do cerrado de Brasília

Região	<i>M. minutiflora</i>	<i>H. rufo</i>	<i>Aristida sp.</i>
Sobradinho	0,099	0,092	0,029
Planaltina	0,070	0,050	0,036
Formosa	0,121	0,105	0,046
Luziânia	0,050	0,048	0,034

Análise de solos

O resultado das análises de solo das quatro regiões estudadas é apresentado no Quadro 6. A comparação entre fósforo no solo e fósforo inorgânico no soro sanguíneo dos bovinos está representada na Fig. 7. Para cada região, usou-se a média do teor de fósforo inorgânico dos soros sanguíneos e a média dos teores de fósforo nas amostras de solo.

QUADRO 6. Análise de solos das regiões onde foram coletadas as amostras de sangue de bovinos no cerrado de Brasília

Região	Amostra n.º	PO ₄ --- (ppm)		K+ (ppm)	Ca++ + Mg++ (mE/100 cm ³ solo)	Al+++ (mE/100 cm ³ solo)	pH em H ₂ O
		Por amostra	Média				
Sobradinho	1	4,0		< 100	9,3	0,2	6,0
	2	19,0	11,5	< 100	15,0	0,1	6,5
Planaltina	3	0,5		90	1,6	0,6	5,2
	4	1,0	0,75	90	1,9	0,4	5,2
Formosa	5	2,0		< 100	14,8	0,3	6,2
	6	7,0	4,5	95	8,6	0,2	6,1
Luziânia	7	1,0		42	6,0	0,3	5,3
	8	3,0		62	4,5	0,2	5,2
	9	2,0	2,0	95	1,8	0,7	4,9

* Fósforo assimilável, obtido pela extração com 0,050N HCl e 0,025N H₂SO₄ (Vettori 1969).

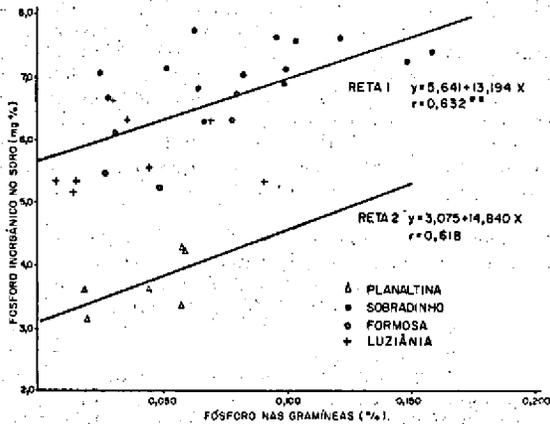


FIG. 6. Relação entre fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos e fósforo nas gramíneas estudadas das regiões de Sobradinho, Formosa e Luziânia e da região de Planaltina.

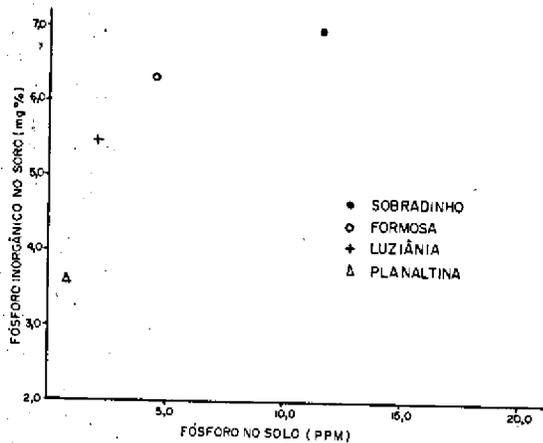


FIG. 7. Relação entre fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos e fósforo no solo das quatro regiões estudadas.

Precipitação pluviométrica e níveis séricos de fósforo

A correlação de precipitação pluviométrica com os níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo dos bovinos estudados foi estatisticamente significativa ($f = 6,02^*$) somente na região de Sobradinho. O nível de fósforo aumentou com o aumento da precipitação.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Pela análise dos dados de fósforo inorgânico nos soros sanguíneos de bovinos nas quatro regiões do cerrado de Brasília (Quadro 1, Fig. 2 a 5), verifica-se que há uma oscilação no nível desse elemento durante o ano — sem levar em consideração os efeitos da queimada ou suplementação por farinha de osso — sendo que os valores mais baixos coincidem com os meses de junho a setembro, correspondentes ao inverno, época da seca. Isto está de acordo com os dados de outros autores (Black *et al.* 1943, Fuente 1968, Villares & Silva 1956).

Os históricos dos rebanhos, levantados nas diferentes regiões em estudo, têm muita concordância com os níveis séricos de fósforo inorgânico encontrados nos animais. As mais altas médias mensais de fósforo inorgânico no soro de bovinos das regiões estudadas foram as da região de Sobradinho (Quadro 1, Fig. 2), que variaram de $6,26 \pm 0,61$ a $7,87 \pm 0,90$ mg%. Os animais apresentavam bom estado de nutrição durante as diferentes estações do ano, sem terem recebido especial suplementação fosfórica, o que permite deduzir que eles tinham um estado fisiológico suficiente de fósforo, apresentando níveis normais no soro. Dayrell *et al.* (1972) encontraram valores semelhantes, em média de $6,60 \pm 0,88$ mg% de fósforo inorgânico, no soro sanguíneo de dez bovinos, suplementados com farinha de osso e da mesma faixa de idade dos animais estudados no presente trabalho. Os valores mais baixos das médias mensais de fósforo inorgânico sérico foram os da região de Planaltina (Quadro 1, Fig. 3), que variaram de $3,12 \pm 0,51$ a $6,40 \pm 0,96$ mg%. Esta é justamente a região onde os bovinos apresentaram um histórico de deficiência de fósforo mais acentuada. Esses valores correspondem àqueles encontrados por outros autores para bovinos com deficiência de fósforo (Theiler *et al.* 1927, Malan *et al.* 1928, Malan 1930, Malan & Bekker 1931, Groenewald 1935). Convém salientar que em muitos trabalhos, inclusive em todos os trabalhos sul-africanos acima citados, os valores de fósforo inorgânico fornecidos são os do sangue total, que são mais baixos que os obtidos pela dosagem do elemento no soro. Assim, para a transformação dos valores de fósforo inorgânico pode ser usada a equação de regressão Y (fósforo no soro) = $1,38 + 1,07 X$ (fósforo no sangue total) (Dayrell *et al.* 1973). Nas regiões de Formosa e Luziânia (Quadro 1, Fig. 4 e 5), as médias mensais variaram de $5,22 \pm 0,54$ a $7,73 \pm 0,65$ e $5,16 \pm 0,46$ a $6,62 \pm 0,54$ mg%, respectivamente. Esses valores estão na faixa intermediária dos encontrados nas regiões de Sobradinho e Planaltina, coincidindo com os históricos obtidos, que indicam uma deficiência moderada.

Esses dados indicam a necessidade de uma suplementação fosfórica nas regiões de Planaltina, Luziânia e Formosa. Mas, ao contrário do que geralmente se supõe, experimentos sobre a suplementação fosfórica a bovinos, mantidos em condições de clima e solos semelhantes, realizados na África do Sul, indicam que essa, em bovinos em crescimento, só precisa ser dada na época de chuva, e não é de valor durante períodos de pesos estacionários e negativos, isto é, durante o inverno, época

de seca; que, porém, bovinos em gestação ou produção de leite devem receber essa suplementação durante o ano todo (Bisschop 1964).

Observou-se uma influência nítida sobre os níveis séricos de fósforo inorgânico, nos meses de julho a setembro de 1971, nos bovinos mantidos nos pastos após queimada na região de Planaltina (Quadro 1, Fig. 3). Nessa região os valores séricos de fósforo inorgânico atingiram uma média de $7,44 \pm 0,55$ mg%, mantendo-se os níveis acima de $6,26$ mg%, valor mais baixo da região de Sobradinho, durante pelo menos três meses. Isto pode ser explicado pelo fato de que o acúmulo de cinza produzida pelo fogo aumento os depósitos úteis de fósforo e outros elementos no solo (Ahlgren 1960). Os valores mais altos desse elemento encontrados nos meses de agosto a novembro de 1971 na região de Luziânia (Quadro 1, Fig. 5) podem ser interpretados como resultantes de combinação de fatores que favorecem a elevação do nível de fósforo nos animais, ou seja, pasto em estágio de crescimento e brotação após queimada e primeiro estágio de crescimento no começo do período de chuva.

É difícil interpretar a influência da administração da farinha de osso sobre os valores de fósforo inorgânico nos bovinos na região de Planaltina (Fig. 3). Parece que ela provocou uma pequena elevação nos valores durante os meses de agosto a setembro. A elevação do nível de fósforo inorgânico em outubro deve ser atribuída à brotação do pasto no começo do período de chuva. A queda desse nível nos meses subsequentes, novembro e dezembro, devido à falta de dados, foge a uma interpretação nossa.

Os níveis séricos de cálcio se mantiveram dentro dos níveis normais (Quadro 2). Isto era de se esperar. Groenewald (1935) mostrou que não é possível diminuir o nível de cálcio no sangue de bovinos, mesmo quando a ingestão de cálcio é reduzida a um mínimo. Além disto, até agora não há nenhuma evidência da existência de deficiência de cálcio em ruminantes em regime de campo (Russel & Duncan 1956, Tokarnia 1965).

Os valores médios mensais de fósforo nas gramíneas das diferentes regiões variaram durante o ano, verificando-se os valores mais baixos nos meses de julho e agosto, época da seca, e os valores mais altos de novembro a abril, época de chuva (Quadro 4). Nas regiões de Sobradinho, Formosa e Luziânia houve uma correlação significativa ($r = 0,632$) entre os níveis médios de fósforo no soro sanguíneo (Y) e nas gramíneas (X) (Fig. 6, reta 1). Essa correlação não foi significativa na região de Planaltina (Fig. 6, reta 2), apesar de os valores de b e r dessa região não diferirem muito dos valores das outras. O pequeno número de dados usados no cálculo dessa correlação possivelmente influenciou esse resultado; grande parte daqueles não pôde ser usada devido aos fatores queimada e suplementação fosfórica que interferem no nível sérico de fósforo inorgânico.

Comparando os teores de fósforo nas três espécies de gramíneas das quatro regiões, pode-se verificar que o capim cerrado (*Aristida* sp.) apresenta níveis mais baixos que os capins gordura (*Melinis minutiflora*) e jaraguá (*Ilyparrhenia rufa*) (Quadro 5). Essas espécies de capim entram em percentagem variável na composição dos diferentes pastos existentes na região, os quais, além disto, ainda são compostos de outras espécies, inclusive arbustivas. Esse fato torna difícil a coleta, para análise, de amostras representativas da pastagem que o animal realmente come, em regiões como as de vegetação de cerrado. Isto mostra que análises de fósforo

de pastagem em regiões como estas podem fornecer dados complementares, mas, por si, não são suficientes para permitir um diagnóstico de deficiência ou não de fósforo em bovinos.

Os níveis de fósforo no solo nas quatro regiões mostram uma correlação nítida com a média anual de fósforo inorgânico sérico dos bovinos. Também na coleta de amostras de solo é preciso ter em mente que elas devem ser representativas da região em estudo, o que às vezes pode ser difícil pela heterogeneidade da região, porém, em geral, a coleta de amostras de solo é menos difícil do que a coleta de amostras representativas de pastagem.

Sobre a relação de precipitação pluviométrica com o nível de fósforo na pastagem, Black *et al.* (1943) dizem que quando as plantas recebem quantidade de água suficiente, o seu crescimento é estimulado, aumentando o seu teor de fósforo e possibilitando assim a ingestão, pelos bovinos, de forragem mais nutritiva que aquela disponível na época de seca. Em nosso estudo, uma correlação significativa entre precipitação pluviométrica e níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo foi encontrada somente na região de Sobradinho, onde foi registrado o nível mais alto de fósforo no solo (Quadro 6). O nosso achado está de acordo com o de Villares e Silva (1956), que realizaram seus estudos em vacas mantidas em pastagens cultivadas de jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) em solos ricos em fósforo. Nas regiões de Planaltina, Formosa e Luziânia, onde os níveis de fósforo no solo são baixos, não foi significativa essa correlação. Parece que somente em regiões cujos solos contêm níveis suficientes de fósforo para bovinos, a precipitação pluviométrica influencia significativamente no aumento do nível de fósforo no sangue de bovinos.

Os resultados desse estudo indicam que a metodologia a ser empregada no levantamento de deficiência de fósforo em bovinos em nosso meio, mantidos em regime de campo, deve basear-se no conjunto de dados, dos quais merecem destaque o histórico, com dados anátomo-clínicos do rebanho da região, e análise de solo. Devem ser consideradas complementares as análises de soro sanguíneo e de amostras da pastagem, levando em consideração os fatores apontados. Em relação ao soro devem ser levadas em consideração as grandes variações estacionais no teor de fósforo durante o ano, além da grande interferência da brotação pós-queimada e da administração de farinha de osso. Em relação à pastagem, há dificuldade na coleta de amostras representativas (o que o gado realmente ingere), e há grande variação do seu conteúdo em fósforo devido ao ciclo vegetativo durante o ano. A experimentação seria mais um meio de diagnóstico, porém, em geral, é de difícil execução devido às dificuldades inerentes a essas regiões.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Jorge de Almeida Guimarães, do Departamento de Bioquímica da Universidade de São Paulo, anteriormente do Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, aos Médicos Veterinários Cesar Enriques Rosaz, antigo Diretor do Departamento de Pesquisas e Experimentação, Vera Alvarenga Nunes e Rômulo Cerqueira Leite, antiga e atual Chefe do Serviço de Zoonoses do DPE, Luiz Antônio Ribeiro, do Serviço de Zoonoses, do Farmacêutico-Bioquímico Henrique Otávio da Silva Lopes, do Serviço de Zoonoses, ao Engenheiro Agrônomo Fabiano de Cristo Pereira da Silva e ao Químico Isaias Passos, do Serviço de Solos e Climatologia Agrícola do DPE, ao Engenheiro Agrônomo Ivan Barbosa Machado Sampaio, da Equipe de Estatística Experimental e Análise Econômica do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, e ao técnico de laticínios Afonso Celso Pagano Frossard, pela valiosa colaboração.

REFERÊNCIAS

- Ahlgren, C. E. 1960. Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in northeastern Minnesota. *Ecology* 41(3): 431-435. (Citado por Mattos 1970).
- Bauer, A. G., Santos, A. G. & Mancuso, P. C. 1964. Algumas observações sobre uma doença de bovinos no Município de Santa Vitória do Palmar. III Conf. Soc. Vet. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 153-161.
- Bisschop, J. H. R. 1964. Feeding phosphates to cattle. *Sci. Bull.* 365. Dep. Agric. Techn. Services, Pretoria, S. África, p. 63-70.
- Black, C. H., Tash, L. H., Jones, J. M. & Kleberg Jr., R. J. 1943. Effects of phosphorus supplements on cattle grazing on range deficient in this mineral. *Tech. Bull.* 856, U. S. Dep. Agric. 23 p.
- Clark, E. P. & Collip, J. B. 1925. A study of the Tisdall method for the determination of blood calcium with suggested modification. *J. biol. Chem.* 63:461.
- Dayrell, M. de S., Lopes, H. O. da S., Aroeira, J. A. D. C., Ferreira Neto, J. M. & Sampaio, I. B. M. 1972. Teores de cálcio, magnésio, fósforo inorgânico e atividade de fosfatase alcalina no soro sanguíneo de bovinos criados no cerrado. *Arqs Esc. Vet. Minas Gerais* 24(3):265-274.
- Dayrell, M. de S., Lopes, H. O. da S., Sampaio, I. B. M. & Döbereiner, J. 1973. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. *Pesq. agropec. bras.*, Sér. Vet., 8:43-47.
- Fuente, A. de la 1968. Variações de fósforo inorgânico, cálcio e magnésio sanguíneo em vacas lecheras bajo regimen de pastoreo. *Revta Fac. Ci. vet. La Plata* 10(22):11-18.
- Gióvine, N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arqs Esc. Vet. Minas Gerais* 1: 17-25.
- Gomori, G. 1942. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J. lab. clin. Med.* 27:955-996.
- Greenwald, J. W. 1935. The influence of rations low in certain minerals on the composition of the blood and milk of cows, and on the blood of their progeny. *Onderstepoort J. vet. Sci. Anim. Ind.* 4(1):94-164.
- Lott, W. L., Nery, J. P., Gallo, J. R. & Medcalf, J. C. 1956. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. IBEC Res. Inst. n.º 9, Matão, São Paulo.
- Magalhães, L. M. 1946. Contribuição ao estudo do sangue dos bovinos. Tese, Esc. Nac. Vet., Rio de Janeiro. 121 p.
- Malan, A. I. 1930. Studies in mineral metabolism. XI. Mineral metabolism and blood analysis. 16th Rep. Dir. Serv. Anim. Ind., South África, p. 307-311.
- Malan, A. I. & Bekker, J. G. 1931. Studies in mineral metabolism. XIV. Inorganic phosphorus in the blood of pregnant heifers. 17th Rep. Dir. Vet. Serv. Anim. Ind., S. África, p. 433-437.
- Malan, A. I., Green, H. H. & Du Toit, P. J. 1928. Studies in mineral metabolism. V. Composition of bovine blood on phosphorus deficient pasture. *J. agric. Sci.* 18(3):376-383.
- Mancuso, P. C. 1972. Níveis de cálcio, fósforo e magnésio em soro de bovinos do Rio Grande do Sul. I. Guaíba, Livramento, Rio Pardo, Santo Antonio da Patrulha, São Francisco de Paula e São Gabriel. Bolim Inst. Pesq. Vet. Desidério Finamor, Porto Alegre, 1:11-20.
- Mancuso, P. C., Santos, A. G. & Bauer, A. G. 1964. Contribuição ao estudo da calcemia e da fosforemia em bovinos do Rio Grande do Sul. III Conf. Soc. Vet. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 125-130.
- Mattos, J. A. C. 1970. A influência do fogo na vegetação e o seu uso no estabelecimento e manejo de pastagens. *Zootecnia*, S. Paulo, 8(4):45-58.
- Menicucci, L. 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arqs Esc. Vet. Minas Gerais* 1:9-15.
- Russell, F. C. & Duncan, D. L. 1956. Minerals in pasture: Deficiencies and excess in relation to animal health. *Tech. Communication* 15, Commonw. Agric. Bureaux, Farnham Royal, Slough, Bucks, p. 151.
- Theiler, A. & Green, H. H. 1932. A phosphorosis in ruminants. *Nutr. Abstr. Rev.* 1(3):359-385.
- Theiler, A., Green, H. H. & Du Toit, P. J. 1924. Phosphorus in the live stock industry. Reprint 18, J. Dep. Agric., Pretoria, S. África. 47 p.
- Theiler, A., Green, H. H. & Du Toit, P. J. 1927. Minimum mineral requirements in cattle. *J. agric. Sci.* 17:291-314.
- Theiler, A., Green, H. H. & Du Toit, P. R. 1928. Breeding of cattle on phosphorus deficient pasture. *J. agric. Sci.* 18(3): 369-371.

- Tokarnia, C. H. 1965. Deficiências minerais em ruminantes em regime de campo no Brasil. Tese, Esc. Nac. Vet., Rio de Janeiro, 98 p. (Mimeo.)
- Tokarnia, C. H., Canella, C. F. C., Guimarães, J. A., Döbereiner, J. & Langenegger, J. 1970. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. agropec. bras.* 5:483-494.
- Vettori, L. 1969. Método de análise de solo. *Bolm téc.* 7, Equipe Pedol. Fertil. Solo, EPE, Min. Agricultura, Rio de Janeiro, 24 p.
- Villares, J. B. & Silva, H. M. T. 1956. Contribuição para o estudo das carências minerais em bovinos no Estado de São Paulo. *Bolm Ind. Anim.*, S. Paulo, 15:5-22.

ABSTRACT.- Dayrell, M. de S.; Döbereiner, J.; Tokarnia, C. H. [*Phosphorus deficiency in cattle from the Brasília region of Brazil.*] Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Veterinária* (1973) 8, 105-114 [Pt. en] Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Caixa Postal 10-2435, Brasília, DF, Brazil.

Young male cattle were studied under range conditions in four "cerrado" areas of Brasília (Sobradinho, Planaltina, Formosa and Luziânia) for a period of 14 to 21 months. Serum inorganic phosphorus values were determined at monthly intervals during this period. At the same time analyses of phosphorus in grass samples of *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* and *Aristida* sp., and also soil analyses were carried out.

The results of the serum inorganic phosphorus estimations from cattle in the areas of Sobradinho and Planaltina were in agreement with the herd histories, which indicated that the Sobradinho area was not deficient in phosphorus and that the Planaltina area was deficient in phosphorus. In the areas of Formosa and Luziânia, the serum inorganic phosphorus levels were intermediate, and also are in agreement with the herd histories, which indicated a moderate phosphorus deficiency.

There was a significant correlation between the phosphorus values in the blood serum and the values of the three grass species with the exception of the area where there was the most severe phosphorus deficiency.

There was a correlation between the phosphorus values of the soil and the yearly average serum inorganic phosphorus value of the cattle from all four areas.

No correlation was found between rainfall and inorganic phosphorus levels in the blood serum in phosphorus deficient areas, but in the area where there is no phosphorus deficiency there is a close correlation between increased rainfall and increased inorganic phosphorus in the blood serum.