



Influência de fontes fosfatadas e torta de filtro no teor de fósforo lábil na rizosfera de cana-de-açúcar⁽¹⁾.

Aline de Camargo Santos⁽²⁾; Gabriel Novoletti⁽²⁾; Bruna Arruda⁽³⁾; Paulo Sérgio Pavinato⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

⁽²⁾ Estudantes de Engenharia Agrônômica; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Esalq/ USP; Piracicaba, SP; aline.camargo.santos@usp.br; ⁽³⁾ Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Esalq/ USP; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo, Esalq/USP; Piracicaba, SP.

RESUMO: Entre os fatores que afetam a produtividade da cana-de-açúcar, a disponibilidade de nutrientes é um dos mais importantes, especialmente o fósforo (P). Assim, o objetivo desse trabalho foi quantificar as frações lábeis de P, em solos com aplicação de fontes fosfatadas, e na presença e ausência de torta de filtro. O experimento foi implantado em Piracicaba – SP, em solo Latossolo Vermelho amarelo, em condição de casa-de-vegetação. O delineamento foi de blocos casuais, em esquema fatorial de 2x3, sendo duas fontes fosfatadas: fosfato solúvel (Superfosfato Triplo) e fosfato natural reativo (Gafsa), na dose de 180 mg kg⁻¹ de P₂O₅ solúvel, incluindo também um tratamento controle sem aplicação de P₂O₅, e ainda a presença e ausência de torta de filtro. Foi utilizado nesse experimento o sistema de colunas de PVC com malha horizontal de exclusão radicular e os teores de P foram obtidos através das primeiras etapas do fracionamento de P proposto por Hedley et al. Quando a fonte fosfatada utilizada foi fosfato solúvel, os teores de P lábil foram maiores, em relação ao controle e com aplicação de fosfato natural, porém se observou que a torta de filtro gerou decréscimo nesses teores, sendo que para os demais, não gerou diferença significativa tanto em relação a fonte como aplicação de torta de filtro.

Termos de indexação: fósforo lábil, rizosfera, torta de filtro.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de cana representa uma área de 9,7 milhões de hectares, com produtividade média de 80 toneladas por hectare e produção de 653,5 milhões de toneladas (UNICA, 2013). Dessa forma, é importante se observar os fatores que afetam a produtividade da cultura, entre eles a disponibilidade de nutrientes, especialmente o fósforo (P). Isso indica a importância da adubação, destacando-se a necessidade de se observar o comportamento individual dos nutrientes para a cultura (AZEVEDO, 2002). O fósforo é encontrado em menores quantidades nos colmos de cana-de-açúcar, comparado à outros macronutrientes, como

o nitrogênio e potássio, porém exerce alta influência na produtividade da cultura, por estar atrelado ao metabolismo da planta, como na produção de proteínas, divisão celular, fotossíntese e ainda no perfilhamento e formação de raízes (KORNDÖRFER, 2004).

Outro produto que tem sido utilizado amplamente pelos produtores é o resíduo da indústria de processamento da cana, chamado de torta de filtro. A torta de filtro é um subproduto que consta de bagaço moído da planta e restos da decantação. Segundo Bittencourt et al. (2006), a aplicação desse produto funciona como um carregador orgânico, no qual, entre outras funções, evita a fixação do P no solo, além de ser uma importante fonte deste nutriente.

O entendimento do comportamento dos nutrientes na região rizosférica e a interação das raízes com o solo pode auxiliar na compreensão do que ocorre quando um fertilizante é adicionado ao solo. Para o nutriente P esta interação é muito importante, pois é nesta região que ocorrem as principais trocas/efeitos entre a planta e os microrganismos colonizadores, e é através dos exsudados liberados pelas raízes que ocorre a distribuição da comunidade microbológica do solo (KENNEDY, 2008).

Assim, foi realizado esse estudo para quantificar as frações lábeis de P em solos tratados com fontes fosfatadas e na presença e ausência de torta de filtro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ-USP. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho amarelo coletado na profundidade de 0 - 0,2 m, na região de Piracicaba-SP. Esse solo foi seco ao ar, moído, peneirado em malha de 2 mm e umidificado com água deionizada até atingir 80% da capacidade de campo, sendo posteriormente incubado por 15 dias com calcário para elevar a saturação de bases para 60%. Na tabela 1 estão os principais dados de caracterização do solo previamente ao experimento.

Tabela 1- Caracterização do solo antes da implantação dos experimentos em casa-de-vegetação.

P mg dm ⁻³	MO g kg ⁻¹	Argila -----g kg ⁻¹ -----	Silte	Areia
4,0	31,7	200,8	11,3	787,9

Mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) do genótipo RB85 5156 foram pré-germinadas tendo areia como substrato, e transplantadas após 15 dias para os vasos com os tratamentos. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 4 repetições em esquema fatorial 2x3.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram do comparativo entre duas fontes fosfatadas: fosfato solúvel (Superfosfato Triplo, 45% de P₂O₅ solúvel) e fosfato natural reativo (Gafsa, 10% de P₂O₅ solúvel e 33% de P₂O₅), na dose de 180 mg kg⁻¹ de P₂O₅ solúvel, incluindo também um tratamento controle sem aplicação de P₂O₅, e ainda a presença e ausência de torta de filtro (10 t MS ha⁻¹), cuja caracterização consta na **Tabela 2**. Para o suprimento de potássio se utilizou de KCl, na dose de 120 kg ha⁻¹, ocorrendo na instalação do experimento, juntamente com a adubação nitrogenada, sendo esta na dose de 30 kg N ha⁻¹, na forma de ureia. Durante o período experimental, foi realizada ainda, uma adubação nitrogenada de cobertura, de acordo com as recomendações para a cana-de-açúcar. As plantas foram irrigadas diariamente, de acordo com a demanda da cultura (pesagem dos vasos).

Na condução do experimento, foi utilizado o sistema de colunas de PVC com malha horizontal de exclusão radicular (GAHOONIA e NIELSEN, 1991). A coleta de amostras de solo e de planta ocorreu aos 65 dias após o transplante de mudas. A amostragem do solo se deu a partir da separação do solo rizosférico no rizoplano, sendo fatiados utilizando as distâncias de: i) 0-2 mm; ii) 2-4 mm; iii) 4-6 mm; iv) 6-8 mm; v) 8-10 mm em relação a base de separação das raízes. Nas coletas, os tubos de PVC foram separados e na parte inferior ocorreu o fatiamento do solo.

A determinação da fração lábil de P foi realizada nas amostras de solo rizosférico, de acordo com a metodologia proposta por Hedley et al. (1982), com modificações propostas por Condrón et al. (1985) através das duas primeiras etapas do fracionamento de P.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Havendo diferença significativa pelo teste F ($p < 0.05$) entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados, pode-se verificar que entre as distâncias do rizoplano não houve diferença nos teores de P, ou ainda na solubilidade, assim para todos os efeitos, as frações de P na rizosfera foram avaliadas utilizando-se a média da distância total de 10 mm.

Pelos resultados apresentados na **Tabela 3**, é possível verificar que para as frações inorgânicas de P lábil não houve diferença significativa estatisticamente entre os tratamentos sem P e com adubação à base de fosfato natural, ao passo que quando se aplicou fosfato solúvel, houve diferença significativa, apresentando os maiores teores de P no solo rizosférico, como seria esperado. Outro fator analisado foi a presença ou ausência de torta de filtro, sendo que para os tratamentos com fosfato solúvel houve incremento nos teores de P prontamente disponível quando aplicado conjuntamente com a torta. Para os demais tratamentos, sem P e com fosfato natural, a torta de filtro incrementou a disponibilidade de P no solo em curto prazo, embora não tenha apresentado diferença significativa.

Quando se trata da fração orgânica de P lábil do solo rizosférico, não houve diferença significativa em relação às fontes fosfatadas e sem P, porém entre as médias dos tratamentos com aplicação de torta houve um acréscimo nos teores de P em relação a sem aplicação.

CONCLUSÕES

A utilização de torta de filtro, quando agregada à aplicação de fonte fosfatada solúvel, reduziu o potencial do fosfato solúvel.

Os resultados mais satisfatórios foram observados quando a torta de filtro foi agregada a fosfato natural ou a ausência de fonte fosfatada, gerando maior resposta da planta.

As distâncias utilizadas entre as camadas de rizosfera não geraram diferença significativa nos teores de P, logo a rizosfera apresentou de certa forma homogeneidade nos teores.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, H. M. de. Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba. Campina Grande: UFCG, 2002. 112p. Tese Doutorado.



BITTENCOURT, V. C.; STRINI, A. C.; CESARIM, L. G.; SOUZA, S. R. Torta de Filtro enriquecida. Revista Idea News, v.6, p.2-6, 2006.

CONDON, L.M.; GOH, K.M.; NEWMAN, R.H. Nature and distribution of soil phosphorus as revealed by a sequential extraction method followed by ³¹P nuclear magnetic resonance analysis. Journal of Soil Science, v.36, p.199-207, 1985.

GAHOONIA, T.; NIELSEN, N. A method to study rhizosphere processes in thin soil layers of different proximity to roots. Plant and Soil, v.135, p.143-146, 1991.

HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUHAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. In: Soil Science Society of American Journal, v.46, p.970-976, 1982.

KENNEDY, A.C. The rizosfera and spermophere. p. 389-407. Citado por: In: D. M. Sylvia, J. F. Fuhrmann, P. G. Hartel, and D. Zuberer (ed.). Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1998.

KORNDÖRFER, G.H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: Yamada, T., Abdalla, S. R. S (ed.). In: Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira, 2004, São Pedro. Anais. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p.291-305.

UNICA – União da Indústria da Cana-De-Açúcar. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, produção por área. Dados de 2012, e safra de 2013/14. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-area-ibge.php?idMn=33&tipoHistorico=5&acao=visualizar&idTabela=1522&produto=%C3%81rea+colhida&anoIn=2012&anoFim=2012&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR>>; Acesso em 14/01/2015.



Tabela 2 - Caracterização da torta de filtro utilizada nos tratamentos.

Determinação	Umidade Natural	Base seca	
		60-65°C	110°C
pH em CaCl ₂ 0,01M	7,7		
Matéria orgânica total (combustão) (%)	42,99	48,89	50,45
Carbono total (orgânico e mineral) (%)	23,89	27,17	28,03
Resíduo mineral total (%)	42,23	48,03	49,55
Nitrogênio total (%)	1,85	2,10	2,17
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	1,36	1,55	1,60
Potássio (K ₂ O) total (%)	0,16	0,18	0,19
Cálcio (Ca) total (%)	2,94	3,34	3,45
Magnésio (Mg) total (%)	0,34	0,39	0,40
Enxofre (S) total (%)	0,09	0,10	0,11
Relação C/N (C total e N total)	13/1	13/1	13/1
Cobre (Cu) total (mg kg ⁻¹)	158	180	185
Manganês (Mn) total (mg kg ⁻¹)	583	663	684
Zinco (Zn) total (mg kg ⁻¹)	166	189	195
Ferro (Fe) total (g kg ⁻¹)	85,4	97,1	100,2
Boro (B) total (mg kg ⁻¹)	4	5	5
Sódio (Na) total (mg kg ⁻¹)	263	299	309

Tabela 3 - Teores das frações de fósforo lábeis (P_{RTA}, P_{iBIC} e P_{oBIC}) de solo coletado na região da rizosfera das plantas de cana, 65 dias após o transplante de mudas, em tratamentos com e sem aplicação de torta de filtro, e com ausência de P, com aplicação de adubação à base de fosfato natural e fosfato solúvel.

Fonte de P	P _{RTA}			P _{iBIC}			P _{oBIC}							
	Sem Torta	Com Torta	Média	Sem Torta	Com Torta	Média	Sem Torta	Com Torta	Média					
	-----mg kg ⁻¹ -----													
Sem P	3,2	Ba	6,3	Ba	4,8	10,5	Ba	13,5	Ba	12,0	5,3 ^{ns}	9,4	7,4	
Fosfato Natural	5,8	Ba	10,1	Ba	7,9	11,6	Ba	14,6	Ba	13,1	6,1	4,9	5,5	
Fosfato Solúvel	18,9	Ab	32,7	Aa	26,0	28,2	Ab	39,3	Aa	33,9	4,0	7,6	5,8	
Média	9,1		16,4			16,6		22,4			5,2	B	7,2	A

Letras maiúsculas diferentes dentro da mesma coluna mostram diferença significativa para fontes de P pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

Letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha mostram diferença significativa entre presença ou ausência de torta de filtro pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

^{ns}Não significativo pelo teste t (LSD) ($p \geq 0,05$).