



Produtividade e atributos tecnológicos da cana planta, em relação a fosfatagem

Ariane Márcia de Sousa Silva⁽²⁾; Emídio Cantídio de Almeida Oliveira⁽³⁾; Moêma Barbosa Lima⁽⁴⁾

(1) Trabalho executado com recursos da Capes

(2) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Ciência do solo - Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife-PE, CEP 52171-900, marcia11sousa@gmail.com; (3) Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife-PE, CEP 52171-900, emidio@depa.ufrpe.br; (4) Graduanda de Agronomia - Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife-PE, CEP 52171-900, moemal.b@gmail.com.

RESUMO: O fósforo por ser o segundo nutriente mais limitante ao aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solos tropicais necessita de adoção de práticas corretivas mais eficazes para elevar seus teores no solo. Neste sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da fosfatagem com fontes de solubilidade variada e diferentes doses, na produção de massa seca da parte aérea, na produtividade de colmos e nas variáveis agroindustriais da cana-de-açúcar. O experimento foi implantado na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. Os tratamentos consistiram da aplicação de 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de Superfosfato Triplo (ST); Fosfato Natural Reativo (FNR) e Torta de Filtro (TF), em adição um tratamento sem aplicação da fosfatagem. Aos 518 dias após o plantio (DAP) foram avaliados a produção de matéria seca da parte aérea, a produtividade de colmos (TCH) e de pol por hectare (TPH). Adicionalmente realizou-se em 10 amostras de colmo a avaliação das variáveis tecnológicas: sólidos solúveis (°Brix), a percentagem de sacarose aparente no caldo (Pol), fibra, a percentagem de sacarose no colmo (PC) e o açúcar teórico recuperável (ATR). As fontes de fósforo não influenciaram na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), na produtividade de colmos e nos atributos tecnológicos da cana-de-açúcar, havendo efeito apenas das doses. A fosfatagem promoveu aumento de 16 e 10 t ha⁻¹ de MSPA e de TCH, respectivamente, em relação a realização de apenas a adubação de plantio.

Termos de indexação: *Saccharum* spp., fontes de fósforo, TCH.

INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) se destaca como a mais importante atividade agroeconômica voltada à produção de açúcar, etanol e energia elétrica no Brasil. Em virtude da crescente demanda por combustíveis e energia renovável, o etanol da cana-de-açúcar é considerado como uma fonte alternativa aos combustíveis fósseis (BÖRJESSON, 2009), bem

como o potencial aproveitamento de sua biomassa para produção de energia elétrica evidencia a importância, desta cultura, na matriz energética nacional.

Em comparação a outros macronutrientes, o fósforo é requerido em menor quantidade pela planta, porém as adubações são elevadas, pelas características apresentadas por diferentes tipos de solo, que fazem com que a maior parte do P adicionado se torne indisponível à planta (BASTOS et al., 2008). Dessa forma, a adubação fosfatada passa a ser imprescindível para a obtenção de produções satisfatórias das culturas.

Dentre os processos metabólicos que o fósforo participa pode-se destacar: aumento da produção de colmos; atuando no desenvolvimento das raízes e nas características industriais, como percentagem aparente de sacarose contida no caldo da cana (pol%), pureza de caldo e clarificação (MKHABELA & WARMAN, 2005; SIMÕES NETO et al., 2009).

Assim, neste trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da fosfatagem com fontes de solubilidade variada e diferentes doses, na produção de massa seca da parte aérea, na produtividade de colmos e nas variáveis agroindustriais da cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em condições de campo na Zona da Mata do Estado de Pernambuco durante a safra agrícola de 2013/2014 (cana planta de ano e meio). O experimento foi implantado na área agrícola da Usina Cucaú, situado no município de Ribeirão, PE, na latitude de 08° 30' 24" S e longitude de 35° 22' 52" W. De acordo com o sistema Köppen, o clima dominante na região é o Tropical As', tropical chuvoso com verão seco. Durante a condução do experimento a precipitação acumulada foi de 2.667,0 mm. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO AMARELO distrófico, com textura franco-argilosa.

Após a aplicação e incorporação dos corretivos de solo, foram aplicados os tratamentos os quais consistiram de: Superfosfato Triplo (ST); Fosfato Natural Reativo (FNR - 'Gafsa: 30 % do P total solúvel em ácido cítrico) e Torta de Filtro *inatura* (TF: 42 % de umidade), calculados para atender as



doses 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicadas em área total e incorporadas com grade leve a 0,10 m de profundidade, bem como um tratamento controle sem a realização da fosfatagem. A torta de filtro foi caracterizada sendo determinados os valores de 12,5; 36,9; 2,40; 186,0 g kg⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O e Matéria Orgânica, respectivamente.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, utilizando o esquema fatorial de (3 x 4) + 1, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 6 linhas de cana-de-açúcar com 20 m de comprimento (120 m²), espaçadas a 1,0 m entre si. Para a área útil das parcelas, foi considerada as 4 linhas centrais com 18 m de comprimento. A variedade utilizada foi a RB867515.

Após o plantio foi realizada a adubação de plantio, sendo aplicados 25 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fosfato monoamônio (MAP). Aos 90 DAP realizou-se a adubação de cobertura, no qual foram aplicados 35 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Para quantificar a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) da cana-de-açúcar foi realizada amostragem do material vegetal aos 518 DAP na parte central da segunda linha de plantio das parcelas, coletando-se toda a parte aérea e contando o número de plantas em 01 metro de comprimento. As amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório.

No laboratório, foram retiradas subamostras dos ponteiros, folhas e colmos, no qual foram pesadas em balança analítica (precisão de 0,01 g) e secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente novamente pesadas para determinação da umidade do material. De posse do número de plantas e da massa seca de cada compartimento da parte aérea, calculou-se a produção de matéria seca da parte aérea (kg ha⁻¹), tomando como base o espaçamento de 1 m entre as linhas de plantio.

No mesmo período foi realizado a queima do experimento para eliminar a palha e facilitar a identificação das parcelas e o corte da cana-de-açúcar. Para quantificar a produtividade de colmos, foi realizada a colheita e desponte das plantas contidas na área útil das parcelas experimentais (72 m²). Posteriormente, ainda no campo os colmos foram pesados com auxílio de dinamômetro PR30-3000, com precisão de 50kg, (Líder, Araçatuba, SP), no qual se determinou a produtividade em tonelada de colmo por hectare (TCH).

Em seguida, foram tomados aleatoriamente 10 colmos e enviados ao laboratório da Usina Cucaú

S/A, no município de Rio Formoso – PE, para avaliação das variáveis agroindustriais. No caldo determinou-se: a sólidos solúveis totais (°Brix), percentagem de sacarose aparente no caldo (POL). No colmo foi determinado: açúcar teórico recuperável (ATR), percentagem de fibra, sacarose no colmo (PC). A produtividade de açúcar ou tonelada de Pol por hectare (TPH) foi estimada pela equação: TPH = TCH x PC/100, conforme Lima Neto et al. (2013).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) utilizando o delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial (3x4) +1, ao nível de 5 % de significância pelo teste F. Nas variáveis qualitativas cujos efeitos principais e/ou interação foram significativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey (p ≤ 0,05). Nas variáveis quantitativa (doses) cujos efeitos principais e/ou interação foram significativos foram ajustados a modelos polinomiais de primeira e segunda ordem. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de MSPA e o TCH não foram influenciadas pela interação entre as fontes e doses de P, sendo observado apenas efeito das doses utilizadas na fosfatagem (Tabela 1). Para o TPH, não verificou-se efeito da fosfatagem na produtividade de açúcar (Tabela 1).

Houve aumento na produção de MSPA e no TCH independente da fonte de P utilizada na fosfatagem, no qual se observou ajuste ao modelo quadrático obtendo nas doses de 155 e 251 kg ha⁻¹ de P₂O₅ as maiores produções, com valores de 79 e 127 t ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). A prática da fosfatagem promoveu incremento de 16 e 10 t ha⁻¹ de MSPA e de TCH, respectivamente, em relação a realização apenas da adubação de plantio, que produziu 63 e 117 Mg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1).

Os atributos tecnológicos da cana-de-açúcar não foram influenciados pela fosfatagem no ciclo de cana planta (Tabela 2). Como os teores de P na Folha +1 não apresentaram diferença pela fosfatagem, em virtude da adubação de plantio, a nutrição de P da planta já estaria adequada, o que justifica não haver incrementos na qualidade do caldo e no ganho de açúcar com o aumento da disponibilidade de P fora da linha de plantio.

Resultados encontrados por Santos et al. (2011), demonstram a importância do P para o incremento da qualidade do caldo e na concentração de açúcar no colmo da cana planta adubada com P, uma vez



que os autores verificaram aumento do °Brix, ATR e PC com a maior oferta de P pela adubação fosfatada de plantio.

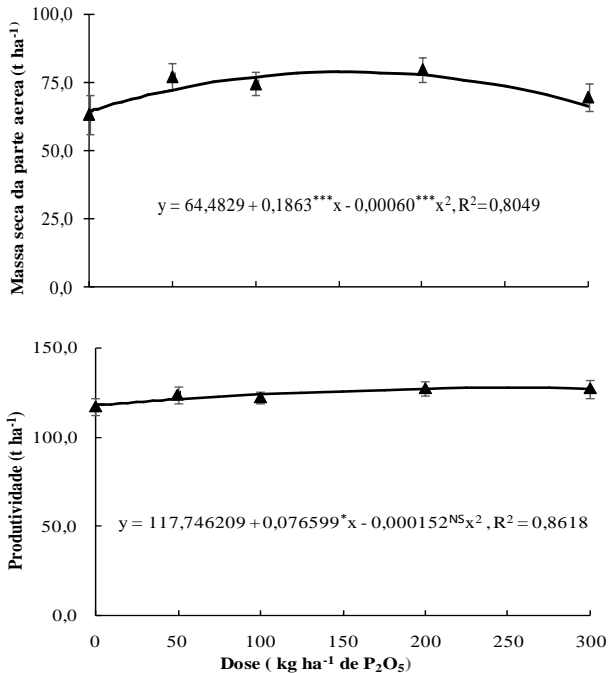


Figura 1. Matéria seca da parte aérea (MSPA) e produtividade de colmos (TCH), em relação a fosfatagem, aos 518 DAP. Barras na vertical demonstram o intervalo de confiança a $p \leq 0,05$.

Com relação aos atributos do caldo, os valores encontrados no presente estudo encontram-se na faixa dos valores mínimos desejáveis para °Brix e Pol descritos em Rodrigues (1995), que são da ordem de 18 e 14,4%, respectivamente. Oliveira et al. (2011) verificaram em cana planta sob o sistema de produção irrigado e de sequeiro valores de °Brix e Pol para a variedade RB867515 foram superiores aos observados.

Para os atributos do colmo, os teores de fibra foram superiores ao limite superior da faixa indicada por Oliveira et al. (2009). Os altos teores de fibra dificultam a extração de caldo nas moendas, reduzindo sua eficiência (MARQUES et al., 2008), além de possuir uma relação negativa com o teor de açúcar (BARBOSA et al., 2007).

Os resultados de ATR, foram baixos quando comparados com os resultados de Oliveira et al. (2011) na mesma variedade cultivada em Argissolo Amarelo distrófico, o qual apresentou valor de ATR de 151 kg Mg⁻¹. No entanto, segundo Simões Neto (2009) os valores de ATR estão de acordo com o padrão para o estado de Pernambuco, que possui valores médios de 119 kg ton⁻¹.

CONCLUSÕES

As fontes de P não apresentaram diferença na produção de biomassa e nos atributos de produtividade da cana planta, o que possibilita a utilização dos três fertilizantes para a prática da fosfatagem.

A dose de 155 kg ha⁻¹ de P₂O₅ é ideal quando se quer obter uma maior produção de biomassa da parte aérea. Enquanto que a dose de 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅ é ideal quando se deseja obter uma maior produtividade de colmos de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I.; MACÊDO, G. A. R.; PAES, J. M. V. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 20-24, 2007.

BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.2, p.136-142, 2008.

BÖRJESSON, P. Good or bad bioethanol from a greenhouse gas perspective –what determines this? Appl. Ener. 86: 589–594, 2009.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

LIMA NETO, J. F. et al. Avaliação agroindustrial e parâmetros genéticos de clones UFRPE de cana-de-açúcar no litoral norte de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, v 18, n.1, p. 8-13, 2013.

MARQUES, M. O.; MACIEL, B. F.; FIGUEIREDO, I. C.; MARQUES, T. A. Considerações sobre a qualidade da matéria-prima. In: MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R., TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. Tecnologias na agroindústria canavieira. Jaboticabal: FUNEP, p. 9-16. 2008.

MKHABELA, M.S.; WARMAN, P.R. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. Agric. Ecosys. Environ. 106, 57–67. 2005.

OLIVEIRA, E. L. DE et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. Pesquisa Agropecuária Brasileira. V, 44, n. 11, p. 1398-1403, 2009.

OLIVEIRA, E. L. DE et al. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnolôgica de cana-de-açúcar



submetida a diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v, 46, n. 06, p. 617-625, 2011.

RODRIGUES, J. D. Fisiologia da cana-de-açúcar. Botucatu: Instituto de Biociências. 69p. 1995.

SANTOS, E. L. DE et al. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v, 15, n. 05, p. 443-449, 2011.

SIMÕES NETO, D.E.; OLIVEIRA, A.C.; FREIRE, F.J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C.W.A.; ROCHA, A.T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v.13, p.840-848, 2009.

Tabela 1. Matéria seca da parte aérea (MSPA), produtividade de colmos (TCH) e tonelada de Pol por hectare (TPH), em relação a fosfatagem com fontes de solubilidade variada, aos 518 DAP.

DOSES	MSPA			TCH			TPH		
	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF
----- t ha ⁻¹ -----									
0	63,4	63,4	63,4	116,8	116,8	116,8	13,9	13,9	13,9
50	77,3	72,2	77,3	125,9	124,6	120,4	15,8	14,8	15,7
100	63,4	82,7	78,0	123,2	123,3	119,8	15,3	15,5	14,3
200	86,6	84,8	68,4	126,6	126,5	128,7	16,5	15,1	15,9
300	71,6	83,5	62,8	122,2	131,5	127,4	15,2	15,6	15,9
F Fonte	15,203 ^{NS}			0,221 ^{NS}			0,251 ^{NS}		
F Dose	9,638 ^{**}			2,225 [*]			2,414 ^{NS}		
F Fonte x Dose	2,604 ^{NS}			0,308 ^{NS}			0,401 ^{NS}		
C.V	14,68			8,05			11,14		

^{NS} não significativo; *, ** significativo a 10 e 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. FNR: Fosfato natural reativo, ST: Superfosfato triplo e TF: Torta de filtro.

Tabela 2. Atributos tecnológicos da cana-de-açúcar, em relação a fosfatagem com fontes de solubilidade variada, aos 518 DAP.

DOSES	Atributos do Caldo						Atributos do colmo								
	POL (%)			°Brix (%)			Teor de Fibra (%)			Sacarose do colmo (%)			ATR		
	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF	FNR	ST	TF
----- % -----															
0	14,9	14,9	14,9	19,7	19,7	19,7	15,0	15,0	15,0	12,0	12,0	12,0	124,2	124,2	124,2
50	15,5	15,3	15,0	18,7	19,2	19,4	14,5	16,5	15,0	12,5	11,9	11,9	126,4	118,3	131,0
100	14,4	15,7	14,9	18,2	19,1	19,3	14,3	15,2	15,0	12,5	12,5	12,5	126,8	126,5	124,6
200	16,3	14,3	14,3	19,6	18,8	17,4	14,7	15,4	15,0	13,0	11,9	12,4	131,4	118,3	123,7
300	15,6	13,8	15,1	18,9	17,4	18,8	14,9	15,3	14,4	12,5	11,8	11,8	125,7	120,3	127,0
MEDIA	15,3	14,8	14,8	19,0	18,8	18,9	14,7	15,5	14,8	12,5	12,0	12,4	126,9	121,5	126,1
F Fonte	0,611 ^{NS}			0,090 ^{NS}			3,199 ^{NS}			1,060 ^{NS}			2,107 ^{NS}		
F Dose	0,116 ^{NS}			1,491 ^{NS}			0,200 ^{NS}			0,475 ^{NS}			0,084 ^{NS}		
F Fonte x Dose	0,758 ^{NS}			1,112 ^{NS}			0,784 ^{NS}			0,576 ^{NS}			0,712 ^{NS}		
C.V	11,8			7,68			7,11			8,45			7,14		

POL: porcentagem de sacarose aparente no caldo; °Brix: Sólidos solúveis totais; PC: Sacarose no colmo; ATR: Açúcar teórico recuperável.