

DOSES E ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SORGO BIOMASSA

RODRIGUES, Marcos Vinícius; CASSEMIRO, Marcella Eduarda Gonzaga; NICCHIO, Bruno²; SANTOS, Gustavo Alves³; PEREIRA, Hamilton Seron⁴; KONDÖRFER, Gaspar Henrique

¹Graduandos em Agronomia – UFU/Uberlândia; marcosrod@outlook.com
marcellagcass@gmail.com

²Pós-Doutorando em Agronomia – UFU/Uberlândia - bruno_nicchio@hotmail.com

³Doutor em Agronomia – KP Consultoria – asgustavo@yahoo.com

⁴Professor Titular – UFU/Uberlândia - hspereira@ufu.br; ghk@uber.br

RESUMO

A cultura do sorgo vem crescendo exponencialmente no meio agrícola, devido ao seu grande potencial na produção de biomassa. Quando comparado com outras culturas bioenergéticas, o sorgo apresenta vantagens sob os pontos de vistas econômico, social e ambiental. O estudo foi realizado com dois experimentos, ambos em delineamento em blocos casualizados, avaliados diferentes doses de N (50, 80, 110, 140 e 170 kg ha⁻¹) para Usina Aroeira e (30, 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha⁻¹) para Usina Vale do Tijuco, ambas receberam adubação na semeadura de 20 e 30 kg ha⁻¹ respectivamente. O parcelamento das doses foi realizado na adubação de cobertura em duas etapas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de N e épocas de aplicação no desenvolvimento de sorgo biomassa em termos de ATR (açúcar total recuperável), produtividade e teor de nutriente foliar. O parcelamento das doses de N apresentou maior eficiência na Usina Aroeira devido ao histórico da área quando comparado à Usina Vale do Tijuco.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, adubação nitrogenada e produtividade

ABSTRACT

The sorghum crop has been growing exponentially in the agricultural environment, due to its great potential in the production of biomass. When compared to other bioenergetic crops, sorghum has advantages from an economic, social and environmental point of view. The study was carried out with two experiments, both in randomized blocks, reduced different doses of N (50, 80, 110, 140 and 170 kg ha⁻¹) for power plant Aroeira and (30, 60, 90, 120, 150 and 180 kg ha⁻¹) for power plant Vale do Tijuco, both received fertilizer in the sowing of 20 and 30 kg ha⁻¹ respectively. The installment of the doses was carried out in the fertilization of cover in two stages. The aim of this study was to evaluate the effect of N doses and application times on the development of biomass sorghum in terms of ATR (total recoverable sugar), productivity and leaf nutrient content. Splitting of N doses showed greater efficiency at power plant Aroeira due to the history of the area when registered at power plant Vale do Tijuco.

Keywords: *Sorghum bicolor*, nitrogen fertilization and productivity.

INTRODUÇÃO

Sorghum bicolor ou sorgo, é um cereal perene ou anual pertencente à família *Poaceae* de origem tropical, que expressa potencial em clima quente cultivado em regiões que possuem temperatura média acima de 20°C. A produção brasileira concentra-se principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo, responsáveis por cerca de 60% da produção nacional de sorgo (VIANA, A.C. 1986).

O sorgo apresenta 5 tipos diferentes, que podem ser utilizados para a produção de grãos (sorgo granífero), para a produção de massa para ensilagem (sorgo forrageiro), para a produção de biomassa lignocelulósica (sorgo lignocelulósico ou sorgo biomassa), para a produção de etanol (sorgo sacarino) e até para a produção de vassouras (sorgo vassoura) (ANDRÉ MAY et al., 2013)

A fim de criar soluções para sustentar o crescimento é necessário conhecimento das características da planta de sorgo quando relacionadas a aplicação de doses de macro e micronutrientes. Como toda planta o nitrogênio é o macronutriente essencial para o bom desenvolvimento do sorgo, uma vez que seu monitoramento do solo deve ser feito regularmente, ainda mais quando é um dos elementos mais exigentes. Na cultura do sorgo 70% da absorção do nitrogênio pelas plantas se dá até os sessenta dias após a emergência, sendo que nesta fase a planta já está com metade de seu peso, isto se dá na metade do florescimento (VANDERLIP, 2003). Por essa razão, na falta de nitrogênio as plantas apresentaram menor composição de clorofila e, conseqüentemente haverá redução na taxa fotossintética, resultando em falta de carboidratos.

Por meio disto, a adubação nitrogenada (N) deve ser manejada de forma pertinente de causando grande eficácia. Nessa cultura, o acúmulo de nitrogênio ocorre quase linearmente até a maturação, sendo o elemento que mais frequentemente limita sua produtividade. Todavia, a resposta de uma cultura a doses crescentes de N depende de vários fatores que interferem na disponibilidade desse elemento às plantas. (Silva & Lovato, 2008).

Para se obter rendimentos elevados, é necessário a aplicação de N em parcelas. No Brasil existe o conceito generalizado entre técnicos e produtores de que, aumentando-se o número de parcelamento da adubação nitrogenada, aumenta-se também a eficiência do uso do nitrogênio e se reduzem as perdas, principalmente por lixiviação (Coelho et al., 2006).

A introdução da adubação, deve ser bem definido de acordo com a necessidade do solo e do cultivar a ser inserido, por isso, é tão importante saber o histórico da área a ser implantada. Todavia, para qualquer cultivar ser recomendado é necessário que apresente desempenho constantemente superior aos demais, as várias análises feitas estatisticamente em vários anos e locais.

Portanto, pressupõe-se que o uso de doses de N em diferentes épocas de aplicação em sorgo biomassa, podem aumentar sua produtividade. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de N e épocas de aplicação no desenvolvimento de sorgo biomassa em termos de ATR (açúcar total recuperável), produtividade e teor de nutriente foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, dois experimentos foram implantados em diferentes locais. O primeiro experimento foi realizado em área comercial da empresa Bioenergética

Aroeira, situada no município de Tupaciguara-MG e o segundo experimento em área comercial pertencente a Usina Vale do Tijuco, situada no município de Uberaba-MG.

Experimento 1 - Usina Aroeira

Características da área

A área escolhida apresentava no momento da instalação as seguintes características químicas, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento na região de Tupaciguara-MG.

pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	T	T	V	m	M.O.	C.O.
	----- mg dm ⁻³ ---		----- cmol _c dm ⁻³ -----						- % -		dag kg ⁻¹	
6,1	7,2	344	0,0	2,9	1,4	5,2	5,2	7,3	71	0	4,8	2,8

P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 1997), M.O. = Método Colorimétrico.

Histórico

Na área a ser utilizada havia cultivo de cana-de-açúcar, a qual, antes da instalação do experimento foi submetida à destruição de soqueira, dessecação com glifosato na dose de 5,0 L ha⁻¹ com posterior incorporação da palhada ao solo e aplicação de vinhaça na dose de 1000 m³ ha⁻¹, correspondendo aproximadamente, a uma adubação com 405 kg ha⁻¹ N e 2,75 t ha⁻¹ de K₂O.

Adubação de sementeira

A adubação de sementeira consistiu da aplicação de 370 kg ha⁻¹ da mistura de 330 kg de Super Fosfato Triplo (0-46-0) com 70 kg de Nitrato de Amônio (30-0-0), o que resultou no fornecimento de 20 kg ha⁻¹ N e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A semeadora utilizada foi da marca Tatu com quatro linhas de sementeira e o fertilizante nitrogenado utilizado nas adubações de cobertura. O híbrido de sorgo utilizado no experimento foi o biomassa (CB7520).

Tratamentos

Nesta área utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos (Tabela 2), cinco repetições. As parcelas experimentais foram compostas por 8 linhas de sorgo com 10 metros de comprimento e espaçadas entre si por 0,65 metros. O primeiro experimento foi instalado com seis tratamentos (Tabela 2), cinco repetições e somente com o. Os tratamentos consistiram na aplicação de doses de N parceladas em três períodos (Tabela 2).

Tabela 2. Doses de N e época de aplicação em cada tratamento.

Dose de N aplicada			
Sementeira	1ª cobertura (15 a 20 DAS)	2ª cobertura (30 a 35 DAS)	TOTAL
----- kg ha ⁻¹ -----			

20	0	0	20
20	15	15	50
20	30	30	80
20	45	45	110
20	60	60	140
20	75	75	170

DAS = Dias após a semeadura

Experimento 2: Usina Vale do Tijuco

Características da área

Esta área apresentava solo com textura arenosa com as seguintes características químicas (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização química do solo utilizado no experimento na região de Uberlândia-MG.

pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	T	T	V	M	M.O.	C.O.
	----- mg dm ⁻³ --		----- cmol _c dm ⁻³ -----						-- % -			dag kg ⁻¹
6,2	1,1	30	0,0	1,4	0,7	2,1	2,1	3,5	60	0	2,8	1,7

P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 1997), M.O. = Método Colorimétrico.

Histórico da área e correção do solo

A cultura anterior instalada na área era pastagem a qual foi manejada por incorporação com arado de aiveca na operação de correção do solo, a qual foi realizada a partir da aplicação de 5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1 t ha⁻¹ de gesso, sendo a calagem dividida em duas etapas: 3 t ha⁻¹ em um mês e no subsequente, 2 t ha⁻¹ e também a aplicação do gesso.

Adubação de semeadura

Foi realizada com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ 06-30-10 + 1% Mn + 0,8% Zn, fornecendo assim, 30 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de K₂O, 50 kg ha⁻¹ P₂O₅, 5 kg ha⁻¹ de Mn e 4 kg ha⁻¹ de Zn.

Instalação

A instalação do experimento na área 2 (Usina Vale do Tijuco) foi feita de maneira idêntica à realizada na área 1 (Usina Aroeira), ou seja, utilizou-se o mesmo delineamento, a mesma estrutura de parcelas, o mesmo maquinário e o mesmo fertilizante nitrogenado.

Tratamentos

O experimento instalado na área 2 também seguiu os mesmos procedimentos adotados na área 1, no entanto, nesse caso, as doses totais de N de cada tratamento mudaram (Tabela 4) devido à quantidade aplicada na semeadura, além disso utilizou-se apenas 4 repetições, mantendo apenas o híbrido utilizado (CB7520).

Tabela 4. Doses de N e época de aplicação em cada tratamento.

Dose de N aplicada			
Semeadura	1ª cobertura (15 a 20 DAS)	2ª cobertura (30 a 35 DAS)	TOTAL
----- kg ha ⁻¹ -----			
30	0	0	30
30	15	15	60
30	30	30	90
30	45	45	120
30	60	60	150
30	75	75	180

DAS = Dias após a sementeira

Colheita e características avaliadas

A colheita dos dois experimentos foi realizada com o corte manual dos 4 m centrais das duas linhas centrais de cada parcela dos experimentos, na mesma data, ou seja, aos 159 DIAS.

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 252 emborrachamento do sorgo (EMBRAPA, 2008). 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 de N na parte aérea (EMBRAPA, 2008), no laboratório de fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia e análise tecnológica no laboratório da Bioenergética Aroeira, adotando-se a metodologia descrita por Copersucar (1980). Também foi calculado o Açúcar Teórico Recuperado (ATR) (kg TC-1) conforme metodologia descrita por Tanimoto (1964). Com base no peso de cada parcela e análise de N na parte aérea, calculou-se o N extraído pelos híbridos de sorgo.

Análises estatísticas

Todos os resultados dos experimentos foram submetidos às análises de variância, utilizando o software 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

Experimento 1: Usina Aroeira Produtividade de biomassa

Para produtividade do híbrido biomassa (CB7520), observou-se variação entre a máxima de 47,7 t ha⁻¹ obtida pela aplicação da dose de 140 kg ha⁻¹ N e 42,6 t ha⁻¹ como resultado da aplicação de N somente na sementeira, mas sem diferença significativa (Figura 1).

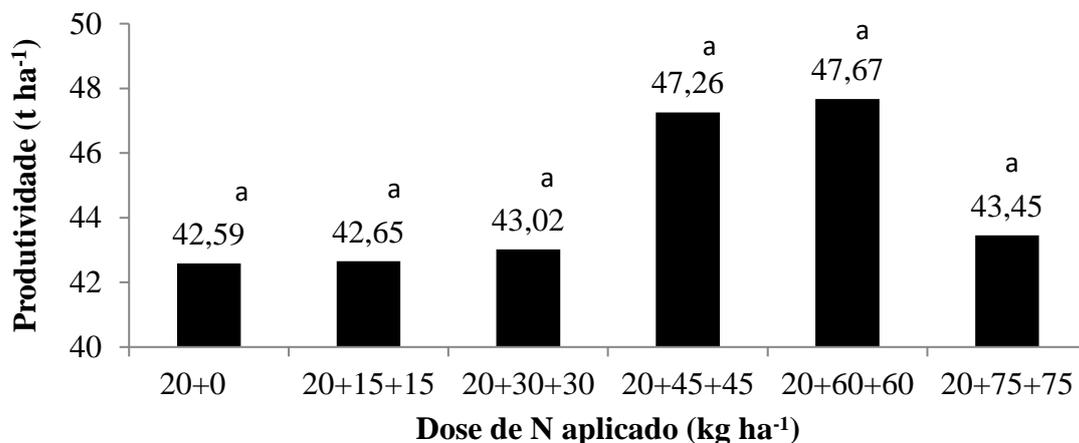


Figura 1. Produtividade de biomassa (t ha⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 11,7; CV (%) = 10,4).

ATR

Não houve diferença também entre os teores de ATR obtidos nas amostras de colmos do híbrido CB7520, visto que, nem mesmo a diferença superior a 7 kg açúcar t⁻¹ encontrada entre o resultante das aplicações de 80 e 170 kg ha⁻¹ de N foi capaz de diferir estatisticamente os tratamentos (Figura 2).

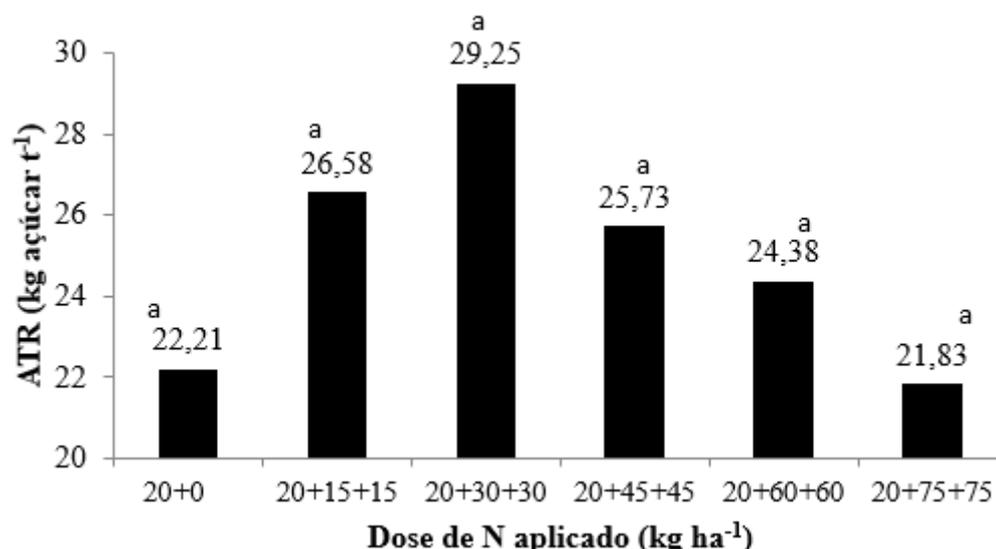


Figura 2. Valores de ATR (kg açúcar t⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 10,1; CV (%) = 22,8).

Teores de N foliar, parte aérea e extraídos

Não houve diferença estatística entre as diferentes coberturas de N, porém, houve uma maior quantidade de N na folha na dose de 80 kg ha⁻¹ parcelada em 20 kg ha⁻¹ na semeadura, 30 na primeira e segunda coberturas (Figura 3).

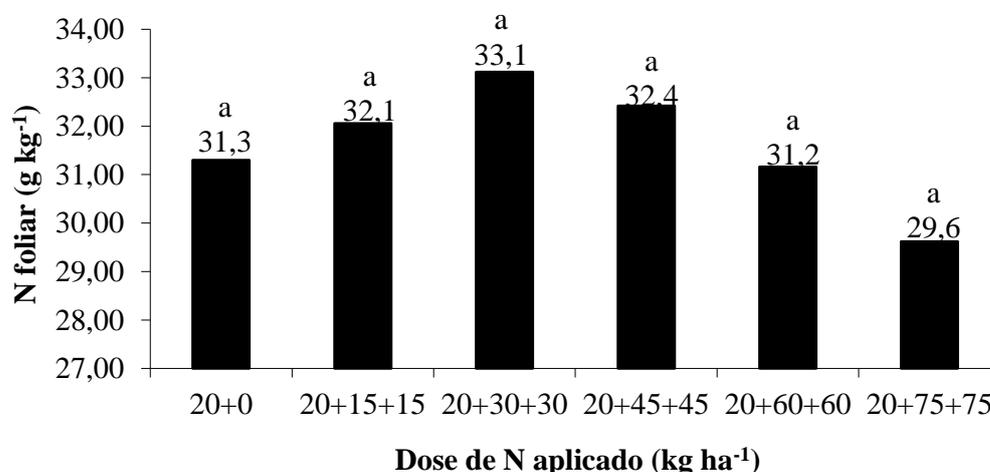


Figura 3. Valores de N foliar (g kg⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 4,2; CV (%) = 7,5).

Os teores de N na parte aérea das plantas de sorgo foram maiores na dose de 170 kg ha⁻¹, parcelando a adubação em 20 kg ha⁻¹ na semeadura e 75 kg ha⁻¹ na primeira e segunda coberturas. Os teores de N variaram entre 7,0 g kg⁻¹, na dose de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 9,9 g kg⁻¹ na dose de 170 kg ha⁻¹ (Figura 4).

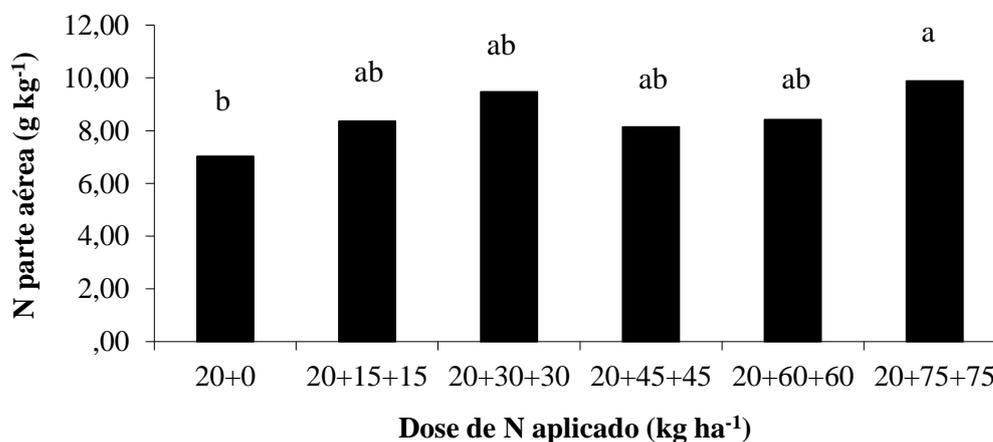


Figura 4. Valores de N parte aérea (g kg⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 2,3; CV (%) = 18,6).

Os valores de N extraído das plantas de sorgo, híbrido biomassa, não diferiram estatisticamente entre si pelas diferentes doses e parcelamentos avaliados. Apesar de não ser observada diferença estatística entre os tratamentos, os teores de N extraídos foram maiores quando houve aumento e parcelamento das doses (Figura 5).

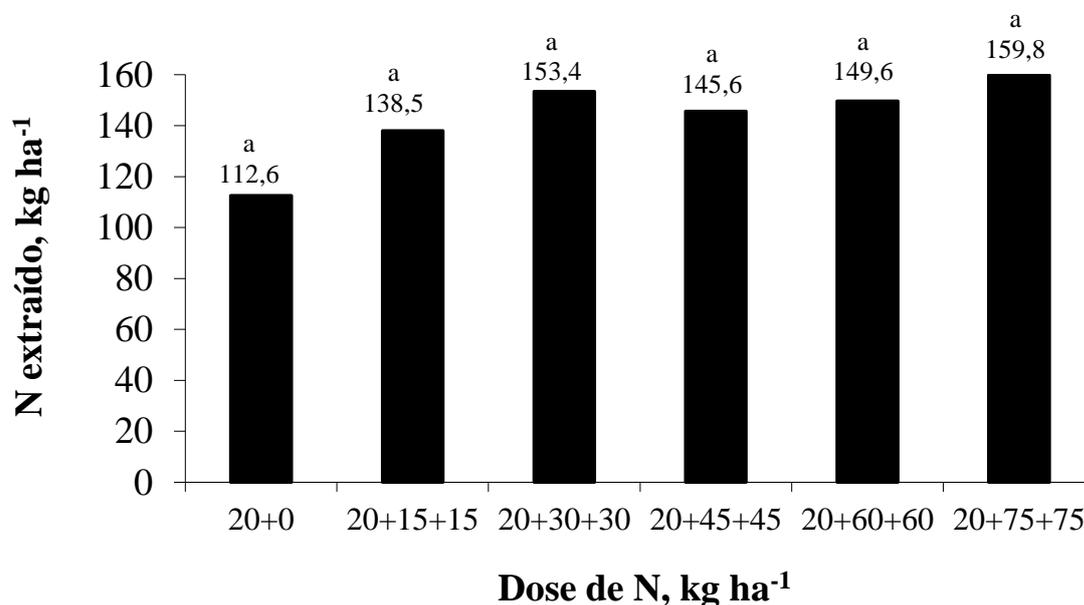


Figura 5. Valores de N extraído (g planta^{-1}) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 68,4; CV (%) = 24,0).

Experimento 2: Usina Vale do Tijuco

Produtividade de biomassa

A produtividade de biomassa do híbrido de sorgo CB7520 é maior quando o N é fornecido na dose de 90 kg ha^{-1} de N, atingindo mais de 58 t ha^{-1} , no entanto esses valores não diferem dos encontrados pela aplicação de 150 e 180 kg ha^{-1} de N ($50,1$ e $49,1 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente) (Figura 15).

Os valores da testemunha sem aplicação de N em cobertura e das doses de 60 e 120 kg ha^{-1} de N não diferem entre si, porém são inferiores ao resultado da dose de 90 kg ha^{-1} (Figura 6).

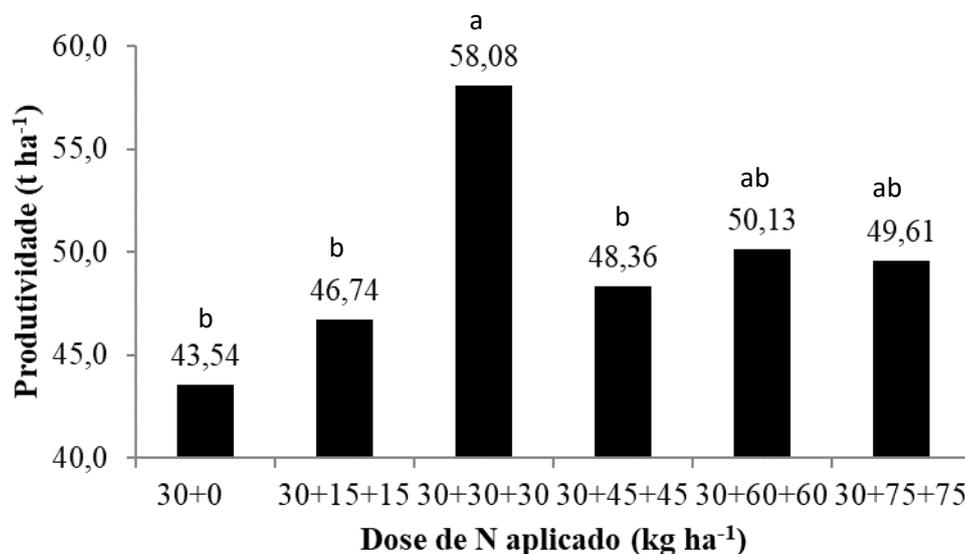


Figura 6. Produtividade de biomassa (t ha⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 8,5; CV (%) = 8,5).

ATR

Os valores de ATR obtidos no híbrido CB7520 não diferiram entre as diferentes distribuições do N (Figura 7). O que se observa é que os resultados ficaram entre 51,5 e 47,7 kg açúcar t⁻¹, sendo o primeiro obtido pela aplicação da maior dose de N (180 kg ha⁻¹) e o segundo resultado do uso de 150 kg ha⁻¹ de N (Figura 7).

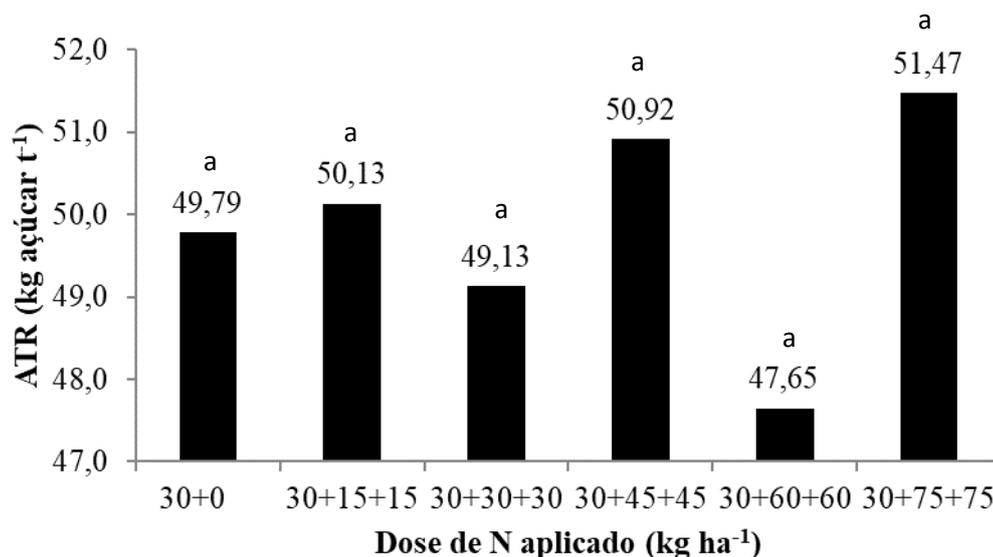


Figura 7. Valores de ATR (kg açúcar t⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 11,8; CV (%) = 11,7).

Teores foliares de nutrientes

Não houve diferença estatística entre os diferentes tipos de aplicação do fertilizante nitrogenado para os teores de N foliar, N na parte aérea e N extraídos no híbrido biomassa (Figuras 8, 9, 10).

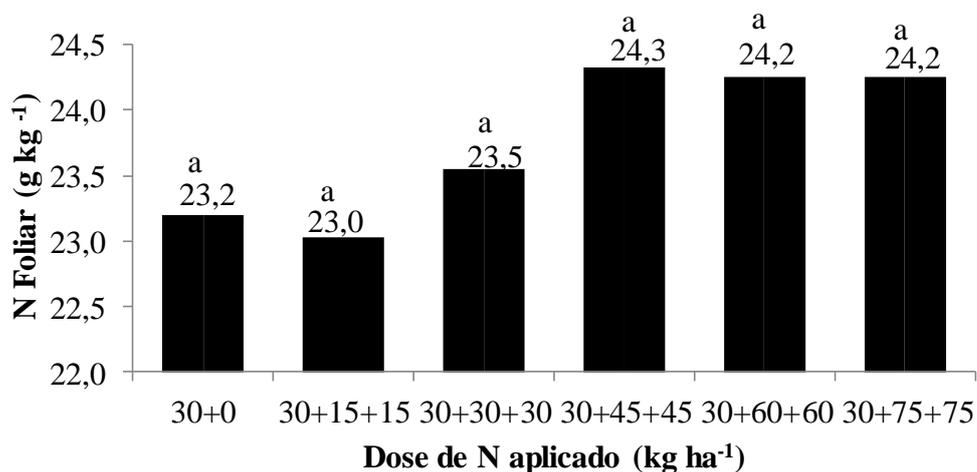


Figura 8. Valores de N foliar (g kg⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 2,6; CV (%) = 5,4).

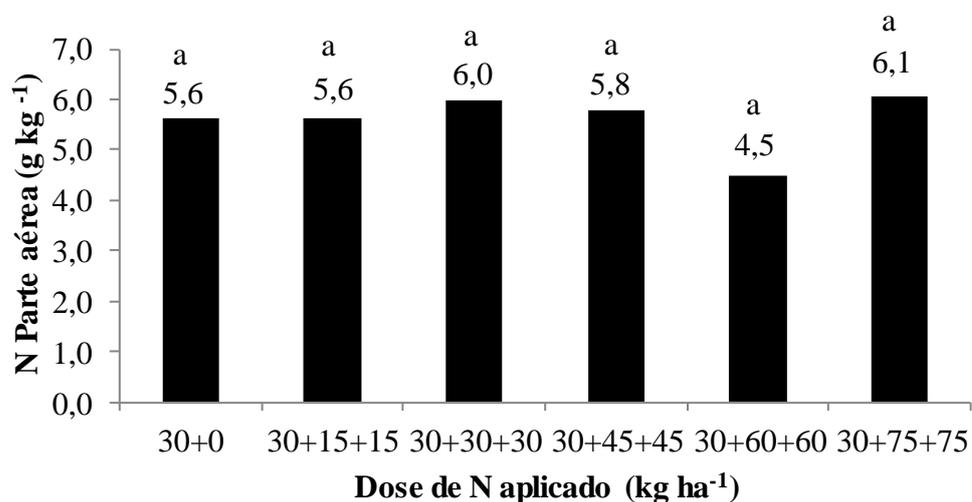


Figura 9. Valores de N da parte aérea (g kg⁻¹) do sorgo biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 2,1; CV (%) = 18,3).

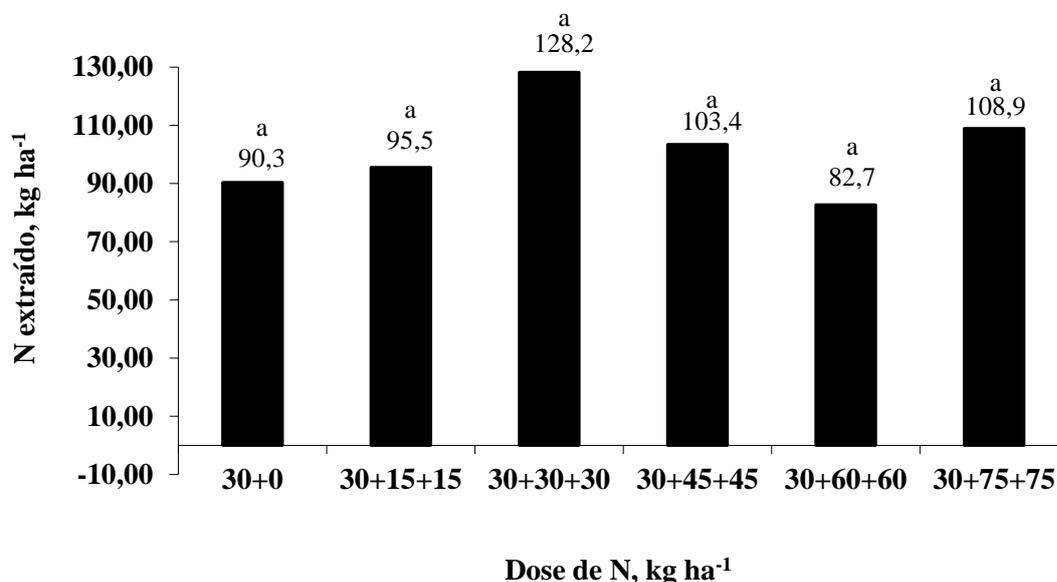


Figura 10. Valores de N extraído (kg ha⁻¹) do sorgho biomassa (Híbrido CB7520), colhido 159 dias após a semeadura, em função da aplicação de diferentes doses de N via solo. (Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância. DMS = 46,2; CV (%) = 19,8).

Na Usina Aroeira a área utilizada para a instalação dos experimentos foi de viveiro de mudas, com um histórico de aplicação de 1000 m³ de vinhaça no ano anterior. Sabendo-se que esse material apresenta considerável teor de N e de matéria orgânica em sua composição, sua aplicação em grande quantidade, como a utilizada nesse caso, resultou em enriquecimento do solo para essas duas variáveis, reduzindo assim a chance de resposta.

Na Usina Vale do Tijuco a área onde os experimentos foram instalados era de expansão, com histórico de pastagem, o que permite inferir que as condições de fertilidade do solo estariam aquém do esperado para culturas como a do sorgho e, portanto, havia sim possibilidade de respostas mais evidenciadas. No entanto, apesar disso, efeitos como a baixa disponibilidade de fósforo no solo e, principalmente a baixa ocorrência de chuvas por um longo período afetaram consideravelmente o desenvolvimento das plantas, mascarando assim o efeito que a adubação nitrogenada teria.

CONCLUSÕES

Aplicação de N na dose de 90 kg ha⁻¹ aplicados na semeadura e parcelada na 1^a e 2^a cobertura (30+30+30) foi eficiente em aumentar o ATR e produtividade de biomassa do sorgho (CB7520). Aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N (30+75+75) foi mais eficiente em aumentar o teor de N foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, A. M; FRANÇA, G. E. de; BAHIA Filho, A. F. C. Nutrição e adubação do milho. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/feraduba.htm>. 23 Jan. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

VIANA, Antonio carlos. Alternativas de cultivo para exploração do sorgo granífero, Belo horizonte, ano 1986, p. 28-32, 12 dez. 1986.

VEIGA, A.C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. Infor. Agrop., n.114, p.3-5, 1986. Acesso em: 12 mai. 2016.

MAY, André *et al.* Cultivo de Sorgo Sacarino em Áreas de Reforma de Canaviais: Desempenho Produtivo de Sorgo Sacarino Cultivado em Reforma de Canaviais nos Últimos Anos. Sorgo, Sete Lagoas, p. 1-36, setembro 2013.

VANDERLIP, R.L. How a sorghum plant develops. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Disponível em: . Acesso em 23 abr. 2020.

SILVA, P. C. S.; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. Revista da FZVA, Uruguaiana, v. 15, n. 1, p. 15-33, 2008.