



Híbridos de sorgo sacarino e biomassa, submetidos a parcelamentos de adubação nitrogenada

Maycon Allan da Silva⁽¹⁾; Bárbara Campos Ferreira⁽²⁾; Gustavo Alves Santos⁽³⁾; Bruno Nicchio⁽⁴⁾; Hamilton Seron Pereira⁽⁵⁾; Gaspar Henrique Korndörfer⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia - Minas Gerais (bruno_nicchio@hotmail.com); ⁽²⁾ Mestranda em Agronomia; Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ^(3,4) Doutorando em Agronomia; Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ^(5,6) Professor; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem sendo muito estudado nos últimos anos devido a sua utilização na produção de açúcar e etanol. Dentre os macronutrientes, o nitrogênio exerce importantes funções nos processos fisiológicos da planta. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma prática bastante utilizada para reduzir as perdas do nutriente, onde pode ser dividida em aplicações na semeadura e em cobertura. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar a produtividade, o ATR (açúcar total recuperado) e o teor de nitrogênio (N) foliar de dois híbridos de sorgo submetidos a parcelamentos de adubação nitrogenada. O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 sendo dois híbridos (sacarino e biomassa) e três parcelamentos da adubação nitrogenada sendo 20+70, 45+45 e 90+0 (dose de N na semeadura + dose de N em cobertura, kg ha⁻¹). O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu nas características avaliadas (produtividade, teor de açúcar total recuperado e teor de nitrogênio foliar) de ambos os híbridos de sorgo.

Termos de indexação: nitrogênio, ATR, produtividade e *Sorghum bicolor* L. Moench.

I. INTRODUÇÃO

Vem sendo discutido na atualidade da descoberta de novos poços de petróleo, da necessidade em se aumentar a produção de energia mundial em 57% até 2025, com base em 2002 (Rooney et al., 2007) e no aumento da taxa de crescimento populacional aliada ao aumento de demanda de energia (Rosado, 2009). Deste modo, vem à mente a ideia do biocombustível, com o apelo de substituição parcial, em mistura com os combustíveis de origem fóssil (Lourenço

et al., 2007), visando a diminuição da emissão de dióxido de carbono (Berndes et al., 2003; Cunha e Severo Filho, 2010; Fargione et al., 2008) e melhoria da qualidade de vida do planeta (Cunha e Severo Filho, 2010).

Para produção de biocombustíveis, existem alternativas, a partir da escolha do tipo de biomassa e ser explorada: amilácea, açucarada e celulósica (Lourenço et al., 2007), onde o Brasil, optou por investir na linha do açucarado, por meio da utilização da cana-de-açúcar como matriz bioenergética (Teixeira et al., 1997).

A cultura do sorgo vem sendo uma boa opção na substituição da cana-de-açúcar na produção de etanol, pois são plantas que apresentam alta produção de massa verde, porte mais alto e colmos com elevados teores de açúcares (sorgo sacarino), além de ser uma alternativa promissora na produção de biocombustíveis (sorgo biomassa).

Sabe-se que dentre os macronutrientes, o nitrogênio é considerado um nutriente essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, proteínas e inúmeras enzimas (Mifflin & Lea, 1976). Esse nutriente tem sido fortemente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso a fim de diminuir suas perdas no solo, tornando o parcelamento da adubação nitrogenada uma prática bastante utilizada para este fim.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade, o ATR e o teor de N foliar de dois híbridos de sorgo, ambos submetidos a parcelamentos de adubação nitrogenada.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de



2013 em área comercial cultivada pela Cia. Energética de Açúcar e Álcool Vale do Tijuco (Uberaba-MG) em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 sendo dois híbridos (sacarino e biomassa) e três parcelamentos da adubação nitrogenada e quatro repetições. Os parcelamentos consistiram de aplicações diferentes doses na semeadura (base) e em cobertura, a qual foi realizada de 30 a 35 DAS (dias após a semeadura). O híbrido biomassa (CB 7520) e o sacarino (CB 7290) foram semeados com 18 sementes e 14 sementes m^{-1} , respectivamente. As parcelas experimentais foram constituídas de oito linhas de 10 metros de comprimento e espaçadas de 0,65 metros.

Tratamentos e amostragem

A correção do solo foi realizada com a aplicação de 5 t ha^{-1} de calcário dolomítico + 1 t ha^{-1} de gesso incorporados com arado de aiveca. A adubação de semeadura foi feita com a aplicação de 500 kg ha^{-1} do formulado 06-30-10 + 1% Mn + 0,8% Zn. A aplicação do N em cobertura foi realizada 30-35 dias após a semeadura (DAS) utilizando-se Nitrato de Amônio (NH_4NO_3 – 34% N, 50 % N-nítrico e 50% N-amoniaco) nas doses equivalentes ao que se desejava fornecer em cada tratamento (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Dose de N e época de aplicação em cada tratamento, Usina Vale do Tijuco.

Híbrido	Dose de N		TOTAL
	Semeadura	Cobertura (30 a 35 DAS)	
----- kg ha^{-1} -----			
Biomassa (CB7520)	30	60	90
	45	45	90
	90	0	90
Sacarino (CB7290)	30	60	90
	45	45	90
	90	0	90

A colheita foi realizada aos 159 DAS com corte manual das plantas dos 4 m centrais das duas linhas centrais de cada parcela.

Características avaliadas

As características avaliadas foram o teor de nitrogênio foliar, produtividade e a quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperado). O teor de N foliar foi determinado nas amostras dos terços médios, sem nervura central, das folhas +3 inteiramente

abertas coletadas duas em cada linha da área útil da parcela no período de emborrachamento do sorgo.

Para a determinação da produtividade, todas as plantas colhidas foram contadas e pesadas com o auxílio de uma balança portátil, sendo os resultados extrapolados para valores de produção em $t ha^{-1}$.

Ainda, dentre as plantas colhidas, foram amostradas 12, aleatoriamente, para serem submetidas à análise tecnológica e determinação da quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperado), no laboratório da própria usina.

Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos a análise de variância, com a utilização do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Sendo o teste F significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de produtividade obtidos seguem na tabela abaixo (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Produtividade de híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada (Usina Vale do Tijuco).

Parcelamento N	Híbrido		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
----- t ha^{-1} -----			
30+60	47,4	46,6	47,0 A
45+45	45,0	43,7	44,3 A
90+0	44,5	42,0	43,2 A
MÉDIA	45,6 a	44,1 a	

$DMS_{híbrido} = 4,6$; $DMS_{doses} = 7,1$; $CV (%) = 14,3$.

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

A comparação entre os híbridos mostra que não houve diferença quanto à produtividade, a qual variou de 44,1 a 45,6 $t ha^{-1}$. Resultados diferentes foram obtidos por Martins et al. (2012), que, encontraram maiores produtividades de sorgo granífero nas combinações com maior dose de N na semeadura. Já em trabalho realizado por Cruz et al. (2008) na cultura do milho, as



produtividades de grãos obtidas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos que receberam adubações nitrogenadas, independentes da época de aplicação e parcelamento utilizado.

Os valores de ATR obtidos em ambos os experimentos podem ser observados na tabela seguinte. A variação na distribuição do N não afetou o valor de ATR dos híbridos, sendo a variação do ATR das plantas cultivadas de 24,3 a 28,6 kg açúcar t⁻¹ (Tabela 3).

Segundo Vitti et al. (2007), com a aplicação dos adubos nitrogenados há diminuição nos teores de sacarose do caldo e prejuízo na pureza da cana-de-açúcar. Neste sentido, Malavolta (2006) relata que o uso de fertilizantes nitrogenados em cana-de-açúcar promove menor armazenamento de açúcar, pois os esqueletos carbônicos são consumidos induzindo a planta a vegetar mais.

Tabela 3 - Valores de ATR de híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada (Usina Vale do Tijuco).

Parcelamento N	Híbrido		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha ⁻¹	kg açúcar t ⁻¹		
30+60	52,0	47,6	49,8 A
45+45	51,8	49,9	50,9 A
90+0	59,5	51,4	55,4 A
MÉDIA	54,4 a	49,6 a	

DMS_{híbrido}=5,6; DMS_{doses}=8,7; CV (%)= 15,0.

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Os valores encontrados de N foliar encontram-se na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 - Teores de N foliar de híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada.

Parcelamento N	Híbrido		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹		
30+60	26,4	24,2	25,3 A
45+45	25,9	25,7	25,8 A
90+0	25,7	23,5	24,1 A
MÉDIA	25,7 a	24,4 a	

DMS_{híbrido}=1,2; DMS_{doses}=2,4; CV (%)= 8,7.

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

O parcelamento de N não interferiu no teor de N foliar dos híbridos em questão, sendo a variação no teor de N de 25,3 a 24,1 (Tabela 4).

Em trabalho realizado por Pavan et al. (2011), no ano agrícola 2003/2004, em sorgo granífero os maiores teores foliares de N foram verificados na aplicação de todo o N na cobertura (0–100 kg ha⁻¹ de N), em relação aos parcelamentos 50–50 e 70–30 kg ha⁻¹ de N. No mesmo trabalho, o sorgo em consórcio com capim-mombaça, o parcelamento 50–50 kg ha⁻¹ de N reduziu o teor foliar de N em relação ao parcelamento 0–100 kg ha⁻¹ de N.

O N é importante a partir do estágio inicial de desenvolvimento da planta (2ª semana após a emergência), quando ela está com quatro folhas totalmente desdobradas, pois esta é a fase em que o sistema radicular, em desenvolvimento, já mostra considerável porcentagem de pelos absorventes e ramificações diferenciadas, e a adição de N estimula sua proliferação, com consequente desenvolvimento da parte aérea (Fancelli, 1997).

Dessa forma, em condições climáticas satisfatórias, as aplicações de doses de N totais ou parceladas não implicarão em diferenças significativas, devido ao fato do nitrogênio estar associado, dentre outras funções na planta, ao crescimento vegetativo (Karlen et al., 1988). Tal fato pode explicar a ausência de diferença entre os tratamentos.

IV. CONCLUSÕES

O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu nas características avaliadas (produtividade, teor de açúcar total recuperado e teor de nitrogênio foliar) de ambos os híbridos de sorgo.



AGRADECIMENTOS

FAPEMIG

Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de Minas Gerais

REFERÊNCIAS

- BERNDES, G.; HOOGWIJK, M.; BROEK, R. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass Bioenergy*, Kidlington, 25:1-28, 2003.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 12:62-68, 2008.
- CUNHA, S. P.; SEVERO FILHO, W. A. Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Tecno-lógica*, Santa Cruz do Sul, 14:69-75, 2010.
- FANCELLI, A. L. Cultura do milho: A importância da tecnologia. *Informações Agrônomicas*, 78:4-6, 1997.
- FARGIONE, J.; HILL, J.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; HAWTHORNE, P. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, Washington, DC, 319:1235-1238, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145p.
- KARLEN, D. L.; FLANERY, R. L.; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. *Agronomy Journal*, 80:p.232-42, 1988.
- LOURENÇO, M.E.V.; MASSA, V.M.L.; PALMA, P.M.N.; RATO, A.E.M. Potencialidades do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para a produção sustentável de bioetanol no Alentejo. *Rev. de Ciências Agrárias*, Lisboa, 30:1, 2007.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARTINS, I. S.; FUKUDA, A. J.; JUNIOR, E. C. S.; FERREIRA, I.; CAZETTA, J. O. Produtividade de sorgo safrinha sob diferentes combinações de adubação nitrogenada. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia, 2012.
- MIFLIN, B. J., LEA, P. J. The Pathway of Nitrogen Assimilation in Plants. *Phytochemistry*, New York, 15:873-885., 1976.
- PAVAN, M. G., CRUSCIOL, C. A. C., BORGHI, E., PARIZ, C. M., COSTA, C., SILVEIRA, J. P. F. DA. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46:1161-1169, 2011.
- ROONEY, W.L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; MULLET, J.E. Review: Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels Bioproducts & Biorefining*. Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, 1:147-157, 2007.
- ROSADO JUNIOR. Análise da viabilidade econômica da produção de bio-etanol em microdestilarias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 16, 2009, Fortaleza. Anais..., 2009.
- TEIXEIRA, C.G.; JARDINE, J.G.; BEISMAN, D.A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 17:221-229, 1997.
- VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 42:249-256, 2007.