



Efeito do parcelamento da adubação nitrogenada em híbridos de sorgo em área de cana de açúcar

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

⁽¹⁾ Doutorando Mestranda 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⁾ Doutorando em Agronomia; Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Pós-Doutoranda em Agronomia; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁶⁾ Professor; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A cultura do sorgo vem ganhando destaque no cenário agrônomo nos últimos anos, sendo considerada uma potencial alternativa para a produção de etanol (sorgo biomassa) e açúcar (sorgo sacarino) e possuir várias vantagens em seu cultivo. O nitrogênio exerce papel fundamental nos processos fisiológicos da planta, sendo um nutriente essencial para seu desenvolvimento. Deve-se então atentar para uma adubação nitrogenada eficaz e que evite perdas do nutriente. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma prática usual no meio agrícola para esse fim. Nesse sentido, 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). Aplicando-se a dose de N conforme o recomendado, 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura, foi observado maior produtividade do que a obtida no tratamento onde foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura. O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu no teor de açúcar total recuperado nem no teor de nitrogênio foliar de ambos os híbridos de sorgo. O sorgo sacarino apresentou menores valores de ATR, porém, foi mais eficiente na absorção de N em comparação ao sorgo biomassa.

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

INTRODUÇÃO

A indústria sucroenergética procura potencializar a produção de etanol numa mesma

área. A utilização da cultura do sorgo em sucessão ou em rotação com a cana-de-açúcar, visa otimizar o parque industrial, sem a necessidade de substituição da maquinaria (Cunha e Severo Filho, 2010).

Como se trata de uma fonte de energia de origem vegetal, tal qual a cana-de-açúcar, se faz necessário o desenvolvimento de técnicas e manejos do sorgo, que indiquem os melhores cultivares, ou aqueles mais adaptados para as regiões de plantio, tipos e doses de fertilizantes a serem empregados, épocas e modos de aplicação destes fertilizantes, entre outros.

A introdução do sorgo, amparada por técnicas de manejo, promoverá sucesso da cultura, com custos compatíveis com a realidade do setor e sustentável sob os pontos de vistas econômico, social e ambiental (Ramos, 2014).

A cultura do sorgo vem sendo recentemente estudada e ganhando importância no cenário agrônomo, pois possui uma matéria-prima de alta qualidade e pode ser empregado pelas usinas do setor sucroenergético tanto na fabricação de etanol celulósico quanto na produção de açúcar, sendo então uma boa alternativa a cana de açúcar.

Como toda planta, o sorgo é exigente em nitrogênio, sendo um elemento essencial para seu desenvolvimento já que exerce importantes funções nos processos fisiológicos da planta. Assim, a adubação nitrogenada deve ser manejada da melhor forma a fornecer esse nutriente de forma adequada a cultura. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma alternativa bastante utilizada para esse fim, além de diminuir as perdas do nutriente que é tão dinâmico no solo.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo 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.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 2013 em área de cultivo comercial da Bioenergética Aroeira (Tupaciguara-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^{-2} , respectivamente. As parcelas experimentais foram constituídas de oito linhas de 10 metros de comprimento e espaçadas de 0,65 metros.

Tratamentos e amostragem

Anteriormente a instalação do experimento a área era ocupada pela cultura da cana-de-açúcar. Para a eliminação da soqueira, a mesma foi dessecada e incorporada ao solo. A adubação foi feita com 1000 m^3 de vinhaça na área, oferecendo então 405 kg de N e 2,75 t ha^{-1} de K_2O .

A adubação de semeadura utilizada foi feita com a aplicação de 370 kg da mistura de dois adubos: 330 kg de Superfosfato Triplo (STF) (00-46-00) + 70 kg NH_4NO_3 (34-00-00), oferecendo então 20 kg ha^{-1} de N e 140 kg ha^{-1} de P_2O_5 . 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) 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 Aroeira.

Híbrido	Dose de N		TOTAL
	Semeadura	Cobertura (30 a 35 DAS)	
	kg ha^{-1}		
Biomassa (CB7520)	20	70	90
	45	45	90
	90	0	90
Sacarino (CB7290)	20	70	90
	45	45	90
	90	0	90

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 colheita foi realizada aos 159 DAS com corte manual das plantas dos 6 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 à 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

Parcelamento N	Híbrido		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha^{-1}	t ha^{-1}		
20+70	64,7	69,3	66,8 A
45+45	54,1	55,7	54,9 B
90+0	55,9	61,2	58,5 AB
MÉDIA	58,2 a	62,0 a	

$DMS_{híbrido} = 6,9$; $DMS_{doses} = 10,8$; $CV (%) = 16,1$.

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 58,2 a 62,0 t ha⁻¹. Já o estudo das doses utilizadas no parcelamento, 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 70 kg ha⁻¹ de N na cobertura, resultou em maior produtividade para ambos os híbridos (66,8 t ha⁻¹), apesar de não diferir da aplicação de todo N na semeadura. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al., (2012), que, encontraram maiores produtividades de sorgo granífero nas combinações com maior dose de N na semeadura.

Os valores de ATR obtidos em ambos os experimentos podem ser observados na tabela seguinte (**Tabela 3**). A variação na distribuição do N não afetou o valor de ATR dos híbridos, sendo a variação do ATR das plantas cultivadas de 49,8 a 55,4 kg açúcar t⁻¹.

Comparando os dois híbridos em estudo, o sorgo biomassa apresentou maior valor de ATR que o sacarino.

A cultura do sorgo, principalmente biomassa e sacarino, vem sendo recentemente explorada, dessa forma são poucos os trabalhos encontrados na literatura que tratam da relação dos valores de ATR com a adubação nitrogenada. Assim, são relevantes as comparações da cultura do sorgo com culturas como a cana-de-açúcar e o milho.

Azeredo et al. (1986) e Trivelin et al. (2002), observaram que a adubação nitrogenada não afetou a qualidade tecnológica dos colmos da cana-de-açúcar. Ao mesmo tempo, esses resultados contrariam os de Silveira & Crocomo (1990), que constataram decréscimo no teor de sacarose em plantas que se desenvolveram na presença de alta concentração de N.

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 Aroeira).

Parcelamento N	Híbrido		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha ⁻¹	kg açúcar t ⁻¹		
20+70	22,5	32,2	27,3 A
45+45	26,9	30,2	28,6 A
90+0	22,9	25,8	24,3 A

MÉDIA	24,1 b	29,4 a
DMS _{híbrido}	=4,6; DMS _{doses} =7,2; CV (%)= 24,1.	

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**). O parcelamento de N não interferiu no teor de N foliar dos híbridos em questão, sendo a variação no teor de N de 32,7 a 33,6, mas, o sorgo sacarino apresentou maior teor de N foliar (33,9 g kg⁻¹) em comparação com o sorgo biomassa (31,8 g kg⁻¹).

Vale ressaltar que a faixa de teor de N considerada como adequado por Cantarella et al. (1997) é de 25-35 g kg⁻¹ para a cultura do sorgo granífero. Observa-se então que os valores estão dentro dessa faixa.

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		
20+70	34,0	31,5	32,7 A
45+45	33,3	31,3	32,3 A
90+0	34,5	32,7	33,6 A
MÉDIA	33,9 a	31,8 b	

DMS_{híbrido}=1,2; DMS_{doses}=1,9; CV (%)= 5,1.

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

Segundo Korndörfer (1994) a adubação é uma prática que interfere de diversas maneiras na qualidade na cultura da cana-de-açúcar. A adubação nitrogenada está associada a um maior crescimento vegetativo e, portanto, maior umidade na cana, além disso, pode diminuir o teor de sacarose dos colmos. Tal citação pode explicar o fato de que o sorgo sacarino apresentou menor valor de ATR, pois segundo os dados obtidos, ele também apresentou maior teor de N foliar (**Tabela 3 e Tabela 4**).

O nitrogênio tem se mostrado como um limitador da produtividade do sorgo sacarino (Santi et al., 2006; Fasabi, 1996; Veloso, 1993), sendo portanto, o objetivo da maioria dos trabalhos de nutrição com a cultura. Sua deficiência pode prejudicar a produtividade da cultura (Johnston, 2000) e seu excesso pode causar danos ao ambiente (Kessel et al., 1993; Gosh e Bhat, 1998).



CONCLUSÕES

Aplicando-se a dose de N conforme o recomendado, 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura (20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 70 kg ha⁻¹ de N na cobertura), foi observado maior produtividade do que a obtida no tratamento onde foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura.

O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu no teor de açúcar total recuperado nem no teor de nitrogênio foliar de ambos os híbridos de sorgo.

O sorgo sacarino apresentou menores valores de ATR, porém, foi mais eficiente na absorção de N em comparação ao sorgo biomassa.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG

Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de Minas Gerais

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; WEBER, H.; VIEIRA, J. R. Nitrogênio em cana-planta: doses e fracionamento. STAB – Açúcar, Álcool e Sub-Produtos, Piracicaba, 6:26-33, 1986.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas. 2. ed. Ver. 1997. p.45-47.
- 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.
- FASABI, J.A.V. Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (*Urena lobata*), variedade BR-01. 1996, 90f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1996.
- FERREIRA, D. F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145p.
- GOSH, B.C.; BHAT, R. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environ. Pollut., 102:123-126, 1998.
- JOHNSTON, A. E. Efficient use of nutrients in agricultural production systems. Common Soil Sci. Plant Ann., 31:1599-1620, 2000.
- KESSEL, C. V.; PENNOCK, D. J.; FARREL, R.E. Seasonal variation in denitrification and nitrous oxide evolution at the landscape scale. Soil Sci. Am. J., 57:988-955, 1993.
- KORNDÖRFER, G. H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1994. p.133-142.
- 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.
- RAMOS, S. B. Dose, parcelamento e modo de aplicação de nitrogênio em atributos nutricionais, agrônômicos e tecnológicos de cultivares de sorgo sacarino. 2014. 153f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.
- SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; SCARAMUZZA, L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F. Deficiências de macronutrientes em sorgo. Ciências Agrárias, Belém, 30:228-233, 2006.
- TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W.; GAVA, G. J. C.; SARRIÉS, G. A. Utilização de nitrogênio e produtividade de cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 26:636-646, 2002.
- VELOSO, C. A. C. Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e manganês na pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.), 1993. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.
- 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.