

Crescimento radicular em função da interação silício e fósforo em solos oxidicos⁽¹⁾.

Jader Luis Nantes Garcia⁽²⁾, Aline da Silva Sandim⁽³⁾, Leonardo Theodoro Büll⁽⁴⁾, Ariane Reis Furin⁽⁵⁾, Luciana de Arruda Garcia⁽⁶⁾, Natalia Rodrigues Ferreira⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq. ⁽²⁾ Mestrando em Agronomia - Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP. Rua José Barbosa de Barros, 1780 Fazenda Experimental Lageado 18610-307 - Botucatu, SP – Brasil Telephone: (14) 38117169. Email: jader_nantes@hotmail.com. ⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia - Programa Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – UNESP. ⁽⁴⁾ Professor Titular do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu– UNESP. ⁽⁵⁾ Graduada em agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP. ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ Mestrandas em Agronomia - Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP.

RESUMO: Fósforo e silício interagem no solo de modo que um pode aumentar a disponibilidade do outro possibilitando maior crescimento radicular. Objetivou-se estudar a influência da silicatagem, em comparação à calagem na interação com Fósforo (P) no solo e crescimento radicular de plantas de milho. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições, esquema fatorial 3x3x5, constituídos por três solos, três doses de fósforo e quatro corretivos de acidez e um tratamento sem correção. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em vasos de 20 dm³. Os solos foram submetidos a três doses de P, (0, 50 e 150 mg dm⁻³), fonte superfosfato triplo em pó e mantidos incubados por 90 dias. Após a incubação foram realizadas análises químicas de rotina. Com base nesses resultados foi realizada a aplicação dos corretivos de acidez calculando-se as doses visando a elevar o V% para 70%. Os corretivos foram: calcário dolomítico, escória de aciaria, escória forno de panela, e wollastonita que permaneceram incubados por mais 60 dias. A cultura foi conduzida por 60 dias, quando se realizou a colheita e determinação da massa de matéria seca de raiz. Em todos os solos estudados a aplicação de P influenciou significativamente as produções de matéria seca de raiz. Quando não houve adição de P ao solo, a escória de aciaria proporcionou maior acúmulo de massa matéria seca de raiz em comparação ao calcário sugerindo interação positiva silício e fósforo no solo.

Termos de indexação: Silicatagem, adubação fosfatada, biomassa radicular e *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A adubação fosfatada é de suma importância para o bom desenvolvimento vegetativo e para a produção de grãos, principalmente para solos oxidicos que devido à ação do intemperismo apresentam baixa disponibilidade de fósforo. Isso

interfere diretamente no crescimento e produção das culturas.

A reação de adsorção do íon fosfato aos colóides do solo está diretamente relacionada ao pH do mesmo, pois com a elevação do pH ocorre aumento da solubilidade dos fosfatos de ferro e alumínio e redução da adsorção do ânion fosfato a fase sólida do solo.

Como técnica alternativa para correção de acidez do solo, pode-se utilizar o silicato de cálcio (CaSiO₃), com reações semelhantes ao calcário que, além de elevar o pH, disponibiliza o ânion silicato (H₃SiO₄⁻), que concorre com o ânion fosfato pelo mesmo sítio de adsorção, saturando dessa forma o ponto onde possivelmente seria adsorvido o fósforo (Volkweiss; Raij, 1977).

Prado e Fernandes (2001) observaram que a aplicação de escória de siderurgia incrementou os níveis de P disponível do solo, ao passo que a aplicação de calcário não apresentou uma relação significativa.

De acordo com Rosolem (1995) e Klepker e Anghinoni (1996) a disponibilidade de P para as plantas de milho permitem maior crescimento de raízes, tanto em massa como em comprimento. Barber (1984) observou aumento no crescimento radicular de cultivares de milho com o suprimento de P no solo. Entretanto Shenk e Barber (1980) relatam que esse efeito pareceu ser dependente da cultivar.

As raízes de milho tendem a proliferar em zonas contendo matéria orgânica e fertilizantes, principalmente em faixas contendo P. A ação do fósforo no desenvolvimento radicular é um efeito indireto: a disponibilidade de P aumenta a fotossíntese, que por sua vez aumenta o sistema radicular (GARDNER et al., 1985 citado por YAMADA, 2002).

Em face do exposto objetivou-se estudar a influência da silicatagem, em comparação à calagem na interação com P no solo e crescimento radicular de plantas de milho.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas / UNESP / FCA, no campus de Botucatu - SP. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso plástico contendo 20 dm³ de solo e duas plantas de milho

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x5, constituídos por três solos oxidicos que apresentaram variações texturais, todos ácidos, com baixos teores de P lábil, baixos teores de matéria orgânica e de silício, três doses de fósforo (0, 50 e 150 mg dm⁻³) e quatro tipos de corretivos de acidez (Calcário dolomítico, Escória de aciaria, Escória de aciaria de Forno de Panela e Wollastonita), além de um tratamento sem correção da acidez.

Foi utilizado como fonte fósforo o superfosfato triplo em pó, onde o mesmo foi misturado em cada solo e umedecido a 70% da capacidade máxima de retenção de água do solo e mantidos incubados por 90 dias para que ocorresse a adsorção.

Após o período de incubação foram realizadas amostragens, para análise química de rotina e novas determinações dos teores de P através dos métodos resina. Com base nesses resultados foi realizada a aplicação dos corretivos de acidez, calculando-se as doses visando elevar a 70% o valor de saturação por bases (Raij et al., 1997).

Aos 60 dias após a emergência do milho, por ocasião da colheita, as plantas foram separadas das raízes. As raízes foram separadas do solo, com auxílio de uma em peneira de malha de 2 mm onde posteriormente foram lavadas em água corrente. O material vegetal foi seco em estufa com circulação de ar forçada à 65 °C, até atingir massa constante, após essa etapa o material foi pesado e obtido da massa de matéria seca das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2003). Os efeitos das doses de P foram testados por meio de equações de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base no teste F, com significância de 1% e 5 % de probabilidade, e nos seus respectivos coeficientes de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se efeito da interação doses de P x corretivos sobre a produção de massa de matéria seca das raízes das plantas de milho. Pode se notar que em todos os solos estudados a aplicação de P influenciou significativamente as produções de matéria seca de raiz, ajustando-se ao modelo polinomial quadrático em todas as fontes de materiais corretivos utilizados (**Tabela 1**).

Ao comparar as produções máximas de massa de matéria seca de raízes em cada solo, observa-se que no solo arenoso houve maior produção de matéria seca de raiz, quando comparado aos solos de textura média e argilosa. Possivelmente isso ocorreu pela maior disponibilidade de fósforo neste solo, devido ao menor poder de fixação do mesmo, possibilitando assim maior crescimento e acúmulo de massa de raiz. Nota-se que no solo arenoso, o calcário proporcionou maior valor de massa de matéria seca de raiz (24,9 g), quando houve adição da maior dose de P ao solo. Observou-se que quando não houve adição de P ao solo, a escória de aciaria novamente proporcionou maior acúmulo de matéria seca de raiz (2,4 g) em comparação ao calcário (1,0 g).

Observa-se que tanto no solo de textura média como no solo argiloso, a escória de aciaria proporcionou maior acúmulo de massa de matéria seca de raiz em todas as doses de P. Somente no solo de textura média, na maior dose de P (150 mg dm⁻³) a wollastonita foi semelhante a escória de aciaria proporcionando 38,4 g de massa de matéria seca de raiz e a escória proporcionou 37,8 g. No solo argiloso a wollastonita foi semelhante às escórias somente na dose zero de P, nas demais doses obteve-se comportamento semelhante ao calcário e a escória de aciaria foi superior, proporcionando acúmulo de massa de matéria seca de raiz de 34,3 g na maior dose de P, comprovando a capacidade do silicato de disponibilizar mais P do solo e refletindo positivamente na produção de matéria seca de raízes do milho.

Souza et al. (2000), também demonstraram resultados significativos da adubação fosfatada sobre a produção de massa de matéria seca do sistema radicular de *Stylosanthes guianensis*. Por outro lado, Carneiro et al. (1999) não observaram efeito de doses de P sobre esse mesmo parâmetro. Em leguminosas, tais como o feijão e a soja, o suprimento de silício ao meio de cultivo foi responsável por aumentos no comprimento e massa das raízes (Horst & Marschner, 1978; Miyake & Takahashi, 1985).



Ao avaliar os efeitos do tempo de incubação de fontes de silicato na disponibilidade e absorção de Si e no crescimento de plantas de arroz Gomes et al. (2011), observaram que a produção de massa de matéria seca de raízes foi significativamente influenciada somente pelo fator solo, com a maior produção no solo argiloso, efeito intermediário para o solo de textura média e o pior efeito para o arenoso, em que os autores justificaram com base nos efeitos de uma mesma dose de Si aplicada aos solos, cujas características físicas, químicas, físico-químicas e mineralógicas são diferentes. Por exemplo, no solo argiloso, portanto com maior poder tampão, é provável que a solubilização das fontes de Si tenham sido menores, pelo fato de apresentar maior superfície de adsorção de íons, esses resultados discordam do presente estudo, pois o solo arenoso apresentou a maior produção de massa seca de raiz.

CONCLUSÕES

Em todos os solos estudados a aplicação de P influenciou significativamente as produções de matéria seca de raiz. Quando não houve adição de P ao solo, a escória de aciaria proporcionou maior acúmulo de massa de matéria seca de raiz em comparação ao calcário sugerindo interação positiva silício e fósforo no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq.

REFERÊNCIAS

- A FERREIRA, D. F. **SISVAR software**. Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- GOMES, C. F. et al. Disponibilidade de silício para a cultura do arroz, em função de fontes, tempo de incubação e classes de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 531-538, out./dez. 2011.
- HORST, W. J.; MARSCHNER, H. The effect of silicon on manganese tolerance of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Soil**, Dordrecht, v. 50, p. 287-303, 1978.
- KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Crescimento radicular e aéreo do milho em vasos em função do nível de fósforo e localização do adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.19, n.3, p. 403-408, 1996.
- MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v. 31, p. 625-636, 1985.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito do calcário e da escória de siderurgia na disponibilidade de fósforo no latossolo vermelho-escuro e na areia quartzosa. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 74, p. 235-242, 1999
- RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Campinas, n. 100, 1997. 285 p.
- ROSOLEM, C.A. **Relações solo-planta na cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1995, 53p.
- SOUZA, R. F. et al. Influência de micorriza e fósforo sobre o rendimento de matéria seca e qualidade de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* cultivados em um latossolo. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 22, n. 2, p. 34-41, 2000.
- TEO, Y.H.; BEYROUTY, C.A.; NORMAN, R.J.; GBUR, E.E. Nutrition uptake relationship to root characteristics of rice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 171, p.297-302, 1995.
- VOLKWEISS, S. J.; RAIJ, B. V. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1977, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p. 317-332.
- YAMADA, T. Melhoria na eficiência da adubação aproveitando as interações entre os nutrientes. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 100, p. 1-5, 2002.

Tabela 1. Matéria seca de raiz de plantas de milho em função de doses de fósforo e fontes de corretivos nos solos.

Doses	Massa seca de raiz (g)				
	Sem correção	Calcário	Wollastonita	Esc. FP	Esc. Aciaria
(RQ) Solo de textura arenosa					
0	0,3 b ⁽¹⁾	1,0 ab	0,9 b	1,2 ab	2,4 a
50	7,0 c	19,7 b	20,2 ab	21,6 a	20,3 ab
150	24,9 c	47,0 a	42,5 b	42,9 b	41,5 b
Ef. de doses	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**
C.V (%) 3,95					
(LVd) Solo de textura media					
0	0,2 a	0,4 a	1,1 a	0,7 a	0,9 a
50	1,5 c	3,8 ab	2,7 b	3,3 b	5,1 a
150	14,4 c	28,0 b	38,4 a	27,1 b	37,8 a
Ef. de doses	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**
C.V (%) 6,54					
(Lvd) Solo de textura argilosa					
0	0,5 b	1,1 ab	1,5 a	1,5 ab	1,8 a
50	2,7 c	5,0 b	4,2 b	6,1 a	7,0 a
150	11,9 d	28,1 b	20,5 c	29,0 b	34,3 a
Ef. de doses	Q** ⁽²⁾	Q**	Q**	Q**	Q**
C.V (%) 4,70					

(1) Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%. (2) L: efeito linear; Q: efeito quadrático; N.S. – não significativo. *: P<0,05; ** P<0,01