

Avaliação preliminar da adubação NK para produtividade de biomassa de sorgo visando à obtenção de etanol lignocelulósico¹

Talita Camargos Gomes², Flávia Cristina dos Santos³, Manoel Ricardo de Albuquerque Filho³, Marciele Silva Oliveira⁴ e Rafael Augusto da Costa Parrella³

¹ Trabalho financiado pela Fapemig

² Estudante do Curso de Agronomia da Univ. Fed. de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

⁴ Estudante do Curso de Engenharia Ambiental da UNIFEMM, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa

Introdução

A crescente demanda mundial por energia, especialmente as que são de combustíveis, tem levado as autoridades especialistas no assunto a priorizar o tema bioenergia como um dos principais pontos da agenda internacional. E, nessa perspectiva, a produção de etanol de segunda geração merece destaque pela ampla variedade de biomassa de plantas e seus derivados dos quais ele pode ser produzido. O etanol, pela sua natureza, é reconhecido como um combustível “limpo”, biodegradável que produz menos poluentes do que o petróleo (STICKLEN, 2008).

No contexto da procura de uma fonte de energia renovável, o sorgo é uma das matérias-primas mais promissoras para a geração de etanol, por ser uma cultura de elevado teor de fibras e eficiência energética. Associado a isso, o sorgo pode ser explorado em larga escala e com grande adaptabilidade a diversas condições de clima e solo, destacando-se como o quinto maior cereal produzido no mundo, com ciclo curto de produção (quatro meses), menor exigência em água do que a cana-de-açúcar e o milho e boa tolerância à seca. Segundo Rooney e Miller (1982), o sorgo é, provavelmente, o mais eficiente produtor de energia acumulada da fotossíntese e pode fornecer a chave de um processo racional de fermentação alcoólica para produzir energia concentrada sob bases renováveis.

Atualmente, as pesquisas em tecnologias de geração de etanol estão também direcionadas para o etanol lignocelulósico ou etanol de segunda geração. A produção de biocombustíveis lignocelulósicos envolve a produção e a coleta de biomassa, despolimerização dos polissacarídeos da parede celular (celulose e hemicelulose) em açúcares simples e fermentáveis, pelos processos de pré-tratamento e sacarificação, e conversão de açúcares simples em biocombustíveis pela fermentação (DAMASCENO et al., 2010).

Embora seja evidente o potencial da cultura para a produção de bioenergia, é preciso se atentar para algumas questões relevantes. Hill et al. (2009) concluem que as vantagens potenciais dos biocombustíveis dependem de aumentar a eficiência dos sistemas de produção nos cultivos e nas biorrefinarias. Outra preocupação relacionada aos biocombustíveis diz respeito ao balanço energético, uma vez que a produção de matéria-prima emprega grande quantidade de energia e insumos. Somente culturas de alta produção de biomassa em relação à adubação nitrogenada, como a cana-de-açúcar e o dendê, têm apresentado balanços altamente positivos (média de 8,7), enquanto outras culturas precisam ser melhoradas mediante seleção de variedades para alto rendimento e substituição ou redução da adubação (URQUIAGA et al., 2005).

Diante do exposto, o manejo nutricional deve ser cuidadosamente trabalhado, pois está diretamente envolvido no aumento de produtividade das culturas, além de ser um dos

principais componentes dos custos de produção.

Em se tratando de aumento de produtividade de biomassa, sabe-se que os principais nutrientes envolvidos são o nitrogênio (N) e o potássio (K). Dessa forma, o objetivo do trabalho é avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produtividade de biomassa de sorgo para produção de etanol lignocelulósico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG (-19°28'S e 44°15' W), sob irrigação, em Latossolo Vermelho distroférrico típico, com as seguintes características químicas e física: pH H₂O = 5,1, Al = 0,53; Ca = 2,6; Mg = 0,6; T = 9,8 (cmol_c dm⁻³); P = 2,1; K = 39,0 (mg dm⁻³); V = 30,0 %; teor de argila e mat. orgânica = 67,0 e 2,7 (dag kg⁻¹). O solo recebeu 3,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 95 %), no dia 22/12/2010, a fim de se corrigir a acidez, e elevar a saturação por bases a 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial 4x4, envolvendo quatro doses de N (0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹) e quatro de K₂O (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) em cobertura. As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,7m. A parcela útil foi composta pelas duas linhas centrais de 4 m de comprimento, eliminando-se 0,5 m de bordadura em cada extremidade.

Utilizou-se a variedade de sorgo IS 23777, tipo forrageiro e sensível ao fotoperíodo, semeada em fevereiro de 2011, prevendo um estande de 130.000 plantas por hectare, mas atingindo, de fato, em média, 115.000 plantas por hectare na colheita. A adubação de plantio foi de 500 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16+Zn, aplicados no sulco de semeadura, somados a 17,6 kg ha⁻¹ de ácido bórico. A adubação de cobertura com NK foi realizada aos 35 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 foi realizada em junho de 2011, em que se avaliou a produtividade de matéria verde total das plantas da parcela útil. Dessas, foram separadas 10 plantas para a determinação da matéria seca total, mais cinco plantas para avaliação da produtividade de biomassa verde e seca de colmos, folhas e panículas, o que propiciou determinar a porcentagem de cada componente em relação à produtividade total. O processo de secagem da matéria verde foi feito em estufa de ventilação forçada a 65 °C por cerca de 5 dias.

Os dados foram submetidos à análise de variância (P<0,05), para testar os efeitos de N e K, sendo também ajustadas as regressões para os efeitos significativos, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou que apenas houve efeito significativo para doses de N em relação à produtividade de matéria verde total e matéria verde de colmo (Tabela 1 e Figura 1). As demais variáveis estudadas (Tabela 1), e incluindo os dados de porcentagem de cada componente em relação à produtividade de matéria verde total (dados não apresentados) e em relação à matéria seca total (Figura 2) não tiveram efeito das doses de N e K₂O. As produtividades de matéria seca total, bem como a de matéria verde de folha, matéria seca de colmo e matéria seca de folha mostraram tendência de efeito para as doses de N, mas em nível de 10 % de probabilidade. Em relação às doses de K₂O, houve tendência de efeito a 10 % de probabilidade para a matéria verde total e de colmo.

Tabela 1. Produtividade de matéria verde total (MVT), matéria seca total (MST) e dos seus componentes: colmo (COL), folha (FOL) e panícula (PAN), em t ha⁻¹, como variáveis das doses de N e K₂O, em kg ha⁻¹; coeficiente de variação (C.V.), em %, e significância pela Anova das variáveis em estudo. Junho de 2011, Sete Lagoas, MG.

N	K ₂ O	MVT	MST	MATÉRIA VERDE			MATÉRIA SECA		
				COL	FOL	PAN	COL	FOL	PAN
-----kg ha ⁻¹ -----		-----t ha ⁻¹ -----							
0	0	24,82	11,32	20,95	3,23	0,64	8,80	2,17	0,35
0	60	26,11	11,05	22,32	3,00	0,78	8,52	1,98	0,55
0	120	23,77	10,38	20,83	2,51	0,44	8,33	1,82	0,24
0	180	29,79	12,93	26,18	2,99	0,62	10,29	2,26	0,38
80	0	26,40	11,07	22,59	3,21	0,60	8,78	1,92	0,37
80	60	27,87	11,75	24,25	3,08	0,54	9,38	1,99	0,37
80	120	30,00	12,56	25,44	3,60	0,96	9,65	2,25	0,65
80	180	35,13	15,45	29,40	4,51	1,22	11,96	2,80	0,68
160	0	29,07	12,89	25,25	3,21	0,60	10,13	2,30	0,46
160	60	30,60	13,58	25,79	4,08	0,73	10,64	2,61	0,34
160	120	30,38	12,89	25,96	3,65	0,77	10,06	2,40	0,43
160	180	32,20	14,19	27,97	3,58	0,66	11,34	2,48	0,38
240	0	25,93	11,71	22,55	2,93	0,45	9,18	2,25	0,29
240	60	30,15	13,50	26,35	3,15	0,65	10,84	2,31	0,35
240	120	30,93	13,10	26,61	3,32	1,00	10,14	2,25	0,71
240	180	25,39	10,90	22,27	2,66	0,47	8,67	1,90	0,33
C.V. %		13,29	14,11	12,33	24,46	45,30	13,77	16,81	49,54
F.V.	G. L.								
Rep	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N	3	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
K ₂ O	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NxK ₂ O	9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

OBS: * significativo a 5 % de probabilidade e ns não significativo.

Os resultados obtidos nesse trabalho, em parte corroboram os de Rodrigues Filho et al. (2006) em estudo com quatro híbridos de sorgo forrageiro, que não encontraram diferença significativa ($P < 0,05$) na produção de matéria verde e seca em função das doses de N entre 50 e 100 kg ha⁻¹, cujas médias foram de 59,32 e 15,17 t ha⁻¹, respectivamente.

A falta de resposta do material estudado em relação às doses de N e K₂O pode ser justificada, em parte, pelo plantio fora da época mais indicada para a cultura, que seria de outubro até meados de dezembro, quando o sorgo poderia expressar melhor o seu potencial produtivo. Essa hipótese pode ser embasada pelos dados de Parrella et al. (2010), que, trabalhando com o mesmo material plantado em novembro (Sete Lagoas) e dezembro (Nova Porteirinha), Minas Gerais, no ano de 2009, obtiveram produtividades médias de matéria verde e seca de 67,93 e 22,71 t ha⁻¹, respectivamente, considerando os dois locais. Essa produtividade de matéria seca equipara-se às produtividades relatadas para cultivares de sorgo forrageiro comerciais existentes no mercado, que estão em torno de 15 a 20 t ha⁻¹ (RODRIGUES et al., 2008; SKONIESKI et al., 2010).

O ciclo do IS 23777 nessa pesquisa foi de 128 dias após o plantio, com ocorrência do florescimento aos 76 dias. No trabalho de Parrella et al. (2010), o material floresceu com 147 dias (média dos dois locais), ou seja, passou bem mais tempo no campo acumulando biomassa. Pode-se inferir que, se plantado mais cedo, o IS 23777 acumularia mais biomassa e, consequentemente, aumentaria a demanda em nutrientes e seria esperada resposta mais pronunciada às doses de N e K.

A baixa produtividade da panícula (Tabela 1 e Figura 2) se deveu ao grande ataque de pássaros no final do ciclo nesse compartimento.

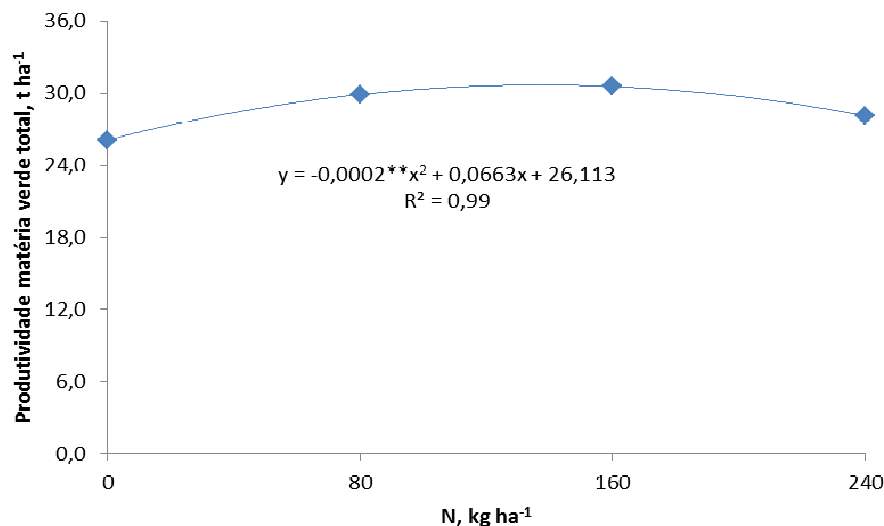


Figura 1. Produtividade de matéria verde total, t ha⁻¹, como variável das doses de N, kg ha⁻¹. Junho de 2011. Sete Lagoas, MG.

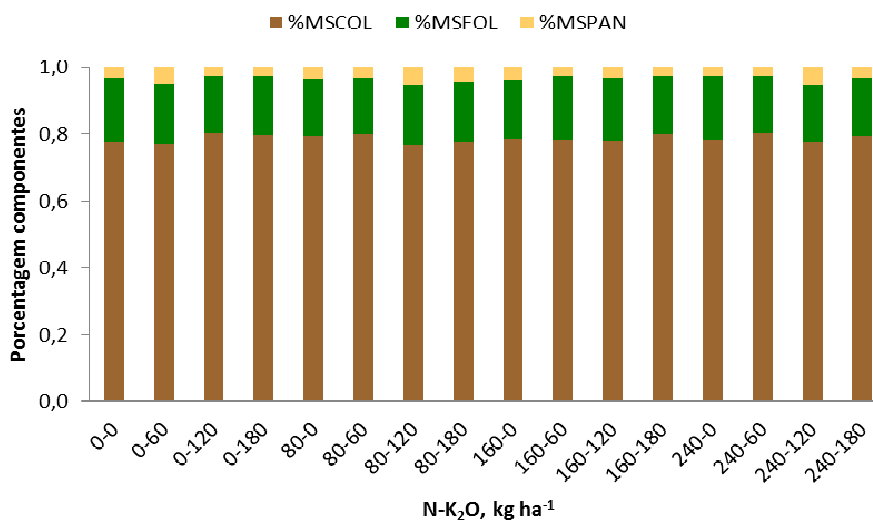


Figura 2. Porcentagem dos componentes colmo (%MSCOL), folha (%MSFOL) e panícula (%MSPAN) em relação à matéria seca total como variável das doses de N-K₂O, kg ha⁻¹. Junho de 2011. Sete Lagoas, MG.

Pela equação da Figura 1 é possível determinar que a máxima produtividade de matéria verde total (31,61 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 166 kg ha⁻¹ de N. Da mesma forma, a dose de máxima eficiência econômica (90% da máxima eficiência física) seria de 150 kg ha⁻¹ de N.

Conclusão

Na avaliação preliminar desse trabalho, a dose econômica de N é de 150 kg ha⁻¹, já em relação às doses de K testadas não houve resposta significativa para nenhuma das variáveis. Em função dos resultados obtidos no presente trabalho, sugere-se a continuidade dele, visando resultados mais concretos.

Referências

DAMASCENO, C. M. B.; SOUSA, S. M. de; NODA, R. W.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; MAGALHAES, J. V. de. **A importância da lignina para a produção de etanol de segunda geração**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 35 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 108).

HILL, J.; POLASKY, S.; NELSON, E.; TILMAN, D.; HUO, H.; LUDWIG, L.; NEUMANN, J.; ZHENG, H.; BONTA, D. Climate change and health costs of air emissions from biofuels and gasoline. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 106, n. 6, p. 2077-2082, 2009.

PARRELLA, R. A.C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G.; SCHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; TARDIN, F. D. **BRS 655**: híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 107).

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, p. 37-48, 2006.

ROONEY, L. W.; MILLER, F. R. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SORGHUM GRAIN QUALITY, 1982, Patancheru, India. **Proceedings...** Patancheru, India: ICRISAT, 1982. p. 143-162.

SKONIESKI, F.; NORNBORG, J.; AZEVEDO, E.; DAVID, D.; KESSLER, J.; MENEGAZ, A. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/7200>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

STICKLEN, M. B. Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol. **Nature Reviews Genetics**, London, v. 9, p. 433-443, 2008.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 14, n. 5, p. 42-46, 2005.