

Fisiologia da cana-planta sob fontes e doses de fósforo na presença de torta de filtro⁽¹⁾

Ricardo de Lima Vasconcelos⁽²⁾; Valéria Santos Cavalcante⁽²⁾; Cid Naudi Silva Campos⁽²⁾; Gustavo Caione⁽³⁾; Leandro Rossato Moda⁽³⁾; Renato de Mello Prado⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES/FAPESP

⁽²⁾ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo); Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Jaboticabal, SP; ricardo-matao-sp@hotmail.com; valeriasantos_88@hotmail.com; cidncampos@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo); Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Jaboticabal, SP; gustavocaione@agronomo.eng.br; lerosattomoda@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Professor Doutor; Departamento de Solos e Adubos; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Jaboticabal, SP; rmprado@fcav.unesp.br.

RESUMO: O manejo adequado do fósforo é importante na cultura da cana-de-açúcar podendo influenciar a fisiologia e a produção da planta. Objetivou-se avaliar o efeito de doses e fontes de fósforo e torta de filtro na cana-planta, a partir de avaliações fisiológicas. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, no município de Itajobi-SP. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2, sendo três fontes de fósforo (fosfato natural reativo Bayovar®, superfosfato triplo e fosfato de Araxá), três doses (90; 180 e 360 kg de P₂O₅ ha⁻¹), na ausência e na presença da torta de filtro (0 t ha⁻¹ e 10 t ha⁻¹, base úmida) e 2 controles (10 t ha⁻¹ de torta de filtro e tratamento sem P e sem torta). Analisaram-se aos sete meses após o plantio da cana-planta em folhas+1, as variáveis fisiológicas, como a assimilação líquida de CO₂ (A, μmol m⁻² s⁻¹); condutância estomática (g_s, mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e transpiração (E, mmol H₂O m⁻² s⁻¹). O uso de doses de fósforo em diferentes fontes associada com a torta de filtro não influenciaram as variáveis fisiológicas da cana-planta.

Termos de indexação: fotossíntese, condutância estomática, transpiração.

INTRODUÇÃO

Para suprir as necessidades de fósforo da cana-de-açúcar, podem ser utilizados os fertilizantes fosfatados tendo disponível no mercado diferentes fontes e solubilidade e alternativamente os orgânicos ou os organo-minerais. Um subproduto da cadeia sucroalcooleira seria a torta de filtro, que é produzida em grande volume, rica em matéria orgânica, em macronutrientes, especialmente o fósforo.

Assim a torta de filtro tem sido utilizada para elevar a produtividade média de colmos e de

açúcar da cultura de cana-de-açúcar (Fravet et al., 2010), no solo propicia acréscimos nos valores de soma de bases, influencia as propriedades físicas do solo, melhorando a estrutura, reduzindo a plasticidade e coesão (Pires et al., 2008).

Diante disto surge à possibilidade de uso combinado da fertilização fosfatada associada a fertilizantes minerais e orgânicos para incrementar a eficiência agrônômica da adubação da cultura de cana-de-açúcar tema ainda pouco abordado na literatura brasileira.

A cultura da cana-de-açúcar em geral é tolerante a deficiência hídrica; porém quando submetida a esta condição apresenta diminuição da condutância estomática, enrolamento da folha, redução da área foliar, redução da transpiração, redução da fotossíntese (comprometimento das etapas fotoquímicas e bioquímicas), aumento da condutividade hidráulica das raízes (Inman-Bamber & Smith, 2005). Na condição de déficit hídrico o manejo adequado de fósforo no solo poderia melhorar aspectos fisiológicos da planta, mas esses efeitos são pouco conhecidos. O uso de fósforo promoveu manutenção da fotossíntese, da condutância estomática e transpiração durante déficit hídrico severo (Sato 2009). A suplementação em fósforo pode proporcionar uma regulação osmótica, capaz de aumentar a tolerância da planta a deficiência hídrica e manter a atividade fisiológica a níveis normais (Al-Karaki et al., 1996).

objetivou-se avaliar o efeito de doses e fontes de fósforo e torta de filtro na cana-planta, a partir de avaliações fisiológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Santo Antônio, área da Usina Catanduva (GVO), município de Itajobi-SP, nas coordenadas 21° 11' S e 49° 1' W com altitude de 469 m, e clima Aw, conforme classificação de Köppen (1936), sendo, portanto caracterizada pela Cepagri (2011) por uma

região com verão chuvoso e inverno seco, apresenta temperatura média anual de 23,2 °C e precipitação pluvial média anual de 1328,3 mm.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média (LVAd), foram coletadas 20 subamostras de terra, para compor a amostra composta, na camada de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, para a análise química para fins de fertilidade, conforme os métodos descritos por Raij et al. (2001).

Os resultados da análise química do solo foram os seguintes: pH CaCl₂: 6,1; M.O.: 10 g dm⁻³; P: 5 mg dm⁻³; K: 1,1 mmol_c dm⁻³; Ca: 28,6 mmol_c dm⁻³; Mg: 12,5 mmol_c dm⁻³; H+Al: 10 mmol_c dm⁻³; SB: 42,3 mmol_c dm⁻³; T: 52,3 mmol_c dm⁻³; V%: 81.

A variedade utilizada foi a RB86 7515 que apresenta alta velocidade de crescimento, porte alto, hábito de crescimento ereto, alta densidade de colmo.

O composto orgânico foi obtido da compostagem da torta de filtro e cinzas, enriquecida com fertilizante orgânico contendo microrganismos. A torta utilizada permaneceu na pilha de compostagem por pelo menos 120 dias, período este em que ocorre à redução e estabilização da temperatura da pilha, após esta fase inoculou-se o fertilizante orgânico no composto.

A adubação básica de plantio/cobertura e as doses de fertilizantes foram baseadas na análise química do solo e nas recomendações de Raij et al. (1997), sendo composta por 30 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, 160 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl para a adubação de cobertura e para a adubação de plantio cada tratamento recebeu 1,7 kg de nitrogênio na forma de sulfato de amônio, 2,3 kg de potássio na forma de cloreto de potássio e 0,280 kg de zinco na forma de sulfato de zinco. A parcela apresenta 112,5 m² (cinco linhas de 1,5 m entrelinhas com 15 m de comprimento cada).

O delineamento experimental utilizado é o de blocos completos ao acaso com três repetições e esquema fatorial 3x3x2+2, tendo três fontes de fósforo, o fosfato natural reativo (14 % de P₂O₅ em ácido cítrico), superfosfato triplo (41% de P₂O₅ em ácido cítrico) e a rocha fosfatada (4% de P₂O₅ em ácido cítrico); três doses de P₂O₅ (90, 180 e 360 kg ha⁻¹), na ausência e na presença da torta de filtro em base úmida (0 t/ha e 10 t/ha respectivamente) e dois tratamentos controle, sem o fósforo e sem de torta de filtro em base úmida (10 t/ha) e apenas torta de filtro.

Foram avaliadas aos sete meses após o plantio as respostas fisiológicas, como assimilação líquida

de CO₂ (A, μmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s, mmol H₂O m⁻² s⁻¹), e transpiração (E, mmol H₂O m⁻² s⁻¹) que foram determinadas utilizando-se um medidor portátil de trocas gasosas por infravermelho (Infra Red Gas Analyzer – IRGA Li Cor 6400).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. Para os efeitos significativos, foi aplicado o teste de comparação de médias, o Tukey (P<0,05) para fonte de variação qualitativa e análise de regressão polinomial para fonte de variação quantitativa, utilizando-se o programa estatístico AGROESTAT (Barbosa & Maldonado Junior, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável fisiológica assimilação líquida de CO₂ (A) não foi influenciada pelos tratamentos, entretanto, a condutância estomática (g_s) e transpiração (E) foram influenciadas pelo efeito do tratamento controle (**Tabela 1**).

O tratamento controle propiciou efeito significativo para a condutância estomática e a transpiração a presença da torta de filtro elevou as atividades fisiológicas.

A torta de filtro disponibiliza prontamente 50% do fósforo presente em sua composição, o restante é lentamente mineralizado, além disso, esse composto possui capacidade higroscópica retendo até seis vezes o seu volume em água, contribui desta forma para elevação da produtividade, principalmente em cultivos realizados em épocas desfavoráveis ou em cultivos de sequeiro (Alleoni & Beauclair, 1995; Rosseto & Dias, 1995; Santiago & Rosseto, 2009).

É esperada a influência da presença da torta de filtro na condutância estomática, pois esse composto propiciou suprimento de água à planta durante seu desenvolvimento; principalmente no período em que há alta demanda hídrica que é entre 60 e 150 dias após o plantio, período de perfilhamento e crescimento rápido da cultura (Ramesh, 2000).

Sato (2009) observou valores de condutância estomática e de transpiração próximos aos obtidos no presente experimento, quando ao utilizar 10 ou 100% de reposição hídrica associada a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo.

Vale ressaltar que não foi observada influência da presença de fósforo em plantas que não estavam sob deficiência hídrica, possivelmente os teores do nutriente no solo eram suficientes para



sustentar a fotossíntese de plantas hidratadas (Kuwarahara & Souza, 2009). Os mesmos autores observaram que as plantas que receberam fósforo sob deficiência hídrica a condutância estomática e transpiração sofreram elevação em suas atividades, possivelmente devido a atuação do fósforo na abertura dos estômatos, melhorando a sinergia entre as células-guarda e a concentração intercelular de CO₂.

Houve aumento na atividade da condutância estomática e transpiração de plantas submetidas a deficiência hídrica e que receberam suplementação com fósforo.

A presença de 10 t ha⁻¹ de torta de filtro diminuiu a transpiração da planta, e segundo PINCELLI (2010) a capacidade da planta em reduzir sua transpiração, permite que ela tenha uma maior eficiência no uso de água do solo.

CONCLUSÕES

O uso de doses de fósforo em diferentes fontes associada com a torta de filtro não influenciaram as variáveis fisiológicas da cana-planta.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, L. R. F. & BEAUCLAIR, E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. *SCIENTIA AGRICOLA*, 52:409-415, 1995.

AL-KARAKI, G. N.; CLARK, R. B. & SULLIVAN, C. Y. Phosphorus nutrition and water effects on proline accumulation in sorghum and bean. *JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY*, 148: 745-751, 1996.

BARBOSA, J. C. & MALDONADO JUNIOR, W. *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2012.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Clima dos municípios paulistas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/clima_muni_253.html>. Acesso em 10 fev. 2011.

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q. & KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. *CIÊNCIA & AGROTECNOLOGIA*, 34:618-624, 2010.

INMAN-BAMBER, N. G. & SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *FIELD CROPS RESEARCH*, 92:185-202, 2005.

PINCELLI, R. P. Tolerância a deficiência hídrica em cultivares de cana-de-açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas. 2010. 65 f. (Dissertação de Mestrado).

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. & MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. *REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO*, 32:1997-2005, 2008.

KÖPPEN, W. *Das Geographische System der Klimatologie*. Berlin: Borntrager, 1936. 44 p.

KUWAHARA, F. A. & SOUZA, G. M. Fósforo como possível mitigador dos efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e as trocas gasosas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. *ACTA SCIENTIARUM AGRONOMY*, 31: 261-267, 2009.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. *JOURNAL AGRONOMY & CROP SCIENCE*, 185:83-89, 2000.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p.

ROSSETTO, R. & DIAS, F. L. F. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões*. Encarte do *Informações Agronômicas*, n.110, junho de 2005.

SANTIAGO, A. D. & ROSSETTO, R. *Adubação: resíduos alternativos*. 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acesso em 12 março de 2011.

SATO, A. M. Modulação da rede de trocas gasosas em um cultivar de cana-de-açúcar tolerante a seca: o papel do fósforo. Presidente Prudente, Universidade do Oeste Paulista, 2009. 53f. (Dissertação de Mestrado).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas: assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) da cana-de-açúcar, aos seis meses após o plantio em função da aplicação de diferentes fontes de fertilizantes fosfatados na ausência e presença de torta de filtro. Itajobi-SP.

	A ¹	g _s ²	E ³
Torta (T)			
Presença	25,6	2,05	2,6
Ausência	21,7	1,81	2,5
Teste F	3,76 ^{NS}	2,07 ^{NS}	0,13 ^{NS}
Fontes (F)			
Superfosfato triplo	22,8	1,80	2,5
Fosfato natural reativo	25,1	1,93	2,5
Fosfato natural	23,0	2,06	2,5
Teste F	0,53 ^{NS}	0,84 ^{NS}	0,03 ^{NS}
Doses (D)			
90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	23,1	1,96	2,5
180 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	24,0	1,82	2,6
360 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	23,8	2,01	2,5
Teste F	0,08 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,17 ^{NS}
Controle (C)			
Com Torta de filtro	17,1	1,93	1,2
Sem Torta de filtro e sem P	27,7	0,90	2,5
Teste F	2,93 ^{NS}	4,29	7,01
-----Teste F-----			
(T) x (F)	1,18 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,57 ^{NS}
(T) x (D)	3,17 ^{NS}	1,31 ^{NS}	1,32 ^{NS}
(F) x (D)	1,15 ^{NS}	1,02 ^{NS}	2,54 ^{NS}
(T) x (F) x (D)	0,78 ^{NS}	0,36 ^{NS}	2,02 ^{NS}
C.V.(%)	32,0	32,4	25,4

¹Assimilação líquida de CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹); ²Condutância estomática (mol H₂O m⁻² s⁻¹); ³Transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹).
^{NS}, * e ** respectivamente não significativo e 5% e 1% de significância.