



Efeito da adubação NK de cobertura no sorgo biomassa⁽¹⁾.

**Samara Cristiele Barros da Cruz⁽²⁾; Flávia Cristina dos Santos⁽³⁾; André May⁽³⁾;
Carlos Hissao Kurihara⁽⁴⁾; Manoel Ricardo de Albuquerque Filho⁽³⁾; Luciano Viana
Cota⁽³⁾**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa

⁽²⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, MG; samara.cristiele@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; flavia.santos@embrapa.br; andre.may@embrapa.br; manol.ricardo@embrapa.br; luciano.cota@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Embrapa Agropecuária Oeste; Dourados, MS; carlos.kurihara@embrapa.br

RESUMO: O sorgo apresenta alta resposta à fertilização para ganho incremental de produtividade. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação NK de cobertura (dose única ou parcelada) sobre sorgo biomassa. Foi instalado experimento na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, safra 2013-14, em Latossolo Vermelho, muito argiloso. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: doses NK de 50-20, 130-100 e 210-180 kg ha⁻¹, aplicadas no estádio V3 (tratamento de dose única - DU), e estas mesmas doses divididas em duas aplicações: estádio V3 e V5 (tratamento de dose parcelada - P). Avaliou-se também o tratamento testemunha sem aplicação de N e K. As variáveis avaliadas na colheita foram produtividade de matéria seca (MS), extração de nutrientes por tonelada de MS produzida e qualidade da fibra do sorgo biomassa. A produtividade de MS não foi afetada pelas doses ou formas de aplicação da adubação NK de cobertura. A extração de N e K por tonelada de MS produzida foi significativamente maior quando a adubação foi parcelada em relação à testemunha sem NK ou à aplicação em DU. Considerando a qualidade da fibra, apenas as cinzas foram afetadas pelos tratamentos, sendo que seu valor foi maior na aplicação da dose parcelada em relação à testemunha e em relação à aplicação em DU. Pelos resultados obtidos, indica-se a aplicação de NK em cobertura em DU para o sorgo biomassa.

Termos de indexação: fertilização, potássio, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

No Brasil há uma concentração da geração de energia elétrica por hidrelétricas, entretanto, muitas usinas termoelétricas estão sendo instaladas em todo o País para atender às demandas energéticas cada vez maiores. Consequentemente, nova demanda por biomassa

vegetal vem surgindo no Brasil, junto com o interesse de grandes usinas sucroalcooleiras para a cogeração de energia elétrica em caldeiras de alta pressão pela queima direta de biomassa (May et al., 2013).

Nessa linha, o sorgo é uma planta com alta capacidade de produção de biomassa (Rooney et al., 2007; Zhao et al., 2009), além de apresentar maior rusticidade e melhor aproveitamento da água se comparado a outras culturas (Prasad et al., 2007; Corredor et al., 2009; Li et al., 2010).

Entretanto, mesmo apresentando estas características favoráveis, a cultura é responsiva à aplicação de fertilizantes (Resende et al., 2009) e a adubação com N e K assume papel de relevância por estes dois elementos serem os absorvidos em maiores quantidades e por estarem diretamente relacionados ao aumento de produtividade.

Uma demanda constante dos produtores em relação à aplicação de N e K é quanto à necessidade ou não de parcelamento da adubação de cobertura, pois há dúvidas sobre o aproveitamento destes dois elementos pela planta, interferência na qualidade da fibra da planta, bem como há maior custo operacional quando se realiza o parcelamento da adubação. Uma série de fatores interfere nesta resposta, envolvendo características do solo, do clima, eficiência de utilização do nutriente absorvido, etc. Além disso, há que se considerar que na exploração do sorgo biomassa para fins energéticos toda a planta é colhida, o que acarreta maior exportação de nutrientes em relação à exploração dos grãos apenas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação NK de cobertura em dose única ou parcelada sobre a produtividade, extração de nutrientes e qualidade da fibra do sorgo biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido experimento, durante a safra de 2013-14, no Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, sob



irrigação. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho distroférrico típico, com as seguintes características químicas e física antes da instalação da pesquisa: pH H₂O = 4,9, Al = 0,8; Ca = 0,7; Mg = 0,2; T = 9,1 (cmol_c dm⁻³); P = 6,0; K = 50,0 (mg dm⁻³); V = 9,3%; teor de argila e matéria orgânica = 76,0 e 3,0 (dag kg⁻¹). O solo recebeu 6,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95%), a fim de elevar a saturação por bases a 60%, e 3 t ha⁻¹ de gesso agrícola, três meses antes do plantio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de: T1 – tratamento testemunha, sem aplicação de NK de cobertura; T2 – dose de 50-20 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura e parcelada (P) em duas aplicações nos estádios V3 e V5 (três e cinco folhas completamente desenvolvidas, respectivamente); T3 – dose de 50-20 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura em dose única (DU) no estádio V3; T4 – dose de 130-100 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura e parcelada em duas aplicações nos estádios V3 e V5; T5 – dose de 130-100 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura em dose única no estádio V3; T6 – dose de 210-180 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura e parcelada em duas aplicações nos estádios V3 e V5; T7 – dose de 210-180 kg ha⁻¹ de NK aplicada em cobertura em dose única no estádio V3.

As fontes de N e K utilizadas foram a ureia e cloreto de potássio, aplicadas superficialmente e ao lado, à distância de 20 cm, das linhas de plantio.

Utilizou-se o híbrido de sorgo BRS 716, caracterizado por ciclo tardio, cultivado com estande de 110.000 plantas por hectare. O plantio foi realizado em 10/10/2013. A adubação de plantio foi constituída pela aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ 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.

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

A colheita foi realizada em 13/06/2014, coletando-se 2 m lineares de plantas inteiras da parcela útil. O material colhido foi seco em estufa de circulação forçada a 65 °C até peso constante. Em seguida, determinou-se a massa de matéria seca das amostras de plantas, que posteriormente foram trituradas para determinação dos teores de macronutrientes, segundo Tedesco et al. (1985) e da qualidade da fibra, por meio da análise da lignina-LIG, celulose-CEL, hemicelulose-HEM e cinzas totais-CIN.

Utilizaram-se as metodologias de Robertson & Van Soest (1981) para determinação da lignina, fibra detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), sendo que a celulose foi obtida pela diferença da FDA-lignina. A hemicelulose foi obtida pela diferença de FDN-FDA. As cinzas totais foram determinadas pelo método de AOAC (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05), teste de médias pra comparação dos sete tratamentos por Scott-Knot (p<0,05) e realizado os contrastes ortogonais (test x adub, test x parc, test x DU, parc x DU) (p<0,05). O programa estatístico utilizado foi o SAS 9.4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de todos os tratamentos encontram-se nas **tabelas 1 e 2**.

Tabela 1 – Produtividade de matéria seca (MS) e extração de macronutrientes por tonelada de matéria seca produzida pelo sorgo biomassa em função dos tratamentos NK de cobertura.

Trat NK ^{1/}	MS ^{ns}	N*	P ^{ns}	K*	Ca ^{ns}	Mg ^{ns}	S ^{ns}
kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹	-----kg t ⁻¹ -----					
0-0	22,6	5,00b	0,42	3,64b	2,96	2,01	0,64
50-20 P	22,7	5,90a	0,51	4,26b	3,01	2,12	0,75
50-20 DU	22,7	5,03b	0,42	3,87b	2,99	1,99	0,68
130-100 P	19,6	6,38a	0,51	5,63a	2,84	1,90	0,79
130-100 DU	23,6	5,50b	0,45	4,53b	2,78	1,84	0,63
210-180 P	21,4	6,65a	0,49	5,57a	2,88	2,10	0,72
210-180 DU	22,4	4,95b	0,33	4,22b	2,60	1,67	0,60

^{1/} P = dose parcelada em V3 e V5; DU = dose única em V3.

ns – não significativo (p>0,05).

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot (p<0,05).

Tabela 2 – Qualidade da fibra em função dos tratamentos NK de cobertura.

Trat NK ^{1/}	LIG ^{ns}	CEL ^{ns}	HEM ^{ns}	CIN*
kg ha ⁻¹	-----%-----			
0-0	6,58	33,96	26,51	2,49b
50-20 P	6,41	33,33	27,27	2,73a
50-20 DU	6,61	34,32	27,92	2,48b
130-100 P	7,69	34,15	27,06	2,84a
130-100 DU	6,52	34,48	26,99	2,55b
210-180 P	7,86	34,48	27,45	2,88a
210-180 DU	7,38	34,54	26,58	2,31b

^{1/} P = dose parcelada em V3 e V5; DU = dose única em V3.

ns – não significativo (p>0,05).

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot (p<0,05).

A máxima produtividade de matéria seca obtida foi de 23,57 t ha⁻¹ e a produtividade média de 22,14 t ha⁻¹ (**Tabela 1**). Este valor médio foi superior ao obtido no trabalho de Santos et al. (2014), com dois materiais de sorgo biomassa,

que apresentaram média de produtividade de 20,74 t ha⁻¹ de matéria seca na safra 2011-12. Ressalta-se que o peso médio de matéria seca produzida (22,14 t ha⁻¹) corresponde a 51,24 t ha⁻¹ de biomassa obtida na colheita com umidade média de 43,6 %, pois muitas vezes a indústria utiliza o peso do material no momento da colheita como referência, e não o de matéria seca (secagem a 65 °C a peso constante).

A falta de resposta da produtividade de matéria seca da planta às doses NK, sugere que, para produtividade de cerca de 22 t ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K sejam suficientes (soma de NK aplicados no plantio e em cobertura).

Os dados de extração de macronutrientes por tonelada de matéria seca produzida (**Tabela 1**) evidenciam a elevada extração de nutrientes pelo sorgo, principalmente de N e K, que totalizaram, em média, 124 e 99 kg por hectare, respectivamente. Entretanto, os resultados de extração de nutrientes deste trabalho foram inferiores à extração obtida em Santos et al. (2014).

As análises estatísticas realizadas mostraram que não houve efeito das doses e formas de aplicação de NK sobre a produtividade de matéria seca das plantas e extração de Ca, Mg e S (**Tabela 1** e **Figura 1**). Já para os nutrientes N, P e K, houve maior extração, por tonelada de matéria seca produzida, dos tratamentos com parcelamento da adubação em relação aos de dose única (**Figuras 2 A, B e C**). Esta maior extração de nutrientes pela planta na aplicação parcelada pode ser justificada pelo fornecimento mais sincronizado do fertilizante com a demanda da planta, favorecendo a absorção destes pelas plantas e, conseqüentemente, seu acúmulo.

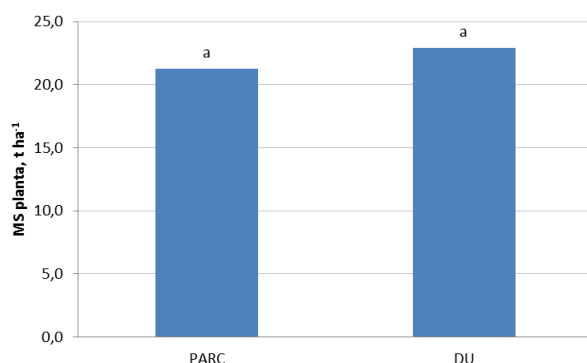


Figura 1. Produtividade de matéria seca do sorgo biomassa em função da aplicação de NK em cobertura parcelada (PARC) ou dose única (DU). Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de contrastes ortogonais ($p < 0,05$).

Em relação à qualidade da fibra, apenas as

cinzas foram afetadas pelos tratamentos, sendo que seu valor foi maior na aplicação da dose parcelada em relação à testemunha e em relação à aplicação em dose única (**Tabela 2**).

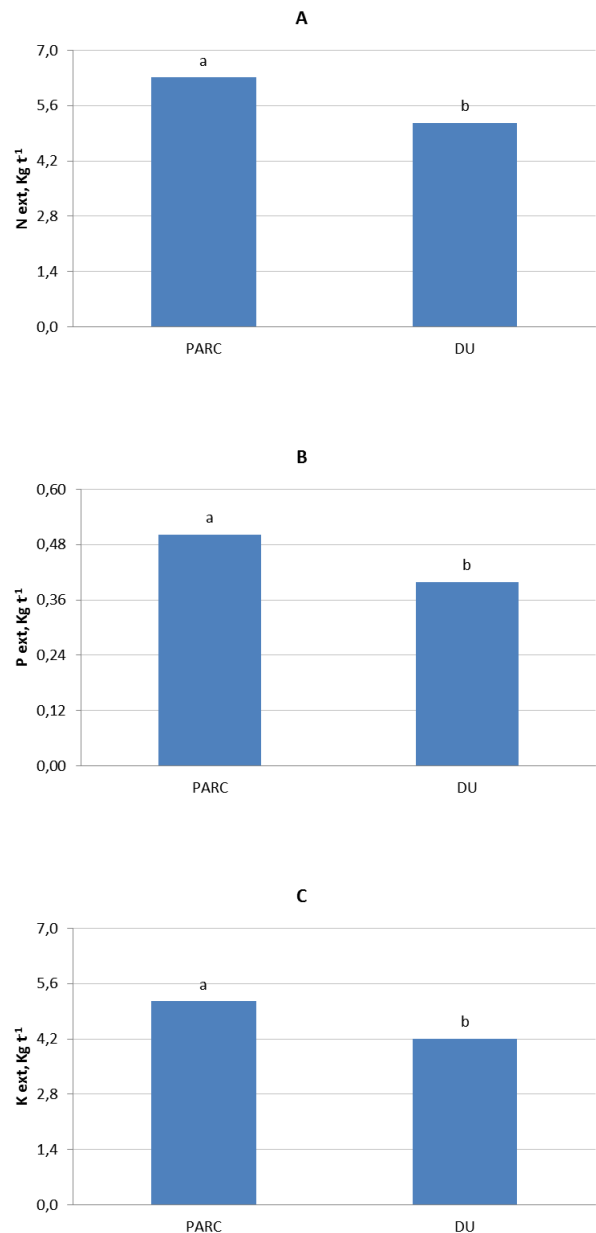


Figura 2. Extração de N (A), P (B) e K (C) pela parte aérea do sorgo biomassa em função da aplicação de NK em cobertura parcelada (PARC) ou dose única (DU). Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de contrastes ortogonais ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que, nas condições avaliadas, e considerando solo muito argiloso, o melhor manejo da adubação NK de cobertura seria em dose única, pois além da planta ter produzido mais,



numericamente, ela extrai menos nutrientes do solo, o que é de grande importância neste tipo de exploração agrícola, que tem como característica marcante um elevado potencial de extração de nutrientes do solo, pelas razões já comentadas anteriormente.

Além disso, as principais características de qualidade da fibra (lignina, celulose, hemicelulose) não foram afetadas pelos tratamentos.

Há que se considerar que em solos com texturas mais arenosas, este resultado pode não se repetir, principalmente para aplicações de doses mais elevadas de N e K, em que haveria maior risco à lixiviação dos nutrientes.

CONCLUSÕES

Em solo muito argiloso o manejo da adubação nitrogenada e potássica de cobertura para o sorgo biomassa pode ser feito em dose única.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16 th ed. Washington, 1995. 2000 p.

CORREDOR, D.Y.; SALAZAR, J.M.; HOHN, K.L.; BEAN, S.; BEAN, B.; WANG, D. Evaluation and characterization of forage sorghum as feedstock for fermentable sugar production. *Biotechnology and applied biochemistry*, 158: 164-179, 2009.

LI, B.Z.; BALAN, V.; YUAN, Y.J.; DALE, B.E. Process optimization to convert forage and sweet sorghum bagasse to ethanol based on ammonia fiber expansion (AFEX) pretreatment. *Bioresource Technology*, 101: 1285-1292, 2010.

MAY, A.; SILVA, D.D.; SANTOS, F.C. Cultivo do sorgo para a cogeração de energia elétrica. Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 68 p. (Documentos 152).

PRASAD, S.; SINGH, A.; JAIN, N.; JOSHI, H.C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. *Energy & Fuels*, 21: 2415-2420, 2007.

RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119).

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to humans foods. In: JAMES, H.P.T.; THEANDER, O., eds. *The analysis*

of dietary fiber in food. New York, NY. Marcel Dekker, p. 123-158. 1981.

ROONEY, W.L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; MULLET, J.E. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 1: 147-157, 2007.

SANTOS, F.C.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; RESENDE, A.V.; OLIVEIRA, A.C.; GOMES, T.C.; OLIVEIRA, M.S. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa-produtividade e qualidade de fibra. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13: 1-13, 2014.

TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p.

ZHAO, Y.L.; DOLAT, A.; STEINBERGER, Y.; WANG, X.; OSMAN, A.; XIE, G.H. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research*, 111: 55-64, 2009.