

MODOS DE APLICAÇÃO E DOSES DE FÓSFORO EM CANA-DE-AÇÚCAR FORRAGEIRA CULTIVADA EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

GUSTAVO CAIONE¹, MATHEUS THIAGO RAMOS TEIXEIRA², ANDERSON LANGE³,
AMILTON FERREIRA DA SILVA¹ E FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES⁴

Recebido em 14.05.2010 e aceito em 17.05.2011

¹ Engenheiro agrônomo, Mestrando em Agronomia (Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Ilha Solteira, Avenida Brasil, Centro, 56, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000, e-mail: agcaione@hotmail.com; amilton@agronomo.eng.br

² Engenheiro agrônomo, Comunidade Novo Horizonte - Zona Rural, Rodovia MT 208, km 141, Alta Floresta, MT, CEP 78580-000, e-mail: matheus_thiagojr@hotmail.com

³ Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop, Rua Alexandre Ferronato, 1200, Distrito Industrial, Sinop, MT, CEP 78550-000, e-mail: paranalange@hotmail.com

⁴ Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos UNESP, Campus de Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000, e-mail: maximino@feis.unesp.br

RESUMO: O fósforo é o nutriente que mais limita a produção da cana-de-açúcar cultivada em solos altamente intemperizados, o que torna o estudo sobre doses e formas de aplicação desse nutriente muito importante nessas condições. Nesse sentido, conduziu-se um experimento no município de Alta Floresta-MT, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, no ano de 2008, com o objetivo de avaliar a eficiência da adubação fosfatada corretiva aplicada a lanço utilizando-se fosfato natural reativo Arad (0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅) associadas à adubação fosfatada de manutenção aplicadas no sulco de plantio utilizando-se superfosfato triplo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na produção de cana-de-açúcar forrageira. A cultivar de cana-de-açúcar forrageira utilizada foi a IAC86-2480. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Foi avaliada a produtividade de material fresco e material seco, número de colmos por metro (m⁻¹), diâmetro de colmos e altura de plantas. Para a produtividade de matéria verde e número de colmos m⁻¹ houve interação significativa entre as doses de adubação fosfatada corretiva e de manutenção e efeito isolado das doses de fósforo de manutenção para altura de plantas. Para massa seca e diâmetro de colmos não houve influência da adubação fosfatada. A associação de doses elevadas em área total com doses elevadas no sulco de plantio não proporcionou aumentos expressivos de produtividades na cana-planta, podendo-se então nesse caso, optar por doses de 143 a 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em uma única forma de aplicação. Ambas as formas de aplicação de fósforo proporcionaram produtividades semelhantes, assim, a aplicação no sulco de plantio é mais viável, por ser menos onerosa.

Termos para indexação: *Saccharum* spp., adubação fosfatada, produtividade.

METHODS OF APPLICATION AND RATES OF PHOSPHORUS IN SUGAR CANE FORAGE CULTIVATED IN REDDISH-YELLOW OXISOL

ABSTRACT: Phosphorus is the nutrient that most limits the production of sugar cane grown in highly weathered soils, which makes the study of doses and ways of implementing this very important nutrient in these conditions. Therefore, we conducted an experiment in the city of Alta Floresta-MT, in Reddish-Yellow Oxisol in 2008 with the aim of evaluating the efficiency of phosphorus applied to corrective broadcast using phosphate Arad reactive (0, 90, 180 and 270 kg ha⁻¹ P₂O₅) associated with the of phosphorus maintenance applied at furrow planting using triple superphosphate (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ P₂O₅) in the production of sugar cane forage. The variety of sugar cane used was the forage IAC86-2480. The experiment was a randomized block split plot with three

replications. It was evaluated the productivity of fresh and dried material, stalk number per meter (m^{-1}), stalk diameter and plant height. For the productivity of green matter and stalk number m^{-1} there was significant interaction between rates of phosphorus corrective and maintenance. There was no influence of phosphorus fertilization for dry mass and stalk diameter. The combination of high rates in total area with high rates at furrow planting did not produce significant increases in productivity in plant-cane, and can choose to rates of 143 to 170 $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ in a single application form. Both forms of phosphorus application provided similar productivity, thus, the application at furrow planting is more viable because it is less costly.

Index terms: *Saccharum* spp., phosphate fertilization, productivity.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, produzindo cerca de 625 milhões de toneladas na safra 2010/2011, com produtividade média de 77,8 $t\ ha^{-1}$ (CONAB, 2011). Estima-se que 10% da área cultivada com cana-de-açúcar seja destinada à alimentação animal, com uma produtividade média anual de 110 $t\ ha^{-1}$ de forragem, o que corresponde a uma produção em torno de 60 milhões de toneladas de massa verde (Landell et al., 1999; Landell et al., 2002; Andrade et al., 2003).

No estado de Mato Grosso, a maior importância da cultura é para a indústria sucroalcooleira, sobretudo no sul do estado. No entanto, no norte do estado, a produção de cana é basicamente para alimentação animal, sob a forma de forragem, sendo utilizada na estação seca, período em que as pastagens apresentam quantidade insuficiente de forragem para o consumo animal. Nesta região, as pastagens se encontram com vários anos de cultivo, e assim, a estação seca torna-se ainda mais agravante, necessitando desta forma, de um período de descanso das pastagens.

Neste contexto, há uma crescente demanda pelo plantio da cana-de-açúcar que se apresenta como uma excelente alternativa, pois possui características como: período de corte coincide com período de seca, produtividade elevada de massa verde e matéria seca, fácil cultivo e manutenção do seu valor nutricional durante longo tempo (Andrade, 1995; Faria et al., 1998; Magalhães et al., 2000). No entanto, ainda há poucas informações nesta região sobre o manejo da adubação, principalmente do fósforo (P), que é o nutriente que mais limita o desenvolvimento e longevidade da cultura. Além disso, em solos altamente intemperizados, como os Latossolos, existe uma elevada adsorção de P pelo solo, tornando-o pouco disponível às plantas.

Na cana-de-açúcar, o P desempenha função-chave no metabolismo, particularmente na formação de proteínas, no processo de divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia, desdobramento de açúcares, respiração e fornecimento de energia a partir do ATP e formação de sacarose (Korndörfer, 2004). O fornecimento em quantidade adequada de P favorece também o enraizamento, perfilhamento e absorção dos demais nutrientes (Lopes, 1989).

A eficiência da adubação fosfatada é influenciada por vários fatores como, tipo de solo, fonte, forma de aplicação, dose, entre outros. Assim, o manejo da adubação deve favorecer a absorção e diminuir os processos de fixação pelo solo e, conseqüentemente, aumentar o

aproveitamento do P pelas plantas (Novais & Smyth, 1999). A dissolução dos fosfatos naturais depende da superfície de contato com o solo, sendo aumentada com a aplicação em área total seguido de incorporação (Sousa & Lobato, 2003; Horowitz & Meurer, 2004), o que, não necessariamente, implica em aumento na eficiência da adubação (Novais & Smyth, 1999). No caso dos fosfatos solúveis, a recomendação é que este seja aplicado no sulco de plantio, de forma localizada (Prado et al., 2001), havendo assim, maior contato e proximidade com o sistema radicular das plantas, facilitando o processo de absorção. 3

As doses de P aplicadas nas adubações são bem maiores que as quantidades exportadas, já que normalmente a utilização de P pela cana é de 10 a 15% da quantidade total do fertilizante aplicado (Tomaz, 2009). Em solos tropicais, os principais fatores responsáveis por essa baixa eficiência da adubação com P é o alto teor de óxidos de ferro e alumínio, que promovem a fixação do elemento (Rossetto et al., 2008). Dessa forma, alguns autores (Vitti & Mazza, 2002; Rossetto et al., 2008) recomendam que a melhor forma de aplicação de P em cana-de-açúcar é em área total, onde o P melhor distribuído na área, contribui para o enraizamento, aumentando assim, o volume de solo explorado.

De forma geral, a eficiência da adubação fosfatada é baixa. Diante disso, Lana et al. (2004) ressaltam que há necessidade de novos métodos de adubação fosfatada no que diz respeito a fontes, épocas de aplicação e localização do adubo. Miranda & Miranda (2003) citam que a combinação apropriada das adubações corretiva em área total e de manutenção no sulco de plantio, assume grande importância para promover aumento de produtividade.

Devido à importância do P para o desenvolvimento, produtividade e longevidade da cultura da cana-de-açúcar e sua alta taxa de fixação nos solos tropicais, torna-se pertinente o estudo de níveis e formas de aplicação desse elemento, em especial, em áreas pouco tradicionais no cultivo dessa cultura. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de doses de adubação corretiva e de manutenção com P, no desenvolvimento e na produtividade da cana-de-açúcar em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Alta Floresta-MT (9°59'03"S e 56°07'47"W), a uma altitude de aproximadamente 270 m, em uma área de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). O clima predominante é do tipo AWI, clima tropical chuvoso com nítida estação seca, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação média dos últimos 10 anos foi de 2.400 mm (Alta Floresta, 2009). As propriedades químicas e físicas (textura) do solo (Tabela 1) foram determinadas antes da instalação do experimento (EMBRAPA, 1997). Pelos resultados da análise do solo não houve necessidade de efetuar a calagem, pois segundo Sousa & Lobato (2004), a saturação por bases recomendada para a cana-de-açúcar é de 50%. O clima predominante é do tipo AWI, clima

tropical chuvoso com nítida estação seca, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação média dos últimos 10 anos foi de 2.400 mm (Alta Floresta, 2009). As propriedades químicas e físicas (textura) do solo (Tabela 1) foram determinadas antes da instalação do experimento (EMBRAPA, 1997). Pelos resultados da análise do solo não houve necessidade de efetuar a calagem, pois segundo Sousa & Lobato (2004), a saturação por bases recomendada para a cana-de-açúcar é de 50%.

TABELA 1. Atributos químicos e análise granulométrica do solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Prof. (m)	M.O. g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P _{-Mehlich} mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al cmol _c dm ⁻³	CTC	V %	Areia	Silte	Argila
0,0-0,2	13,5	4,2	0,2	0,3	1,0	0,5	1,8	3,6	50	496	75	429
0,2-0,4	10,2	4,1	-	0,2	0,7	0,6	2,0	3,5	43	-	-	-

Método da EMBRAPA de análise de solo; Prof.: Profundidade.

O experimento foi instalado na primeira quinzena de fevereiro de 2008. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. As quatro parcelas principais apresentavam 7,0 m de largura e 35,0 m de comprimento, subdivididas em cinco subparcelas de 7,0 x 7,0 m. Cada subparcela foi constituída por cinco linhas, espaçadas de 1,40 m. A área útil das subparcelas foi constituída pelas três linhas centrais, deixando 1,40 m de bordadura em cada extremidade.

Nas parcelas principais (adubação corretiva), foram aplicadas a lanço, em área total as seguintes doses de P: 0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em seguida, foram efetuadas duas arações e uma gradagem niveladora, incorporando o adubo fosfatado à aproximadamente 0,25 m de profundidade. Foi utilizado como fonte de P o fosfato natural reativo de Arad (33% de P₂O₅ total e 10,4% de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%).

Nas subparcelas (adubação de manutenção) foram aplicadas as seguintes doses de P no sulco de plantio (aproximadamente 0,20 m de profundidade): 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte de P o superfosfato triplo (46% de P₂O₅ total e 42% de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%). A quantidade aplicada de cada fonte foi calculada com base no teor de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%.

A adubação potássica foi realizada igualmente em todas as parcelas, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio (58% de K₂O) na dose de 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Em seguida, foi realizada a distribuição das mudas (variedade IAC86-2480), colocando-se aproximadamente 23 gemas viáveis por metro de sulco. Na mesma ocasião, aplicou-se inseticida para o controle de pragas de solo e em seguida foi realizada a cobertura das mudas, com aproximadamente 8 cm de solo.

A adubação em cobertura foi realizada, aos 60 dias após o plantio (DAP), na dose de 30 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, aplicados em superfície, igualmente em todas as parcelas, de acordo com Sousa & Lobato (2004).

A colheita da cana-de-açúcar (colmos + folhas) e as respectivas avaliações de produtividade de matéria verde e matéria seca, altura de planta, número de colmos m^{-1} e diâmetro de colmo, foram realizadas aos 270 DAP. Para isto, foram contados os colmos na área útil da parcela, determinando-se o número de colmos m^{-1} . Em seguida, cortou-se manualmente, 20 colmos + folhas, ao acaso, os quais foram pesados. E, com base no número de colmos na área útil da parcela e massa de 20 colmos + folhas, calculou-se a produtividade de massa verde. Foram medidos, seis colmos por parcela, com auxílio de um paquímetro, sendo uma medição na base, uma na parte mediana e outra no ponteiro de cada colmo, obtendo-se o diâmetro médio por média aritmética. A altura média de plantas foi obtida em seis plantas, medindo-se do colo da planta até o nó de inserção da última folha. Após estas determinações o material foi triturado e levado para estufa a 60° C até peso constante, por aproximadamente 72 horas, para então, se determinar a massa da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os resultados, cujas médias apresentaram diferenças significativas, foram submetidos à análise de regressão polinomial ($P < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes à produtividade de massa verde, altura de plantas, número de colmos m^{-1} , diâmetro de colmos e massa de matéria seca.

Observou-se significância para matéria verde, número de colmos m^{-1} e altura de plantas. Foi observada interação significativa entre doses de P na adubação de manutenção (sulco) e adubação corretiva (área total), para matéria verde e número de colmos m^{-1} , e efeito isolado das doses de P, na adubação de manutenção, para altura de plantas. Para as demais variáveis, diâmetro de colmos e massa de matéria seca, não foram observadas diferenças significativas em função dos tratamentos.

Para a produtividade de matéria verde, observa-se que as doses de P de manutenção, apenas causaram efeito significativo quando não se realizou a adubação corretiva, apresentando um comportamento quadrático, atingindo a produtividade máxima estimada pela análise de regressão de 82,19 t, necessitando, para isso, de 143 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (Figura 1A).

Para o efeito das doses de P corretiva, verificou-se significância com a dose de 150 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 de manutenção e na ausência da adubação de manutenção (Figura 1B). Quando se aplicou 150 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 no sulco de plantio, as doses aplicadas em área total, causaram comportamento linear para produtividade de massa verde. Contudo, este aumento linear não foi tão expressivo até as maiores doses aplicadas, já que, ao se observar a dose de 270 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (corretiva) associada com a dose de 150 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (manutenção) a produtividade proporcionada foi de 92,2 t, conforme visto na equação linear (Figura 1B). Na ausência da aplicação de P no sulco de plantio, as doses aplicadas em área total causaram comportamento quadrático, atingindo a produtividade

máxima estimada de 90,96 t, indicando que para isto seriam necessários 163 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados em área total.

TABELA 2. Médias de produtividade de matéria verde (MV), altura de plantas (AP), número de colmos m⁻¹ (NC), diâmetro de colmos (DC) e massa de matéria seca (MS), em função da aplicação de doses de P em adubação corretiva (C) e de manutenção (M) na cultura da cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Alta Floresta (MT).

Aplicação a lanço (C)	MV	AP	NC	DC	MS
Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	— t ha ⁻¹ —	— m —	- Unidade m ⁻¹ -	— cm —	— t ha ⁻¹ —
0	71,84	1,24	12,49	2,40	19,12
90	81,60	1,38	13,75	2,46	21,50
180	83,40	1,39	14,15	2,36	21,14
270	80,97	1,38	13,75	2,38	19,62
CV	16,10	13,01	15,53	2,81	17,78
Aplicação no sulco (M)					
Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)					
0	75,01	1,23	13,38	2,38	19,41
50	80,68	1,36	13,16	2,48	20,28
100	77,07	1,39	12,91	2,39	19,73
150	83,23	1,40	14,33	2,38	21,80
200	81,25	1,37	13,87	2,38	20,49
CV	11,47	7,38	10,94	5,13	16,19
	Valor de F				
M	1,60 ^{NS}	5,90**	1,77 ^{NS}	1,43 ^{NS}	0,94 ^{NS}
C	2,46 ^{NS}	2,59 ^{NS}	1,76 ^{NS}	7,19 ^{NS}	1,53 ^{NS}
M x C	3,52**	1,95 ^{NS}	2,19 *	0,88 ^{NS}	1,11 ^{NS}

Obs.: **, * e NS; significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Ao observar o efeito das doses de P aplicadas em área total na ausência da aplicação de P no sulco de plantio, bem como a aplicação das doses de P no sulco com a ausência de P em área total, verifica-se uma semelhança na produtividade proporcionada (Figuras 1A e B). Observa-se também na figura 1 B, que o efeito da dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicada no sulco de plantio (manutenção), com as doses aplicadas em área total (corretiva), não proporcionou um incremento expressivo, conforme esperado, possivelmente devido ao baixo índice pluviométrico, no início do desenvolvimento da cultura. Diante disso, pode-se optar por ambas as formas de aplicação de P, devendo-se escolher a alternativa menos onerosa. Assim, a adubação apenas no sulco de plantio torna-se mais viável, podendo dispensar nesse caso, a adubação a lanço em área total.

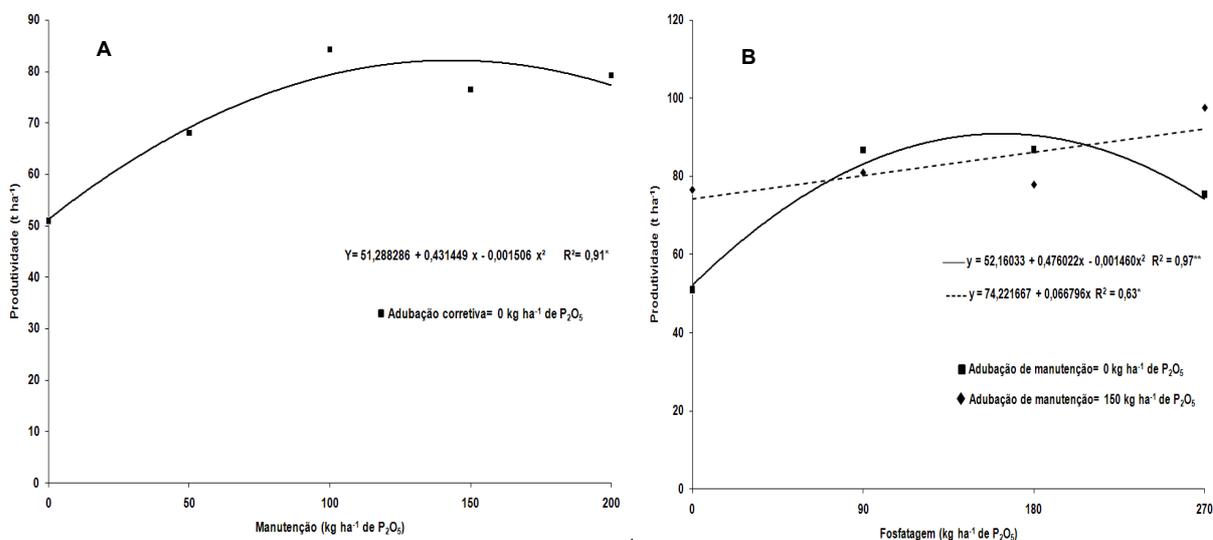


FIGURA 1. (A) Produtividade de matéria verde (t ha⁻¹) da cultura da cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Alta Floresta (MT), em função de doses de adubação fosfatada de manutenção aplicadas no sulco de plantio na ausência da fosfatagem corretiva. (B) Produtividade de matéria verde (t ha⁻¹) em função de doses de adubação fosfatada corretiva aplicadas a lanço e de manutenção (0 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) aplicadas no sulco de plantio na cultura da cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Alta Floresta (MT).

Em estudo realizado por Caione et al. (2011) com esta mesma variedade de cana (IAC86-2480) plantada no início da estação chuvosa nessa mesma região, avaliando o efeito de fontes de P aplicadas no sulco de plantio, na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtiveram produtividade média de 160 t de forragem, sendo bem superior a encontrada no presente trabalho. Maior produtividade também foi obtida por Silva (2007), quando estudou o efeito de seis doses de P aplicadas no sulco de plantio (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅), tendo como fonte o superfosfato triplo, em duas variedades de cana (RB86-7515 e RB92-579), e obteve resultados médios de 103,5 t aos 310 DAP, sendo que as doses intermediárias proporcionaram maiores produtividades. Diante disso, esta variação de produtividade observada entre os trabalhos, pode ser atribuída a outros fatores, principalmente, pluviosidade e possivelmente outros fatores não controlados, que são inerentes a cada situação (qualidade da muda, entre outros).

Morelli et. al. (1991) avaliando o efeito de doses de termofosfato aplicadas a lanço e no sulco de plantio da cana-de-açúcar, em um solo arenoso de baixa fertilidade, verificaram que a aplicação a lanço resultou em maiores produtividades, confirmando que em solos arenosos a aplicação de P em área total é favorecida, devido haver menor fixação que em solos argilosos. Tomaz (2009) avaliando doses, fontes e formas de aplicação de P na cultura da cana-de-açúcar, verificou não haver diferença significativa entre a adubação fosfatada em área total e a adubação no sulco de plantio. Sendo assim, o mais recomendado seria a adubação no sulco de plantio, pois elimina o custo de operação para efetuar a fosfatagem, bem como o investimento com a aquisição do adubo fosfatado

no processo de plantio da cana-de-açúcar, corroborando com os resultados obtidos nesse experimento.

Para o número de colmos m^{-1} observou-se efeito significativo das doses de P aplicadas em área total associadas com a dose de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 e na ausência da aplicação de P no sulco de plantio (Figura 2 A). Na ausência da aplicação de P no sulco de plantio, as doses aplicadas em área total, causaram comportamento quadrático, indicando que seriam necessários 170 kg ha^{-1} de P_2O_5 aplicados em área total para promover $14,83 \text{ colmos m}^{-1}$. Quando se aplicou 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 no sulco de plantio, as doses aplicadas em área total causaram comportamento linear. Observa-se então, que o número de colmos m^{-1} é o componente de produção que mais se relaciona com a produtividade, onde a significância foi verificada nos mesmos tratamentos para ambas variáveis. Para o efeito das doses de P como adubação de manutenção dentro das doses de P como adubação corretiva não foi observado significância. Outros autores encontraram valores semelhantes aos obtidos nesse experimento (Landell et al., 2002; Leite, 2007; Caione et al., 2011). Segundo Moura et al. (2005), o número de perfilhos é afetado pela adubação e disponibilidade de água. Esses autores obtiveram aumento no número de perfilhos de 7,8 para 8,6 com a variedade SP79-1011 em cana sob irrigação.

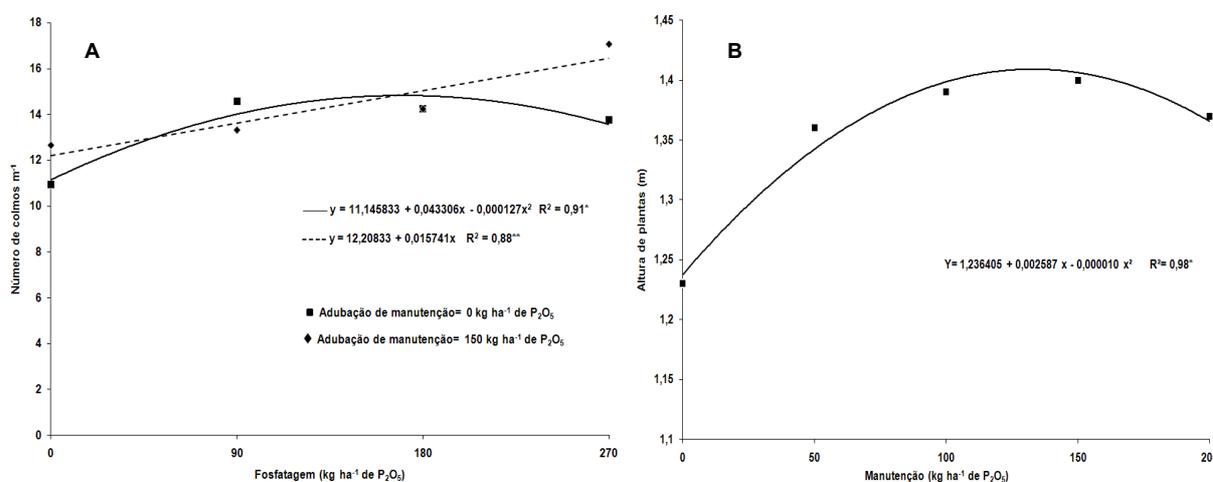


FIGURA 2. (A) Número de colmos m^{-1} em função de doses de adubação fosfatada corretiva aplicadas a lanço e de manutenção (0 e 150 kg ha^{-1} de P_2O_5) aplicadas no sulco de plantio na cultura da cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Alta Floresta (MT). (B) Altura de plantas em função de doses de adubação fosfatada de manutenção aplicadas no sulco de plantio na cultura da cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Alta Floresta (MT).

O efeito isolado da adubação fosfatada de manutenção para a altura de plantas proporcionou comportamento quadrático, atingindo assim, a altura de plantas máxima estimada de $1,40 \text{ m}$, sendo necessários para isto, 129 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figura 2B). Segundo Landell et al. (2002) o

valor médio descrito para a variedade IAC86-2480 é de 2,22 m, superior ao encontrado no presente trabalho. Caione et al. (2011) verificaram altura média de plantas de 2,15 m para essa variedade. A baixa produtividade e altura de plantas observada no presente trabalho pode ter sido causada por baixa pluviosidade, já que o plantio foi realizado tardiamente, e assim, a cultura recebeu poucas chuvas no período inicial de desenvolvimento.

Em relação ao diâmetro de colmos, não foram observadas diferenças significativas para as doses e formas de aplicação de P (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos em estudo realizado por Alvarez & Castro (1999) e Oliveira et al. (2004), encontrando valores médios de diâmetro de colmos entre 2,3 - 2,5 cm.

A massa de matéria seca não foi influenciada pelas doses e formas de aplicação de P, a lanço ou no sulco (Tabela 2). Freitas et al. (2006) encontrou resultados semelhantes com a variedade IAC86-2480, que foi de 20,1 t ha⁻¹ de massa seca. E, segundo Korndörfer & Melo (2009), em experimento com a cultivar SP71-1406, não houve diferença significativa para massa seca da parte aérea, avaliando diferentes fontes de P na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, atingindo valores médios de 40 t ha⁻¹ quando se aplicou superfosfato triplo.

CONCLUSÃO

As formas de aplicação de fósforo proporcionaram produtividades semelhantes, sendo nesse caso, a aplicação no sulco de plantio mais viável, por ser menos onerosa;

As associações de doses elevadas de fósforo em área total com doses elevadas no sulco de plantio não proporcionaram respostas expressivas de produtividade;

A aplicação de doses intermediárias de fósforo em área total ou no sulco de plantio demonstrou ser eficiente para a cana-planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTA FLORESTA. Prefeitura Municipal de Alta Floresta-MT. **Aspectos geográficos**: Disponível em: <http://www.altafloresta.mt.gov.br/geografia/>. Acesso em 17 jun. 2009.

ANDRADE, N.O. **Cana como volumoso para bovinos**. Campinas: CATI, 1995. (Boletim técnico CATI, 203).

ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para a alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, n.4, p.225-238, 2003.

ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R.C. Crescimento da parte aérea da cana crua e queimada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1069-1079, 1999 (Suplemento).

CAIONE, G.; LANGE, A.; BENETT, C.G.S.; FERNANDES, F.M. Fontes de fósforo em variedades de cana-de-açúcar forrageira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p. 66-73, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2010/2011, terceiro levantamento, janeiro/2011.** Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2011. 19p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

FARIA, A.E.L.; OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; KRONKA, S.N.; MORAES, A.C.; AMARAL, C.M.C.; LANÇANOVA, J.A.C. Avaliação da cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [1998]. CD-ROM.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: Sistema de análise de variância.** Versão 4.6. Lavras: UFLA/DEX, 2003.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; DETMANN, E.; BARBOSA, M.H.P.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.229-236, 2006.

HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S. (Eds). **Fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba, POTAFOS, 2004. p.665-682.

KORNDÖRFER, G.H.; MELO, S.P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.92-97, 2009.

KORNDÖRFER, G.H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Piracicaba, 2004. **Anais...** São Pedro: POTAFOS, p.291-305, 2003.

LANA, R.M.Q.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; LUZ, J.M.Q.; SILVA, J.C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.525-528, 2004.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M.A.; BIDOIA, M.A.P.; ROSSETTO, R.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B.; KANTHACK, R.A.D.; CAVICHIOLI, J.C.; VASCONCELOS, A.C.M.; XAVIER, M.A. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção de uso na alimentação animal.** Boletim Técnico IAC; n. 193. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002

LANDELL, M.G.A.; ALVAREZ, R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA, M.P.; SILVA, M.A.; PEREIRA, J.C.V. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo Roxo da região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.269-280, 1999.

LEITE, R.L.L. **Cultivares de cana-de-açúcar em solos da região Norte do Estado do Tocantins.** 2007. 64 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins. Araguaína.

LOPES, A.S. **Manual de Fertilidade do Solo.** Trad. e adapt. De soil Fertility manual. Piracicaba: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153p.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J.; MENDES NETO, J.; ZAMPERLINI, B. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas completas para vacas em lactação. I. Produção e composição de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, 2000 CD-ROM.

MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J.C.C. Efeito Residual da Adubação Fosfatada para a Cultura do Arroz em Solo de Cerrado. **Comunicado Técnico 87**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Planaltina, DF, 2003.

MORELLI, J.L.; NELLI, E.J.; BAPTISTELLA, J.R.; DEMATTÊ, J.L.I. Termofosfato na produtividade da cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um solo arenoso de baixa fertilidade. Campinas: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, p.57-61. 1991.

MOURA, M.V.P.S.; FARIAS, C.H.A.; AZEVEDO, C.A.V.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, A.M.; PORDEUS, R.V. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.753-760, 2005.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S.; SILVA, D.K.T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.5, n.1-2, p.87-94, 2004.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; ROQUE, C.G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.83-90, 2001.

ROSSETTO, R.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C.; PRADO JÚNIOR, J.P.Q. Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.271-287.

SILVA, E.T. **Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) influenciadas por doses de fósforo**. 2007. 21f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do Solo e Adubação**. 2. ed. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília (DF), Embrapa-CPA, 2004. 416p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.102, p.1-16, 2003. Encarte técnico.

TOMAZ, H.V.Q. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar**. 2009. 93 f. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba: Potafós, 2002. 16p.

