

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MVA NATIVOS NA ABSORÇÃO DE FÓSFORO DE FONTE DE BAIXA SOLUBILIDADE POR TREVO VESICULOSO*

ARROWLEAF CLOVER PHOSPHORUS UPTAKE FROM LOW SOLUBILITY PHOSPHATE SOURCE AS AFFECTED BY INDIGENOUS VAM FUNGI

Danilo dos Santos Rheinheimer**
Luis César Cassol****

João Kaminski***
Antonio Carlos Pessoa*****

RESUMO

Conduziu-se um experimento, em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar a influência de fungos MVA nativos de solo ácido, na absorção de fósforo de fonte de baixa solubilidade. Dez plantas/vaso de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) foram cultivadas até início do florescimento, utilizando-se amostra superficial de um solo Podzólico Vermelho-Escuro (Palehumult), num esquema fatorial 2x4+1, com pH 4,2 e 5,1; zero, 35 ppm de P₂O₅ (SFT), 70ppm de P₂O₅ FBS (fração insolúvel em ácido cítrico a 2% de fosfato de Araxá parcialmente acidulado) e 70ppm de P₂O₅ deste último fosfato aplicado em cultivo anterior de cornichão. Estes tratamentos foram inoculados com esporos de fMVA nativos. Usou-se também um tratamento com solo fumigado, com pH 4,2 e sem fósforo. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos com pH 4,2 apresentaram sintomas de toxidez de manganês. A fumigação agravou estes sintomas, impedindo o estabelecimento das plântulas de trevo vesiculoso. Não houve diferenças significativas na produção de matéria seca, absorção de fósforo e taxa de colonização micorrízica, quando se adicionou FBS, quando comparados a FBS ou SFT, mas tiveram, estes parâmetros, valores superiores aos verificados para o tratamento sem adição de fósforo. Em pH 5,1 a colonização micorrízica atingiu níveis superiores a 80%, porém sem influência do fósforo. A produção de matéria seca e fósforo absorvido no tratamento sem adição de P foram semelhantes a FBS residual. A aplicação de 70ppm de FBS em efeito imediato, embora tenha duplicado o fósforo acumulado, foi inferior ao obtido com 35ppm de SFT, evidenciando que a FBS contém uma porção de fósforo solúvel e que os fMVA nativos podem contribuir

para a nutrição fosfatada do trevo vesiculoso.

Palavras-chave: *Trifolium vesiculosum*, fosfato de baixa solubilidade, fungos MVA nativos.

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out to evaluate the influence of VAM fungi of acid soil on phosphorus uptake from a low solubility source. Ten plants of arrowleaf clover (*Trifolium vesiculosum* Savi cv. Yuchi) were used, till flowering initiation, in each pot filled with surface soil from a Dark Red Podzolic (Palehumult), in a 2x4+1 factorial arrangement, at pH 4.2 and 5.1, with zero, 35ppm of concentrated superphosphate, 70ppm of P₂O₅ from a low solubility source - LLS - (fraction insoluble in citric acid at 2% of partially acidulated Araxá phosphate), and 70ppm of P₂O₅ from the LLS applied to a precedent crop, residual effect. These treatments were inoculated with VAM fungi spores. A fumigated, pH 4.2 and without phosphorus addition treatment was used as control. The experimental arrangement was a complete randomized plot design with five replications, and 9 treatments. The pH 4.2 treatment showed manganese toxicity symptoms, not allowing the establishment of the trifolium seedlings. There were no differences in dry matter yield, phosphorus uptake and mycorrhizal colonization rate when the low solubility source was used, as compared to its residual effect or to the concentrated superphosphate, but those parameters were higher than the treatment without phosphorus. For pH 5.1, the mycorrhizal colonization rate reached values higher than 80%, but without phosphorus effects. Dry matter yield and phosphorus uptake for the zero phosphorus

* Trabalho apresentado na IV Reunião Brasileira sobre Micorrizas, Mendes - RJ, 10 a 13 de setembro de 1991.

** Engenheiro Agrônomo, Mestre - Bolsista Recém-Mestre da FAPERGS.

*** Engenheiro Agrônomo, Professor Titular - Departamento de Solos - Universidade Federal de Santa Maria. 97119 - Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq.

**** Engenheiro Agrônomo, Bolsista de Aperfeiçoamento - CNPq.

***** Engenheiro Agrônomo, estudante de Pós-Graduação em Agronomia - UFSM.

phosphorus source. The 70ppm treatment of this source doubled the accumulated phosphorus, but was lower than that of the 35ppm concentrated superphosphate, showing that the low solubility source has a fraction of soluble phosphorus and that the indigenous VAM fungi can contribute to the phosphorus nutrition of trifolium.

Key words: *Trifolium vesiculosum*, low solubility phosphate, indigenous VAM fungi.

INTRODUÇÃO

A associação entre fungos micorrízicos vesicular-arbuscular e raízes das plantas superiores é de ocorrência generalizada nos mais diversos agroecossistemas. Esta associação, denominada MVA, é caracterizada pela presença de vesículas e arbúsculos no interior do córtex radicular (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985). Após o estabelecimento e o desenvolvimento do fungo no interior das células radiculares, as hifas, expressão do seu crescimento vegetativo, podem estender-se no solo a vários centímetros, proporcionando melhor distribuição do sistema de absorção e ampliação da zona de depleção da raiz (GIANINAZZI-PEARSON & GIANINAZZI, 1983; CAMEL et al, 1991). Com isso, há um incremento da zona de absorção de nutrientes, especialmente daqueles de baixa mobilidade no solo, favorecendo sua absorção (BOLAN, 1991).

Os sistemas agrícolas estabelecidos sobre solos ácidos alteram algumas propriedades desses solos, principalmente pela calagem e adubação fosfatada, na busca de maiores rendimentos das plantas ou manutenção de sua produtividade, que, por sua vez, podem modificar o equilíbrio fungo-planta-ambiente, repercutindo sobre a eficiência da associação micorrízica, que pode se tornar positiva, neutra ou até parasítica.

Embora raízes e hifas fúngicas utilizem fósforo da solução do solo, as plantas micorrizadas tem melhor aproveitamento do P disponível, por possuírem maior superfície de absorção, independente da fonte deste nutriente (PAIRURAN et al, 1980; ARIAS et al, 1991), pois a maior absorção do P-solução estimularia a desorção do P lábil e/ou dissolução de formas de fosfatos menos solúveis (PAULINO & AZCÓN, 1986; SAINZ & ARINES, 1988) ou, ainda por estímulos na população de bactérias solubilizadoras de fosfato (BAREA & AZCÓN-AGUILAR, 1984). FRIES (1989), em pensacola e COMETTI (1989), em cornichão, constataram que a introdução de fungos MVA nativos de solo ácido aumentou a eficiência relativa do fosfato de baixa solubilidade (FBS), quando as características edáficas eram similares àquelas onde os fungos foram coletados. Desenvolveu-se este trabalho com os objetivos de avaliar a influência de fMVA, nati-

vos de solo ácido com baixa disponibilidade de fósforo, na produção de matéria seca, absorção de P e taxa de colonização micorrízica (TCM) de trevo vesiculoso quando fertilizado com fosfato solúvel e de baixa solubilidade, em solo natural e modificado pela calagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFSM, com amostra superficial (0-20cm) de solo da Unidade de Mapeamento Júlio de Castilhos (Palehumult), utilizando vasos remanescentes do cultivo anterior com cornichão e preparados para o cultivo do trevo vesiculoso (Tabela 1).

Os tratamentos constituíram um fatorial 2 x 4 +1: pH 4,2 e 5,1; zero, 35ppm (fosfato solúvel - SFT) e 70ppm de P205 FBS (fração insolúvel em ácido cítrico a 2% do fosfato de Araxá parcialmente acidulado) adicionados antes da semeadura e 70ppm de P205 aplicados em cultivo anterior de cornichão. Também, teve-se um tratamento fumigado com 10ml de brometo de metila/kg de solo, pH 4,2 e sem fósforo, como testemunha. Os vasos com 2kg de solo foram umedecidos a 70% da capacidade de campo com uma solução nutritiva equivalente a 100, 50, 1 e 0,1ppm de K, N, Zn e Mo, respectivamente, e 20ml/vaso de filtrado do solo (0,037mm). A inoculação foi feita no sulco da semeadura com aproximadamente 600 esporos extraídos da rizosfera de pastagem nativa de solo ácido e de baixa disponibilidade de fósforo. Usou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições.

Semeou-se 30 sementes escarificadas de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi cv. Yuchi), bastando-se para 10 plantas por vaso, logo após a emergência. Durante todo o período experimental, manteve-se o solo úmido com reposição diária da água por pesagem e duas vezes por semana realizou-se o rodízio dos vasos.

No início do florescimento, 98 dias após a emergência, coletou-se a parte aérea, que após seca em estufa à 60-70°C foi usada para determinação da produção de matéria seca, na qual se analisou o teor de fósforo por digestão com H₂O₂-H₂SO₄ (TEDESCO et al, 1985). O sistema radicular foi coletado, lavado em água destilada e conservado em FAA. Uma subamostra de aproximadamente 5g foi cortada em segmentos de 2cm, clareadas com KOH 10%, coloridas com azul de tripano e estimada a TCM pela placa quadriculada (PHILIPS & HAYMAN, 1970; GIOVANNETTI & MOSSE, 1980). No momento da coleta das raízes, retirou-se amostra do solo aderido às raízes para determinar os valores químicos de pH em água, Ca+Mg e Al trocáveis (VETTORI, 1969) e P extraído pelo método Bray I - va-

TABELA 1 - Características gerais do solo da Unidade de Mapeamento Júlio de Castilhos (PV - PALEHUMULT) antes e após o cultivo de trevo vesiculoso.

Tratamento	1/ Sem calcáreo				Com calcário			
	pH água	Al -	Ca+Mg me/100g	P2/ - (ppm)	pH água	Al -	Ca+Mg me/100g	P2/ - (ppm)
----- antes -----								
Testemunha	4,7	0,60	3,88	1,8				
Sem P205	4,5	1,13	3,08		5,2	0,00	8,61	
FBSr	4,5	1,25	5,05		5,2	0,00	8,53	
FBSi	5,0	0,40	3,95		5,4	0,00	9,45	
SFTi	4,9	0,40	3,80		5,6	0,00	9,40	
----- após -----								
Testemunha	4,1	1,30	1,80	1,8				
Sem P205	4,2	0,85	2,55	2,5	5,0	0,00	7,35	2,5
FBSr	4,2	1,20	2,55	5,5	5,0	0,00	6,60	5,8
FBSi	4,3	1,15	2,90	6,9	5,0	0,00	5,30	5,5
SFTi	4,3	1,10	2,75	6,9	5,1	0,00	7,00	8,8

1/ calagem para SMP 5,5

Testemunha - fumigado sem inoculação (97ppm K; 4,5% MO e 29% argila)

FBS = fosfato de baixa solubilidade (70ppm)

SFT = superfosfato triplo (35ppm)

(i) = imediato; (r) = residual do cultivo de cornichão

2/ Fósforo no solo recuperado pelo método Bray I - variação

(VETTORI, 1969) e P extraído pelo método Bray I - variação (FERNANDES, 1987).

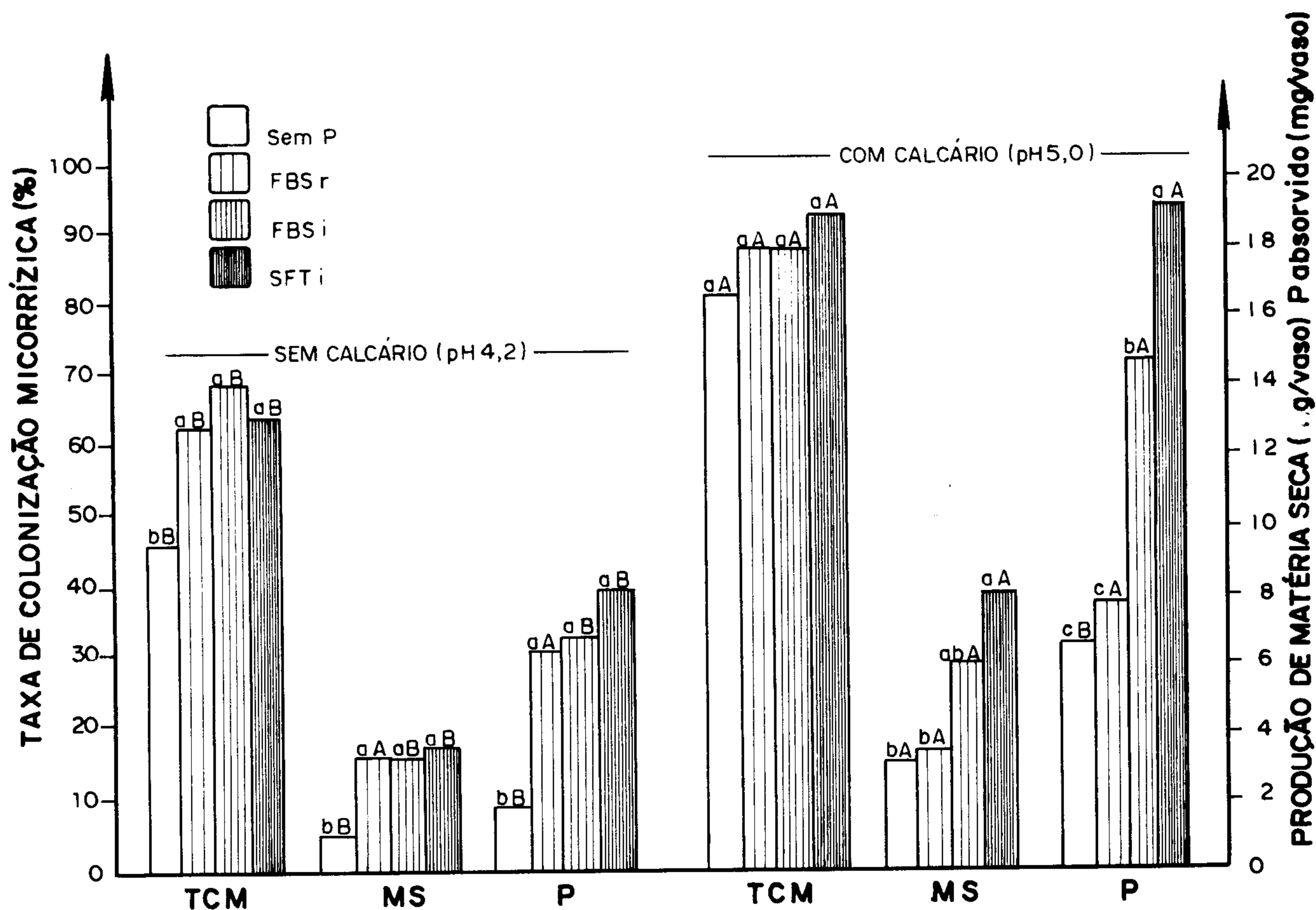
Os dados de TCM foram transformados em arco seno raiz de x e então, juntamente com a produção de matéria seca e P absorvido, submetidos a análise de variância e teste Duncan à 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a emergência, as plântulas dos tratamen-

tos sem correção da acidez do solo apresentaram sintomas foliares típicos de toxidez de manganês, sendo que na testemunha os danos foram potencializados, impedindo o seu estabelecimento.

Na Figura 1 são apresentados dados de taxa de colonização micorrízica, produção de matéria seca e fósforo absorvido do trevo vesiculoso. Nos tratamentos sem calagem, não houve diferenças nos parâmetros avaliados, quando se adicionou FBS, em comparação ao FBS residual ou SFT, no entanto aqueles parâmetros foram superiores ao tratamento sem adição de fósforo. Este menor crescimento está associado a menor coloni-



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para fósforo e maiúscula para calagem, não diferem pelo teste Duncan a 5% de significância. FBS = fosfato de baixa solubilidade (70 ppm); SFT = superfosfato triplo (35 ppm); r = residual; i = imediato.

FIGURA 1 - Efeito de fungos MVA nativos, calcário e fosfato de baixa solubilidade na taxa de colonização micorrízica (TCM), na produção de matéria seca da parte aérea (MS) e absorção de fósforo (P) por trevo vesiculoso.

zação das raízes, possivelmente por causa da baixa disponibilidade de fósforo e, também, do baixo pH do solo, cujos efeitos deletéreos podem ter limitado o estabelecimento, desenvolvimento e/ou funcionamento da simbiose. Quando se adicionou fósforo, os efeitos dos fatores fungistáticos presentes no solo devem ter sido amenizados pelo pequeno aumento na sua disponibilidade, pois em condições de extrema deficiência deste nutriente, pequenas doses, ainda no nível subótimo, aumentam a taxa de colonização micorrízica e a eficiência da simbiose (BOLAN, 1991).

Como o pH do solo corrigido assemelhou-se daquele donde os fMVA foram coletados (5,2 a 5,6) acredita-se que a eliminação dos efeitos adversos da acidez do solo ao trevo não alteraram as propriedades edáficas, as quais, comumente, resultam em menor in-

fectividade e eficiência destes fungos como observaram FRIES (1989), COMETTI (1989) e KAMINSKI e colaboradores (1991 - dados não publicados^a). Com a elevação do pH houve um incremento na TCM em todos os tratamentos, atingindo valores superiores a 80%, cujo maior aumento relativo ocorreu no solo sem adição de fósforo (Figura 1). Embora todos os efeitos benéficos das MVA, especialmente a maior rapidez de depleção da concentração de P da solução e a menor concentração mínima (PAULINO & AZCÓN, 1986; SAINZ & ARINES, 1988), não se obteve incremento na absorção de P do FBS residual quando da correção da acidez do solo, provavelmente pelo esgotamento da fração solúvel pelo cultivo anterior com cornichão, permanecendo inerte no solo, corroborando com os resultados obtidos por FRIES (1989).

A aplicação de 70ppm de FBS, embora tenha duplicado o fósforo acumulado em relação ao tratamento sem fósforo, ainda foi inferior ao obtido em 35ppm de SFT, evidenciando que o FBS continha uma pequena porção de P solúvel. As altas TCM e, principalmente, a intensa presença de arbúsculos nestes tratamentos, os quais indicam uma alta atividade simbiótica (SMITH & GIANINAZZI-PEARSON, 1988), evidenciam a importância dos fMVA na nutrição fosfatada do trevo vesiculoso, possivelmente pela "garimpagem" do fósforo lábil num maior volume de solo, ou outras modificações na rizosfera e na planta (GIANINAZZI-PEARSON & GIANINAZZI, 1983; BOLAN, 1991; CAMEL et al, 1991). Também, COMETTI (1989) constatou que a utilização do P da fração solúvel do FBS, por cornichão, foi potencializada pela presença destes mesmos fMVA nativos. No entanto, as doses de fósforo utilizadas, de qualquer das fontes, parecem ter sido insuficientes para proporcionar o mais alto rendimento de matéria seca do trevo vesiculoso.

FONTES DE AQUISIÇÃO

a - Efeito da interação calagem, fósforo, zinco, cobre ou boro na produção de matéria seca e absorção de nutrientes por pensacola cultivada em solo arenoso, de autoria de João Kaminski e colaboradores (Em fase de elaboração).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, I., KOOMEN, I., DODD, J.C. et al. Growth response of mycorrhizal and non-mycorrhizal tropical forage species to different levels of soil phosphate. *Plant and Soil*, v. 132, p. 253-260, 1991.
- BA>REA, J.M., AZCÓN-AGUILLAR, C. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advan Agron*, v. 36, p. 1-54, 1984.
- BOLAN, N.S. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, v. 134, p. 189-207, 1991.
- CAMEL, S.B., REYES-SOLIS, M.G., FERRERA-CERRATO, R. et al. Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium through bulk soil. *Soil Sci Soc Am J*, v. 35, p. 389-93, 1991.
- COMETTI, N.N. **Influência de fungos endomicorrízicos nativos na absorção de fósforo de fonte de baixa solubilidade por sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* Moench (L.) cv. BR 501) e por cornichão (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel).** Santa Maria, 1989. 154 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1989.
- FERNANDES, S.B.V. **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, 1986. 57 p. Dissertação (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 sauræ* (P.) Parodi** Santa Maria, 1989. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1989.
- GIANINAZZI-PEARSON, V., GIANINAZZI, S. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil*, v. 71, p. 197-209, 1983.
- GIOVANNETTI, M., MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol*, v. 84, p. 489-500, 1980.
- PAIRURAN, A.K., ROBSON, A.D., ABBOTT, L.K. The effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhizas in increasing growth and phosphorus uptake of **Subterranean clover** from phosphorus sources of different solubilities. *New Phytol*, v. 84, p. 327-38, 1980.
- PAULINO, V.T., AZCÓN, R. Resposta de ***Centrosema pubescens*** à inoculação de micorríza vesículo-arbuscular e microorganismos solubilizadores de fosfato em meio com fosfato de rocha. *Rev bras Ci Solo*, v. 11, p. 263-67, 1986.
- PHILLIPS, J.M., HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal MVA fungi for rapid assessment of infection. *Trans Br Mycol Soc*, v. 55, p. 158-61, 1970.
- SAINZ, M.J., ARINES, J. Effect of indigenous and introduced vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and phosphorus uptake of ***Trifolium pratense*** and on inorganic P fractions in a cambisol. *Biology and Fertl of Soil*, v. 6, p. 55-60, 1988.
- SMITH, S.E., GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, v. 39, p. 221-44, 1988.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, planta e outros materiais** Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS 1985. 188 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- VETTORI, L. **Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EPFS, M.A., 1969. 34 p. (Boletim Técnico, 7).
- ZAMBOLIM, L., SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura** Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36 p. (Série Documentos, 26).