

Aspectos produtivos do sorgo sacarino em resposta à adubação NPK

Samara Cristiele Barros da Cruz⁽¹⁾; Flávia Cristina dos Santos⁽²⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; Antônio Carlos de Oliveira⁽²⁾; André May⁽²⁾; Manoel Ricardo de Albuquerque Filho⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, MG; samara.cristiele@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; flavia.santos@embrapa.br; alvaro.resende@embrapa.br; antoniocarlos.oliveira@embrapa.br; andre.may@embrapa.br; manoel.ricardo@embrapa.br

RESUMO: O sorgo desponta como uma alternativa para produção de energia limpa. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar aspectos produtivos do sorgo sacarino em resposta à adubação NPK. Foi instalado um experimento na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, nas safras 2011-12 e 2012-13, em Latossolo Vermelho distroférico típico, muito argiloso. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial 3x3x3 +1, envolvendo três doses de N e K₂O (80, 160 e 240 kg ha⁻¹), três doses de P₂O₅ (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e uma testemunha absoluta, sem aplicação dos fertilizantes. Utilizou-se a variedade de sorgo BRS 506. As variáveis avaliadas na colheita foram altura de plantas; massa de caldo; porcentagem de fibra e sólidos solúveis totais (° Brix). Houve diferença significativa dos resultados das variáveis avaliadas do tratamento testemunha absoluta em relação aos com NPK, à exceção da variável porcentagem de fibra. Avaliando os tratamentos do fatorial, houve efeito do K sobre a massa de caldo, da interação NxPxK sobre a porcentagem de fibra e da interação NxK para o Brix. Sendo a massa de caldo uma das principais variáveis para a utilização do sorgo sacarino objetivando a produção de etanol, houve ajuste significativo de equação linear em função das doses de K. A falta de padronização no comportamento da porcentagem de fibra e Brix em resposta à interação NxPxK e NxK, respectivamente, não permitiu ajustar equações de regressão.

Termos de indexação: fertilização, etanol, biocombustível.

INTRODUÇÃO

A produção de energia a partir de fontes limpas e renováveis, como produtos vegetais, tem alcançado destaque e incentivo no mundo todo.

Neste contexto, a cultura do sorgo sacarino assume destaque por ser uma das espécies mais versáteis e eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação,

com possibilidade de cultivo em áreas com as mais diversas condições edafoclimáticas (Ribeiro Filho et al., 2008). O sorgo sacarino caracteriza-se como espécie agrícola rústica, com boa adaptação a estresses ambientais, mas sendo responsivo à aplicação de fertilizantes (Durães, 2011).

Entretanto, há poucos estudos para recomendações de adubação para esta cultura, e, muitas vezes, as recomendações são feitas com base na cultura do milho.

Nutrientes como o N, P e K são os mais requeridos pela planta e estão diretamente relacionados ao aumento de produtividade. Obviamente, a demanda nutricional da planta varia de acordo com seu potencial produtivo, muito relacionado ao material genético, e a oferta de nutrientes à planta depende de condições edafoclimáticas e, muitas vezes, precisa ser completada com bons programas de manejo da adubação.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar aspectos produtivos do sorgo sacarino em resposta à adubação NPK.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido experimento, durante duas safras consecutivas (2011/12 e 2012/13), no Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, sob irrigação. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho distroférico típico, com as seguintes características químicas e física antes da instalação da pesquisa: pH H₂O = 5,8; Al = 0,25; Ca = 3,5; Mg = 0,6; T = 8,7 (cmol_c dm⁻³); P = 7,9; K = 81,6 (mg dm⁻³); V = 49,9%; teor de argila e matéria orgânica = 65,0 e 3,1 (dag kg⁻¹). O solo recebeu 1,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95%), no dia 17/01/2012, a fim de elevar a saturação por bases a 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial 3x3x3 +1, envolvendo três doses de N e K₂O (80, 160 e 240 kg ha⁻¹), três doses de P₂O₅ (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e uma testemunha absoluta, sem aplicação dos

fertilizantes. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,7 m. A parcela útil foi composta pelas quatro linhas centrais de 4 m de comprimento, eliminando-se 0,5 m de bordadura em cada extremidade.

Utilizou-se a cultivar de sorgo BRS 506, desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo e caracterizada por ciclo de 120 dias, prevendo-se um estande de 120.000 plantas por hectare. Na safra 2011/12 o plantio foi realizado em 09/02/12, e em 05/02/13 na safra 2012/13. A adubação de plantio foi composta pelas doses totais dos tratamentos de P mais 30 e 60 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, à exceção da testemunha absoluta. Aplicou-se também a dose de 100 kg ha⁻¹ de FTE BR12 em todas as parcelas. A adubação de cobertura com NK, com o restante das doses propostas nos tratamentos, foi realizada aos 30 dias após o plantio, quando as plantas apresentavam 4 a 6 folhas completamente desenvolvidas. Utilizaram-se as fontes ureia e cloreto de potássio, aplicadas superficialmente e ao lado, à distância de 20 cm, das linhas de plantio. A colheita dos experimentos foi realizada em 31/05/12, na safra 2011/12, e 27/05/13, na safra 2012/13.

As variáveis avaliadas foram altura de plantas na colheita (distância da superfície do solo até a folha bandeira, expressa em metros); massa de caldo (expressa em t ha⁻¹); porcentagem de fibra; sólidos solúveis totais (° Brix).

Para a extração do caldo e avaliação de sua massa, as plantas foram moídas em uma ensiladeira estacionária e homogeneizadas em uma betoneira acoplada ao equipamento de moagem, sendo uma massa, equivalente a 500 g de cada material triturado e homogeneizado, prensada em uma prensa hidráulica HIDRASEME, modelo PHS 250, por 60 segundos com pressão de trabalho de 145 bar pressão sobre a amostra de 250 Kgf cm⁻², resultando em força de prensagem de 45 t. Após prensagem, o caldo foi pesado, sendo o seu Brix medido com refratômetro (Consecana 2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05) conjunta em relação às duas safras para verificar os efeitos dos diferentes fatores. Foram ajustadas equações de regressão para os efeitos significativos. O programa estatístico utilizado foi o SAS 9.3 (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos dados mostrou que, para as variáveis testadas, não houve efeito da safra. Comparando-se a testemunha absoluta com os tratamentos com NPK, observou-se que houve diferença significativa para as variáveis avaliadas, à exceção da porcentagem de fibra. Já considerando os tratamentos NPK do fatorial, não houve efeito significativo sobre a altura de plantas, havendo efeito do K sobre a massa de caldo, da interação NxPxK sobre a porcentagem de fibra e da interação NxK sobre o Brix.

A altura de plantas é uma variável que se

correlaciona com a produtividade de colmos, e, conseqüentemente, com a massa de caldo. Além disso, em plantio do sorgo na entressafra da cana, sua semelhança com o tamanho da planta de cana-de-açúcar permite que a colheita seja realizada com o mesmo maquinário canavieiro, otimizando os custos fixos da usina. Neste trabalho a altura média das plantas foi de 2,74 m. Em pesquisa desenvolvida também na Embrapa Milho e Sorgo por Pereira Filho et al. (2013), com cinco materiais de sorgo sacarino em cinco densidade de plantas, foi obtido o valor de 2,91 m de altura para a cultivar BRS 506.

A equação de regressão ajustada para a massa de caldo em função das doses de K foi a linear (**Figura 1**), evidenciando a alta resposta da produtividade de caldo da cultura a este nutriente. Entretanto, é importante ressaltar que a indústria de biocombustíveis tem como referência o valor mínimo de 35 t ha⁻¹ de caldo para uma exploração lucrativa e, neste trabalho, com a menor dose de potássio, este valor já foi superado. A falta de resposta desta variável ao N e P pode ser explicada pela análise de solo, que evidencia o teor alto de P disponível e médio de matéria orgânica, sendo que com esta última é possível se ter uma estimativa da disponibilidade de N (1 dag kg⁻¹ de matéria orgânica pode fornecer 30 kg ha⁻¹ de N) (Sousa & Lobato, 2004).

No trabalho de Albuquerque et al. (2012), a cultivar BRS 506 produziu 7,13 t ha⁻¹ de caldo (média de 3 locais em Minas Gerais), valor este bem abaixo do encontrado neste trabalho, que foi sob irrigação.

Embora a porcentagem de fibra e o Brix tenham sofrido efeito da interação NxPxK e NxK, respectivamente, não foi possível ajustar equações de regressão pela falta de padronização no comportamento destas variáveis em resposta aos fertilizantes. A porcentagem de fibra e o Brix sofrem influência de diversos fatores, como material genético, manejo cultural, clima, época de colheita (Teixeira et al., 1999; Barros et al., 2013) e isso pode explicar, em partes, esse comportamento aleatório. Rosolem et al. (1982) comentaram de inconsistências encontradas em literatura nos valores de algumas características tecnológicas do sorgo sacarino, incluindo porcentagem de fibra e Brix, em resposta à adubação e também obtiveram esse comportamento nos resultados de seu trabalho, com porcentagem de fibra variando de 9,9 a 16,6 e Brix de 16,2 a 19,0%. Os autores também concluíram que a produção de álcool por área parece ser principalmente uma função da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente características tecnológicas dentro de um limite razoável. Mas é importante destacar que a concentração de sólidos solúveis (Brix) tem sido largamente empregada pelas indústrias de produção de açúcar e álcool como principal parâmetro para estimar a concentração de açúcares presente no caldo (Tsuchihashi & Goto, 2004).

Diante do exposto, nas **Figuras 2 e 3** são apresentados os valores médios de porcentagem de fibra e Brix em função da adubação.

Observe que a porcentagem de fibra variou de 13,0 a 14,6 (**Figura 2**), valores estes dentro dos padrões desejados pela indústria (12,0-20,0%) (Pacheco, 2012).

O Brix variou de 13,2 a 14,0% (**Figura 3**), valores estes abaixo dos desejados pela indústria (15,0 a 19,0%) (Pacheco, 2012).

Parrella et al. (2010), avaliando 25 materiais de sorgo sacarino em cinco locais, entre eles o BRS 506 em Sete Lagoas, obteve Brix médio dos 25 materiais de 18,42% e valor de 20,4% para o BRS 506, plantado em outubro em Sete Lagoas. Este valor supera o esperado pela indústria e mostra o potencial de qualidade de caldo do sorgo sacarino, sendo confirmado por trabalho de Almodares & Hadi (2009), que estudando 36 materiais de sorgo sacarino encontraram Brix variando de 14,32 a 23,85%.

Já no trabalho de Pereira Filho et al. (2013), foi obtido valor de Brix de 15,55% com a cultivar BRS 506 e em Sete Lagoas, valor já mais próximo ao deste trabalho.

CONCLUSÕES

A massa de caldo respondeu linearmente ao manejo da adubação potássica, evidenciando o elevado potencial produtivo da cultura. A falta de resposta desta variável ao nitrogênio, sugere estudos adicionais, abrangendo o sistema solo planta, no que se refere à oferta e demanda do nutriente nitrogênio.

Porcentagem de fibra e Brix são variáveis muito influenciadas por diversos fatores, o que dificultou uma melhor análise da tendência de seus comportamentos com o manejo da adubação NPK.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A. C.; GUIMARÃES, A. S.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n.1, p. 69-85, 2012.

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 4, n. 9, p. 772-780, 2009. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/AJAR>>. Acesso em: 12 maio 2014.

BARROS, L. M.; FACCHINELLO, P. H. K.; CARLI, R.; EMYGDIO, B. M. Efeito da época de semeadura sobre a produção de sorgo sacarino, na região Sul do RS, na safra 2012/2013. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 22., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2013. 1. CD-ROM.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5 ed. Piracicaba, 2006. 54 p.

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. **Agroenergia em Revista**, Brasília, n. 3, p. 14-52, 2011.

PACHECO, T. F. Tecnologia Industrial. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 92-106. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos 139).

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando à produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. 1 CD-ROM.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F.; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013.

RIBEIRO FILHO, N. M.; ALVES, R. M.; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R.; DANTAS, J. P. Viabilidade de utilização do caldo do sorgo sacarino para a produção de álcool carburante (etanol). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 9-16, 2008.

ROSOLEM, C. A.; MALAVOLTA, E.; BRINHOLI, O.; SERRA, G. E. Respostas do sorgo sacarino a N, P e K. II. Características tecnológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 385-391, 1982.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, L. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

TSUCHIHASHI, N.; GOTO, Y. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonésia. **Plant Production Science**, v. 7, p. 442-448, 2004.

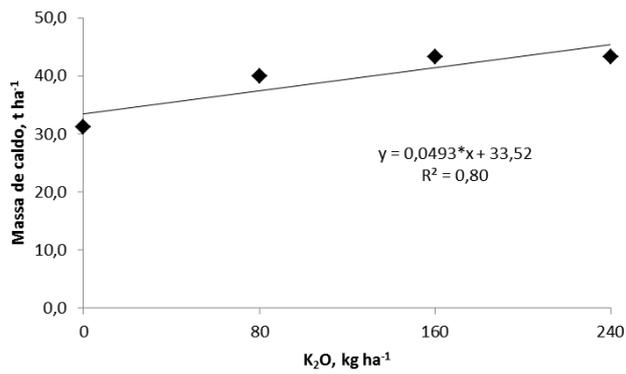


Figura 1. Massa de caldo em função das doses de K_2O .

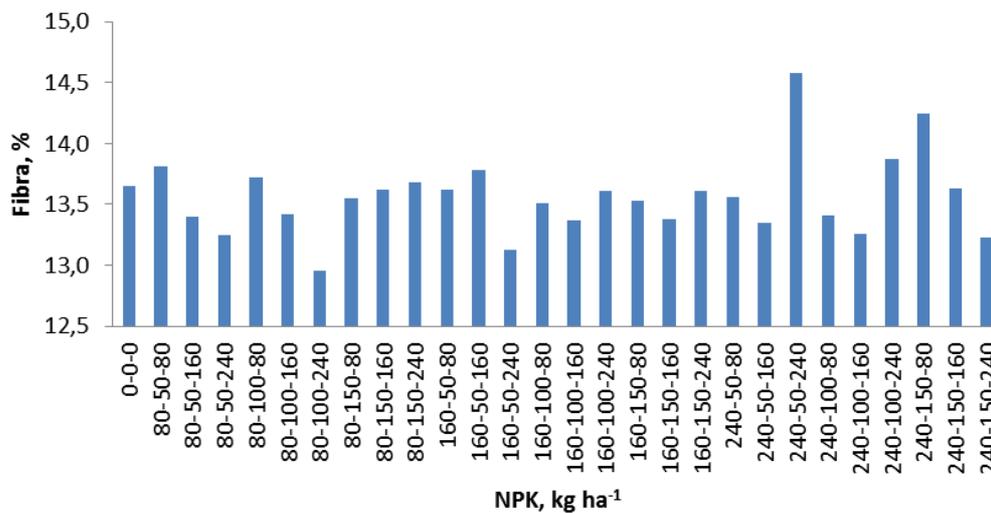


Figura 2. Porcentagem de fibra em função das doses de N, P_2O_5 e K_2O (representadas no gráfico como NPK).

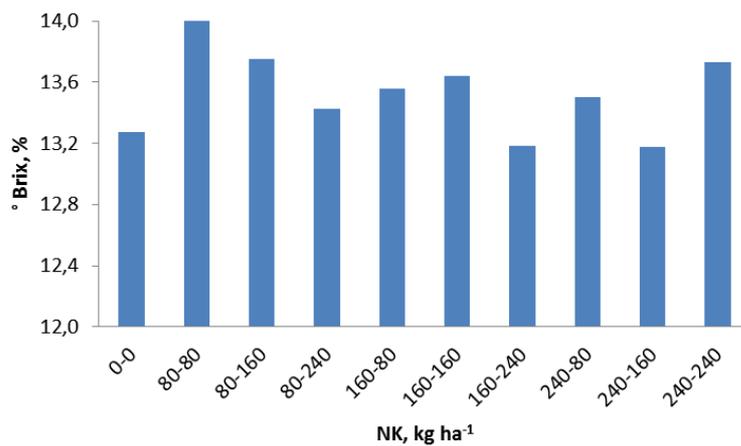


Figura 3. ° Brix em função das doses de N e K_2O (representadas no gráfico como NK).