

# INFLUÊNCIA DE FUNGOS ENDOMICORRÍZICOS NATIVOS NA ABSORÇÃO DE FÓSFORO DE FONTE DE BAIXA SOLUBILIDADE POR SORGO FORRAGEIRO<sup>(1)</sup>

N. N. COMETTI<sup>(2)</sup>, M. R. FRIES<sup>(3)</sup>, J. KAMINSKI<sup>(4)</sup>

**INFLUENCIA DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS NATIVOS EN LA ABSORCIÓN DE FÓSFORO DE UNA FUENTE DE BAJA SOLUBILIDAD POR SORGO FORRAJERO (*Sorghum bicolor Moench L. cv BR 501*).**

## RESUMEN

*El fósforo es uno de los elementos mas limitantes, principalmente en los suelos tropicales. Además de esto la fijación del fósforo reduce la eficiencia agronómica de los fertilizantes solubles aplicados al suelo. Una de las alternativas para minimizar esos problemas es la aplicación de fósforo con fuentes de baja solubilidad, asociado a la utilización de hongos micorrízicos para maximizar su eficiencia.*

*En la Universidad Federal de Santa María, Riego Grande del Sur, fue desarrollado, en el período de 1986 a 1988, un experimento en invernadero con sorgo forrajero en un suelo de la Unidad de Mapeamiento São Pedro. Se utilizó un diseño enteramente al azar, en un esquema trifactorial con los siguientes factores : inóculo micorrízico (nativo), calcario ( según-SMP) y fosfato de baja solubilidad ( fracción insoluble en ácido cítrico al 2 % del fosfato de Araxá parcialmente acidulado ) en la cantidad de 140 mg/kg de  $P_2O_5$ , y dos niveles para cada factor : ausente y presente. Fue conducida también una curva de respuesta del sorgo al P soluble, con dosis crecientes de superfosfato simple ( 0, 35, 70 y 140 mg/kg de  $P_2O_5$ ) con y sin aplicación de calcario.*

*El fosfato de baja solubilidad mostró un efecto significativo en el rendimiento de materia seca del sorgo forrajero, siendo este rendimiento incrementado por los hongos micorrízicos. El encalado redujo el aprovechamiento del fosfato de baja solubilidad, además de conferir un carácter parasitario a la asociación micorrízica, causando depresión en el crecimiento de las plantas. Fueron observadas diferencias significativas entre los parámetros analizados en el suelo del rizocilindro y la rizosfera, siendo el P extraído por resina de intercambio mayor en el rizocilindro que en la rizosfera. El porcentaje de colonización no fue influenciado significativamente por los tratamientos.*

---

(1) Apoio: CNPq e UFSM.

(2) Professor de 1º e 2º Graus da Escola Agrotécnica Federal de Colatina. Av. Presidente Vargas, 488, João Neiva, ES. CEP 29680-000. e-mail: [ncometti@ufrj.br](mailto:ncometti@ufrj.br)

(3) Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. (R.S.)

(4) Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. (R.S.)

## INTRODUÇÃO

Os solos ocorrentes em regiões tropicais normalmente são deficientes em P (fósforo) devido ao material de origem e ao elevado grau de intemperismo, contribuindo para a fixação das formas solúveis e diminuindo a eficiência dos adubos fosfatados. Essa situação pode ser evitada com o uso de fosfatos de baixa solubilidade. Muitos trabalhos têm mostrado os benefícios dos fungos micorrízicos arbusculares (MA) no crescimento das plantas e na absorção de P.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fungos micorrízicos nativos na absorção de fósforo oriundo de uma fonte de baixa solubilidade (fosfato parcialmente acidulado - fração insolúvel em ácido cítrico a 2%).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Foi utilizada a camada superficial (0 a 20 cm) de um solo da Unidade de Mapeamento São Pedro (Podzólico Vermelho-Amarelo textura média relevo ondulado substrato arenito - PALEUDALF). Os resultados da análise de solo encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Características físicas e químicas do solo São Pedro.\*

Argila	pH (água)	Índice SMP	P	K	M.O.	Al	Ca+Mg
gkg <sup>-1</sup>			-----mgkg <sup>-1</sup> -----		gkg <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	
260	4,7	6,1	4,0	37	12,0	10,0	20,0

\* Análise de solo realizada pelo Laboratório de Análises de Solos da UFSM

O experimento, um delineamento inteiramente casualizado em esquema trifatorial, consistindo em cinco repetições e os seguintes fatores: fungos micorrízicos (Mic), calagem (Calc) e fosfato de baixa solubilidade (FBS) em dois níveis (presença e ausência de cada fator). Foram utilizados potes de 2,5 kg de terra e três plantas por pote.

A dosagem de calcário aplicada foi equivalente a 2,5 t/ha. A ausência de fungos micorrízicos foi obtida por fumigação do solo com brometo de metila. O inóculo do fungo foi obtido do solo São Pedro sob pastagem nativa, por peneiramento úmido, e inoculado na quantidade de 500 esporos/pote. O FBS foi aplicado na dose de 140 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Kg de solo (COMETTI, 1989). Nos tratamentos fumigados, os vasos receberam um filtrado de solo, para repor a microflora. A adubação basal foi de 100 mg/kg de K (KCl + KNO<sub>3</sub>), 10 mg/kg de N (KNO<sub>3</sub>) e 0,1 mg/kg de Mo ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>) no plantio e 50 mg/kg de N (NaNO<sub>3</sub>) 25 dias após a semeadura.

A coleta foi realizada aos 45 dias após o semeio. A parte aérea foi seca em estufa a 60<sup>o</sup> C até peso constante, moída a 30 mesh, homogeneizada e uma fração foi utilizada para a determinação de fósforo, potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio e zinco extraídos por digestão sulfúrica (TEDESCO et al., 1985). Para estimar a percentagem de infecção micorrízica foram coletados cinco gramas de raízes (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980).

Para avaliar o efeito dos tratamentos no solo, foram coletas amostras do rizocilindro e da rizosfera, nas quais determinaram-se: pH em CaCl<sub>2</sub> a 0,01mol L<sup>-1</sup>;

Ca+Mg e fósforo por resina trocadora de ânions (RAIJ & QUAGGIO, 1983).

Para a análise dos resultados, a percentagem de infecção micorrízica foi transformada para “arcSen  $\sqrt{x}$ ” por não apresentar distribuição normal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior rendimento de matéria seca (M.S.) foi obtido com a adição do FBS no solo com calcário e sem micorrizas (trat. Calc+FBS), 8,63 g/vaso, e os menores, na testemunha, 0,2 g/vaso e no tratamento apenas com o fungo MA (Mic), 0,19 g/vaso (Quadro 2). A adição de FBS sem calcário e micorrizas não propiciou aumento estatisticamente significativo no rendimento de M.S. em relação à testemunha (0,75 g/vaso) enquanto no solo onde se aplicou calcário e sem inoculação de micorrizas, a adição de FBS levou a um aumento significativo de rendimento de 5,31 no tratamento Calc para 8,63 g/vaso no tratamento Calc+FBS, ou seja, 4,5 vezes maior do que no solo sem calcário. O efeito do FBS, nesse caso pode ser atribuído em grande parte às melhorias nos parâmetros de acidez do solo, e não ao P extraível por resina (quadro 3), que se manteve numa faixa de disponibilidade semelhante nos tratamentos com e sem calcário. Com a redução da acidez do solo, houve um melhor desenvolvimento radicular, 6,17 g/vaso de M.S. no tratamento Calc+FBS e, conseqüentemente, maior acúmulo de P na parte aérea, alcançando 4,54 mg/vaso (Quadro 2). Desse modo, tanto o K como o N puderam ser melhor absorvidos propiciando acúmulos máximos nesse tratamento (Calc+FBS).

Quadro 2 - Efeito de fungos micorrízicos nativos, calcário e fosfato de baixa solubilidade no rendimento de matéria seca (M.S.), conteúdo de nutrientes e nível de infecção micorrízica (Inf. Mic.) no sorgo Forrageiro.

Tratamentos <sup>1</sup>	M.S.		Nutrientes			Inf. Mic.
	P. Aérea	Raiz	P	K	N	
	g/vaso		mg/vaso			%
Testemunha	0,20e <sup>2</sup>	0,02d	0,07d	3,6e	7,3g	--
FBS	0,95de	0,44cd	0,35cd	20,7de	31,5e	--
Calc	5,31b	3,89b	2,28b	139,5b	102,6b	--
Calc+FBS	8,63 <sup>a</sup>	6,17a	4,54a	232,5a	154,8a	--
Mic	0,19e	0,02d	0,05d	3,2e	7,9g	22,2a
Mic+FBS	1,59d	1,24c	0,81c	35,9d	54,8d	27,1a
Mic+Calc	4,31c	4,45b	2,37b	116,9bc	91,0bc	30,6a
Mic+Calc+FBS	3,70c	3,58b	2,09b	100,1c	77,1c	25,3a
CV (%)	20,1	34,8	31,2	24,0	18,0	18,7

<sup>1</sup> Mic-micorrizado, Calc-solo solo com calcário, FBS-fosfato de baixa solubilidade.

<sup>2</sup> Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

A inoculação micorrízica isoladamente não apresentou resposta quanto ao rendimento de M.S. e acúmulo de nutrientes na parte aérea, possivelmente devido ao nível muito baixo de P no solo, até mesmo para o funcionamento da simbiose, demonstrando natureza neutralística em termos de benefícios mútuos entre fungo e hospedeiro.

A adição do FBS na plantas micorrizadas resultou num incremento no rendimento de M.S. da parte aérea em 1,4 g/vaso e na M.S. de raiz em 1,22 g/vaso, além de aumentar a absorção de P, K e N significativamente (Quadro 2). Em

contrapartida, a presença do fungo MA não aumentou significativamente o rendimento de M.S. e conteúdo de nutrientes da parte aérea no tratamento Mic+FBS. Apesar do acúmulo de P no tratamento Mic+FBS ter sido aparentemente mais elevado (Quadro 2), sua eficiência de aproveitamento pela planta foi menor do que a do tratamento FBS, o que pode indicar uma “absorção de luxo” de fósforo pelas plantas micorrizadas, ou um simples gasto de fotossintatos para a manutenção da simbiose micorrízica.

Quadro 3 - Teores de fósforo, cálcio+magnésio, alumínio e pH no solo do rizocilindro e da rizosfera do sorgo forrageiro.

Tratamento <sup>1</sup>	Rizocilindro				Rizosfera			
	P mg/kg	Ca+Mg -----mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	Al	pH	P mg/kg	Ca+Mg ----mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	Al	pH
Testemunha	1,0f <sup>(2)</sup>	14,4c	4,5b	4,60c	1,0c	14,4d	4,4b	4,6c
FBS	9,3ab	18,7b	7,7a	4,42e	6,5a	14,7d	6,1a	4,48d
Calc	4,2d	50,6a	--	6,30b	4,1b	49,3a	--	6,46a
Calc+FBS	8,4b	51,3a	--	6,52a	7,1a	47,1b	--	6,46a
Mic	3,0e	11,9d	5,7b	4,50d	1,9c	14,2d	5,5a	4,50d
Mic+FBS	9,9a	16,1c	5,5b	4,48de	7,2a	17,9c	5,9a	4,44d
Mic+Calc	5,1d	50,4a	--	6,32b	6,2a	48,4ab	--	6,18b
Mic+Calc+FBS	6,3c	51,6a	--	6,36b	7,1a	49,0ab	--	6,20b
CV (%)	13,5	47	15,3	1,0	17,4	44	9,4	0,9

<sup>1</sup>Mic - micorrizado, Calc - solo com calcário, FBS - fosfato de baixa solubilidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao Nível de 5% de significância.

A adição de calcário ao solo elevou o rendimento de M.S. da parte aérea de 0,2 para 5,31 g/vaso, sendo que a presença do fungo-MA baixou este rendimento para 4,31 g/vaso (tratamento Mic+Calc, Quadro 2), mostrando uma natureza “parasítica” da associação. Aparentemente, os níveis críticos superior e inferior de P disponível e calagem estão muito próximos para esses fungos micorrízicos nativos, adaptados a solos pobres em fósforo e com elevada acidez. Resultados semelhantes foram obtidos por RHEINHEIMER & KAMINSKI (1994), onde o aumento da massa seca a partir da adição de fungos endomicorrízicos nativos foi observado até um pH próximo a 5,5, após o qual o efeito micorrízico foi depressivo. A divergência de comportamento na alocação de carbono observada entre parte aérea e raiz induz à hipótese de interferência do fungo-MA na partição de carbono oriundo da fotossíntese, possivelmente devido ao aumento da respiração nas raízes micorrizadas.

No rizocilindro, o P extraível por resina foi maior no tratamento Mic+FBS, seguido pelo FBS, sem diferenças estatísticas entre si. Nesse caso, o pH do solo, 4,42 no FBS e 4,48 no Mic+FBS parece ter sido decisivo na disponibilidade de P. A adição de calcário também fez com que o P trocável aumentasse nos tratamentos sem FBS. Nos tratamentos Mic e Mic+FBS o P do rizocilindro (3,0 e 9,9 mg/kg respectivamente) foi maior do que na rizosfera (1,9 e 7,2 mg/kg, respectivamente). Por se tratar de plantas micorrizadas, a presença de maior densidade de hifas extramatriciais no rizocilindro pode ter liberado fósforo de grânulos de polifosfatos das hifas para a solução no momento da extração com a resina de troca aniônica, pois o tempo de agitação é longo (16 horas), podendo ocorrer a destruição das membranas celulares “vazando” seu conteúdo. Por outro lado, a presença de sinergismo entre fungos MA e bactérias solubilizadoras de fosfatos de baixa solubilidade ou a produção de fosfatases pelo fungo-MA poderiam tornar disponíveis certas formas de P menos solúveis. Para corroborar com esta hipótese, observou-se que houve redução no pH em todos os

tratamentos com fungos-MA, o que pode aumentar o potencial de solubilização do fosfato de baixa solubilidade.

## CONCLUSÕES

O fosfato de baixa solubilidade (FBS) apresentou uma fração de fósforo que foi utilizada pela planta, apesar de não conter P solúvel em ácido cítrico a 2%. Esse aproveitamento aumentou com a acidez do solo e com a inoculação de fungos MA;

A adição de calcário ao solo influi decisivamente na natureza da simbiose micorrízica, conferindo-lhe caráter parasítico, causando depressão no crescimento do sorgo forrageiro;

Houve diferenças significativas entre o fósforo, Ca+Mg e pH do rizocilindro e da rizosfera do sorgo forrageiro, sendo o teor de P extraído por resina maior no rizocilindro do que na rizosfera;

Os tratamentos não influenciaram significativamente na percentagem de colonização micorrízica.

## LITERATURA CITADA

- 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, Universidade Federal de Santa Maria, 1989. 154 p. Diss. maestr. agronomia.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytol.**, 84: 489-500, 1980.
- KOIDE, R. The nature of growth depressions in sunflower caused by vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. **New Phytol.**, 99: 449-62, 1985.
- RAIJ, B. Van & QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- RHEINHEIMER, D. S. & KAMISNKI, J. Resposta do capim-pensacola à adubação fosfatada e à micorrização em solo com diferentes valores de pH. **R. bras. Ci. Solo**, 18: 201-5, 1994.
- TEDESCO, M. J.; VOLKSWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de solos, UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim Técnico de Solos, 5)