

Recuperação de fósforo de diferentes fontes por capim-pensacola colonizado por fungos micorrízicos arbusculares

Antonio Carlos dos Santos Pessoa¹, João Kaminski^{2*} e Danilo dos Santos Rheinheimer³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-Paraná, Brazil. In memoriam. ²Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97.105.900, Santa Maria-Rio Grande do Sul, Brazil. ³Centro Universitário Franciscano, Santa Maria-Rio Grande do Sul, Brazil. *Author for correspondence.

RESUMO. A eficiência das fontes de fosfato depende da solubilidade das fontes que as compõem, do tipo de solo onde são usadas e da espécie da planta e dos microorganismos do solo, especialmente micorrizas. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a ação de micorrizas na eficiência agronômica de diferentes fontes de fósforo. Conduziu-se um experimento em vasos e em casa de vegetação, na Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, com amostras de argissolo vermelho distrófico arênico. Os tratamentos constituíram um fatorial 3x2x2, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições: (a) com e sem presença de calagem, (b) três fontes de fósforo (termofosfato magnésiano de granulometria grosseira (TER), superfosfato triplo (SFT) e mistura desses fosfatos (MIS) e (c) com e sem inoculação com *Glomus darum*. Estimou-se o efeito residual empregando amostras do mesmo solo cultivado anteriormente com sorgo forrageiro e usando os mesmos tratamentos. Cultivou-se o capim-pensacola até o pleno florescimento. Verificou-se que o TER apresentou menor eficiência que o STF e o MIS, tanto no efeito imediato quanto no residual, por causa da sua menor solubilidade. A inoculação com *G. darum* aumentou a recuperação do fósforo adicionado ao solo de todos os fosfatos, mas não modificou a relação de equivalência com o SFT; também promoveu a produção de massa seca em 29% no efeito imediato e 34% no efeito residual.

Palavras-chave: fontes de fósforo, solubilidade de fosfatos, equivalente em superfosfato triplo, termofosfato, micorriza.

ABSTRACT. Phosphorus recovery from different sources by pensacola grass inoculated with arbuscular mycorrhizae. Agronomic phosphate source performance is dependent on its compositions, soil properties, plant species and microorganisms such as mycorrhizae. A greenhouse experiment, at the University of Santa Maria, RS, Brazil, was carried out to evaluate the agronomic efficiency of three different sources of phosphates in a typic paleudult soil, in a randomized 3 x 2 x 2 factorial design with four repetitions: (a) three phosphates (coarse granulated magnesium thermophosphate – MT, concentrated superphosphate – CS, and mixture of both – MI; (b) soil with and without liming; and (c) with and without *G. darum* inoculation. The residual effects using samples of the same soil priorly cultivated with sorghum and the same experimental design were also estimated. The performing decreasing order in furnishing phosphorus of the sources was: CS, MI and MT. The inoculation with *G. darum* promoted phosphorus recovery increase of MI and MT, but did not increase it when compared with CS, and the residual effect of MI was similar to CS. Inoculation promoted 29% dry matter yield in the first sowing and 34% as residual effect.

Key words: phosphatic raw materials, phosphate solubility, thermophosphate, mycorrhizae.

A capacidade diferencial que têm os fertilizantes fosfatados em suprir fósforo às plantas depende da solubilidade das substâncias que os compõem e da intensidade das reações que ocorrem no solo. Assim,

os fertilizantes constituídos por substâncias de baixa estabilidade molecular podem manter concentrações na solução em níveis suficientes para satisfazer a demanda das plantas. Já os fosfatos mais estáveis são

menos solúveis, e a sua capacidade de fornecimento de fósforo depende de sua taxa de solubilização, da intensidade e dos produtos das reações com os componentes do solo. Os fertilizantes fosfatados apresentam uma ampla gama de solubilidade, desde produtos solúveis em água, como os fosfatos acidulados tradicionais, passando por produtos de solubilidade intermediária, como os termofosfatos, até os insolúveis em ácidos diluídos, como alguns fosfatos naturais. Dessa forma, há também grande variação na resposta das culturas à adição desses insumos.

A eficiência dos fosfatos no suprimento de fósforo às plantas pode ser afetada pela elevação do pH do solo e pela adequação da granulometria à solubilização do fosfato. Os produtos das reações solo-fosfato controlam a disponibilidade à biomassa (Novais et al., 1980; Novelino et al., 1985) e dependem do fosfato utilizado (Chien, 1978), das propriedades físico-químicas do solo (Barrow e Shaw, 1975; Gonçalves et al., 1989) e da participação de microorganismos do solo, especialmente micorrizas (Cardoso, 1985; Bolan, 1991).

Considerando esse sistema, solo-planta-micorriza, tem sido relatada maior recuperação de fósforo adicionado ao solo por plantas que formam associações eficientes com fungos micorrízicos arbusculares (fMA), principalmente quando a disponibilidade de fósforo encontra-se em níveis sub-ótimos (Siqueira e Colozzi-Filho, 1986) ou quando a fonte adicionada é de menor solubilidade (Bolan, 1991). A micorriza funciona como prolongamento das raízes, aumentando a área de solo explorada, permitindo uma maior recuperação de fósforo. Portanto, é importante que a colonização das raízes pelos fungos ocorra com grande intensidade e produção de hifas externas, pois baixas colonizações podem produzir hifas insuficientes para tornar a associação eficiente (Rheinheimer e Kaminski, 1995).

Os fMA nativos, ocorrentes em pastagem natural no Rio Grande do Sul, onde há predominância de gramíneas do gênero *Paspalum*, mostraram-se pouco efetivos em proporcionar aumentos no crescimento do capim-pensacola, também do gênero *Paspalum* (Pessoa, 1994; Rheinheimer e Kaminski, 1994) e do cornichão (Pessoa et al., 1994b), apresentando baixa colonização micorrízica, quando as condições naturais do solo foram modificadas por adubações e ou calagem. Porém, quando se introduziu o fMA *Glomus clarum*, incrementou a produção de massa seca e o fósforo absorvido por gramínea (ROSSI et al., 1992) e leguminosa (Pessoa et al., 1994b), apresentando sempre alta colonização micorrízica e grande produção de hifas externas.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a participação de fMA *G. clarum* na recuperação do fósforo adicionado ao solo, como termofosfato magnesiano de granulometria grosseira, como superfosfato triplo e como a mistura de ambos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Santa Maria (RS). Utilizaram-se amostras da camada superficial (0-20 cm) do solo Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Typic Paleudult), textura franco arenosa, ácido, baixa disponibilidade de fósforo e saturação de bases.

O solo foi seco ao ar, peneirado e dividido em duas partes. Em uma delas, a acidez foi corrigida para pH 6,0 (5 t ha⁻¹), usando calcário fino, 100% passante na peneira 0,3mm, e incubado por 10 dias com umidade equivalente a 70% da capacidade de campo. A outra porção não recebeu calcário e permaneceu incubada na mesma condição. Em seguida, o solo foi seco, peneirado e fumigado com 0,5mL de Bromex (Brometo de Metila) por kg de solo, por 72 h, sendo posteriormente arejado e revolvido nos cinco dias consecutivos. Depois, foi colocado em vasos da quantidade de 2,8kg, nos quais foram aplicados os tratamentos.

Os tratamentos para avaliação do efeito imediato dos fosfatos constituíram-se de fatorial (3x2x2) com: (a) três fosfatos na dose de 100mg/kg de P₂O₅ total: termofosfato magnesiano granulometria grosseira, retido na peneira 35 mesh (TER), com 17,5% de P₂O₅ total com 13% solúvel em ácido cítrico; superfosfato triplo (SFT); e mistura de TER mais SFT na relação 1:1 em fósforo total (MIS); (b) solo sem calagem, pH 4,4, e calagem para pH 6,0; e (c) com e sem inoculação de fMA *Glomus clarum*.

Para a avaliação do efeito residual, utilizou-se solo cultivado anteriormente com sorgo (Pessoa, 1994), preparado de modo similar ao efeito imediato. Usaram-se tratamentos adicionais sem a adição de fósforo, com e sem calagem e com e sem inoculação de fMA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Nos tratamentos com micorrizas, adicionaram-se 500 esporos de fMA *G. clarum* no sulco de semeadura. Aplicou-se, em todos os tratamentos, 100 mL de filtrado do solo tamizado em peneiras com malhas de 0,037mm, com o objetivo de restabelecer a microbiota natural do solo que foi eliminada pela fumigação. Utilizou-se uma adubação suplementar constituída de 150, 150, 5, 2, 2 e 0,1mg kg⁻¹ de N, K, Zn, B, Cu e Mo, respectivamente, para os tratamentos de efeito imediato. Para os

tratamentos de efeito residual, utilizou-se metade dessa dosagem.

Procedeu-se à semeadura com 10 sementes de capim-pensacola (*Paspalum notatum* Flugge var. *saurae*), desbastando-se para três plantas após a emergência. Aos 40 dias após a emergência (DAE), fez-se uma adubação de cobertura com 50mg kg⁻¹ de N e K. No pleno florescimento, 90 DAE, a parte aérea foi cortada rente ao solo, seca e teve sua produção de massa seca determinada (MS). Durante a condução do experimento, os vasos foram mantidos úmidos, com reposição diária de umidade, controlada por pesagem. Foi determinado fósforo na massa seca, segundo Tedesco *et al.* (1985). O equivalente em superfosfato (Eq SF) foi estimado pela produção de MS, usando a fórmula:

$$EqSF = \frac{(fonte\ testada - testemunha)}{(SFT - testemunha)} \times 100$$

Nas raízes foi estimada a colonização micorrízica (CM), de acordo com as técnicas de Phillips e Hayman (1970) e Giovanetti e Mosse (1980). No solo, determinaram-se pH em água (1:1), Ca, Mg e Al trocáveis e P disponível (Tedesco *et al.*, 1985).

Os resultados de produção de MS, fósforo absorvido e CM foram avaliados por análise de variância, separadamente, para efeito residual e imediato, usando-se teste Duncan a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Os resultados de CM foram transformados em arco

$$\text{seno} \sqrt{\frac{x}{100}}.$$

Resultados e discussão

Nos tratamentos sem a adição de fósforo (Testemunha), com 3,8mg kg⁻¹ de fósforo disponível pelo extrator Bray I (Tabela 1), as plantas não se estabeleceram e morreram entre o décimo quinto e o trigésimo dia após a emergência. Inicialmente, ficaram com folhas retorcidas e com sistema radicular atrofiado. Esse sintomas também foram observados por Rheinheimer e Kaminski, 1994, que consideraram ser esse o teor de fósforo que está abaixo do mínimo exigido para o estabelecimento de uma simbiose mutualística.

A aplicação de fósforo no solo aumentou a produção de massa seca (Figura 1). Rendimentos superiores foram obtidos com SFT, intermediários com MIS e inferiores com TER, evidenciando que o aumento da resposta da planta ocorreu por causa do aumento da disponibilidade desse nutriente no solo, estimado pelo extrator de Bray I (Tabela 1). O extrator de Mehlich 1 não se mostrou sensível às variações na disponibilidade de fósforo,

possivelmente pela presença de fosfatos menos solúveis que, embora ainda não tivessem reagido no solo, foram extraídos pelo duplo ácido. O fósforo absorvido pelas plantas apresentou a mesma tendência de resposta da produção de massa seca, tanto para efeito imediato (Figura 1) como para efeito residual (Figura 2). O melhor desempenho da MIS em relação ao TER deve-se ao fósforo solúvel proveniente do superfosfato, que aumentou a disponibilidade de fósforo no solo, tanto que o efeito residual foi ao superfosfato (Figura 2).

Tabela 1. Fósforo disponível estimado pelos extratores Mehlich 1 e Bray I no solo tratado com diferentes fontes de fósforo. Média de oito repetições

Fontes de Fósforo ¹	Época ²	Extrator Mehlich 1		Extrator Bray I	
		pH 4,4	pH 5,5	pH 4,4	pH 5,5
----- mg/dm ³ -----					
TER	Imediato	15,0	16,4	9,4	6,7
	Residual	11,5	12,0	10,5	8,6
MIS	Imediato	14,4	13,5	14,7	8,2
	Residual	11,5	11,7	10,1	9,5
SFT	Imediato	12,8	11,8	18,3	11,9
	Residual	12,4	11,5	14,9	13,2
Testemunha	Imediato	4,9	4,8	3,8	3,9
	Residual	4,8	4,7	3,8	3,8

¹ TER = termofosfato magnesiano fundido granulometria > 0,5 mm e < 0,6 mm; MIS = mistura de termofosfato e superfosfato triplo, relação 1:1 de P₂O₅ total; SFT = superfosfato triplo farelado; ² Imediato = aplicação do fosfato imediatamente antes da semeadura; Residual = aplicação do fosfato antes da semeadura da cultura anterior

A aplicação de TER em solo ácido (pH 4,4) proporcionou maior produção de massa seca e absorção de fósforo pelo capim-pensacola do que no solo com acidez corrigida (Figuras 1 e 2). Isso só foi possível porque essa planta está adaptada às condições de solo ácido e tolera alumínio. A aplicação de calcário não melhorou a produção de massa seca tampouco nem a recuperação de fósforo nos tratamentos que receberam superfosfato e MIS (Figuras 1 e 2), porque, além do TER possuir maior dissolução quando o meio é mais ácido (Kaminski, 1990), as condições de acidez não eram deletérias o suficiente para prejudicar o crescimento do capim pensacola. É possível que se o solo fosse cultivado com espécies de baixa tolerância ao alumínio, e mesmo que o TER tivesse sua solubilidade aumentada no solo ácido, não apresentaria o mesmo desempenho, já que a fitotoxidez do alumínio mascararia o efeito positivo do fosfato, mostrando que se deve incluir o fator planta no conceito de disponibilidade de nutrientes essenciais.

O efeito residual do SFT diminuiu com o passar do tempo após sua aplicação no solo, mas ainda mantendo altos os níveis de fósforo disponível (Figura 2). Isso é possível devido à menor intensidade das reações de insolubilização do fósforo com os constituintes do solo, uma vez que esse solo possui baixos teores de argila e óxidos de ferro. Já o

TER, cuja reação no solo deveria aumentar com o tempo de contato, aumentando também a sua capacidade de suprimento de fósforo para as culturas seguintes ao efeito imediato (Kaminski, 1990; Pessoa et al. 1992), não foi observado, possivelmente porque esse TER usado era de granulometria grosseira teve retardada a sua solubilização, e porque aquele tempo não foi suficiente para que seu efeito residual se manifestasse integralmente, compensando o menor desempenho inicial.

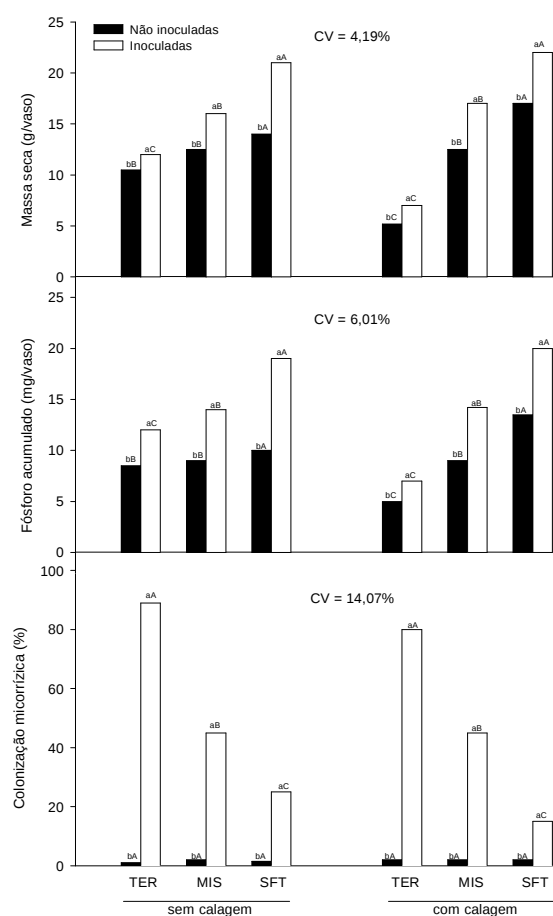


Figura 1. Produção de massa seca e fósforo acumulado pela parte aérea e colonização micorrízica em capim-pensacola cultivado com diferentes fosfatos e em condições de solo sem e com calagem. TER = termofosfato, MIS = mistura de fosfatos e SFT = superfosfato triplo. Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra, minúscula para micorrização e maiúscula para fonte de P, não diferem pelo teste Duncan a 5%

A colonização micorrízica apresentou variações de acordo com a disponibilidade de fósforo no solo (Figuras 1 e 2). No tratamento com STF, por causa da maior disponibilidade de fósforo, a colonização foi menor, seguindo a tendência já relatada para diferentes plantas (Siqueira e Colozzi-Filho, 1986; Rheinheimer e Kaminski, 1995). A inoculação com *G. darum* aumentou a produção de massa seca, em

média 29% em efeito imediato e 34% em efeito residual, sendo levemente superior nos tratamentos com TER (Tabela 2), mas não a ponto de torná-lo equivalente ao SFT. O aumento no crescimento das plantas, provocado pela inoculação com essa espécie de fungo micorrízico arbuscular, já tinha sido observado em outros experimentos com o mesmo solo (Rossi et al., 1992; Pessoa et al., 1994b). Deve-se ressaltar que as formas de fósforo absorvidas por plantas micorrizadas e não-micorrizadas são as mesmas, pois a micorriza, aparentemente, é incapaz de solubilizar fósforo não-lábil do solo (Cardoso, 1985; Bolan, 1991); elas apenas podem deprimir mais intensamente o fósforo da solução do solo e acessar zonas além daquela sob ação dos pêlos radiculares, uma vez que as hifas são mais longas e finas.

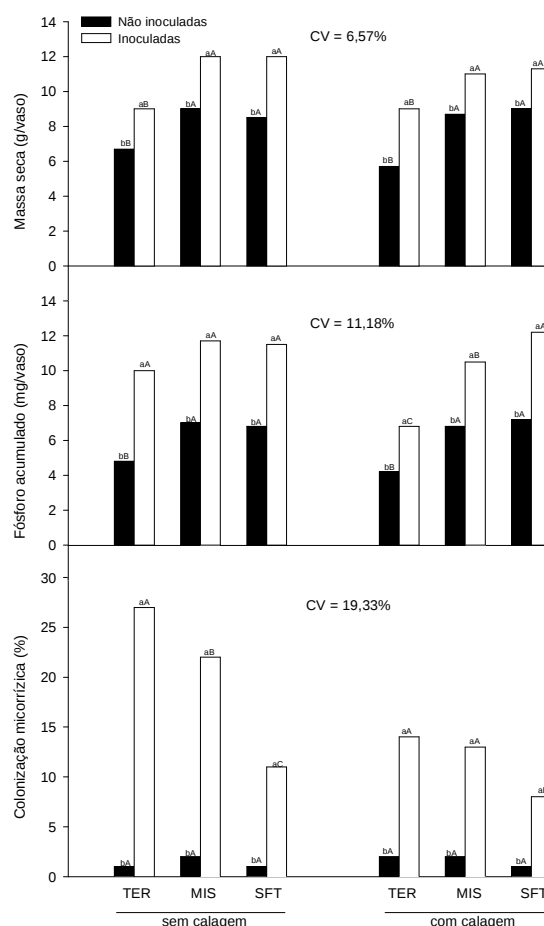


Figura 2. Produção de massa seca e fósforo acumulado pela parte aérea e colonização micorrízica em capim-pensacola, cultivado com diferentes fosfatos e em condições de solo sem e com calagem, em efeito residual. TER = termofosfato, MIS = mistura de fosfatos e SFT = superfosfato triplo. Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra, minúscula para micorrização e maiúscula para fonte de P, não diferem pelo teste Duncan a 5%

Tabela 2. Equivalente em superfosfato triplo (Eq SF) e efetividade micorrízica (E) em capim-pensacola em função da fonte de fósforo e inoculação com *Glomus darum* em condições naturais e modificadas pela calagem. Média de quatro repetições

Avaliação	pH	Inoculação	Efeito Imediato			Efeito Residual		
			TER ¹	MIS	SFT	TER	MIS	SFT
Eq SF (%)	4,5	Sem	75	91	100	79	103	100
	4,5	Com	60	77	100	76	100	100
E (%)	4,5	Com	17	25	47	32	33	37
Eq SF (%)	5,5	Sem	37	75	100	64	96	100
	5,5	Com	39	80	100	74	98	100
E (%)	5,5	Com	29	32	22	46	30	28

¹ TER = termofosfato magnesiano fundido granulometria > 0,5 mm e < 0,6 mm; MIS = mistura de termofosfato e superfosfato triplo, relação 1:1 de P₂O₅ total; SFT = superfosfato triplo farelado

Quando as células do córtex radicular estão intensamente colonizadas, produzem hifas externas suficientes para tornar a associação eficiente e favorecer a recuperação do fosfato adicionado ao solo. Desse modo, a introdução de espécies eficientes como o *G. darum* pode ser viável, quando as espécies nativas não são eficientes para a cultura ou tornam-se ineficientes quando a fertilidade natural do solo é modificada por adubações e/ou calagem.

O Eq SF do TER em efeito imediato foi de 67% e 38% e da mistura foi de 84% e 77% para solo sem e com calagem, respectivamente (Tabela 2). O menor Eq SF do TER, especialmente quando da correção da acidez, se deve à menor solubilidade desta fonte, pois, além de possuir baixa solubilidade em água, é de granulometria muito grosseira, diminuindo a superfície de contato com a solução do solo. Kaminski (1990) encontrou Eq SF de 18% e 27% para o sorgo e 78% e 64% para a aveia preta, neste mesmo solo sem e com calagem, respectivamente. Também para trigo, soja, capim-pensacola e sorgo forrageiro, o Eq SF variou de 7% a 80% (Pessoa *et al.*, 1992; Pessoa, 1994). Essas variações no Eq SF podem ser atribuídas às características das plantas usadas nos experimentos, especialmente quanto à tolerância, à acidez do solo (Loneragan, 1978), ao sistema radicular com maior capacidade de crescimento e ramificação (Mosse, 1972; Bolan, 1991; Sylvia, 1988), à capacidade de absorção de fósforo em baixas concentrações (Cardoso, 1985), ao tempo de contato do fosfato com o solo (Chien, 1978; Gonçalves *et al.*, 1978; Novais *et al.*, 1980; Novelino *et al.*, 1985) e às propriedades físico-químicas dos solos (Chien, 1978). O Eq SF do TER residual só melhorou quando esse foi adicionado em solo com calagem; no entanto, sempre foi inferior à mistura de fosfato e ao superfosfato como fonte de fósforo para o capim-pensacola (Tabela 2). O Eq SF do TER e MIS não foi aumentado pela inoculação com *G. darum* (Tabela 2), uma vez que esse incrementou a produção de massa seca também

quando se utilizou o superfosfato como fonte de fósforo (Figuras 1 e 2).

Referências bibliográficas

- Bolan, N.S. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 134:189-207, 1991.
- Barrow, N.J.; Shaw, T.C. The slow reactions between soil anions. 2. Effect of time and temperature on the decrease in phosphate concentration in the soil solution. *Soil Sci.*, 119:167-177, 1975.
- Cardoso, E.J.B.N. Efeito de micorriza vesículo-arbuscular e fosfato-de-rocha na simbiose soja-*Rhizobium*. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 9:125-130, 1985.
- Chien, S.H. Reactions of phosphate rocks, Rhenania phosphate and superphosphate with an acid soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 42:705-708, 1978.
- Giovannetti, M.; Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84:487-500, 1980.
- Gonçalves, J.L.M.; Novais, R.F.; Barros, N.F.; Neves, J.C.L.; Ribeiro, A.C. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 13:13-24, 1989.
- Kaminski, J. *Avaliação agrônômica em função da granulometria de termofosfato magnesiano fundido*. Santa Maria, 1990. (Trabalho apresentado como requisito ao Concurso para Professor Titular na Disciplina de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, no Departamento de Solos, CCR, UFSM).
- Loneragan, J.F. The physiology of plant tolerance to low phosphorus availability. In: ASA-CSSA-SSSA. *Crop tolerance to sub optimal land conditions*. Madison: ASA, 1978. p.329-343.
- Mosse, B. Effects of different *Endogone* strains on the growth of *Paspalum notatum*. *Nature*, 239:221-223, 1972.
- Novais, R.F.; Braga, J.M.; Martins Filho, C.A.S. Efeito do tempo de incubação do fosfato-de-araxá em solos sobre o fósforo disponível. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 4:153-155, 1980.
- Novelino, J.O.; Novais, R.F.; Neves, J.C.L.; Costa, L.M.; Barros, N.F. Solubilização de fosfato-de-araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e na ausência de calagem. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 9:13-22, 1985.
- Pessoa, A.C.S. *Recuperação de fósforo de termofosfato em solo arenoso por pensacola e sorgo forrageiro associados com micorrizas*. Santa Maria, 1994. (Master's Thesis in Agronomy) - Universidade Federal de Santa Maria.
- Pessoa, A.C.S.; Kaminski, J.; Cassol, L.C.; Rheinheimer, D.S. Avaliação da eficiência agrônômica de termofosfato fundido magnesiano no cultivo de trigo e soja. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 2., Santa Maria, RS, 1992. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1992. p.338.
- Pessoa, A.C.S.; Kaminski, J.; Cassol, L.C.; Rheinheimer, D.S. Efeito do calcário, do fósforo e do zinco no

- rendimento de pensacola. *Ciência Rural*, 24(1):35-39, 1994a.
- Pessoa, A.C.S.; Campos, B.C.; Antonioli, Z.I.; Kaminski, J.; Della-Justina, M.E. Efeito de fungos MVA nativos e introduzidos no rendimento de cornichão. *Ciência Rural*, 24(1):41-47, 1994b.
- Philips, J.M.; Hayman, D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55:158-161, 1970.
- Rheinheimer, D.S.; Kaminski, J. Resposta do capim-pensacola à adubação fosfatada e micorrização em solo com diferentes pH. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 18:201-205, 1994.
- Rheinheimer, D.S.; Kaminski, J. Intensidade de colonização do cortex radicular e sua relação com a absorção de fósforo pelo capim-pensacola. *Ciência Rural*, 25(2):223-228, 1995.
- Rossi, C.; Kaminski, J.; Rheinheimer, D.S.; Cassol, L.C.; Antonioli, Z.I. Manejo de população nativa e introduzida de fungos MVA na cultura da pensacola em solo arenoso. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 2. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1992. p.292.
- Siqueira, J.O.; Colozzi-Filho, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 10:207-211, 1986.
- Sylvia, D.M. Activity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol. Biochem.*, 20(1):39-43, 1988.
- Tedesco, M.J.; Volkweiss, S.J.; Bohnen, H. *Análise de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

Received on July 22, 1999.

Accepted on May 26, 2000.