

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO MILHO (ZEA MAYS L.) : EFEITOS DA MICORRIZA E DO P.

BRESSAN, W^{1.}, SIQUEIRA, J. O.² , VASCONCELLOS, C.A.³ e PURCINO, A. A. C⁴.

¹Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG, bressan@cnpms.embrapa.br.

²Universidade Federal de Lavras, Dep. Ciência do Solo, C.P 37, 37200-000, Lavras, MG. ³ Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG, carlos@cnpms.embrapa.br.

⁴Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151. 35701- 970, Sete Lagoas, MG, corsetti@cnpms.embrapa.br.

Palavras-chave: micorriza – fósforo – sistema radicular – milho.

O desenvolvimento e a morfologia do sistema radicular são fatores preponderantes na absorção de nutrientes principalmente do P. Fungos micorrízicos colonizam o sistema radicular da maioria das plantas e um dos benefícios mais relatados tem sido a maior absorção de P pelas plantas micorrizadas. Entretanto, essa absorção tem sido relacionada as propriedades morfológicas das raízes da planta hospedeira. Plantas com pouco ou reduzidos pêlos absorventes tem sido caracterizadas como altamente dependentes das associações micorrízicas. Por outro lado o aumento dos pêlos adsorventes diminui a dependencia micorrízica.

O crescimento e desenvolvimento dos fungos micorrízicos são afetados pelo suprimento de P, o qual é negativamente correlacionado com a colonização micorrízica das raízes. Dependendo do suprimento de P, a infecção micorrízica aumenta em baixos teores de P ou é reduzida em altos teores de P. Outro fator importante envolvendo os fungos micorrízicos e o teor de P no solo, são seus efeitos sobre a morfologia das raízes. Fungos micorrízicos reduzem a densidade e o comprimento dos pelos absorventes (Boen & Rovira, 1961) devido a alta concentração de P nas raízes e parte aérea (Khotari et al., 1990) desde que a densidade e o comprimento dos pelos absorventes se correlacionam negativamente com a concentração interna de P, nos tecidos radiculares (Foehse & Jungk, 1983). Alguns estudos têm mostrado que o comprimento total das raízes é estimulado pelo P (Bruce et al., 1994) enquanto a colonização radicular por comprimento de raiz pode ou não ser influenciada pelo P. O aumento no comprimento das raízes pela adição de P pode estar relacionado na aumento no número de ápices produzidos por unidade de comprimento das raízes e/ou ao aumento da extensão desses ápices. Os efeitos da micorriza e do fósforo sobre o desenvolvimento radicular podem afetar diferentemente a absorção de P pelas plantas. O objetivo deste trabalho foi estudar a influência desses fatores sobre o desenvolvimento radicular e o teor de P foliar no milho.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em recipientes contendo 16 kg de solo Latossol vermelho escuro distrófico, desinfestado com Bromex (brometo de metila + cloropicrina 2%) na dose de 100 cm³ / m³ de solo. O delineamento experimental foi completamente casualizado em fatorial com inoculação ou não com fungos micorrízicos (*Glomus etunicatum*, INVAM 3129 e *Glomus clarum*), quatro doses de P (0, 50 100 e 200 mg/kg de solo) e duas épocas de colheita (18 e 104 dias após plantio). A inoculação com fungos

micorrízicos foi efetuada aplicando-se 5 ml de inóculo, com uma densidade de 150 esporos / ml. Oito plantas de cada tratamento foram colhidas, lavadas com água para a remoção do solo e separadas a parte aérea das raízes para a determinação do peso da parte aérea e raízes secas, teor de P nas folhas, número de raízes seminais, nodais, adventícias e pelos absorventes. As raízes do sorgo e da soja, foram raízes foram clarificadas e coloridas com azul de tripano em lactofenol, segundo Phillips & Hayman (1970) e a porcentagem de colonização foi estimada pelo método da interseção segundo Giovanetti & Mosse (1980).

Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA do MSTAT-C (1989). Os dados referentes a porcentagem de colonização das raízes foram transformados em arco seno antes de serem analisados estatisticamente.

O efeito do P sobre a formação das raízes laterais primárias nas raízes seminais raízes seminais variou com as doses de P (Fig 1a). Nas plantas micorrizadas, esse número aumentou até as doses de 139 e 285 mg P.kg⁻¹ de solo , respectivamente para as plantas inoculadas com *G. etunicatum* e *G. clarum* . Nestas doses de P, para as plantas inoculadas com *G. etunicatum* e *G. clarum*, o número máximo de raízes laterais primárias foi respectivamente de 88 e 128. A adição de P ao solo, acima desses valores, reduziu o número de raízes laterais primárias das plantas micorrizadas. Na dose de 200 mg P. kg⁻¹ de solo esse número foi semelhante nas plantas inoculadas com *G. etunicatum* e sem inoculação (Fig.1a). O número de raízes laterais secundárias (Fig. 1b) mostrou comportamento semelhante em relação as doses de P. Entretanto na dose de 200 mg P.kg⁻¹ de solo o número de raízes secundárias / planta foi maior nas plantas sem inoculação. Nas plantas inoculadas, o número máximo de raízes secundárias foi obtido nas doses de 136 e 143 mg P . kg⁻¹ de solo, respectivamente para *G. etunicatum* e *G. clarum*. O número de raízes laterais primárias e secundárias das plantas micorrizadas mostrou uma correlação ($p \leq 0,05$) com a colonização micorrízica, sendo $r = 0,74$ e $r = 0,76$, respectivamente para as raízes laterais primárias e secundárias.

O número de raízes adventícias, nodais e laterais primárias, foi influenciado pela adição de P ao solo e pela inoculação com fungo micorrízico. O número de raízes nodais. planta⁻¹ aumentou com a aplicação de P ao solo (Fig. 1e), porém a inoculação com fungo micorrízico não mostrou efeito significativo. O número de raízes laterais primárias / cm de raiz nodal nas plantas inoculadas aumentou até as doses de 110 e 132 mg P/kg de solo, respectivamente para *G. etunicatum* e *G. clarum*. Doses maiores reduziram o número de raízes laterais primárias pra as plantas inoculadas. As plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* apresentaram maior número de raízes laterais / cm de raíz nodal. A inoculação com fungo micorrízico não afetou significativamente ($p \leq 0,05$) o número de raízes nodais porém o número de raízes laterais primárias foi influenciado pela inoculação com fungo micorrízico e apresentou uma correlação ($p \leq 0,05$) com a colonização micorrízica ($r = 0,58$). O peso das raízes adventícias (nodais + laterais) mostrou uma correlação ($p \leq 0,05$) com a colonização micorrízica ($r = 0,57$). Essa correlação é decorrente do efeito da inoculação (Fig. 1d) sobre as raízes laterais primárias, visto que, a inoculação não teve efeito significativo sobre as raízes nodais.

O número de pelos radiculares / mm de raíz foi menor nas plantas inoculadas com fungo micorrízico, tanto nas plantas com 18 dias como nas plantas com 104 dias (Fig. 1e ; 1f). Esta ocorrência pode estar relacionada em parte a uma maior concentração de P na planta decorrente de uma maior absorção deste nutriente pelo fungo

micorrízico como verificado pela correlação negativa ($r = 0,62$) entre o teor de P na planta e o número de pelos absorventes. Logo a função de aquisição de P pelos pêlos radiculares foi adequadamente efetuado pelo fungo micorrízico. Uma das vantagens das plantas micorrizadas é que as hifas micorrízicas absorvem o P a um custo metabólico para a planta inferior aos pelos absorventes.

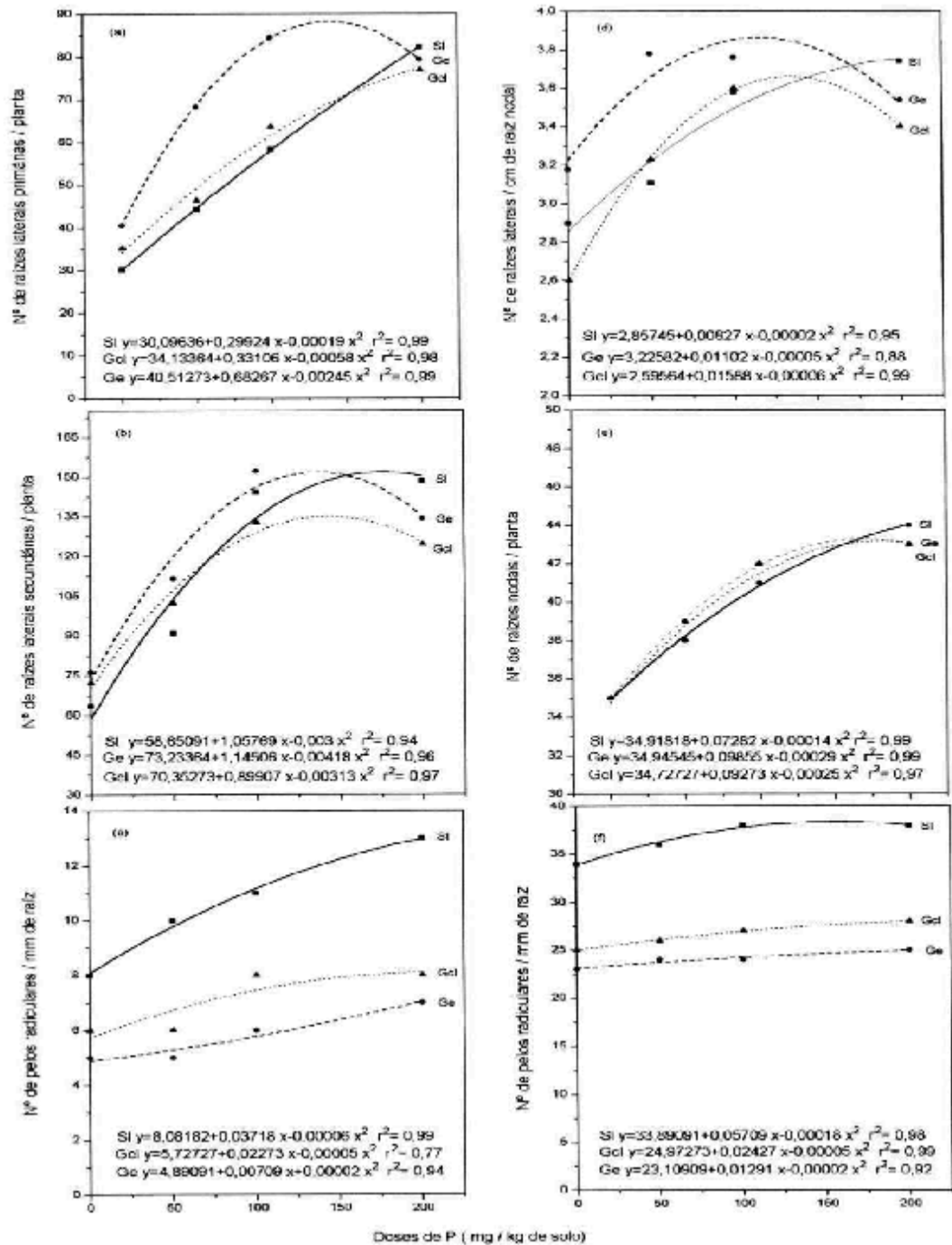


Figura 1. Número de raízes laterais, nodais e pelos radiculares nas plantas inoculadas com fungos micorrízicos. (Ge = *Glomus etunicum*; Gcl = *Glomus clarum*) e sem inoculação (SI) em diferentes níveis de P.

O efeito do P sobre a colonização das raízes seminais e adventícias é mostrada na Figura 2. A colonização foi maior nas raízes adventícias em todos os níveis de P. Nas raízes seminais a colonização máxima foi observada com a aplicação de 125 mg P. kg⁻¹ de solo, enquanto nas raízes adventícias ocorreu na dose 124 mg P. kg⁻¹ de solo. Doses acima desses valores reduziram a colonização micorrízica.

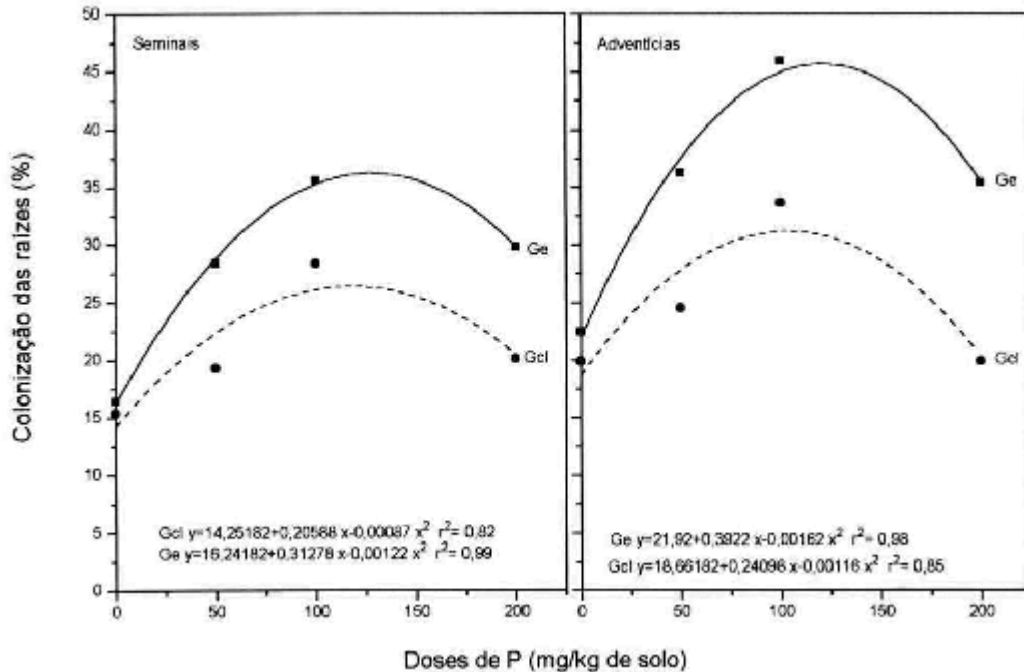


Figura 2. Colonização das raízes seminais e adventícias por *Glomus etunicatum* (Ge) e *Glomus clarum*, em diferentes doses de P.

O teor foliar de P nas plantas com 18 dias e 104 dias é mostrado na Figura 3. Nas plantas com 18 dias e não inoculadas, o teor de P aumentou com as doses de P mostrando uma tendência a se estabilizar na dose de 200 mg P. kg⁻¹ de solo. Nas plantas micorrizadas o máximo teor foliar de P foi verificado com a aplicação de 131 mg P. kg⁻¹ de solo, quando as plantas foram inoculadas com *G. etunicatum*. Nas plantas com 104 dias, não inoculadas, o teor foliar de P variou com as doses aplicadas, enquanto nas plantas micorrizadas o teor foliar máximo foi obtido com a aplicação de 128 mg P.kg⁻¹ de solo em plantas inoculadas com *G. etunicatum*. Doses acima desse valor reduziram o teor foliar de P nas plantas micorrizadas.

Os resultados obtidos mostram que o número de raízes laterais primárias / cm de raiz nodal aumentou com a inoculação com fungo micorrízico, e esse efeito mostrou ser influenciado pela espécie de fungo micorrízico. *G. etunicatum* promoveu maior aumento neste número com economia na dose de P aplicada. Além disso, aumentou o teor de P na parte aérea. Entretanto, doses altas de P reduziram esses efeitos para as duas espécies de fungos, como consequência da redução da colonização micorrízica.

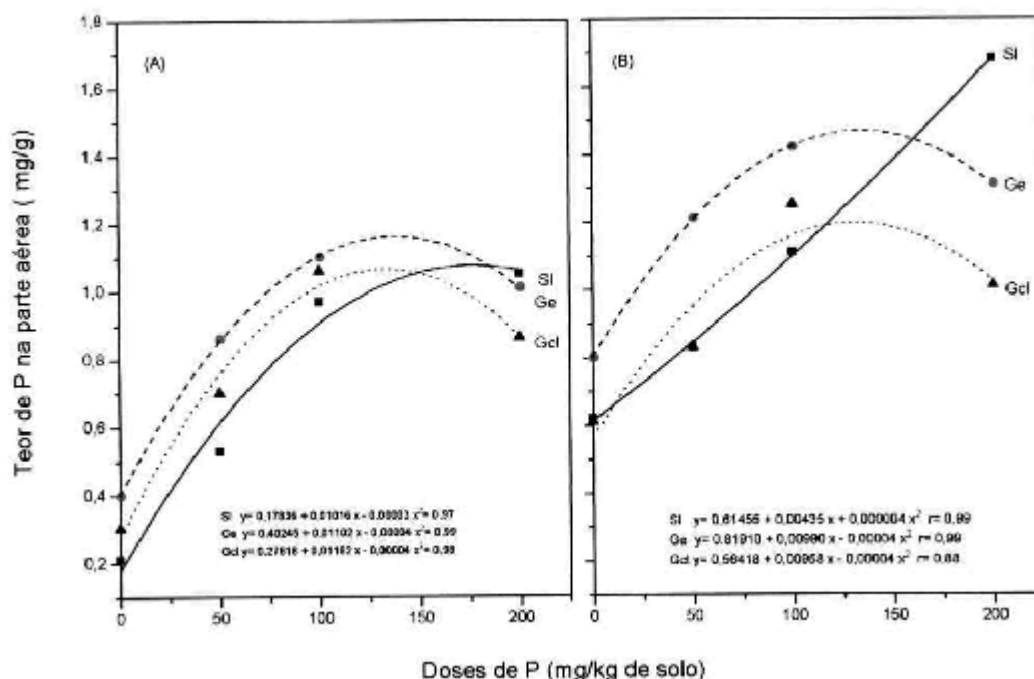


Figura 3. Teor de P na parte aérea nas plantas com 18 (A) e 104(B) dias após o plantio inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge) e *Glomus clarum* (Gcl) e sem inoculação em diferentes doses de P.

A inoculação com fungo micorrízico, reduziu o número de pelos radiculares / mm de raiz em relação as plantas sem inoculação. Considerando que o teor de P na parte aérea foi maior nas plantas inoculadas, verifica-se que as hifas micorrízicas foram mais eficientes na absorção desse nutriente que os pelos radiculares. Outro aspecto, verificado, foi a redução dos pelos radiculares com o aumento da colonização micorrízica, indicando que nas plantas inoculadas com *G. etunicatum*, houve uma maior colonização micorrízica e uma maior redução no número de pêlos radiculares.

LITERATURA CITADA

- BOWEN, G.D.; ROVIRA, A D. Effects of microorganisms on plant growth. I. development of roots and root hairs in sand and agar. **Plant and Soil**, The Hague, v.15, p.166-188, 1961.
- BRUCE, A ; SMITH, S.E.;TESTER, M. The development of mycorrhizal infection in cucumber: effects of P supply on root growth, formation of entry points and growth of infection units. **New Phytologist**, Oxford, v.127, p. 507-514, 1994.
- FOEHSE, D. AND JUN GK, A. Influence of phosphate and nitrate supply on root hair formation of rape, spinach and tomato plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.74, p. 359-368, 1983.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure

vesicular-arbuscular mycorrhizal infection roots. **New Phytologist**, Oxford, v. 84, p. 489-500, 1980.

KOTHARI, S.K.; MARSCHNER, H.; GEORGE, E. Effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water relations in maize. **New Phytologist**, Oxford, v.116, p.303-311, 1990.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Bronx, v.55, p. 159-161, 1970.