

Pêlos Radiculares em Genótipos de Sorgo Contrastantes para Fósforo.

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

Christiane Abreu de Oliveira²; Robert E. Schaffert³; Vera Maria Carvalho Alves³; Edilson Carvalho Brasil³; Ivanildo E. Marriel³

¹ Projeto parcialmente financiado pela Comissão Européia

² Bolsista da Comissão Européia, Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG, Brasil, ampaiva@netzero.net. ³ Embrapa Milho e Sorgo

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, adaptação a solos ácidos, eficiência nutricional

Introdução

Nos solos tropicais, especialmente os sob vegetação de cerrado, a acidez é uma característica frequente, incluindo níveis baixos de pH, toxidez de alumínio e baixa disponibilidade de fósforo. A aplicação de altas doses de fertilizantes, tem se tornado cada vez mais inviável, econômica e ecologicamente.

A baixa disponibilidade de fósforo no solo tem sido uma limitação primária para o crescimento das culturas, em decorrência da baixa mobilidade desse nutriente no solo (Norman *et al.*, 1984). Por outro lado, genótipos de plantas eficientes na absorção de fósforo podem melhorar a efetividade da fertilização com este elemento (Gahoonia *et al.*, 2000). Entretanto, a eficiência para fósforo é uma característica restrita a algumas plantas com capacidade de absorver e/ou utilizar fósforo em condições de limitação desse nutriente (Bates & Lynch, 1996). A ocorrência de pêlos radiculares tem sido citada na literatura como um dos mecanismos responsáveis pelo aumento da absorção de fósforo em genótipos eficientes de *Arabidopsis thaliana* (Bates & Lynch, 1996; Liu *et al.* 2001), cevada (Gahoonia *et al.*, 1999), *Arachis hypogea* (Wissuwa & Ae, 2001) e outros. O aumento da densidade e comprimento de pêlos confere a alguns genótipos aumento da área superficial radicular (Caradus, 1982; Itoh & Barber, 1983). Em trevo-branco, verificou-se que houve aumento do comprimento e quantidade de pêlos radiculares em condições de estresse de fósforo, ocorrendo correlação entre o maior comprimento de pêlos radiculares e o aumento da matéria seca e conteúdo interno de fósforo nas plantas (Foehse & Jungk, 1983). Esse fato também foi comprovado por Itoh & Barber (1983) em estudos semelhantes com doses de fósforo e várias espécies. Segundo Lynch (comunicação pessoal, 2002), ocorreu diferença em comprimento, densidade e plasticidade de pêlos radiculares em uma população de linhagens recombinantes de milho com e sem estresse de fósforo.

O sorgo granífero, na região central do Brasil, apresenta importante papel para os produtores de soja devido ao seu aproveitamento na rotação com essa cultura durante a "safrinha" por apresentar baixo custo de implantação e tolerância à seca. Na região centro-oeste, onde há predominância de solos sob cerrado, houve um aumento de 12 vezes na área plantada desta cultura. Estima-se que em 2005, a produção brasileira triplique, atingindo um volume equivalente a 10% da safra de milho. O sorgo forrageiro Também tem ocupado importante lugar na alimentação animal. Dessa forma, torna-se relevante a pesquisa

de cultivares eficientes em solos ácidos, e principalmente, com baixa disponibilidade de P. O estudo de mecanismos para a eficiência no uso de P contribui para o desenvolvimento de técnicas mais rápidas de "screening" e desenvolvimento de cultivares eficientes. O objetivo deste trabalho foi caracterizar preliminarmente a influência do estresse de fósforo, em solução nutritiva, sobre o crescimento e densidade de pêlos radiculares de quatro genótipos de sorgo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, em câmara de crescimento, com o seguinte controle ambiental: fotoperíodo de 12h/12h, luz/escuro; temperatura 28°C/20°C, dia/noite; e umidade relativa de 70%. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial 2x4 (dois níveis de fósforo e quatro genótipos).

Para avaliação dos pêlos radiculares, em genótipos de sorgo contrastantes para fósforo, utilizou-se metodologia adaptada de Bates & Lynch (1996) e Wissuwa & Ae (2001). Sementes dos genótipos de sorgo, classificados em ensaios de campo pela produção de grãos (Schaffert et al., 2001), ATF 41B (ineficiente para fósforo e não responsivo), BR 005R/CMS116R (eficiente e responsivo), SC 283 (eficiente e não responsivo) e BR007B (ineficiente e responsivo) foram germinadas em papel de germinação umedecido com água destilada, durante três dias. No transplântio utilizaram-se sete plântulas selecionadas, que foram distribuídas entre duas folhas de papel de germinação umedecidas e inseridas em pasta de plástico do tipo "arquivo suspenso", com as dimensões de 31,8 x 22,8 cm. As pastas foram colocadas dentro de caixas de plástico, com capacidade de 40 L contendo 8 L de solução nutritiva (Clark, modificada por Magnavaca, 1982). Foram utilizadas três pastas com sete plantas por genótipo cada, constituindo as repetições de cada tratamento. As concentrações de fósforo foram 0,018 mM (baixo P) e 0,129 mM (alto P), na forma de KH_2PO_4 .

O comprimento de pêlos radiculares foi avaliado em cinco plantas de cada tratamento, aos 14 dias após o transplântio, quando apresentavam sintomas clássicos de deficiência de fósforo. De cada planta, cinco segmentos de raiz de cerca de 1 cm foram escolhidos aleatoriamente e outros cinco foram tomados da raiz seminal, a aproximadamente 3 cm do ápice. Os segmentos de raiz foram corados em solução de cristal violeta, durante 3 minutos e observados em um estereomicroscópio Zeiss Stemi SV11, com aumento de 40x. As imagens foram capturadas por uma câmara filmadora AVT Horn (MC-1009/s) adaptada ao estereomicroscópio. A quantificação dos pêlos radiculares, nas imagens adquiridas, foi realizada com o software KS300 (Kontron Elektronik). O comprimento de pêlos foi estimado pela média de dez pêlos de cada segmento, escolhidos aleatoriamente. A densidade foi determinada pela contagem do número de pêlos existentes por milímetro de segmento visualizado. De cada tratamento, cinco plantas foram colhidas, pesadas e moídas para determinação da concentração de fósforo na parte aérea e raiz.

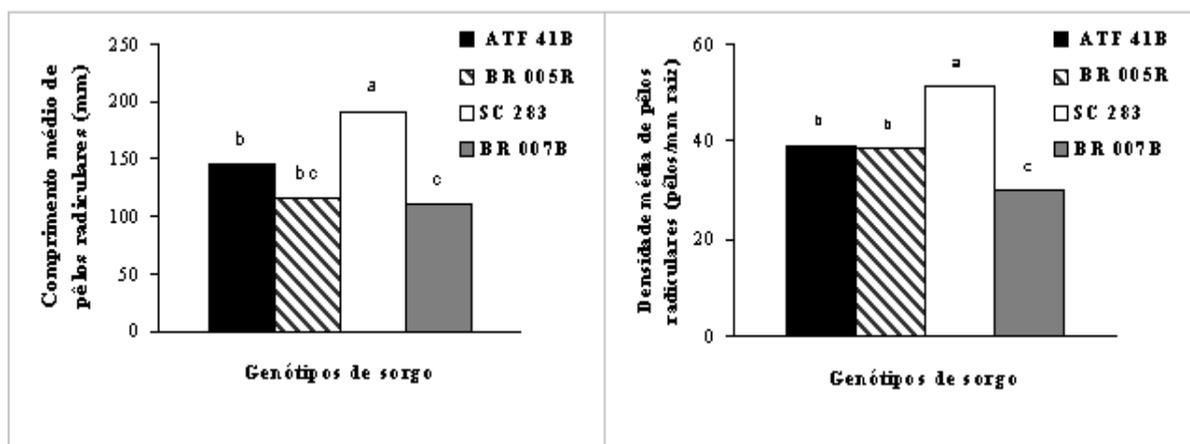
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Resultados e Discussão

A metodologia testada foi eficiente para detectar a capacidade dos genótipos de sorgo em desenvolver pêlos radiculares. Com relação às variáveis testadas, comprimento e densidade

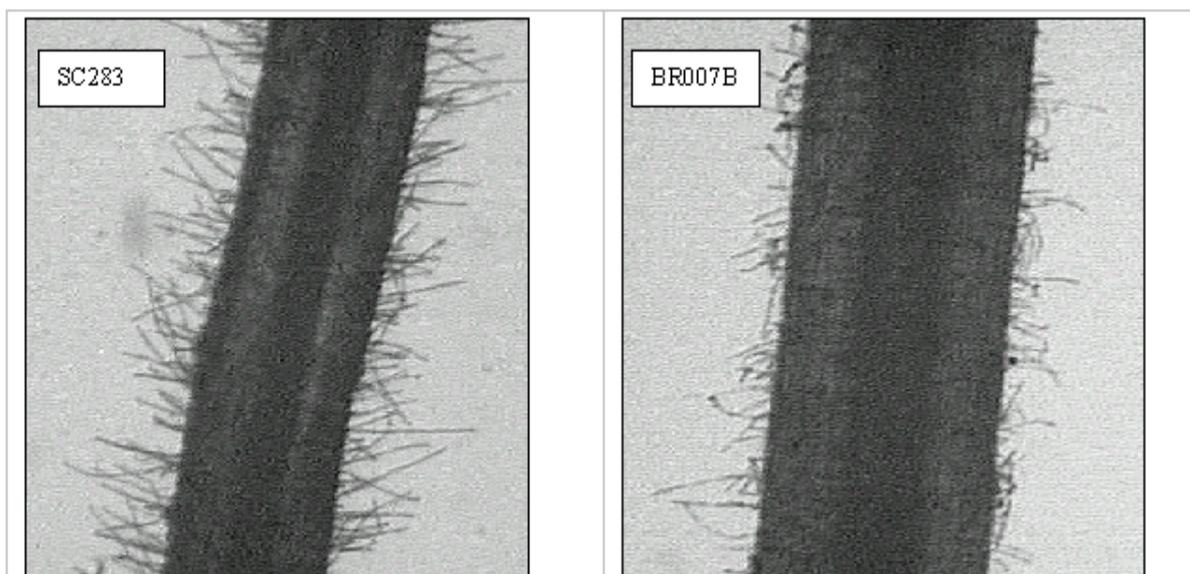
de pêlos, houve diferença significativa apenas entre os genótipos testados, não havendo efeito significativo para doses de fósforo e para a interação genótipo x fósforo (Figura 1). Resultados semelhantes foram os obtidos por Bates & Lynch (2000), Gahoonia *et al* (1999) em estudos com *Arabidopsis thaliana* e cevada respectivamente, em duas doses de P, com diferentes genótipos.

O genótipo SC283, destacou-se dos demais por apresentar maior comprimento e densidade de pêlos nas duas doses de P (Figura 1). Na figura 2, observa-se esta diferença de pêlos radiculares entre este genótipo e o BR007, ineficiente. O BR 007, genótipo ineficiente, foi o que apresentou os menores valores de comprimento e número de pêlos/mm de raiz, diferindo-se dos demais (Figura 1).



FIGURA

1. Média do comprimento e densidade de pêlos radiculares, em genótipos de sorgo eficientes (BR 005R e SC 283) e ineficientes (ATF 41B e BR007B) para P, submetidos a duas doses do nutriente, em solução nutritiva. Médias seguidas de mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



FIGURA

2. Pêlos radiculares em raízes do genótipo SC283 (eficiente) e BR007 (ineficiente). Aumento 40X. Escala 1: 20.

Com relação a massa seca e fósforo total nas plantas (Tabela 1), além da diferença entre genótipos dentro de cada nível de P, houve também diferenças entre as doses de P. O SC 283 apresentou massa seca de raiz superior, especialmente em nível alto de fósforo, o que provavelmente contribuiu para um maior conteúdo interno de fósforo neste genótipo. Este fato, associado aos maiores valores de comprimento e densidade de pêlos, provavelmente confere a este genótipo, considerado como eficiente na absorção de P, uma vantagem no processo de absorção de fósforo. Estas observações coincidem com os dados encontrados em experimentos de campo (Schaffert et al., 2001), onde este apresentou maiores produções de grãos sob estresse de fósforo. O conteúdo de P nas plantas sob estresse foi menor, como esperado. O genótipo ATF 41B, considerado como ineficiente, apresentou valores elevados de peso seco e fósforo, em nível alto de P. Esta informação coincide com os valores encontrados de comprimento de pêlos e densidade para o ATF 41B, que foram semelhantes aos do BR 005 (eficiente).

TABELA 1. Massa seca da parte aérea e raiz e conteúdo total de P de genótipos de sorgo contrastantes na eficiência do uso de P, aos 14 dias em solução nutritiva.

| Genótipos | Massa seca raiz | | Massa seca parte aérea** | | Fósforo total** | | Classe* |
|-----------|-----------------|----------|--------------------------|-----------|---------------------------|------------|---------|
| | P baixo | P alto | P baixo | P alto | P baixo | P alto | |
| | (mg) | | (mg) | | ($\mu\text{gP/planta}$) | | |
| ATF 41B | 40 ab(B) | 67 ab(A) | 37 b (B) | 74 ab (A) | 191 a (B) | 314 ab (A) | IN |
| BR 005 R | 45 ab(A) | 47 b(A) | 59 a (A) | 59 b (A) | 191 a (A) | 213 ab (A) | EN |
| SC 283 | 61 a(B) | 80 a(A) | 64 a (B) | 81 a (A) | 202 a (B) | 320 a (A) | EN |
| BR007 B | 37 b(A) | 48 b(A) | 37 b (A) | 43 c (A) | 118 a (A) | 188 b (A) | IR |
| | CV=18,24% | | CV=11,47% | | CV=25,87% | | |

* I=ineficiente a fósforo, R = responsivo, E=eficiente, N=não responsivo

**Nas linhas (letras maiúsculas) e entre colunas (letras minúsculas) médias seguidas de mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os autores, Wissuwa & Ae (2001), também não encontraram diferença entre genótipos de amendoim quanto ao comprimento e densidade de pêlos em duas doses de P, mas detectaram diferenças entre eles dentro de cada nível de P. Segundo esses mesmos autores, a capacidade de formar pêlos pode ser vista como um fator de adaptação a solos pobres em P em associação com outros mecanismos de eficiência na absorção de nutrientes, principalmente o maior volume do sistema radicular. A estratégia de se estudar o aumento de pêlos radiculares em plantas sob condições de estresse de P torna-se importante por ser essa característica geneticamente manipulável, contribuindo para o uso eficiente do fósforo em solos.

Conclusões

Esses estudos preliminares indicam que há variabilidade genética entre os genótipos testados com relação ao comprimento, número de pêlos radiculares, peso seco da parte aérea e raiz e conteúdo interno de P nas plantas. A metodologia testada foi

eficiente para a visualização e caracterização dos pêlos radiculares. No entanto, seria necessário um maior número de estudos, coletas e genótipos durante o período de avaliação.

Literatura citada

BATES, T.R.; LYNCH, J.P. Stimulation of root hair elongation in *Arabidopsis thaliana* by low phosphorus availability. **Plant, Cell and Environment**, v.19, p. 529-538, 1996.

BATES, T.R.; LYNCH, J.P. The efficiency of *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae) root hairs in phosphorus acquisition. **American Journal of Botany**, v.87, p.958-963, 2000.

CARADUS, J.R. Genetic differences in the length of root hairs in white clover and their effect on phosphorus uptake. In: Scaife, A., ed. **Proceedings of the 9th plant nutrition colloquium**, Warwick, England: CAB, p.84-88, 1982.

FOEHSE, D.; JUNGK, A. Influence of phosphate and nitrate supply on root hair formation of rape, spinach and tomato plants. **Plant and soil**, v.74, p.359-368, 1983.

GAHOONIA, T.S.; ASMAR, F.; GIESE, H.; GISSEL-NIELSEN, G.; NIELSEN, N.E. Root-released organics acids and phosphorus uptake of two barley cultivars in laboratory and field experiments. **European Journal of Agronomy**, v.12, p.281-289, 2000.

GAHOONIA, T.S.; NIELSEN, N.E.; LYSHEDE, O.B. Phosphorus acquisition of cereal cultivars in the field at three levels of P fertilization. *Plant and soil*, v.211, p.269-281, 1999.

ITOH, S.; BARBER, S.A. Phosphorus uptake by six plant species as related to root hairs. **Agronomy Journal**, v. 75, p.457-461, 1983.

LIU, G.; DUNLOP, J.; PHUNG, T. Exotically long and prolific root hairs of *Arabidopsis*, corn and wheat grown in a phosphate nutrient buffer system. In: Horst, J. et al. (eds), **Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems**, Netherlands, p.586-587, 2001.

NORMAN, M.J.T. PEARSON, C.J. SEARLE, P.G.E. **The Ecology of tropical food crops** . Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

SCHAFFERT, R.E.; ALVES, V.M.C.; PITTA, G.V.E.; BAHIA, A.F.C.; SANTOS, F.G. Genetic variability in sorghum for efficiency and responsiveness. In: W.J. Horst et al. (Eds.), **Plant nutrition- Food security and sustainability of agro-ecosystems**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p. 72-73, 2001.

WISSUWA, M.; AE, N. Genotypic differences in the presence of hairs on roots and gynophores of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and their significance for phosphorus uptake. **Journal of Experimental Botany**, v.52, n.361, p. 1703-1710, august 2001.

