

EFEITO DO TEMPO DE INCUBAÇÃO DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO NO SOLO E INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS NA RECUPERAÇÃO DE FÓSFORO PELO CAPIM-PENSACOLA

EFFECT OF THE INCUBATION TIME OF MAGNESIAN THERMOPHOSPHATE IN THE SOIL AND INOCULATION WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN THE PHOSPHORUS RECOVERY BY BAHIA GRASS

João Kaminski¹ Antonio Carlos dos Santos Pessoa² Danilo dos Santos Rheinheimer³

RESUMO

Com os objetivos de avaliar os efeitos da incubação no solo de termofosfato magnésiano de granulometria grosseira por períodos de tempo antecedentes a semeadura na disponibilidade de fósforo para o capim pensacola (*Paspalum notatum* Flugge var. *saurae*) e avaliar o efeito de fungos micorrízicos arbusculares (fMA) nativos na recuperação do fósforo deste fertilizante, foi conduzido o experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria no Centro de Ciências Rurais. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos formaram fatorial incompleto $3 \times 2 \times 2 + 8$: três tempos de incubação do termofosfato de antecedência a semeadura (0, 100 e 200 dias); dois valores de pH (4,8 e calagem para 6,0); e com e sem inoculação de fMA. Mais tratamentos testemunha sem a adição de fósforo e com adição de superfosfato triplo, ambos com e sem inoculação e/ou calagem. A dose de fósforo usada foi de $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. Verificou-se que a antecipação da aplicação do termofosfato à semeadura do capim pensacola quando incrementa a sua solubilização no solo não aumenta substancialmente a disponibilidade de fósforo comparado ao superfosfato e, a inoculação com fMA nativos no capim pensacola aumentou a produção de massa seca e a absorção de fósforo somente nas condições em que a planta estava sob estresse nutricional, apesar da baixa colonização micorrízica.

Palavras-chave: termofosfato farelado, recuperação de fósforo, capim-pensacola, micorriza.

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out at the University of Santa Maria, RS, Brazil, to evaluate the effect of incubation time of coarse granulated magnesian thermophosphate in the soil, preceding the seeding, on phosphorus availability for bahia grass (*Paspalum notatum* Flugge var. *saurae*) and evaluate the effect of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi (AMf) in the phosphorus recover by bahia grass. The treatments were randomized with four replications, forming incomplete factorial design ($3 \times 2 \times 2 + 8$), three incubation times in umid soil of the coarse granulated magnesian thermophosphate preceding the seeding (0, 100 and 200 days); two pH values (4,8 and liming to pH 6.0); and with or without inoculation with AMf; the controls treatments were without phosphorus and with concentrated superphosphate, both with or without inoculation and with or without liming. Phosphorus was added at the rate of $100 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$ of soil. It was observed that (a) the thermophosphate incubation time, preceding the seeding of the bahia grass, increased its solubility in soil, however phosphorus availability did not increase as phosphorus availability from concentrated superphosphate; and (b) soil inoculation with indigenous AMf increased bahia grass dry matter yield and phosphorus uptake only when plants were submitted to nutritional stress, despite the low colonization micorrhizae.

Key words: coarse magnesian thermophosphate, phosphates, phosphorus recovery, bahia grass, indigenous mycorrhizal fungi.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor., Professor Titular do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Mestre, doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Assistente, Departamento de Solos, CCR, UFSM. Bolsista CNPq.

INTRODUÇÃO

Os termofosfatos magnesianos são fertilizantes resultantes do tratamento térmico de rochas fosfatadas com a adição de materiais fundentes, geralmente silicatos de magnésio (CEKINSKI, 1990), resultando em fontes adequadas de fósforo para as plantas, embora apresentem baixa solubilidade quando comparados aos superfosfatos. Tais fertilizantes têm reação mais lenta no solo, necessitando de períodos mais longos para completar essas reações de solubilização (CHIEN, 1978). Por isso tem sido recomendada a antecipação de sua adição ao solo em relação à semeadura da planta, como forma de aumentar a sua disponibilidade (KAMINSKI & MELLO, 1984).

NOVELINO *et al.* (1985), trabalhando com fosfato natural de baixa solubilidade, constataram aumentos na sua disponibilidade estimada com a antecipação da adubação à semeadura, porém a absorção pelas plantas não segue exatamente a tendência de solubilização dos fosfatos. Porém, os novos produtos formados na reações solo-fertilizante, não teriam solubilidade suficientemente alta para manter a demanda das plantas, já que as propriedades dos solos responsáveis pela solubilização dos fosfatos seriam as mesmas que favorecem sua retenção (NOVAIS *et al.*, 1980; GONÇALVES *et al.*, 1989). Assim, poderia ser mais interessante manter o balanço entre o fosfato solubilizado e a disponibilidade de fósforo para as plantas, com a conveniência de usar de fosfatos naturais com granulometria mais grosseira e/ou doses menores de corretivos da acidez, para garantir a manutenção das formas lábeis concomitante com a menor solubilização do material fosfatado. Isto também poderia ocorrer com os termofosfatos, se usados na forma farelada.

KAMINSKI (1990) e PESSOA *et al.* (1992), destacam que os termofosfatos de granulometria grosseira foram mais eficientes que os superfosfatos farelados, quando aplicados na mesma época antecedendo a semeadura, indicando que para os termofosfatos, um período de incubação no solo antes da semeadura, mantém a disponibilidade de fósforo para as plantas cultivadas, possivelmente seguindo o postulado por NOVAIS *et al.* (1980) e GONÇALVES *et al.* (1989).

Por outro lado, a participação de fatores bióticos, como a própria espécie de planta ou de microrganismos do solo, não pode ser desprezada na avaliação da disponibilidade de fósforo para as plantas. Considerando o sistema solo-planta-microrganismo, tem sido relatada maior recuperação de fósforo adicionado em presença de fungos micorrízicos

arbusculares (fMA), principalmente quando se usa fontes de menor solubilidade (CARDOSO, 1985; FRIES, 1989). A importância das micorrizas, onde as hifas do fungo funcionam como um prolongamento das raízes das plantas, é a de aumentar o volume total do solo explorado e permitir maior absorção de nutrientes, especialmente os pouco móveis como o fósforo (SYLVIA, 1988). Por isso, é necessário que a colonização das raízes pelos fungos ocorra em grande número de células do cortex radicular, em alta intensidade, para infectar grande parte das ramificações radiculares (RHEINHEIMER & KAMINSKI, 1995), pois baixas colonizações micorrízicas podem produzir hifas externas insuficientes para tornar a associação eficiente.

Como os termofosfatos magnesianos são fertilizantes cuja utilização recomendada é na forma de pó e por isso apresenta problemas de fluidez na hora da aplicação, e o emprego de formas mais grosseiras, que facilitariam sua aplicação no solo não tem sido recomendada pela suposta perda de eficiência fertilizante, foi executado o experimento com os objetivos de: (a) avaliar os efeitos da incubação no solo, por períodos de tempo antecedentes a semeadura, do termofosfato de granulometria grosseira; e (b) avaliar o efeito de fungos micorrízicos arbusculares nativos na recuperação do fósforo deste fertilizante pelo capim-pensacola.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Santa Maria, RS. Utilizou-se amostra de solo Podzólico vermelho-amarelo, textura franco arenosa, ácido, baixa disponibilidade de fósforo, baixa saturação com bases, ocorrente no "campus" da UFSM, coletado na camada de 0-20cm. O solo foi seco ao ar, peneirado e dividido em duas partes. Numa das partes a acidez foi corrigida para pH 6,0 com calcário fino (5t/ha) e ambas foram incubadas umidas por 10 dias a 70% da capacidade de campo. Após foram secas, tamizadas em peneira de 2mm, parte foi acondicionada em recipientes para aplicação dos tratamentos de incubação do termofosfato e o restante reservado para os tratamentos testemunha.

Os tratamentos constituíram-se de fatorial incompleto com tratamentos adicionais conforme discriminado na Tabela 1, conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A dose de fósforo utilizada foi 100mg kg⁻¹ de P₂O₅, baseado no seu teor total. O termofosfato magnésiano (TER) e o SFT foram usados na forma farelada, com

a granulometria maior que 35 mesh e menor que 28 mesh. Durante a incubação do TER o solo permaneceu úmido, com reposição semanal da água evaporada até 11% de umidade peso/volume. Os períodos de incubação foram ajustados de modo que concluídos no mesmo dia. Então o solo foi novamente seco, peneirado e fumigado com 0,5mL de Bromex (Brometo de Metila) por kg de solo, concomitantemente ao solo dos tratamentos testemunha. Em seguida foram arejados e frequentemente revolvidos por cinco dias consecutivos, então envasados na quantidade de 3,0 kg de solo por vaso.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no esquema fatorial incompleto, sem calagem (0) e com calcário (1), inoculado com fungos micorrízicos arbusculares nativos (+) e sem inoculação (-), fontes de fósforo termofosfato (TER), superfosfato triplo (SFT) e testemunha (test), e dias de incubação do termofosfato antecedentes a semeadura.

Tratamento	calagem	inoculação	Fonte de fósforo	incubação (dias)
1	0	-	TER	000
2	0	+	TER	000
3	1	-	TER	000
4	1	+	TER	000
5	0	-	TER	100
6	0	+	TER	100
7	1	-	TER	100
8	1	+	TER	100
9	0	-	TER	200
10	0	+	TER	200
11	1	-	TER	200
12	1	+	TER	200
13	0	-	SFT	000
14	0	+	SFT	000
15	1	-	SFT	000
16	1	+	SFT	000
17	0	-	Test	000
18	0	+	Test	000
19	1	-	Test	000
20	1	+	Test	000

Nos tratamentos inoculados com fungos micorrízicos foram adicionados 500 esporos de fMA nativos, no sulco de semeadura. Os esporos foram obtidos de área com pastagem natural, com predominância de *Paspalum* spp. Aplicou-se em todos os

tratamentos, 100ml de filtrado aquoso do solo, tamisado em peneiras com malhas de 0,037mm, com o objetivo de restabelecer a microbiota natural do solo isenta de esporos de fMA. Utilizou-se uma adubação suplementar de 150, 150, 5, 2, 2 e 0,1mg kg⁻¹ de N, K, Zn, B, Cu e Mo, respectivamente.

Procedeu-se a semeadura com 10 sementes/vaso do capim-pensacola (*Paspalum notatum* Flugge var. *saurae*) desbastando-se para três plantas após a emergência. Aos 50 dias após a emergência (DAE) foi cortada a parte aérea dos tratamentos que receberam fósforo. O corte foi feito a 3,0cm acima do nível do solo. Nessa ocasião adicionou-se adubação de cobertura de N e de K de 50mg kg⁻¹.

No início do florescimento, 92 DAE, a parte aérea foi cortada rente ao solo, secada e determinada a produção de massa seca (MS), acrescida a MS colhida aos 50 dias nos tratamentos que apresentaram crescimento suficiente para tal. Nesta foi determinado o fósforo segundo TEDESCO *et al.* (1985). O equivalente em superfosfato (Eq SF) foi estimada pela produção de MS, usando a fórmula:

$$\text{Eq SF} = [(\text{fonte testada} - \text{testemunha}) / (\text{SFT} - \text{testemunha})] \times 100.$$

Nas raízes foi estimada a colonização micorrízica (CM) de acordo com as técnicas de PHILIPS & HAYMAN (1970) e GIOVANETTI & MOSSE (1980). No solo determinou-se pH em água (1:1); Ca e Mg e Al trocáveis, K e P disponível, segundo TEDESCO *et al.* (1985). Também, se usou o extrator de Bray-1 variação (FERNANDES, 1987) para análise de fósforo disponível.

Os efeitos dos tratamentos na produção de MS, fósforo absorvido e CM foram avaliados por análise de variância, usando-se o teste de Duncan a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Os resultados de CM foram transformados em arcoseno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 2 mostram incrementos na disponibilização de fósforo do TER pela incubação no solo úmido por 100 ou 200 dias antecedendo a semeadura, mas inferiores a do SFT.

A elevação do pH pela calagem não aumentou significativamente a produção de massa seca do capim pensacola nos tratamentos com TER incubado e no STF, porém diminuiu a eficiência do TER aplicado na semeadura. Já a inoculação do solo com fMA nativos mostrou baixa infectividade destes fungos, o que produziu baixa colonização micorrízica das raízes do capim pensacola.

Tabela 2 - Produção de massa seca (MS), acumulação de fósforo (F) pela parte aérea e colonização micorrízica (CM) do capim pensacola devido à aplicação de calcário, a fontes de fósforo e à inoculação com fungos micorrízicos nativos. Santa Maria, RS. 1994.

Avaliação	Calagem	Inoculação ¹	TER 000 ²	TER 100	TER 200	Testemunha	SFT
MS (g/v)	- Cal	- Mic	3,57 bC	6,06 aB	7,18 aB	0,20 aD	24,57 aA
	- Cal	+ Mic	6,18 aB	7,19 aB	6,18 aB	0,24 aC	22,82 bA
P (mg/v)	- Cal	- Mic	2,92 bC	5,14 aB	5,59 aB	0,10 aD	21,34 aA
	- Cal	+ Mic	4,79 aB	4,59 aB	3,64 bB	0,12 aC	15,09 bA
CM (%)	- Cal	- Mic	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 bA
	- Cal	+ Mic	6,00 aA	6,00 aA	6,00 aA	2,00 aB	6,00 aA
MS (g/v)	+ Cal	- Mic	2,19 aD	6,58 aC	8,45 aB	0,75 aE	20,25 bA
	+ Cal	+ Mic	3,59 aC	6,99 aB	7,43 aB	0,12 aD	26,33 aA
P (mg/v)	+ Cal	- Mic	1,59 bC	4,63 aB	6,08 aB	0,35 aD	17,46 aA
	+ Cal	+ Mic	3,17 aC	4,96 aB	6,16 aB	0,06 aD	18,45 aA
CM (%)	+ Cal	- Mic	0,00 bA	2,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
	+ Cal	+ Mic	4,00 aA	5,00 aA	12,00 aA	4,00 aA	4,00 aA

CV (%) MS (g/v) = 14,58; P (mg/v) = 17,67; CM (%) = 37,06

¹ + = presença; - = ausência.

² TER 000, TER 100 e TER 200 = Termofosfato incubado por 0, 100 e 200 dias de antecedência à semeadura;

SFT 000 = Superfosfato Triplo aplicado no momento da semeadura;

Tratamentos com médias seguidas por letras diferentes, minúscula na coluna (efeito da micorrização) e maiúscula na linha (efeito do período de incubação e efeito da fonte de fósforo) diferem pelo teste Duncan a 5%.

As plantas emergiram uniformemente e tiveram crescimento normal até os 25 DAE, mas aos 45 DAE, em todos tratamentos sem adição de fosfato, paralisaram o crescimento, o que proporcionou rendimentos de matéria seca muito baixos (Tabela 2). Isto também foi observado em experimentos anteriores (FRIES, 1989; RHEINHEIMER & KAMINSKI, 1994; PESSOA *et al.*, 1994), e creditado à baixa disponibilidade de fósforo desse solo e a dependência micorrízica dessa planta (MOSSE, 1972; RHEINHEIMER & KAMINSKI, 1994), pois nesta situação, exaurida a reserva da semente, ela ainda não apresentaria um sistema radicular suficientemente desenvolvido, ou adequadamente colonizado com micorrizas, para garantir a sua sobrevivência. E, contrariamente, nos tratamentos que receberam fósforo as plantas cresceram consideravelmente, sendo que aos 50 DAE foi efetuado um corte da parte aérea das plantas desses

tratamentos, que, devido a abundante produção de massa verde, apresentavam sombreamento entre as plantas do mesmo vaso, o que, possivelmente, desencadeou sinais de florescimento.

A antecipação à semeadura da aplicação do TER pode ter incrementado a quantidade solubilizada no solo, mas ao mesmo tempo os produtos das reações com o solo seriam mais estáveis do que aqueles das reações do superfosfato, como sugerem NOVAIS *et al.* (1980), GONÇALVES *et al.* (1989) e NOVELINO *et al.* (1985) que ocorra com fosfatos naturais. Como o TER tem taxa de solubilização mais lenta, é possível que a menor quantidade de produtos formados da reação com o solo passassem rapidamente a formas menos lábeis, enquanto que o superfosfato, por ter maior solubilidade, associado ao menor tempo de contato no solo, mantenha maior quantidade de fósforo na forma lábil. Por isso, as diferenças encon-

tradas na quantidade de fósforo absorvido, ou na produção de massa seca pelo capim-pensacola, são consequência da maior quantidade de fósforo lábil do superfosfato e não da diferença de composição, como poderia ser admitido por causa da presença de magnésio e silício no TER, como pode ser inferido pela quantidade de fósforo extraído apresentados na Tabela 3.

subótimos de fósforo. FRIES (1989), RHEINHEIMER & KAMINSKI (1994) e PESSOA *et al.* (1994) observaram que o capim-pensacola apresenta dificuldades de se desenvolver em presença ou ausência de micorrizas em solos deficientes em fósforo e/ou quando o pH do solo é aumentado pela calagem a valores superiores a 5,5. Pois nesta condição, essa gramínea aumenta a sua necessidade por fósforo, mas pode responder a

Tabela 3. - Valores de pH em água (relação de volume 1:1) e teores de fósforo extraído por Mehlich (mg.kg^{-1}) e por Bray I (mg.kg^{-1}) no solo, após o cultivo do capim-pensacola. Média dos tratamentos com e sem inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento ¹	pH água	sem calcário		pH água	com calcário	
		P Mehlich	P Bray		P Mehlich	P Bray
Testemunha	4,7	08,0	03,6	5,9	07,2	03,2
TER 000	4,7	16,7	10,0	5,8	21,9	06,9
TER 100	4,8	15,7	10,8	5,9	19,0	05,4
TER 200	4,8	16,5	09,1	6,0	19,4	06,4
SFT 000	4,5	19,8	16,7	5,7	20,9	12,8
CV (%)	1,31	19,32	21,33			

¹ TER 000, TER 100 e TER 200 = Termofosfato incubado por 0, 100 e 200 dias de antecedência à sementeira; SFT 000 = Superfosfato Triplo aplicado no momento da sementeira.

Considerando que as quantidades de P_2O_5 adicionadas foram equivalentes, o EqSF do TER variou de 24 a 39%, o que confirma a sua baixa ação fertilizante. Já a aplicação de TER de granulometria grosseira concomitantemente a sementeira apresentou mais baixa eficiência ainda e o EqST variou de 7 a 26% (Figura 1). KAMINSKI (1990), trabalhando em condições similares, mas usando sorgo forrageiro, encontrou resultados onde os EqSF variaram de 18 a 27% para as aplicações concomitantes a sementeira.

A inoculação do solo com micorrizas incrementou significativamente a produção de massa seca e fósforo absorvido somente nos tratamentos do termofosfato magnésiano aplicado concomitantemente a sementeira, ou quando se aplicou superfosfato em solo com acidez corrigida (Tabela 2), apesar da baixa infectividade destes fungos nativos, mas por outro lado pode indicar uma boa eficiência deles quando formam a associação. Os benefícios causados pela inoculação devem ter ocorrido porque a eficiência da associação parece ser maior quando a planta está submetida a algum tipo de estresse, como a baixa disponibilidade de fósforo ou pH alto com níveis

elevação de pH a níveis maiores do que 6,0 quando a quantidade de fósforo adicionado é alta (RHEINHEIMER & KAMINSKI, 1994), o que pode indicar uma baixa eficiência de absorção de fósforo a valores de pH altos.

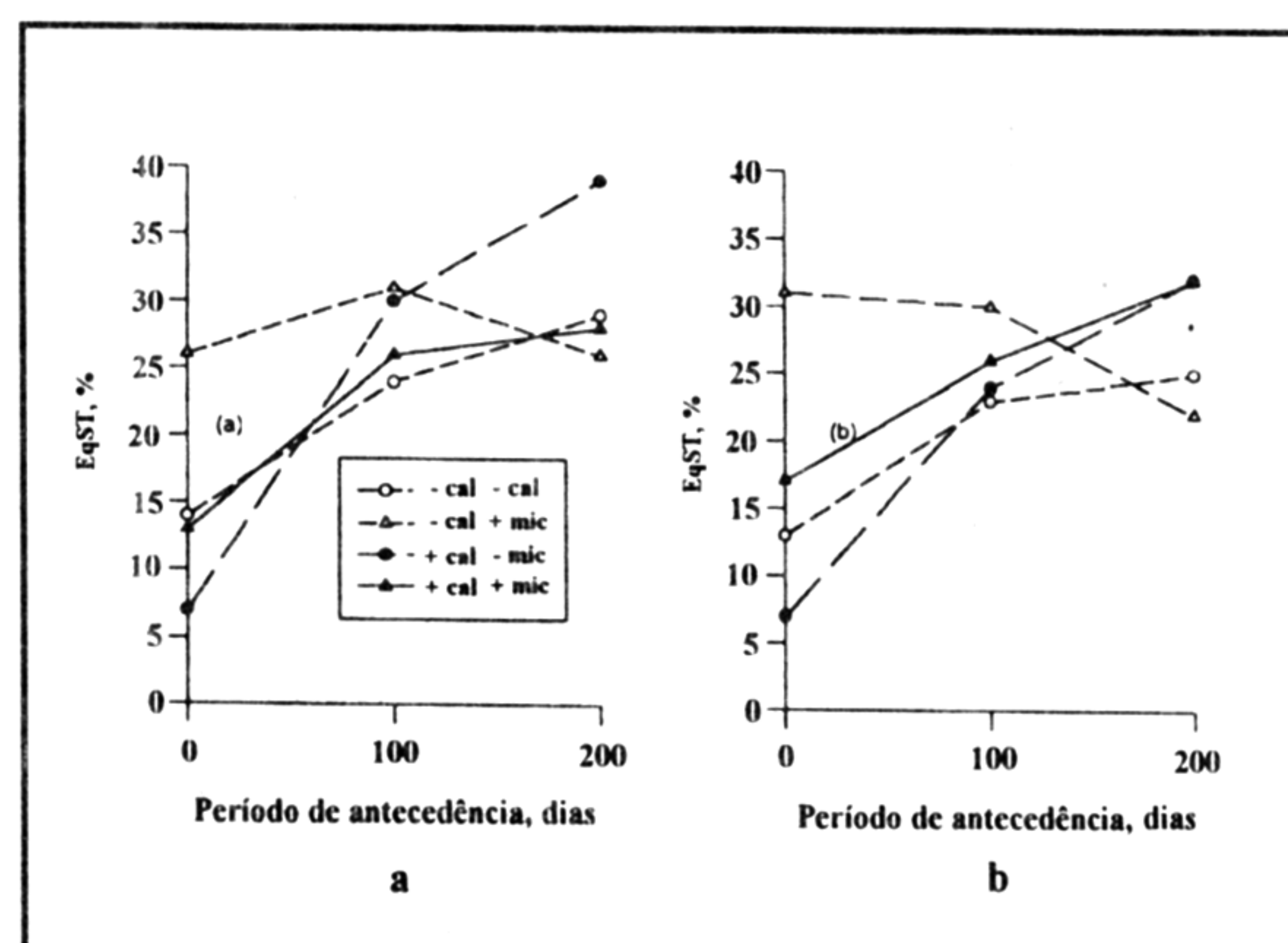


Figura 1 - Equivalente em superfosfato triplo em relação a produção de massa seca (a) e absorção de fósforo (b) em função do período de antecedência da aplicação do termofosfato.

CONCLUSÕES

A antecipação da aplicação do termofosfato magnésiano de granulometria grosseira à semeadura do capim-pensacola, quando incrementa a sua solubilização no solo, não aumenta substancialmente a disponibilidade de fósforo comparado ao superfosfato; e, a inoculação do solo com fungos micorrízicos arbusculares nativos, aumenta a absorção de fósforo do capim-pensacola somente nas condições em que a planta está sob estresse, apesar da baixa colonização micorrízica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDOSO, E.J.B.N. Efeito de micorriza vesículo-arbuscular e fosfato-de-rocha na simbiose soja-*Rhizobium*. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 9, p. 125-130, 1985.
- CEKINSKI, E. **Tecnologia de produção de fertilizantes**. São Paulo: IPT, 1990. Cap. 3, p. 35-130: Fertilizantes fosfatados. (Publicações IPT, 1816).
- CHIEN, S.H. Reactions of phosphate rocks, Rhenania Phosphate and Superphosphate with an acid soil. **Soil Sci Soc Amer J**, Madison, v. 42, p. 705-708, 1978.
- FERNANDES, S.B. Efeito de níveis de acidulação do fosfato de Araxá no suprimento de fósforo à sucessão sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench - cv. Ag 1011) - soja (*Glycine max* L. Merrill - cv. Bragg) - Aveia (*Avena sativa* L. var. UPF 3) Santa Maria - RS. 57 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1987.
- FRIES, L.L.M. Efeito da calagem sobre a eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na absorção de fósforo de fosfato de baixa solubilidade por *Paspalum sauriae* (P.) Parodi. Santa Maria - RS. 61 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1989.
- GIOVANETTI, M., MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytol.**, Oxford, v. 84, p. 487-500, 1980.
- GONGALVES, J.L.M., NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. *et al.* Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 13, p. 13-24, 1989.
- KAMINSKI, J. **Avaliação agronômica em função da granulometria de termofosfato magnésiano fundido**. Santa Maria. Departamento de Solos - Universidade Federal de Santa Maria, 1990. 56 p.
- KAMINSKI, J., MELLO, F.A.F. Época de aplicação de fosfatos em relação ao calcário no suprimento de fósforo ao sorgo. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 8, p. 297-300, 1984.
- MOSSE, B. Effects of different *Endogone* strains on the growth of *Paspalum notatum*. **Nature**, London, v. 239, p. 221-223, 1972.
- NOVAIS, R.F., BRAGA, J.M., MARTINS Fo, C.A.S. Efeito do tempo de incubação do fosfato-de-araxá em solos sobre o fósforo disponível. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 4, p. 153-155, 1980.
- NOVELINO, J.O., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. *et al.* Solubilização de fosfato-de-araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e ausência de calagem. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 9, p. 13-22, 1985.
- PESSOA, A.C.S., KAMINSKI, J., CASSOL, L.C. *et al.* Avaliação da eficiência agronômica de termofosfato fundido magnésiano cultivo de trigo e soja. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 2., Santa Maria, RS, 1992. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. 601 p. 338.
- PESSOA, A.C.S., KAMINSKI, J., CASSOL, L.C. *et al.* Efeito do calcário, do fósforo e do zinco no rendimento de pensacola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 35-39, 1994.
- PHILIPS, J.M., HAYMAN. D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. **Trans Br Mycol Soc**, London, v. 55, p. 158-161, 1970.
- RHEINHEIMER, D.S., KAMINSKI, J. Resposta do capim-pensacola B à adubação fosfatada e micorrização em solo com diferentes pH. **R bras Ci Solo**, Campinas, v. 18, p. 201-205, 1994.
- RHEINHEIMER, D.S., KAMINSKI, J. Intensidade de colonização o cortex radicular e sua relação com a absorção de fósforo pelo capim pensacola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p.223-228, 1995.
- SYLVIA, D.M. Activity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Biol Biochem**, New York, v. 20, n. 1, p. 39-43, 1988.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análise do solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p. (Boletim técnico de solos, 5).