

# DISPONIBILIDADE E CORREÇÃO DO NÍVEL DE FÓSFORO EM SOLO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO EM RELAÇÃO AO RENDIMENTO DO CAPIM-BÚFEL<sup>1</sup>

CLEMENTINO MARCOS B. DE FARIA e SEVERINO G. DE ALBUQUERQUE<sup>2</sup>

**RESUMO** - Estudou-se, em um Podzólico Plíntico do submédio São Francisco, relação entre os teores de fósforo no solo e o rendimento do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*). Os diferentes teores foram criados por meio da adição prévia de quantidades crescentes de fosfato ao solo. De acordo com o rendimento relativo do capim, os teores de fósforo no solo foram classificados como: muito baixo, P até 3,5 ppm; baixo, P de 3,6 ppm a 6,5 ppm e 3,6 ppm a 6,8 ppm; médio, P de 6,6 ppm a 10,5 ppm e 6,9 ppm a 10,0 ppm; alto, P de 10,6 ppm a 20 ppm e 10,1 ppm a 17,7 ppm; e muito alto, P superior a 20 ppm e 17,7 ppm pelos métodos de Mehlich e Bray 1, respectivamente. As doses de fósforo necessárias para corrigir o solo em cada um desses níveis, nessa mesma seqüência, seriam: 200, 150, 120, 50 e 0 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A exportação de fósforo pela planta correspondeu a 24,9 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na condição de produção máxima de matéria seca (8.700 kg/ha).

Termos para indexação: fertilização fosfatada, método de análise, nível crítico, fósforo na planta, *Cenchrus ciliaris*.

## AVAILABILITY AND AMENDMENT OF PHOSPHORUS LEVEL IN A SOIL OF THE SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO REGION IN RELATION TO BUFFEL GRASS YIELD

**ABSTRACT** - The relationship between phosphorus levels in the soil and buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) dry matter production was studied in a Plinthic Podzolic soil of the Submedium São Francisco River region. The different levels were produced by adding increasing amounts of phosphorus to the soil. According to the relative yields of the grass, the levels of phosphorus were classified as: very low, P up to 3.5 ppm; low, P from 3.6 ppm to 6.5 ppm, and from 3.6 ppm to 6.8 ppm; medium, P from 6.6 ppm to 10.5 ppm and from 6.9 ppm to 10.0 ppm; high, P from 10.6 ppm to 20 ppm, and from 10.1 ppm to 17.7 ppm; and very high, P superior to 20 ppm and 17.7 ppm, determined by the Mehlich and Bray 1 methods, respectively. Amounts of phosphorus necessary to amend the soil in each of the five levels in the order indicated above, would be: 200, 150, 120, 50 and 0 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The total amount of phosphorus taken up by the grass corresponded to 24.9 kg/ha/year of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, at the maximum dry matter yield (8,700 kg/ha).

Index terms: phosphorus fertilization, analysis method, critical level, plant phosphorus, *Cenchrus ciliaris*.

## INTRODUÇÃO

Em decorrência do baixo teor de fósforo nos solos da região árida do submédio São Francisco, as gramíneas forrageiras provavelmente não atingem seu rendimento máximo. Tem-se constatado que a adubação fosfatada aumenta o crescimento inicial das gramíneas (Silcock & Smith 1982), seu sistema radicular (Carvalho et al. 1973, Werner & Haag 1972), seu perfilhamento e número de plantas por área (Brzostowski 1962, Carvalho et al. 1973, Gargantini 1958) e, conseqüentemente, sua

produtividade (Brzostowski 1962, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1980, Salviano 1981).

Os níveis de adubação fosfatada recomendados para o caso específico do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) variam com os estudos realizados. McIvor (1984) encontrou que entre 103 e 172 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi necessário para a planta atingir o rendimento próximo do máximo. Puri et al. (1977) relataram que a aplicação de 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi benéfica para aumentar a cobertura do solo pela forrageira. Brzostowski (1962) encontrou que o maior rendimento da forrageira foi obtido com 46 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Nos experimentos realizados em vários locais do Nordeste (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1980, Salviano 1981), observa-se que os melhores níveis variaram

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 10 de fevereiro de 1987.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE.

de 50 a 160 kg/ha de  $P_2O_5$ , proporcionando produtividades de 2.216 a 9.043 kg/ha de matéria seca, correspondendo a aumentos relativos de 23% a 188% sobre a testemunha, que não recebeu fósforo. Em experimento realizado no sertão do Piauí (BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas 1976), onde o capim-búfel foi consorciado com siratro, constatou-se uma tendência de as duas forrageiras responderem até o nível mais alto usado, que foi de 100 kg/ha de  $P_2O_5$ .

A variação desses níveis ocorre em consequência, entre outros fatores, da natureza do solo e principalmente do teor de fósforo disponível existente no solo na época da adubação. Spencer & Glendinning (1980) encontraram, para pastagens de gramíneas e leguminosas consorciadas, níveis críticos de fósforo no solo de 10 ppm e 17 ppm de P pelos métodos extratores de Bray & Kurtz e Olsen, respectivamente. Níveis mais altos foram encontrados por outros autores, como 20 ppm (Vaughn & Jones 1980) e 30 ppm (McLachlan 1963). Para o capim-búfel, Christie (1971) encontrou um nível crítico de 25 ppm. Quanto à concentração do fósforo na planta para o capim-búfel têm sido encontrados níveis críticos de 0,20% de P (McIvor 1984), 0,25% (Andrew & Robins 1971) e 0,26% (Christie 1971).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de fósforo num solo do submédio São Francisco e fazer sua correção para obtenção do rendimento máximo do capim-búfel.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental da caatinga, da EMBRAPA/CPATSA, município de Petrolina, PE, em um Podzólico Plúntico A fraco, textura areia/argila, com as seguintes características na camada arável: argila 10%, silte 14% e areia 76%; pH 6,2 e  $Ca^{2+}$  2,3,  $Mg^{2+}$  0,8,  $K^+$  0,24,  $Al^{3+}$  0,05 e CTC 5,6 meq/100 ml e P 2,3 ppm segundo metodologia analítica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979). Os tratamentos constaram de cinco níveis de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha de  $P_2O_5$ ) na forma de superfato simples, combinados com dois níveis de nitrogênio na forma de uréia, em arranjo fatorial, e dois níveis de fósforo (100 e 200 kg/ha de  $P_2O_5$ ) sob forma de fosfato arafertil parcialmente solubilizado (FAPS), na presença de 45 kg/ha/ano de N, totalizando, assim,

12 tratamentos, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela tinha uma área total de 64 m<sup>2</sup> (8 m x 8 m) e uma área útil de 6 m<sup>2</sup>, formada por seis quadrados de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m) distribuídos sistematicamente dentro da parcela.

Em janeiro de 1982 (primeiro ano), o fósforo foi aplicado a lanço e incorporado ao solo por meio de gradagem. Em seguida foi realizado o plantio de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) cv. Americano. Em face da baixa germinação das sementes, causada por falta de chuvas, foi necessário realizar um replantio 50 dias depois do plantio, época em que havia melhores condições de umidade no solo. O nitrogênio foi aplicado em cobertura, 40 dias depois do replantio. Em maio, fez-se o corte do capim. Em janeiro de 1983 (segundo ano), na época chuvosa, fez-se novamente a aplicação anual do nitrogênio. Dois cortes foram dados nesse ano: o primeiro, em 25 de fevereiro, e o outro, no final de maio. Amostras do capim colhido foram secadas em estufa com circulação de ar forçada a temperaturas de 60°C a 65°C durante três dias para avaliação da produtividade de matéria seca (M.S.) e determinação das concentrações de fósforo segundo Chapman & Pratt (1961). Determinações de fósforo no solo foram feitas pelos métodos de Mehlich (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N) segundo Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979) e Bray 1 (NH<sub>4</sub>F 0,03 N + HCl 0,025 N) segundo Olsen & Dean (1965) em amostras de cada parcela colhidas após o primeiro corte do segundo ano.

Os teores de fósforo no solo foram correlacionados, através de análise de regressão, com os níveis de fósforo adicionados ao solo e com a produtividade de M.S. das duas colheitas no segundo ano. Nessa análise não foi incluído o fósforo dos tratamentos com FAPS. O modelo matemático que melhor se ajustou aos dados de produtividade (Y) e de fósforo no solo (X) foi o da equação da raiz quadrada. Por meio da primeira e segunda derivadas dessa equação, calcularam-se os valores de fósforo, que proporcionaram a produtividade máxima esperada. Por intermédio da equação e, considerando-se essa produtividade máxima como 100%, foram estabelecidas as classes de teores de fósforos no solo da seguinte forma: a) nível muito baixo quando correspondia a produções relativas abaixo de 50%; b) nível baixo, quando correspondia a produções relativas entre 50% e 75%; c) nível médio, quando correspondia a produções relativas entre 76% e 90%; d) nível alto, quando correspondia a produções relativas entre 91% e 100%; e e) nível muito alto, quando se referia a teores de fósforo superiores ao necessário para atingir 100% da produção.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade dos dois anos e uma síntese de sua análise de variância encontram-se

na Tabela 1. A produtividade no primeiro ano foi baixa, em decorrência da associação de dois fatores, quais sejam: o primeiro ano de implantação do capim, e uma baixa precipitação pluvial (196 mm nos primeiros quatro meses). Nesse ano não houve efeito significativo dos tratamentos; contudo, verificou-se uma tendência muito forte ( $P > F = 6,1\%$ ) de a planta responder positivamente aos níveis de fósforo. No segundo ano, em que a produtividade foi alta, constatou-se uma influência significativa e positiva dos níveis de nitrogênio e fósforo sem que ocorresse uma interação entre esses fatores. As fontes de fósforo não diferiram significativamente.

Depois de se ter confirmado que o efeito do fósforo na produtividade do segundo ano foi quadrático, ajustou-se a seguinte equação de produção:

$$Y = 3236 + 48,94 X - 0,1095 X^2, R^2 = 0,77 \quad (1)$$

onde:

Y = kg/ha de M.S.

X = kg/ha de  $P_2O_5$ .

Através da primeira e segunda derivada dessa equação, encontrou-se o nível de 223 kg/ha de  $P_2O_5$ , que proporciona a produtividade máxima

esperada de 8.702 kg/ha de M.S., superior em 170% à produtividade do tratamento que recebeu zero de fósforo (Tabela 1).

A análise de regressão mostrou que houve uma influência positiva e quadrática dos teores de fósforo no solo extraído pelos métodos de Mehlich (Fig. 1) e Bray 1 (Fig. 2) na produtividade, bem como uma alta correlação entre essas variáveis, indicada pelos valores altos dos coeficientes de determinação, 87% e 84% das equações para os métodos de Mehlich e Bray 1, respectivamente.

Para o extrator de Mehlich, os teores de fósforo foram classificados nos seguintes níveis: a) muito baixo, P até 3,5 ppm; b) baixo, P entre 3,6 ppm e 6,5 ppm; c) médio, P entre 6,6 ppm e 10,5 ppm; d) alto, P entre 10,6 ppm e 20 ppm; e e) muito alto, P acima de 20 ppm (Fig. 1). Para o extrator de Bray 1, essa classificação foi a seguinte: a) muito baixo, P até 3,5 ppm; b) baixo, entre 3,6 ppm e 6,8 ppm; c) médio, P entre 6,9 ppm e 10 ppm; d) alto, P entre 10,1 ppm e 17,7 ppm; e e) muito alto, P acima de 17,7 ppm (Fig. 2).

Com exceção do limite entre os níveis alto e muito alto, observa-se que houve uma semelhança nos valores desses níveis para ambos os extratores de fósforo do solo. Em algumas condições, a capacidade de extração de fósforo do solo por esses

TABELA 1. Produção de matéria seca (M.S.) do capim-búfel e a síntese de sua análise de variância para os anos de 1982 e 1983.

Tratamentos	Ano 1982		Ano 1983	
	PR > F	Produção de M.S.	PR > F	Produção M.S.
	%	kg/ha	%	kg/ha
Níveis de P (kg/ha de $P_2O_5$ )	6,1		0,01	
0		786		3.216
50		992		5.394
100		1.324		7.202
150		1.290		7.904
200		1.377		8.729
Níveis de N (kg/ha de N)	90,0		5,5	
0		1.155		5.056
45		1.141		6.789
Fontes de P	14,2		75,2	
Superfosfato simples		1.349		8.594
FAPS		1.072		8.370
Interação N x P	99,5		48,0	

C.V. (1982) = 39,1%; C.V. (1983) = 17,9%.

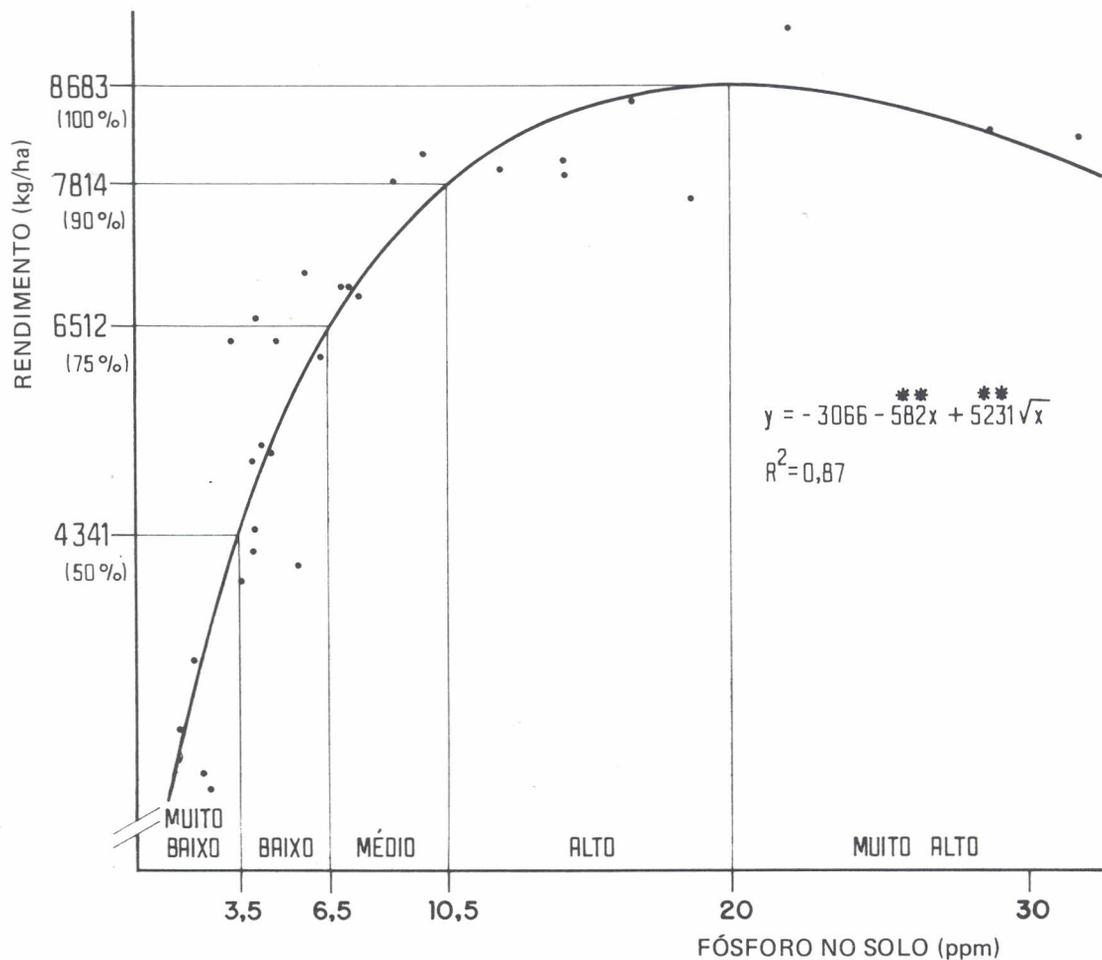


FIG. 1. Relação entre a produtividade do capim-búfel e o fósforo do solo e a classificação dos níveis desse nutriente, quando se usou o extrator de Mehlich.

métodos tem sido considerada semelhante (Bahia Filho et al. 1983, Faria et al. 1986). No Brasil e, principalmente, no Nordeste, o método de Mehlich é, de um modo geral, o mais usado, nas análises de rotina dos laboratórios de solo.

Considerando que o nível crítico de fósforo no solo corresponde a uma produção relativa entre 80% e 90% segundo Cate Junior & Nelson (1965), admite-se que o nível crítico para o capim-búfel nas condições desse trabalho foi de 10 ppm de P pelos dois extratores. Com essa informação, espera-se que, em solos com teores de fósforo incluídos no nível alto, a probabilidade de a

forageira responder a uma adubação fosfatada seja mínima.

A análise de regressão entre os níveis de fósforo aplicados e os teores de fósforo no solo extraído pelo método de Mehlich indicou que houve uma correlação linear entre as variáveis, representada pela seguinte equação:

$$Y = 0,21 + 0,0959 X, R^2 = 0,89 \quad (2)$$

onde:

Y = ppm de P extraído do solo.

X = kg/ha de  $P_2O_5$  aplicado ao solo.

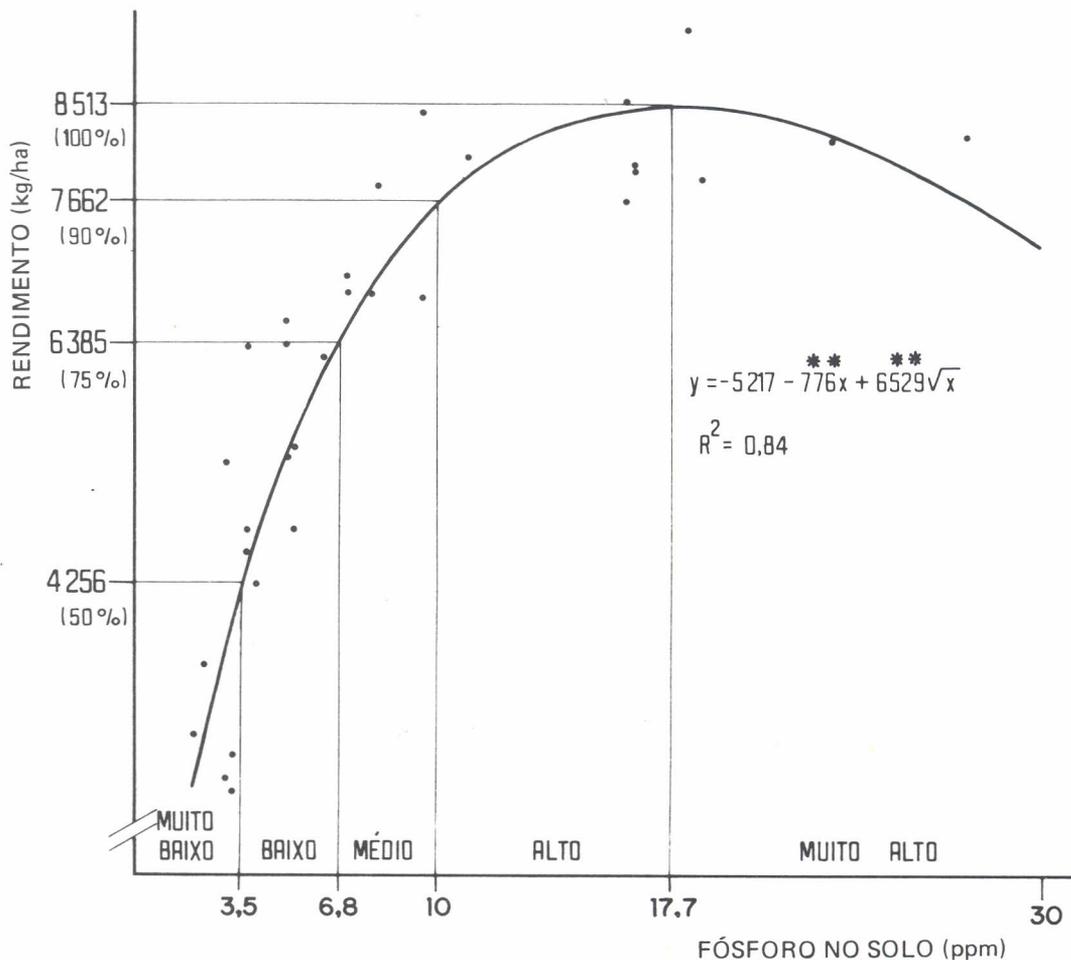


FIG. 2. Relação entre a produtividade do capim-búfel e o fósforo do solo e a classificação dos níveis desse nutriente, quando se usou o extrator de Bray 1.

O coeficiente angular dessa equação provavelmente teria sido maior se não tivesse havido remoção de fósforo pela colheita do capim no primeiro ano. Entretanto, como a produção dessa colheita foi pequena (Tabela 1) e a concentração do elemento na planta foi baixa (0,062% de P), a quantidade de fósforo extraído do solo pelas plantas foi pequena, variando de 1,1 a 1,9 kg/ha de  $P_2O_5$ , e, conseqüentemente, a alteração no valor desse coeficiente não deveria ser significativa.

Utilizando-se a equação (2), que reflete a correlação entre o fósforo aplicado e o fósforo extraído do solo pelo método de Mehlich, pode-se

estimar a quantidade de fósforo que se deve aplicar para se obter um teor desejado deste elemento no solo. Essa metodologia tem sido usada por outros autores, como Grimm & Fole (1972) e Freire et al. (1979). Nessa equação, substituindo-se Y por 20, que é o teor de P que proporciona a produtividade máxima esperada (8.683 kg/ha de M.S.) - (Fig. 1), e o coeficiente de interseção por valores que correspondam ao valor central de cada uma das classes de níveis de fósforo no solo (Fig. 1), tem-se a quantidade do elemento que se deve aplicar para elevar os teores que estejam incluídos em um desses níveis, ao teor de 20 ppm de P (Tabela 2).

TABELA 2. Doses estimadas de fósforo a serem aplicadas para corrigir o solo afim de se obter um rendimento máximo de capim-búfel.

Teores de P (ppm) no solo - Mehlich	Classes dos níveis	Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) para correção do solo	
0 a 3,5	muito baixo	191 <sup>a</sup>	200 <sup>b</sup>
3,6 a 6,5	baixo	156	150
6,6 a 10,5	médio	119	120
10,6 a 20	alto	49	50
> 20	muito alto	0	0

<sup>a</sup> Valores exatos obtidos pelos cálculos realizados.

<sup>b</sup> Valores arredondados.

Quando se compara a quantidade recomendada de 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para o nível muito baixo, determinada por essa metodologia (Tabela 2) com a dose necessária, 223 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, calculada através de derivada da equação (1), para se obter a produtividade máxima, onde o teor de fósforo no solo situa-se também no nível muito baixo, encontra-se uma pequena diferença de 23 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, indicando, dessa forma, que houve uma certa equivalência nos dois modelos matemáticos empregados para essa finalidade.

Os teores de fósforo no capim relativos ao primeiro corte do segundo ano correlacionaram-se com os níveis de fósforo aplicados ao solo através da seguinte equação:

$$Y = 0,079 + 0,00065 X - 0,0000023 X^2, R^2 = 0,98 \quad (3)$$

onde:

Y = % de P na planta.

X = kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Pela derivada dessa equação encontrou-se que a concentração máxima de fósforo na planta foi de 0,125% de P, valor esse inferior aos níveis críticos (0,20% a 0,26%) de P relatados na literatura (McIvor 1984, Andrew & Robins 1971, Christie 1971). Considerando essa concentração do fósforo na planta e a produção máxima de 8.700 kg/ha de M.S. obtidas no presente trabalho, a quantidade de fósforo exportada do solo seria de 24,9 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os teores de fósforo no capim referente ao segundo corte do segundo ano apresentaram

valores muito baixos, variando de 0,034% a 0,047% de P e não se correlacionaram com nenhum parâmetro estudado.

### CONCLUSÕES

1. A disponibilidade de fósforo no solo para o capim-búfel foi classificada nos seguintes níveis: muito baixo, P até 3,5 ppm; baixo, P de 3,6 ppm a 6,5 ppm e 3,6 ppm a 6,8 ppm; médio, P de 6,6 ppm a 10,5 ppm e 6,9 ppm a 10 ppm; alto, P de 10,6 ppm a 20 ppm e 10,1 ppm a 17,7 ppm; e muito alto, P superior a 20 ppm e 17,7 ppm, quando avaliada pelos métodos de Mehlich e Bray 1, respectivamente.

2. As doses estimadas de fósforo para correção do solo seriam: 200, 150, 120, 50 e 0 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para os níveis muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, respectivamente.

3. A extração de fósforo pela planta, na condição do rendimento máximo de 8.700 kg/ha de M.S., foi de 24,9 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### REFERÊNCIAS

- ANDREW, C.S. & ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 22(5):693-706, 1971.
- BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M.; RIBEIRO, A.C.; NOVAIS, R.F. Sensibilidade de extratores químicos à capacidade tampão de fósforo. *R. bras. Ci. Solo*, 7(3):243-9, 1983.

- BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. 1. Diretoria Regional. **Relatório dos experimentos nas fazendas de áreas secas referentes ao ano de 1975**; Fazenda Piloto do Lameiro, Fazenda Piloto do Longá. Teresina, 1976. 30p.
- BRZOSTOWSKI, H.W. Influence of pH and superphosphate on establishment of *Cenchrus ciliaris* from seed. **Trop. Agric.**, 39(4):289-96, 1962.
- CARVALHO, S.R. de; FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Importância do fósforo na produção do sorgo forrageiro (*Sorghum vulgare*) em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **Pesq. agropec. bras. Sér. Zoot.**, 8(2):1-4, 1973.
- CATE JUNIOR, R.B. & NELSON, L.A. **A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data**. Washington, International Soil Testing, 1965. (International Soil Testing. Technical bulletin, 1)
- CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. **Methods of analysis for soil, plant and water**. s.l., University of California, 1961. 309p.
- CHRISTIE, E. The influence of soil phosphorus on the growth and establishment of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) on the lateritic soil of South-Western Queensland. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.**, 37(4):336-7, 1971.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Tópico Semi-Árido, Petrolina, PE. **Programa de Melhoramento e Manejo de Pastagem - PROPASTO Nordeste**; relatório técnico anual, 1979. Petrolina, 1980. 100p. v.1. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 4)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979. v.1.
- FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R.; MORGADO, L.B. Disponibilidade de fósforo no solo e estimativa de doses adequadas de adubação fosfatada para o tomate no submédio São Francisco. **Pesq. agropec. bras.**, 21(2):111-6, 1986.
- FREIRE, F.M.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M.; FRANÇA, G.E.; SANTOS, H.L.; SANTOS, P.R.R.S. Adubação fosfatada para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) baseada no fósforo disponível em diferentes extratores químicos e no "fator capacidade". **R. bras. Ci. Solo**, 3(2):105-11, 1979.
- GARGANTINI, H.; CONAGIN, A.; PURCHIO, M.J. Ensaio de adubação N-P-K em cultura de trigo. **Bragantia**, 17(2):13-27, 1958.
- GRIMM, S.S. & FOLE, D.A. Calibração de métodos químicos para fósforo em função da máxima eficiência econômica. **Agron. sulriogr.**, 8(2):195-206, 1972.
- MCIVOR, J.G. Phosphorus requirements and responses of tropical pasture species: native and introduced grasses, and introduced legumes. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.**, 24(126):370-8, 1984.
- MCLACHLAN, K.D. Soil phosphorus and the pasture response to a current application of superphosphate. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.**, 3:184-9, 1963.
- OLSEN, S.R. & DEAN, L.A. Phosphorus. In: BLACK, C.A. ed. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. v.2, cap. 7, p.1035-49. (Agronomy, 9)
- PURI, D.N.; KHYBRI, M.L.; PALIWAL, M.K.; SINGH, T. Preliminary studies of the effect of phosphatic fertilizers on forage yield and root development of grasses. **Ann. Arid Zone**, 16(1):73-8, 1977.
- SALVIANO, L.M.C., coord. **Programa de Melhoramento e Manejo de Pastagem - PROPASTO Nordeste**; relatório técnico anual, 1980. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981. v.4. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 2)
- SILCOCK, R.G. & SMITH, F.T. Seed coating and localized application of phosphate for improving seedling growth of grasses on acid, sandy red earths. **Aust. J. Agric. Res.**, 33(5):785-802, 1982.
- SPENCER, K. & GLENDINNING, J.S. Critical soil test values for predicting the phosphorus and sulfur status of subhumid temperate pastures. **Aust. J. Soil Res.**, 18(4):435-45, 1980.
- VAUGHN, C.E. & JONES, M.B. Soil phosphorus tests on California subclover-annual grass pastures. **Soil Sci.**, 130(6):307-13, 1980.
- WERNER, J.C. & HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. **B. Indústr. anim.**, 29(1):191-245, 1972.