

FOSFATO PARCIALMENTE SOLUBILIZADO EM PASTAGEM DE CAPIM-BÚFEL NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO⁽¹⁾

C. M. B. de FARIA⁽²⁾ & S. G. de ALBUQUERQUE⁽²⁾

RESUMO

Em um podzólico plíntico A fraco, com pH 6,2 e P 2,3 ppm, em Petrolina (PE), no período de 1982-86, estudou-se a influência do fosfato Arafertil parcialmente solubilizado (FAPS), comparado com o superfosfato simples (SS) no rendimento do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*). Usou-se uma testemunha (sem adição de fósforo) e aplicaram-se no primeiro ano os níveis 100 e 200 kg/ha de P₂O₅ para ambas as fontes de P, com base no P solúvel em ácido cítrico do FAPS. Avaliou-se o P no solo, a produtividade de matéria seca (MS) da forrageira e o equivalente a superfosfato simples (EqSS). Os teores de fósforo no solo extraídos pelos métodos Mehlich e Bray 1 nos tratamentos com SS e por Bray 1 nos tratamentos com FAPS, diminuíram, ao longo dos anos, e por Mehlich, nos tratamentos com FAPS, variaram irregularmente. Pelo Mehlich, a extração de P foi maior nos tratamentos com FAPS do que com SS, e por Bray 1, isso não se verificou. Nas parcelas com FAPS, a extração de P foi maior pelo método Mehlich do que pelo Bray 1, enquanto nas parcelas com SS não ocorreram diferenças significativas. A análise de variância dos dados de MS indicou uma resposta positiva da planta à aplicação de fósforo ao solo, mas não diferenças significativas entre as fontes de P. O EqSS do FAPS foi de 38,5%. Se o preço do FAPS, com base no fósforo solúvel em ácido cítrico, for igual ou inferior ao do SS, será viável seu uso na adubação da pastagem de capim-búfel.

Termos de indexação: fertilização fosfatada, fontes de fósforo, *Cenchrus ciliaris*.

SUMMARY: *PARTIALLY SOLUBLE PHOSPHATE IN A BUFFEL-GRASS PASTURE IN THE SÃO FRANCISCO VALLEY, STATE OF PERNAMBUCO, BRAZIL*

*In a plintic podzolic A weak soil, with a pH of 6.2 and 2.3 ppm of P, in Petrolina, State of Pernambuco, it was compared the effect of partially solubilized Arafertil phosphate (PSAP) with normal superphosphate (NSP) on the yield of buffel-grass (*Cenchrus ciliaris*), from 1982 to 1986. In the first year, 100 and 200 kg/ha of P₂O₅ from both sources were applied, based on soluble P in citric acid of the PSAP. A plot without P was included in the experiment. The soil P, dry matter yield (DM) of the buffel-grass, and normal superphosphate equivalent (NSP.Eq) were evaluated. The soil P extracted by Mehlich and Bray 1 methods in the NSP treatments*

(1) Trabalho apresentado na XVIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, em Guarapari, ES, 23-28 de outubro de 1988. Recebido para publicação em janeiro de 1989 e aprovado em setembro de 1989.

(2) Engenheiro-Agrônomo, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina(PE).

and by Bray 1 method in the PSAP treatments decreased with time, while the soil P extracted by Mehlich in the PSAP treatments, varied irregularly. By using Mehlich method, the soil P was higher in the PSAP than in NSP treatments, while Bray I, the differences were not significant. The analysis of variance for dry matter showed a positive response of this forage to phosphate fertilization and there was no significant difference between the P sources. The NSP.Eq for PSAP in the experiment was 38.5%. If the price of PSAP, based on soluble P in citric acid is equal or lower than NSP, its use will be economically viable in buffel-grass pasture.

Index terms: phosphate fertilization, phosphate sources, Cenchrus ciliaris.

INTRODUÇÃO

Na região Semi-Árida do Nordeste, onde se implanta a pastagem de capim-búfel, os solos apresentam baixos níveis de fósforo disponível para as plantas, limitando a produtividade dessa forrageira. Com o uso de 200kg/ha de P_2O_5 , Faria & Albuquerque (1988) registraram uma produtividade de 8.729kg/ha de matéria seca do capim-búfel, superior em 171% à produtividade do tratamento sem a adição de fósforo, ou seja, 3.216kg/ha.

Os fosfatos naturais de rocha ou fosfato parcialmente solubilizado têm sido indicados como fonte de fósforo nas adubações de pastagem (Werner et al., 1968, e Sanzonowicz & Goedert, 1985). Mackay et al. (1984) verificaram que a aplicação inicial de 70kg/ha de P, na forma de fosfato natural, foi agronomicamente tão eficiente no terceiro ano de pastagem quanto três aplicações anuais de 35kg/ha de P na forma de superfosfato. Werner et al. (1968) relatam que, no terceiro ano de cultivo, a produtividade do capim-pangola foi maior nos tratamentos com fosfato natural do que naqueles com superfosfato. Goedert & Lobato (1984) sugerem, como mais adequado, o uso de fontes de fósforo de baixa solubilidade para o capim-andropogon do que para os cultivos anuais. Para Yost et al. (1982), maiores quantidades de fosfato de rocha Araxá foram requeridas para obter o rendimento máximo da forrageira braquiária do que de superfosfato.

A indicação dos fosfatos naturais, principalmente dos parcialmente solubilizados em pastagem, prende-se a terem esses produtos um efeito residual previsivelmente mais prolongado do que o dos superfosfatos. Yost et al. (1982) verificaram que, no início, a disponibilidade de P do fosfato de Araxá para a braquiária foi muito baixa; após 25 meses da aplicação dos fertilizantes, porém, não houve mais diferença no rendimento da forrageira entre o fosfato natural e o superfosfato. Sanzonowicz & Goedert (1985) observaram que a eficiência comparativa dos fosfatos naturais com fontes solúveis, nos primeiros anos, variou de 30 a 50%, mas quando computada a produção de matéria seca acumulada por cinco anos, a eficiência aumentou para 70-80%. Mackay et al. (1984) sugerem que o efeito residual dos fosfatos naturais resulta da influência do $CaCO_3$ neles contido sobre a taxa de liberação do seu fósforo. Werner et al. (1968) concluíram que seria uma política acertada para a adubação de pastagens a mistura de um adubo fosfatado prontamente solúvel, que atenda às necessidades imediatas da forrageira, com um

fosfato de rocha de solubilidade mais lenta, porém de custo mais baixo, a qual a pastagem, por ser uma cultura perene, aproveitaria a longo prazo. Dependendo do preço no comércio, o fosfato parcialmente solubilizado contendo parte de P com solubilidade imediata, e parte com solubilidade lenta, poderia ser o adubo ideal para pastagem.

Entretanto, a solubilidade dos fosfatos depende de muitos fatores. Yeates & Allen (1987) mencionam que a eficiência do fosfato natural aumenta quando ele fica bem misturado ao solo; quando este é ácido, tem alto poder tampão de pH, alta capacidade de adsorção de fósforo, e alto teor de umidade e de Al, e baixa concentração de P e Ca na solução. Braga et al. (1980) constataram a influência do pH do solo na solubilidade dos fosfatos. Yost et al. (1982) observaram que a disponibilidade de P dos fosfatos naturais foi reduzida com os níveis mais altos de calagem, em que o pH do solo ficou acima de 5,4.

A disponibilidade de fósforo no solo do fosfato natural para a planta pode ser avaliada pelo extrator químico Bray 1 (Yost et al., 1982; Sanzonowicz & Goedert, 1985; Goedert & Souza, 1986; Goedert et al., 1986b; Vasconcelos et al., 1986b; Couto et al., 1987). O extrator Mehlich, o mais usado nos laboratórios de solo do Brasil, apresenta o inconveniente de dissolver parte da apatita e, assim, superestimar a quantidade de fósforo disponível para as plantas (Yost et al., 1982, Sanzonowicz & Goedert, 1985).

Este trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade do uso de fosfato parcialmente solubilizado nas pastagens de capim-búfel no Semi-Árido do Nordeste brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado de 1982 a 1986 no Campo Experimental da Caatinga da EMBRAPA-CPATSA, município de Petrolina (PE), em um podzólico A fraco, de 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 5,6meq/100ml e P 2,3 ppm, segundo método analítico da EMBRAPA (1979). Os tratamentos constaram de cinco níveis de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200kg/ha de P_2O_5) na forma de superfosfato simples, combinados com dois níveis de nitrogênio (0 e 45kg/ha/ano de N) na forma de uréia, em arranjo fatorial, e dois níveis de

fósforo (100 e 200kg/ha de P_2O_5) sob a forma de fosfato arafétil parcialmente solubilizado (FAPS) na presença de 45kg/ha/ano de N, totalizando, assim, doze tratamentos, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. O FAPS possui 26% de P_2O_5 total e 10 a 12% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%. Seus níveis de fósforo foram calculados com base no fósforo solúvel em ácido cítrico. Cada parcela tinha uma área total de 64m² (8 x 8m) e uma área útil de 6m², formada por seis quadrados de 1m² (1 x 1m) distribuídos sistematicamente dentro da parcela.

O fósforo foi aplicado em uma única vez, a lanço, e incorporado ao solo por meio de gradagem, em janeiro de 1982. Em seguida, foi realizada a semeadura do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) cv. Americano. Devido à baixa germinação das sementes causada por falta de chuvas, foi necessário um replantio cinquenta dias após, época em que havia melhores condições de umidade no solo. O nitrogênio foi aplicado em cobertura, decorridos quarenta dias do replantio e, depois, uma vez por ano, no início da época chuvosa.

Efetou-se um corte do capim no primeiro ano e dois nos anos seguintes. Amostras do capim colhido foram secas em estufa com circulação de ar forçada a temperaturas de 60-65°C durante três dias, para avaliação da produção de matéria seca (MS). Uma vez por ano, coletaram-se dezoito amostras simples de solo a uma profundidade de 0-20cm de cada parcela, formando-se uma amostra composta para determinação de fósforo pelo método Mehlich (HC1 0,05N + H₂SO₄ 0,025N), segundo EMBRAPA (1979) e Bray 1 (NH₄F 0,03N + HC10,025) segundo Olsen & Dean (1965). Calculou-se o índice de equivalência agrônômica (IEA) e o equivalente em superfosfato simples (EqSS) do FAPS, conforme Goedert et al. (1986b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, serão discutidos apenas os resultados referentes aos tratamentos com os níveis 0, 100 e 200kg/ha de P_2O_5 . Outras informações podem ser obtidas em Faria & Albuquerque (1988).

Os valores de fósforo do solo extraídos pelos métodos Mehlich e Bray 1, nos cinco anos, referentes à média dos níveis de P_2O_5 sob as formas de SS e FAPS, encontram-se na figura 1. Com exceção do P-Mehlich do FAPS e do P-Bray 1 do FAPS, entre 1983 e 1984, os teores de fósforo diminuíram ao longo dos anos. As extrações de fósforo pelo Mehlich, nos tratamentos com FAPS, nos diferentes anos, adquiriram um formato totalmente diferente em relação às outras extrações. Pelo Mehlich, a extração de P foi maior nos tratamentos com FAPS do que naqueles com superfosfato simples ($F = 45,6^{***}$), o que é admissível pela maior quantidade de fósforo "insolúvel" adicionada ao solo pelo FAPS. Pelo Bray 1, isso não se verificou ($F = 0,2$ ns). Nas parcelas com FAPS, a extração de P foi bem maior pelo Mehlich do que pelo Bray 1 ($F = 43,3^{***}$), enquanto nas parcelas com superfosfato simples, não ocorreram diferenças sig-

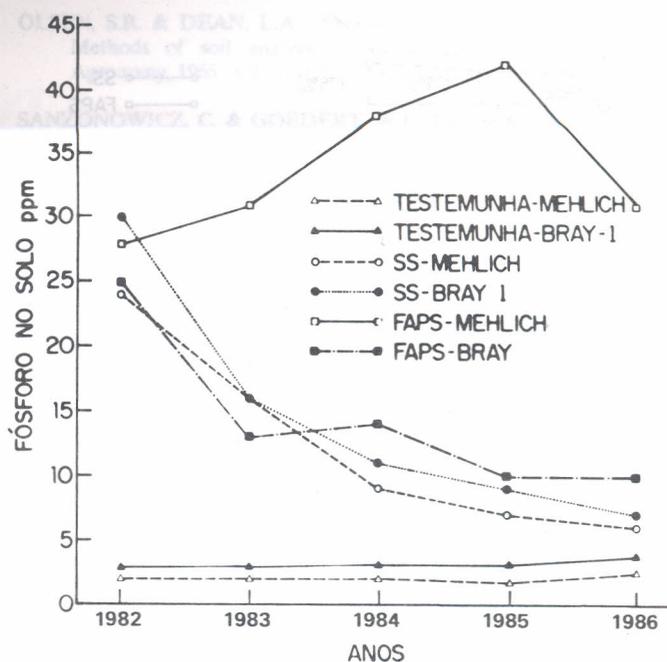


Figura 1. Extração de fósforo do solo pelos métodos Mehlich e Bray 1 nos cinco anos, referente à média dos níveis de P_2O_5 para o superfosfato simples (SS) e fosfato Arafétil parcialmente solubilizado (FAPS).

nificativas entre os dois métodos ($F = 3,1$ ns). A diferença entre ambos nos tratamentos com FAPS deve-se à solubilização da apatita pela solução de Mehlich, conforme Yost et al. (1982) e Sanzonowicz & Goedert (1985).

Os dados de produtividade de matéria seca do capim-búfel, em relação às fontes e níveis de fósforo e aos anos de produção, acham-se na figura 2. Em 1982, a produtividade foi muito baixa, por ser o ano da implantação do capim e de ter ocorrida baixa precipitação pluvial (196mm nos primeiros quatro meses). Nesse ano, não houve efeito significativo dos tratamentos, porém, sim, uma tendência muito forte ($P > F = 6,1\%$) de a planta responder positivamente aos níveis de fósforo. Nos demais anos, cujas produtividades foram altas, constatou-se uma influência significativa dos níveis de fósforo, mas sem diferenças significativas entre tais fontes. Depois de 1983, a resposta da forrageira à adubação fosfatada começou a decrescer, passando de 187%, no segundo ano, a 106% no terceiro, 99% no quarto e 50% no quinto, enquanto a produção da testemunha, sem adubação, começou a aumentar em relação à produção dos tratamentos adubados, o que se atribui à velocidade no desenvolvimento do perfilhamento e do sistema radicular do capim entre os tratamentos. Nos adubados, o fósforo estimulou o perfilhamento e o crescimento radicular mais rápido do capim, favorecendo maior produtividade, o que concorda com as informações de Carvalho et al. (1973) e Brzostowski (1962). Posteriormente, com o tempo, o sistema radicular e o perfilhamento do capim na testemunha foram aumentando, proporcionando maior produtividade.

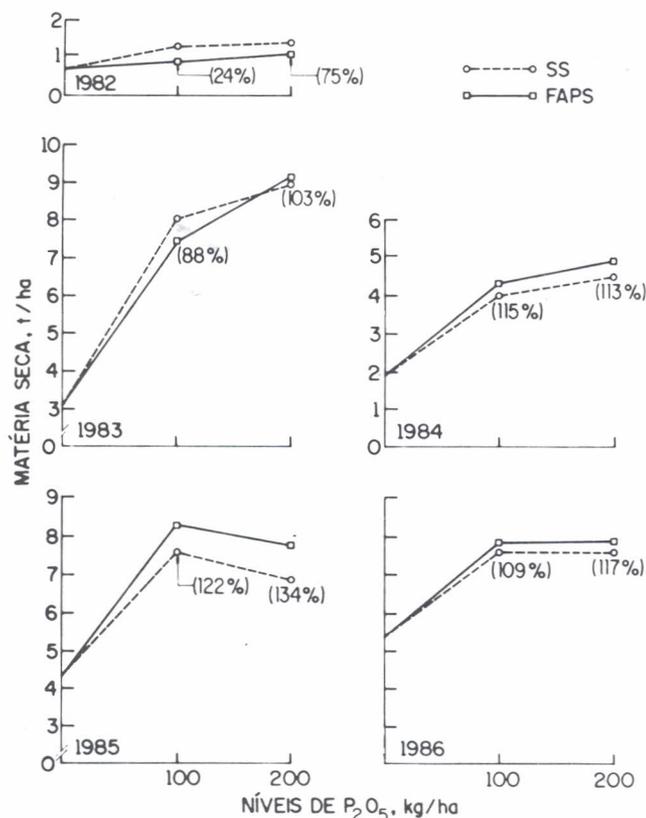


Figura 2. Produtividade do capim-búfel nos cinco anos, em relação aos níveis de P₂O₅ do superfosfato simples (SS) e fosfato Arafertil parcialmente solubilizado (FAPS) e os valores de índice de equivalência agronômica (IEA) do FAPS (valores entre parênteses).

A análise de correlação entre os teores de fósforo no solo pelos métodos Mehlich e Bray 1 e os dados de produtividade de matéria seca do capim dos cinco anos, indicou que não existiu relação entre essas variáveis, o que é justificável pela interferência de climas diferentes entre os anos, na produtividade.

Nos últimos três anos, o FAPS apresentou valores de IEA superiores aos dos dois primeiros - Figura 2 -, o que é atribuído à maior solubilização do fosfato com o tempo da aplicação. Isso está de acordo com os resultados obtidos por Defelipo et al. (1981) e Yost et al. (1982).

Com exceção de 1984, o FAPS apresentou valores do IEA no nível de 200kg/ha de P₂O₅ maiores do que no nível de 100kg/ha de P₂O₅. Goedert et al. (1986b) recomendam que o IEA seja calculado na dose de P₂O₅ localizada na porção ascendente da curva de resposta da planta à adubação fosfatada (faixa dos acréscimos máximos por unidade de P aplicado), para evitar que esse índice assumia valores superestimados quando calculado em doses mais altas. O nível 200kg/ha de P₂O₅ foi o que proporcionou a produtividade máxima em 1983 (Faria & Albuquerque, 1988).

Neste trabalho, o IEA está indicado entre aspas porque os níveis de P₂O₅ do FAPS foram calculados com base no fósforo solúvel em ácido cítrico. Vascon-

celos et al. (1986a) verificaram que o fósforo solúvel em ácido cítrico é um parâmetro adequado para avaliar a eficiência do fosfato. Considerando que existe uma equivalência de produção da forrageira entre as fontes de fósforo, calculou-se o EqSS com base no teor total de fósforo do FAPS: 38,5%. Esse valor é considerado baixo, o que é admissível em razão da falta de acidez do solo e da baixa umidade dos solos da região, condições essas que dificultam a solubilização dos fosfatos (Yeates & Allen, 1987; Yost et al., 1982).

Os resultados obtidos nesse trabalho indicam que se o preço do FAPS, com base no teor de fósforo solúvel em ácido cítrico, for igual ou inferior ao do superfosfato simples, seu uso será viável nas adubações fosfatadas da pastagem de capim-búfel na região. Goedert et al. (1986a) também sugerem que o preço dos fosfatos parcialmente solubilizados seja dado em função de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico.

CONCLUSÕES

1. O capim-búfel respondeu à adição de fósforo.
2. As fontes estudadas foram equivalentes quando sua eficiência agrônômica foi calculada com base no fósforo solúvel em ácido cítrico a 2%.
3. O extrator de Mehlich não foi adequado para avaliação do fósforo no solo oriundo do fosfato.
4. Para que o fosfato parcialmente solubilizado possa ser utilizado na adubação da pastagem de capim-búfel na região Semi-Árida do Nordeste brasileiro, é necessário que o seu preço, com base no teor de fósforo solúvel em ácido cítrico, seja igual ou inferior ao preço do superfosfato simples.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Araxá S.A. Fertilizantes e Produtos Químicos, o FAPS concedido para realizar esse trabalho.

LITERATURA CITADA

- BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R. & RALJ, B.van Efeitos de fosfatos sobre o crescimento e produção de soja. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 4(1):36-39, 1980.
- BRZOSTOWSKI, H.W. Influence of pH and superphosphate on establishment of *Cenchrus ciliaris* from seed. Trop. agric., Trinidad, 39(4):289-296, 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., Rio de Janeiro, 8(2):1-4, 1973.
- COUTO, C.; NOVAIS, R.F.; COSTA, L.M.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Efeito de características químicas, físicas e mineralógicas do solo sobre a solubilização da apatita-de-araxá. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 11(3):239-244, 1987.

- DEFELIPO, B.V., SOUZA, J. de; BRAGA, J.M. & VENEGAS, V.H.A. Efeito do período de incubação de fosfatos naturais sobre a disponibilidade de fósforo para as plantas. *R. Ceres, Viçosa*, 28(159):515-520, 1981.
- 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. 1v.
- FARIA, C.M.B. de & ALBUQUERQUE, S.G. Disponibilidade e correção do nível de fósforo em solo do submédio São Francisco em relação ao rendimento do capim-búfel. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 23(6):555-561, 1988.
- GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solos de cerrado. *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 8(1):97-102, 1984.
- GOEDERT, W.J.; REIN, T.A. & SOUSA, D.M.G. de. Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados não tradicionais. Planaltina, DF, EMBRAPA-CPAC, 1986a. 21p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 24)
- GOEDERT, W.J. & SOUZA, D.M.G. Avaliação preliminar da eficiência de fosfatos com acidulação parcial. *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 10:75-80, 1986.
- GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G. de & REIN, T.A. Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforo. Planaltina, DF, EMBRAPA-CPAC, 1986b. 23p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 22)
- MACKAY, A.D.; GREGG, P.E.H. & SYERS, J.K. Field evaluation of Chatham Rise phosphorite as phosphatic fertilizer for pasture. *New Zealand J. Agric. Res.*, Wellington, 27(1):65-82, 1984.
- OLSEN, S.R. & DEAN, L.A. Phosphorus. In: BLACK, C.A. de. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. v.2, p.1035-1049. (Agronomy, 9)
- SANZONOWICZ, C. & GOEDERT, W.J. Uso de fosfatos naturais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., Piracicaba, SP, 1984. Anais. Piracicaba, FEALQ, 1985. p.235-267.
- VASCONCELOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G.E. de; PITTA, G.V.E. & BAHIA FILHO, A.F.C. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais para a cultura do sorgo-granífero. I. Fósforo total e solúvel em ácido cítrico e granulometria. *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 10(2):117-121, 1986a.
- VASCONCELOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G.E. de; PITTA, G.V.E. & BAHIA FILHO, A.F.C. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais para a cultura do sorgo-granífero. II. Produção de grãos, eficiência relativa e fósforo disponível. *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 10(2):123-128, 1986b.
- WERNER, J.C.; KALIL, E.B.; GOMES, F.P.; PEDREIRA, J.V.S.; ROCHA, G.L. da & SARTINI, H.J. Competição de adubos fosfatados. *Bol. Ind. Anim.*, São Paulo, 25:139-149, 1968.
- YEATES, J.S. & ALLEN, D.G. Low effectiveness of three rock phosphates as phosphorus fertilizers and liming materials on an acid clay-loam. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 38(6):1033-1046, 1987.
- YOST, R.S.; NADERMAN, G.C.; KAMPRATH, E.J. & LOBATO, E. Availability of rock phosphate as measured by an acid tolerant pasture grass and extractable phosphorus. *Agron. J.*, Madison, 74(3):462-468, 1982.