

## **EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA SEGUNDA SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA EM LATOSSOLO VERMELHO DE CERRADO**

**EDUARDO SOUSA CUNHA<sup>1</sup>; MARCONI BATISTA TEIXEIRA<sup>1</sup>; FERNANDO NOBRE CUNHA<sup>1</sup>; EDSON CABRAL DA SILVA<sup>1</sup>; WILKER ALVES MORAIS<sup>1</sup>; GABRIELA NOBRE CUNHA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde GO, Brasil, eduardo\_sousa\_rv@hotmail.com, marconibt@gmail.com, fernandonobrecunha@hotmail.com, edsoncabralsilva@gmail.com, wilker.alves.moraes@gmail.com*

<sup>2</sup>*Departamento de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Av. Universitária km 3,5 Cidade Universitária, CEP: 75083-515, Anápolis GO, Brasil, gabriela-nc@hotmail.com*

### **1 RESUMO**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e seus derivados e a adubação nitrogenada destaca-se como uma das práticas culturais de maior demanda de pesquisas e para a cultura da cana-de-açúcar. Buscando atingir a máxima eficiência adubação e, conseqüentemente, produtividade, é necessário aprimoramento das técnicas de manejo. Objetivou-se determinar o efeito residual de diferentes fontes e doses de nitrogênio, aplicados no ciclo de cana-planta, sob o crescimento, acúmulo de biomassa seca, atributos tecnológicos e produtividade de colmos da cana-de-açúcar (IACSP95-5000) irrigada, no ciclo de segunda soca, cultivada em um Latossolo Vermelho de Cerrado. O experimento foi conduzido em condições de campo, em área da Fazenda Rio Paraíso II pertencente à Usina Raízen, no município de Jataí, GO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcela fatorial  $2 \times 4$ , com três repetições. Os tratamentos foram duas fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de amônio), quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas no ciclo de cana planta. Não foi verificado efeito residual das fontes e doses de N para as variáveis biométricas e massa seca. O efeito residual das doses de N promoveu um acréscimo na produtividade de colmos, rendimento bruto de álcool e rendimento bruto de açúcar.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum* L, ureia, nitrato de amônio, rendimento bruto de açúcar.

**CUNHA, E. S.; TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; SILVA, E. C.; MORAIS, W. A.; CUNHA, G. N.**

**RESIDUAL EFFECT OF THE APPLICATION OF SOURCES AND DOSES OF NITROGEN ON SUGARCANE CULTIVATED IN CERRADO RED LATOSOL**

### **2 ABSTRACT**

Brazil is the world's largest producer of sugarcane and its byproducts, sugar and alcohol. The production of sugarcane is an activity of great social, economic and environmental importance

for Brazil. Nitrogen fertilization stands out as one of the cultural practices of greater demand for research and for the cultivation of sugarcane. To achieve maximum efficiency, fertilization and, consequently, productivity, it is necessary to improve management techniques. The objective of this study was to determine the residual effects of different sources and nitrogen rates applied in the cane plant cycle on growth, accumulation of dry matter, technological analysis and productivity of irrigated sugarcane (IACSP95-5000) in the second rat cycle, cultivated in the Cerrado Red Latosol. The experiment was carried out under field conditions in the area of the Rio Paraiso II farm belonging to the Raízen cane plant factory in the city of Jataí, GO, Brazil. The collected soil was classified as Dystrophic Red Latosol. For the chemical and physical characterization, samples of the soil were collected from 0.00--0.10, 0.10--0.20 and 0.20--0.40 m layers. The experimental design used was randomized blocks, analyzed in a  $2 \times 4$  factorial scheme, with three replications. The factors analyzed were two sources of nitrogen (urea and ammonium nitrate) and four doses of nitrogen (0, 60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup>). The parameters analyzed were the plant height, diameter of the stalks, length of the internodes, dry mass of the leaves, dry mass of the stalk, dry mass of the stem, total dry mass of the aerial part, juice brix, cane sucrose content, recoverable total sugar content, productivity of the stalks, yield of sugar and yield of alcohol. No residual effects of the sources or doses of N were observed for the biometric variables or dry mass. The residual N promoted an increase in the productivity of the stalks, yield of sugar and yield of alcohol.

**Keywords:** *Saccharum officinarum* L., urea, ammonium nitrate, yield of sugar.

### 3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e seus derivados, açúcar e álcool, favorecido por sua extensa área e pelo clima propício à produção vegetal durante todo o ano, cuja produção na safra 2024/2025 foi de aproximadamente 689,83 milhões de toneladas (CANA-DE-AÇÚCAR, 2024).

A cana-de-açúcar é de grande importância social e econômica para o Brasil, decorrente de sua múltipla utilidade, sendo empregada in natura, sob a forma de forragem, para alimentação animal, ou como matéria-prima para a fabricação de rapadura, melado, aguardente, açúcar e álcool. Seus resíduos também possuem grande importância econômica – o vinhoto é transformado em adubo e o bagaço, em combustível (CAPUTO *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar uma enorme quantidade de informações para adequar o

melhor manejo e cultivar para os específicos ambientes (solo e clima), assim é possível explorar ao máximo o local de produção para promover o melhor rendimento da cultura e consequentemente maior lucratividade ou competitividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar (MARQUES; SILVA, 2008; HORSCHUTZ *et al.*, 2022).

A produção de cana-de-açúcar é uma atividade de elevada importância social, econômica e ambiental para o Brasil, representando fonte de geração de diversos recursos, empregos e divisas para o país, em virtude da crescente demanda por etanol, açúcar, energia e pela produção de álcool de segunda geração a cana-de-açúcar tem assumido papel cada vez mais importante na agricultura brasileira e mundial (PEREIRA, 2015).

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas cultivadas, é importante para o metabolismo das plantas, é constituinte de enzimas, proteínas, DNA, RNA, clorofilas e precursor de hormônios (MALAVOLTA; MORAES, 2007; SILVA

*et al.*, 2023). É um dos macronutrientes primários sendo o mais utilizado, mais absorvido e mais exportado pelas culturas; nutriente de obtenção mais cara; é o mais lixiviado nos solos, requerendo cuidados especiais em seu manejo pelos riscos de contaminação do lençol freático (CARVALHO; ZABOT, 2012; CUNHA *et al.*, 2021).

A adubação nitrogenada destaca-se como uma das práticas culturais de maior demanda de pesquisas e para a cultura da cana-de-açúcar estudos sobre N apresentam resultados muito variáveis (KORNDÖRFER *et al.*, 2002; CUNHA *et al.*, 2020). É fundamental o desenvolvimento de práticas agrícolas e a busca por fontes alternativas que visam ao melhor aproveitamento do N pela cultura da cana-de-açúcar (FRANCO *et al.*, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2020). O acúmulo de N no solo ocorre lentamente, a adubação nitrogenada promove aumento dos estoques de N total no solo (WEBER; MIELNICZUK, 2009; SILVA *et al.*, 2023).

Diversas pesquisas estudando o efeito residual da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, vem sendo realizados (SCHULTZ *et al.*, 2010; MEGDA *et al.*, 2012; BASTOS *et al.*, 2018), porém ainda existem lacunas a serem elucidadas, sobretudo sobre os efeitos de diferentes fontes e doses associadas ao uso da irrigação.

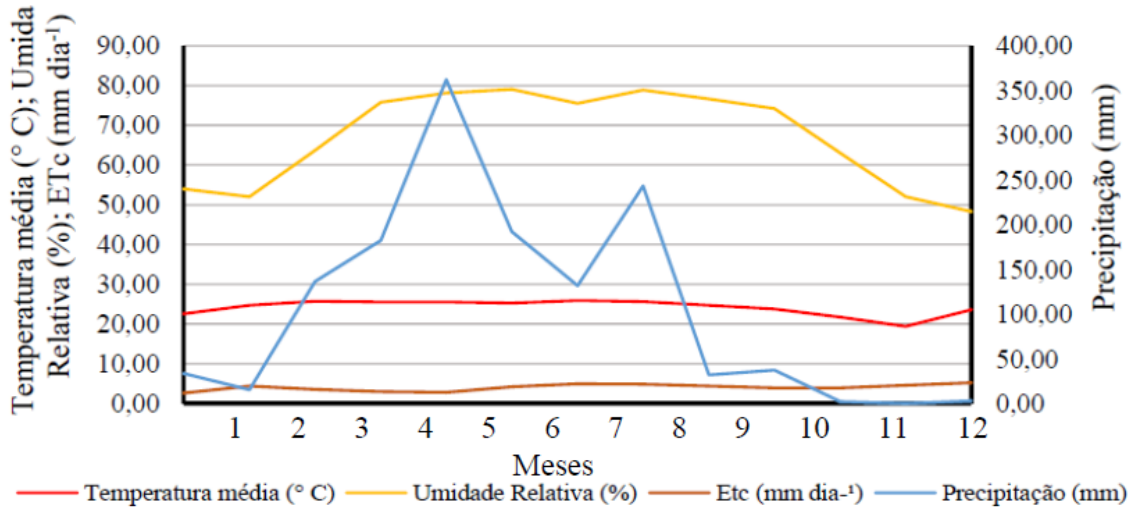
A deficiência hídrica afeta vários aspectos do metabolismo da cana-de-açúcar, em especial a fotossíntese (CHAVES; FLEXAS; PINHEIRO, 2009; MATA; MATA; OLIVEIRA, 2024). Manter a umidade adequada no solo durante todo o período de crescimento é importante para se obterem os rendimentos potenciais da cultura, visto que o crescimento vegetativo é proporcional à água transpirada pela mesma

(DALRI *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2021). O uso da irrigação durante a estação seca e veranicos é a alternativa para amenizar os efeitos da má distribuição da chuva e aumentar a produtividade e longevidade dos canaviais (TEODORO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2021). Nesse sentido, as funções de produção ou de respostas servem para orientar os agricultores nas tomadas de decisões em relação à quantidade de insumos a ser utilizada num determinado cultivo agrícola (TEODORO *et al.*, 2013).

A fim de promover a otimização do uso de fertilizantes nitrogenados, este estudo teve como objetivo determinar o efeito residual de diferentes fontes e doses de nitrogênio, aplicadas no ciclo de cana-planta, sob o crescimento, acúmulo de biomassa seca, atributos tecnológicos e produtividade da cana-de-açúcar (IACSP95-5000) irrigada, no ciclo de segunda soqueira, em um Latossolo Vermelho de Cerrado.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área da fazenda Rio Paraíso II pertencente à Usina Raízen, no município de Jataí, GO. As coordenadas geográficas do local são 17°44'2.62"S e 51°39'6.06"O, com altitude média de 907 metros. O clima do local é do tipo Aw, tropical, com chuva nos meses de outubro a abril, e seca nos meses de maio a setembro (KÖPPEN; GEIGER, 1928). A temperatura máxima oscila de 35° a 37°C, e a mínima de 12° a 15 °C (no inverno há ocorrências de até 5°C). A precipitação anual chega a 1.800 mm aproximadamente, mal distribuídas ao longo do ano, conforme os dados climáticos dispostos na Figura 1.

**Figura 1.** Dados meteorológicos no período decorrente do experimento, Jataí – GO.

**Fonte:** Estação Normal INMET – Jataí - GO. ETC pelo método de Hargreaves- Saman.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, muito argiloso (SANTOS *et al.*, 2018). As características químicas, físico-

hídricas, granulometria e classificação textural das amostras coletadas antes da instalação do experimento, são descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental, nas camadas de 0,0–0,10, 0,10-0,20 e 0,20–0,40 m de profundidade, Jataí – GO.

Camada	pH	M.O.	P <sub>Resina</sub>	S	K	Ca	Mg	Al
m	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	--- mg dm <sup>-3</sup> ---			----- mmolc dm <sup>-3</sup> -----		
0,0-0,10	6,0	89,0	39,0	4,0	2,9	50,0	23,0	<1
0,10-0,20	5,7	76,0	16,0	4,0	3,7	28,0	14,0	<1
0,20-0,40	5,5	53,0	9,0	16,0	4,0	13,0	7,0	<1
Camada	H+Al	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
m	-- mmolc dm <sup>-3</sup> --		%		----- mg dm <sup>-3</sup> -----			
0,0-0,10	18,0	93,9	81,0	0,2	1,2	33,0	4,7	2,4
0,10-0,20	20,0	65,7	70,0	0,15	1,2	28,0	2,4	1,4
0,20-0,40	25,0	49,0	49,0	<0,2	1,0	23,0	0,9	0,4
Camada	Granulometria (g Kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural	θ <sub>CC</sub>	θ <sub>PMP</sub>		
m	Areia	Silte	Argila		cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>		
0,0-0,10	96,0	82,0	822,0	Muito argiloso	46,3	22,6		
0,10-0,20	97,0	82,0	822,0	Muito argiloso				
0,20-0,40	85,0	71,0	845,0	Muito argiloso	45,8	22,6		

Manual de análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais (IAC, 2001). M.O - Matéria Orgânica; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases; θ<sub>CC</sub> – Conteúdo de água na capacidade de campo; θ<sub>PMP</sub> – Conteúdo de água no ponto de murcha permanente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial duplo, com três repetições. Os fatores avaliados constituíram

de duas fontes de N (nitrato de amônio e ureia) e quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>).

Em cana-planta, a adubação nitrogenada foi realizada de acordo com os tratamentos, aos 60 dias após o plantio, aplicada a lanço, do lado da linha (0,20 m). Em cana de primeira e segunda soca, a adubação nitrogenada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup>, aplicada em todas as parcelas experimentais, aos 60 dias após a colheita. Em cana-planta, cana de primeira e segunda soca, todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo (100 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de superfosfato triplo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potássio (80 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de cloreto de potássio (K<sub>2</sub>O), e micronutrientes, conforme resultados das análises de solo e recomendação de Sousa e Lobato (2004).

As unidades experimentais foram constituídas por cinco linhas de cana-de-açúcar de 5 m de comprimento, espaçadas de 1,50 m entre si. Sendo as três linhas centrais de cada parcela considerada a área útil, desprezando-se 1 m em cada extremidade.

Utilizou-se a variedade de cana-de-açúcar IACSP95-5000, desenvolvida pelo instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional, por meio de aração e gradagem, seguido de abertura dos sulcos de plantio. O plantio foi realizado de maneira mecanizada, conforme a experiência da Usina Raízen, e o número de gemas por metro, conforme as recomendações para a respectiva variedade. As avaliações do presente referem ao ciclo de segunda soqueira.

Os tratamentos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram utilizados conforme a necessidade e avaliação de infestação, e de acordo com a experiência da Usina Raízen.

A irrigação foi realizada por um Pivô central marca ZIMMATIC, modelo PC 08-64/03-647/01-646/L4 + AC, em aço galvanizado, baixa pressão, com 12 torres de sustentação, com uma área total irrigada de 139,31 ha<sup>-1</sup>, velocidade de 268 m h<sup>-1</sup> na

última torre, aplica uma lâmina bruta mínima para uma volta a 100% de 1,35 mm. A lâmina de irrigação, foi conforme realizado comercialmente, através do software IRRIGER®. O software utiliza o método de Penman-Monteith, adaptado por Allen *et al.* (1989) para a estimativa da evapotranspiração em escala diária, com os dados micrometeorológicos de radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

As avaliações biométricas foram realizadas em quatro plantas demarcadas e localizadas na área útil de cada parcela. As variáveis analisadas foram: altura de planta (AP), mensurada do solo até a lígula da última folha completamente aberta e diâmetro de colmo (DC), mensurado na base do colmo com auxílio de um paquímetro digital e comprimento de entrenós (CE) mensurado de um entrenó.

As avaliações de biomassa seca foram realizadas em duas plantas demarcadas e localizadas na área útil de cada parcela. Foram colhidas amostras da parte aérea da cana-de-açúcar, separando os componentes estruturais da parte aérea que compreendem as folhas verdes (FV), as bainhas (B), as folhas e bainhas mortas (FBM), o pseudocolmo (PC), o colmo (C) e a parte emergente (PE). A soma dos dois componentes da parte aérea (PC e PE) é que se chama de 'ponteiro'. Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C até massa constante, e determinada a massa de matéria seca de cada parte da planta. A soma dos valores correspondentes à biomassa de cada componente estrutural das plantas (MSFV + MSB + MSFBM + MSPC + MSPE) possibilita a determinação da massa seca total da parte aérea (MSTPA), utilizada nos cálculos dos parâmetros de crescimento (MARAFON, 2012).

As variáveis de massa seca analisadas foram MSF (massa seca das folhas = massa seca das folhas verde + massa seca da bainha das folhas verde + massa seca

das folhas mortas + massa seca da bainha das folhas mortas), MSC (massa seca do colmo), MSPT (massa seca do ponteiro) e MSTPA (massa seca total de parte aérea).

A produtividade de colmos (toneladas colmos por hectare – TCH) foi determinada através da pesagem total dos colmos presentes na área útil das respectivas parcelas, foram quantificados o peso dos colmos presentes nas duas linhas centrais de cada parcela. Para tanto, realizou-se o corte o mais rente possível do solo. Os colmos foram despalhados e o ponteiro destacado. Em seguida, pesadas em balança digital tipo gancho (precisão de 0,02 kg), com capacidade de 50 kg.

Foram coletadas amostras de 10 colmos por tratamento, que foram submetidos para a determinação análise tecnológica no Laboratório agroindustrial da Usina Raízen, em Jataí - GO, para obtenção dos valores de porcentagem de sólidos solúveis (BRIX), porcentagem de açúcar bruto contida nos colmos (POL da cana) e açúcar total recuperável (ATR), conforme normas do sistema Consecana (2006).

Os rendimentos brutos de açúcar e de álcool foram calculados utilizando o valor de quantidade de açúcar bruto determinado por análise tecnológica do caldo, pela amostragem de 10 colmos por tratamento, foram calculados de acordo as Equações 1 e 2, segundo metodologia descrita por Caldas (1998):

$$RA_{\text{ç}} = \left( \frac{PCC * PC}{100} \right) \quad (1)$$

em que:

RA<sub>ç</sub> - rendimento de açúcar em kg ha<sup>-1</sup>;

PCC - quantidade de açúcar bruto em % contido nos colmos e determinada em laboratório;

PC - produtividade de colmos em t ha<sup>-1</sup>.

$$RA = ((PCC * F) + ARL) * Fg * 10 * PC \quad (2)$$

em que:

RA - rendimento de álcool bruto em litro por tonelada de cana;

PCC - quantidade de açúcar bruto em % contido nos colmos e determinada em laboratório;

F - fator de transformação estequiométrica de sacarose em uma molécula de glicose mais uma de frutose, igual a 1,052;

ARL - são os açúcares redutores livres em %, cujos valores variam de 0,7 a 0,85%, sendo que a destilaria utiliza 0,7 para PCC alto;

Fg - fator de Gay Lussac igual a 0,6475;

PC - produtividade de colmos em t ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade e em caso de significância foi realizada análise de regressão para doses de nitrogênio, enquanto para as fontes nitrogenadas, as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou efeito significativo, em relação a interação entre os fatores F × D, para as variáveis diâmetro de colmo (DC). Não foi observado efeito significativo para as variáveis altura de planta (AP) e comprimento de entrenó (CE) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e médias para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC) e comprimento de entrenó (CE) da cultura cana-de-açúcar (var. SP95-5000) irrigada, no ciclo de segunda soqueira, considerando o efeito residual de diferentes fontes e doses de nitrogênio, aplicadas à cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil.

FV	GL	Quadrados Médios <sup>1</sup>		
		AP	DC	CE
Fontes de N (F)	1	0,007 <sup>ns</sup>	1,7821 <sup>ns</sup>	0,0975 <sup>ns</sup>
Doses de N (D)	3	0,0185 <sup>ns</sup>	4,3092 <sup>ns</sup>	0,4683 <sup>ns</sup>
F x D	3	0,0441 <sup>ns</sup>	9,1405*	1,2611 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,0215 <sup>ns</sup>	0,3718 <sup>ns</sup>	0,0587 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	14	0,0143	1,7172	0,5411
CV (a)		5,38	4,37	6,61
Médias				
Fontes de N		(m)	(mm)	(cm)
NA		2,21	30,23	11,05
U		2,24	29,69	11,18
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0		2,16	31,08	10,75
60		2,28	30,12	11,39
120		2,21	29,51	11,26
180		2,26	29,14	11,06
Interação (F x D)				
NA 0		2,04	31,66	10,28
U 0		2,28	30,50	11,23
NA 60		2,27	31,65	11,00
U 60		2,29	28,58	11,79
NA 120		2,30	29,91	11,76
U 120		2,12	29,11	10,76
NA 180		2,23	27,72	11,18
U 180		2,30	30,57	10,94

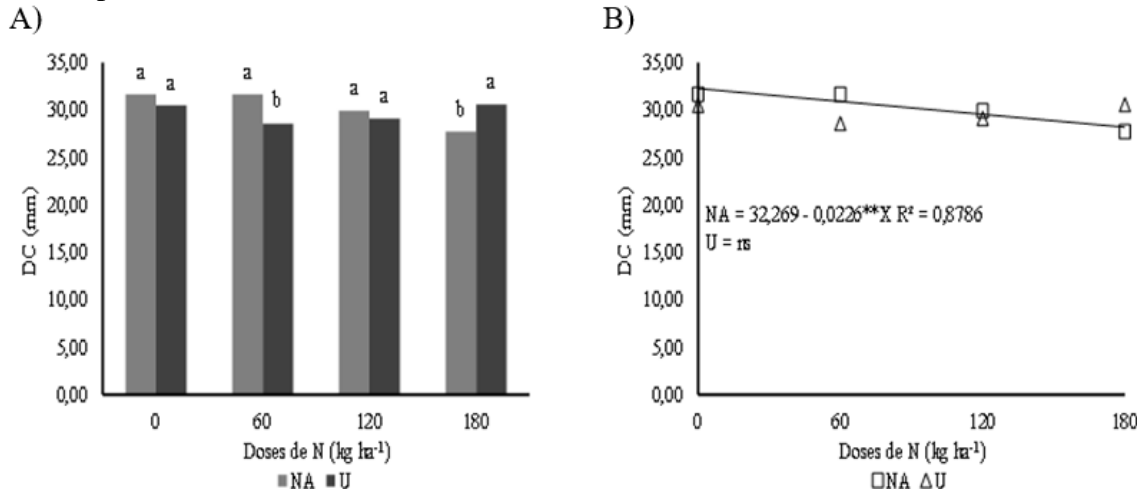
<sup>1</sup>Coefficiente de variação (CV). \* significativo 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

Observa-se que para AP a fonte de U não apresentou diferença significativa para a fonte de NA. Entre as doses de N de 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> não houve diferença significativa (Tabela 2).

Na Figura 2A, observa-se que para DC da cana-de-açúcar adubada com a fonte de NA, na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, houve incremento de 9,70% em relação à fonte U.

Para a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, a fonte U foi superior 9,32% em relação a fonte NA. Para as doses de N de 0 e 120 kg ha<sup>-1</sup> não houve diferença significativa entre as fontes de nitrogênio. Marcelo (2008), estudando fontes e doses de nitrogênio em cana-de-açúcar, não observou efeito significativo para os tratamentos em relação ao diâmetro de colmos.

**Figura 2.** Diâmetro de colmo da cana-de-açúcar (var. SP95-5000), no ciclo de segunda soca, em função do efeito residual das fontes de N (A) e doses de N (B), aplicado em cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil. Médias seguidas das mesmas letras, dentro da mesma dose de N, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



\*\* significativo a 1% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

O DC da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio para a fonte nitrato de amônio, se adequou ao modelo linear, com  $R^2$  de 88% (Figura 2B). Segundo a equação de regressão linear obtida para o NA, um DC máximo de 32,27 mm foi estimado com a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N. Conforme a equação de regressão, obteve-se decréscimo de 4,20% no DC, para cada aumento de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Comparando as doses de nitrogênio de 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, observa-se uma diferença no DC em relação a essas doses de nitrogênio de 12,60%. Outros autores, não observaram aumento no diâmetro de colmos da cana-de-açúcar com a elevação da dose de N sob irrigação (URIBE, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2020). Shekinah, Sudara e Rakkiyappan (2012), estudando a adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, no ciclo de cana-planta e cana-soca, não observaram efeito significativo para diâmetro de colmos, obtendo uma média de 28,70 mm e 27,80 mm, nos dois ciclos de cultivo.

Observa-se que para CE a fonte de U não apresentou diferença significativa para a fonte de NA. Entre as doses de N de 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> também não houve diferença significativa (Tabela 2). Cunha *et al.* (2016), observaram que o CE aumentou 6,4% a cada 80 dias, totalizando 19,3% entre 90 e 330 DAP. Silva *et al.* (2016), obtiveram efeitos isolados em seus tratamentos, e aos 330 DAP observaram um CE de aproximadamente 16 cm.

A análise de variância não mostrou efeito significativo para as variáveis massa seca das folhas (MSF), massa seca do colmo (MSC), massa seca do ponteiro (MSP) e massa seca total da parte aérea (MSTPA) da cultura cana-de-açúcar (Tabela 3). Schultz *et al.* (2010), verificou variações entre os tratamentos no acúmulo de palhada da cana-de-açúcar. Diferentemente, Bastos *et al.* (2018), observou efeito residual da aplicação de nitrogênio no acúmulo de matéria seca de cana-de-açúcar (cana-soca).



**Tabela 3.** Resumo da análise de variância e médias para as variáveis massa seca das folhas (MSF), massa seca do colmo (MSC), massa seca do ponteiro (MSPT) e massa seca total da parte aérea (MSTPA) da cultura cana-de-açúcar (var. SP95-5000) irrigada, no ciclo de segunda soca, submetida a efeito residual de diferentes fontes e doses de nitrogênio, aplicadas a cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil.

FV	GL	Quadrados Médios <sup>1</sup>			
		MSF	MSC	MSPT	MSTPA
Fontes de N (F)	1	0,000004 <sup>ns</sup>	0,0468 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0495 <sup>ns</sup>
Doses de N (D)	3	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0328 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0462 <sup>ns</sup>
F x D	3	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0142 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0091 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,0015 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	14	0,0003	0,016	0,0005	0,0224
CV (a)		12,67	22,94	23,5	18,87
Médias					
Fontes de N		kg planta <sup>-1</sup>			
NA		0,14	0,51	0,10	0,74
U		0,14	0,59	0,10	0,83
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0		0,15	0,50	0,08	0,74
60		0,15	0,54	0,11	0,80
120		0,14	0,65	0,11	0,91
180		0,12	0,49	0,09	0,71
Interação (F x D)					
NA 0		0,16	0,39	0,09	0,64
U 0		0,15	0,62	0,08	0,84
NA 60		0,16	0,51	0,10	0,77
U 60		0,14	0,58	0,11	0,83
NA 120		0,14	0,63	0,12	0,89
U 120		0,15	0,68	0,11	0,93
NA 180		0,12	0,49	0,08	0,69
U 180		0,13	0,50	0,11	0,74

<sup>1</sup>Coefficiente de variação (CV). <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

Para MSF, MSC, MSPT e MSTPA não existe diferença significativa entre as fontes NA e U. Entre as doses de N de 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> também não houve diferença significativa (Tabela 3). Schultz *et al.* (2010), obtiveram uma produção de matéria seca de palhada de cana-de-açúcar de 15,7 t ha<sup>-1</sup> sob efeito residual da adubação de 150m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Fortes *et al.* (2011), contataram que a recuperação de nitrogênio da ureia, nos restos culturais e rizomas da cana-de-açúcar, após três safras foi de 39, 23 e 17%, respectivamente, indicando que o N

dos resíduos das culturas é uma importante fonte de nitrogênio para cana de açúcar. Boschiero (2017), conclui que o aumento das doses de N aumenta a extração de nutrientes pelas plantas, embora isso não reflita necessariamente no aumento da matéria seca das plantas, indicando um consumo de luxo do N pela cana-de-açúcar. De acordo com Bastos *et al.* (2018), uma dose residual de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, promoveu, aproximadamente, 22,00 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de cana-de-açúcar

A análise de variância mostrou efeito significativo, em relação as doses de N (D),

para as variáveis produtividade de colmos (PC), rendimento bruto de açúcar (RBAÇ) e rendimento bruto de álcool (RBAL). A interação entre os fatores F × D foi significativo para produtividade de colmos (PC). Não foi observado efeito significativo

para as variáveis porcentagem de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e porcentagem de açúcar bruto contida nos colmos (POL da cana) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância e médias para as variáveis porcentagem de sólidos solúveis (BRIX), porcentagem de açúcar bruto contida nos colmos (POL da cana) açúcar total recuperável (ATR), produtividade de colmos (PC), rendimento bruto de açúcar (RBAÇ) e rendimento bruto de álcool (RBAL) da cultura cana-de-açúcar (var. SP95-5000) irrigada, no ciclo de segunda soca, submetida a efeito residual de diferentes fontes e doses de nitrogênio, aplicadas a cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil.

FV	GL	Quadrados Médios <sup>1</sup>					
		BRIX	POL cana	ATR	PC	RBAÇ	RBAL
Fontes de N (F)	1	0,033 <sup>ns</sup>	1,575 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	4,806 <sup>ns</sup>	0,222 <sup>ns</sup>	0,106 <sup>ns</sup>
Doses de N (D)	3	0,047 <sup>ns</sup>	23,275 <sup>ns</sup>	0,225 <sup>ns</sup>	129,904*	4,658*	2,308*
F x D	3	0,262 <sup>ns</sup>	15,593 <sup>ns</sup>	0,177 <sup>ns</sup>	108,224*	3,364 <sup>ns</sup>	1,677 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,099 <sup>ns</sup>	24,029 <sup>ns</sup>	0,285 <sup>ns</sup>	80,264 <sup>ns</sup>	0,729 <sup>ns</sup>	0,385 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	14	0,098	20,625	0,225	27,178	1,338	0,65
CV (a)		1,51	2,82	2,88	4,26	5,74	5,65
Médias							
Fontes de N		%	%	Kg t <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
NA		20,80	16,45	161,07	121,80	14,21	20,05
U		20,72	16,49	161,58	122,70	14,34	20,24
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )							
0		20,80	16,46	161,3	115,67	13,50	19,05
60		20,65	16,23	158,8	122,79	14,13	19,93
120		20,73	16,50	161,6	124,02	14,50	20,45
180		20,86	16,70	163,6	126,51	14,97	21,14
Interação (F x D)							
NA 0		21,07	16,67	163,18	117,20	13,85	19,56
U 0		20,54	16,25	159,43	114,13	13,14	18,54
NA 60		20,70	16,21	158,76	116,78	13,43	18,93
U 60		20,61	16,24	158,84	128,81	14,83	20,92
NA 120		20,49	16,31	159,69	122,85	14,20	20,02
U 120		20,97	16,70	163,52	125,20	14,80	20,89
NA 180		20,94	16,62	162,67	130,38	15,35	21,67
U 180		20,78	16,78	164,54	122,65	14,59	20,60

<sup>1</sup>Coefficiente de variação (CV). \* significativo 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

Vitti *et al.* (2007), verificaram efeito significativo para doses residuais de N em cana-de-açúcar de terceira soca para produtividade de colmos e POL da cana. Megda *et al.* (2012), não verificaram efeito

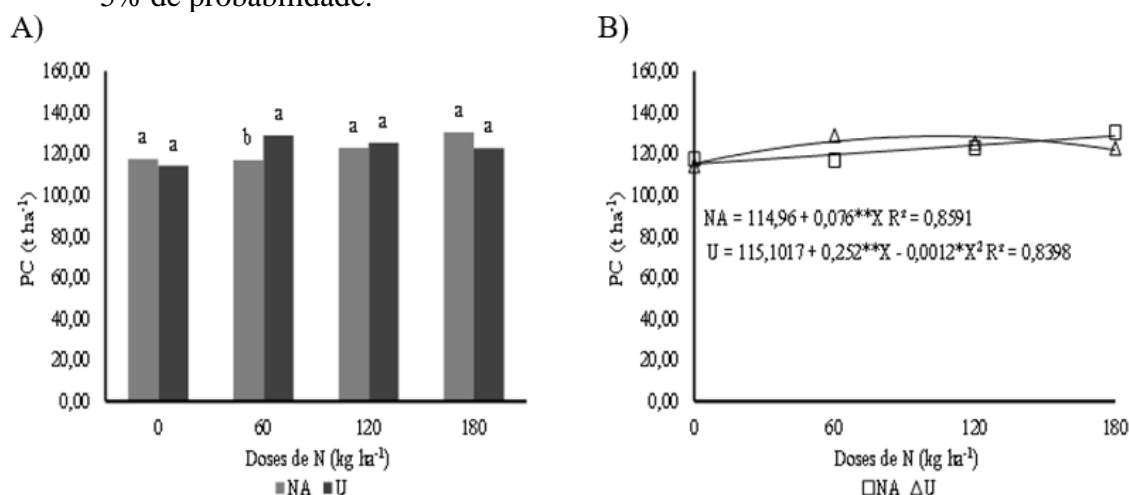
residual das fontes nitrogenadas na produtividade de colmos da terceira soqueira de cana-de-açúcar. Bastos *et al.* (2018), não observou efeitos das doses residuais de N para produtividade de colmo.

Para o BRIX, POL cana e ATR não existe diferença significativa entre as fontes NA e U. Entre as doses de N de 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> também não houve diferença significativa (Tabela 4). O teor mínimo de POL da cana para condição de maturação é de 13% (HORSCHUTZ *et al.*, 2022). A adubação nitrogenada pode reduzir o teor de sacarose e levar ao aumento do consumo de energia como resultado de um desenvolvimento vegetativo mais intenso (WIEDENFELD, 1998; OLIVEIRA *et al.*,

2023). Silva *et al.* (2009), estudando níveis de adubação de N e K, não observaram efeitos significativos para BRIX e POL da cana, contudo os valores tendem a diminuir com aumentos dos níveis de adubação.

Na Figura 3A, observa-se que a fonte NA na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou maior PC (9,34%) que a fonte U; já entre as fontes de ureia e nitrato de amônio nas doses de N de 0, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> não houve diferença significativa.

**Figura 3.** Produtividade de colmos da cana-de-açúcar (var. SP95-5000), no ciclo de segunda soca, em função do efeito residual das fontes de N (A) e doses de N (B), aplicado em cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil. Médias seguidas das mesmas letras, dentro da mesma dose de N, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



\*\* e \* significativo a 1 e a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

A produtividade de colmos da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio para a fonte ureia, se adequou ao modelo quadrático, com R<sup>2</sup> de 84% (Figura 3B). As doses crescentes de adubação com nitrogênio para a fonte ureia elevaram a produtividade de colmos da cana-de-açúcar até a dose de 105 kg ha<sup>-1</sup>, com a aplicação desta dose de nitrogênio foi atingido a produtividade de colmos máximo de aproximadamente 128,33 ton ha<sup>-1</sup>. A produtividade de colmos máxima verificado para fonte ureia na dose de nitrogênio de 105 kg ha<sup>-1</sup>, foi 10,31; 1,89; 0,21 e 5,25% maior do que a produtividade de colmos observada

nas doses de nitrogênio de 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 3B).

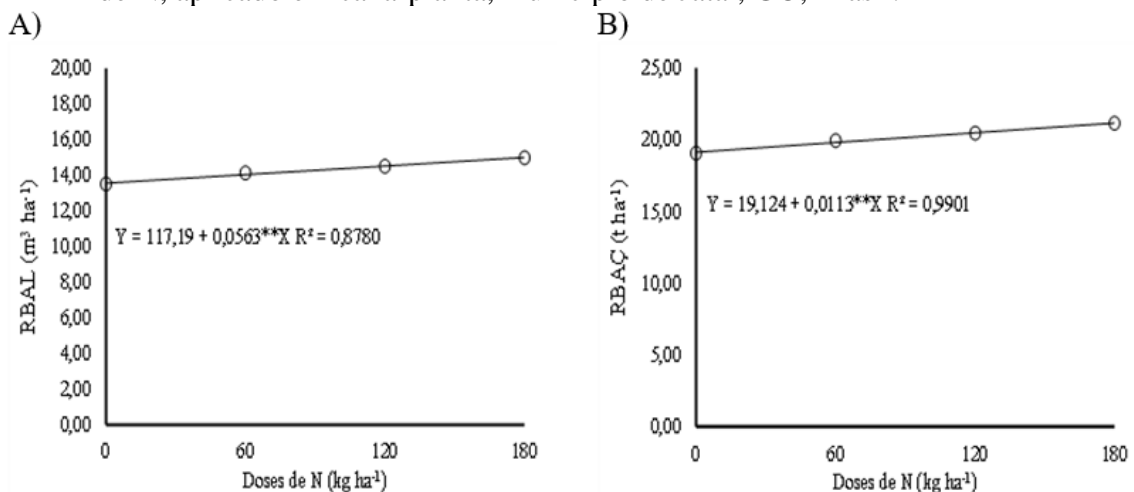
A produtividade de colmos da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio para a fonte nitrato de amônio, se adequou ao modelo linear, com R<sup>2</sup> de 86% (Figura 3B). As doses crescentes de adubação com nitrogênio para a fonte nitrato de amônio elevaram a produtividade de colmos da cana-de-açúcar até a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup>, com a aplicação desta dose de nitrogênio foi atingido a produtividade de colmos máximo de aproximadamente 128,64 ton ha<sup>-1</sup>. Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 3,54% na produtividade de

colmos, para cada aumento de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, para a fonte de nitrato de amônio. Comparando as doses de nitrogênio de 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, observa-se uma diferença na produtividade de colmos em relação a essas doses de nitrogênio de 10,63% (Figura 3B).

Para Vitti *et al.* (2007), a fonte nitrato de amônio, na dose de 175 kg ha<sup>-1</sup>, promoveu efeito residual, gerando uma PC de 86,3 t ha<sup>-1</sup>. Na cana-de-açúcar de terceira soqueira, maiores doses de N aplicadas nos ciclos anteriores mantiveram TCH, sendo confirmado pela ausência de recuperação no tratamento controle (FORTES *et al.*, 2013; CUNHA *et al.*, 2020).

O RBAL da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio, se adequou ao modelo linear, com R<sup>2</sup> de 88%. No RBAL em função das doses de N, observa-se que houve aumento linear máximo de 14,99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> com a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 4A). Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 2,65% no RBAL, para cada aumento de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Comparando as doses de nitrogênio de 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, observa-se uma diferença no RBAL em relação a essas doses de nitrogênio de 7,96%.

**Figura 4.** Rendimento bruto de álcool (A) e Rendimento bruto de açúcar (B) da cana-de-açúcar (var. SP95-5000), no ciclo de segunda soca, em função do efeito residual das doses de N, aplicado em cana-planta, município de Jataí, GO, Brasil.



\*\* significativo a 1% de probabilidade.

O RBAÇ da cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio, se adequou ao modelo linear, com R<sup>2</sup> de 99%. No RBAÇ em função das doses de N, observa-se que houve aumento linear máximo de 21,16 t ha<sup>-1</sup> com a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 4B). Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 3,20% no RBAÇ, para cada aumento de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Comparando as doses de nitrogênio de 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, observa-se uma diferença no RBAÇ em relação a essas doses de nitrogênio de 9,61%.

Para Fortes *et al.* (2013), independente do ciclo do cultivo e das doses de N aplicadas, não ocorreu efeito significativo para rendimento de açúcar. Os rendimentos de açúcar e álcool tendem a se elevar com o aumento dos níveis de adubação de cobertura de N e K (SILVA *et al.* 2009; CUNHA *et al.*, 2020). De acordo com Shekinah, Sudara e Rakkiyappan (2012), utilizando uma adubação de 280 kg ha<sup>-1</sup> de N em cana-de-açúcar nos ciclos de cana-planta e cana-soca, constataram um rendimento bruto de álcool de 8,54 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 7,56 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 6 CONCLUSÕES

A altura de planta, comprimento de entrenó, massa seca das folhas, massa seca do colmo, massa seca do ponteiro, massa seca total da parte aérea, porcentagem de sólidos solúveis (BRIX), porcentagem de açúcar bruto contida nos colmos (POL da cana) e açúcar total recuperável (ATR) da cana-de-açúcar irrigada não apresentam diferença em relação as fontes (ureia e nitrato de amônio) e as doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>).

Houve efeito residual das doses de N aplicadas em cana-de-açúcar irrigada, no ciclo de cana-planta, que promoveu um acréscimo na produtividade de colmos, rendimento bruto de álcool e rendimento bruto de açúcar, no ciclo de segunda soca.

O efeito residual da ureia e nitrato de amônio, nas doses de 105 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, proporcionam a máxima produtividade de colmos da cana-de-açúcar (IACSP95-5000) irrigada, com incrementos acima de 10% em relação a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

Independente da fonte de N, a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu um rendimento bruto de açúcar de 21,16 t ha<sup>-1</sup> e rendimento bruto de álcool de 14,99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (CEAGRE) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

## 8 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; JENSEN, M. E.; WRIGHT, J. L.; BURMAN, R. D. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 4, p. 650-662, 1989.

BASTOS, A. V. S.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, L. N. S.; CARVALHO, J. J. COSTA, C. T. S. Recovery of Residual Nitrogen (15N) from Urea in the First Ratoon of Irrigated Sugarcane. **Sugar Tech**, Amsterdã, v. 20, n. 2, p. 143-153, 2018.

BOSCHIERO, B. N. **Adubação nitrogenada em soqueiras de cana-de-açúcar: influência do uso em longo prazo de fontes e/ou doses de nitrogênio**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool do Estado de Alagoas, p. 1-423, 1998.

CANA-DE-AÇÚCAR. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 1-60, 2024. Safra 2024/25, Quarto levantamento, Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/54629\\_f46a335aef1ed0fd731b7c75dc750ba9](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/54629_f46a335aef1ed0fd731b7c75dc750ba9). Acesso em: 10 fev. 2024.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação.

- Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.
- CARVALHO, N. L.; ZABOT, V. Nitrogênio: nutriente ou poluente? **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 6, n. 6, p. 960-974, 2012.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, London, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.
- CONSECANA. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: CONSECANA, p. 1-54, 2006.
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; MORAIS, W. A.; VIDAL, V. M.; CUNHA, E. S.; GOMES, F. H. F.; ARAÚJO, A. O. Agronomic performance and industrial yield of sugarcane under water-saving irrigation in cerrado soil. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 11, n. 32, p. 3056-3064, 2016.
- CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SILVA, N. F.; COSTA, C. T. S.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; SANTOS, L. N. S.; CABRAL FILHO, F. R.; ALVES, D. K. M. Productive Potential of Nitrogen and Zinc Fertigated Sugarcane. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 8, p. 1-11, 2020.
- CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, N. F.; CABRAL FILHO, F. R.; ALVES, D. K. M. Hydraulic conductivity and diffusivity of an Oxisol cultivated with sugarcane fertigated with nitrogen and potassium. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 6, p. e23710615402-e23710615412, 2021.
- DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.; GARCIA, C. J. B.; DUENHAS, L. H. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E. Stalk and sucrose yield in response to nitrogen fertilization of sugarcane under reduced tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 1, p. 88-96, 2013.
- FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; FERREIRA, D. A.; FRANCO, H. C. J.; OTTO, R. Recovery of Nitrogen (<sup>15</sup>N) by Sugarcane from Previous Crop Residues and Urea Fertilisation Under a Minimum Tillage System. **Sugar Tech**, Amsterdã, v. 13, n. 1, p. 42-46, 2011.
- FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; OTTO, R. Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 2763-2770, 2008.
- GONÇALVES, M. C.; SILVA, K. C.; OLIVEIRA, C. E. S.; STEINER, F. Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 2, p. 72-81, 2020.
- HORSCHUTZ, A. C. O.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; CABRAL FILHO, F. R.; ALVES, D. K. M. Leaf growth and development of sugarcane irrigated and fertilized with different sources and doses of nitrogen. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 2, p. 296-310, 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

KORNDÖRFER, G. H.; COLOMBO, C. CHIMELLO, M. A.; LEONE, P. L. C. Desempenho de variedades de Cana-de-Açúcar cultivadas com e sem Nitrogênio. **STAB – Açúcar, Álcool e Sub-Produtos**, Piracicaba, v. 20, n. 1, p. 28-31, 2002.

MALAVOLTA, E; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. *In*: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007.

MARAFON, A. C. **Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático**. Aracaju: Embrapa, Tabuleiros Costeiros, 2012. (Documentos, 168). Disponível em: [http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2012/doc\\_168.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/doc_168.pdf). Acesso em: 28 mar. 2024.

MARCELO, D. D. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar, cultivar SP79-1011**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 1-55, 2008.

MARQUES, T. A.; SILVA, W. H. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 8, n. 1, p. 54-60, 2008.

MATA, D. A.; MATA, D. A.; OLIVEIRA, V. S. Dinâmica produtiva da Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na Microrregião do Brejo Paraibano, Brasil. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 9, n. 2, p. 743-752, 2024.

MEGDA, M. X. V.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; VITTI, A. C. Eficiência agrônômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1681-1690, 2012.

OLIVEIRA, M. W.; BHATT, R.; SANTOS, D. F.; FRANCO JÚNIOR, C. L.; PAES, R. A.; GAVA, G. J. C.; PATRÍCIO, C. A. Tecnologias adotadas para a melhoria da fertilidade do solo e a produção de forragem pela variedade de cana-de-açúcar RB867515, em cinco cortes. **Revista de Gestão e Secretariado**, Curitiba, v. 14, n. 11, p. 20327-20344, 2023.

PEREIRA, G. L. **Transformações do nitrogênio no solo e a resposta da cana-planta à adubação nitrogenada em função da rotação com crotalária**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHULTZ, N.; LIMA, E.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 811-220, 2010.

SHEKINAH, D. E.; SUDARA, B.; RAKKIYAPPAN, P. Relative Significance of N Nutrition on Yield, Quality and Ethanolin Sugarcane (*Saccharum species*

- hybrid) Plant: Ratoon System. **Sugar Tech**, Amsterdã, v. 14, n. 2, p. 134-137, 2012.
- SILVA, A. B.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M. Rendimento e qualidade da cana-de-açúcar irrigada sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 236-241, 2009.
- SILVA, M. H.; SILVA, M. A. A.; DUARTE, E. R.; BONETTI, R. A. T.; PALUDETTO, A.; MIYASHIRO, C. F. A relação do nitrogênio com o desenvolvimento das plantas e suas formas de disponibilidade. **Revista Científica Multidisciplinar**, Jundiaí, v. 5, n. 1, p. e514762, 2023.
- SILVA, M. M.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MELO FILHO, M. S.; SILVA, Ê. F. F.; SANTOS, J. B. Uniformidade da irrigação por aspersão em função da altura do dossel da cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 195-209, 2021.
- SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; SANTOS, C. C.; FILHO CABRAL, F. R.; SILVA, E. C.; MORAIS, W. A. Sugarcane cultivation submitted to water replacement via irrigation bar. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 11, n. 32, p. 2983-2993, 2016.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: CPA, p. 1-416, 2004.
- TEODORO, I.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; BRITO, K. S.; ALMEIDA SÁ, L.; SANTOS, M. A. L.; SARMENTO, P. L. V. S. Isoquantas de produtividade da cana-de-açúcar em função deníveis de irrigação e adubação nitrogenada. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 387-401, 2013.
- URIBE, R. A M. **Produtividade e estimativa do acúmulo de biomassa em soqueira de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento com diferentes doses de N-fertilizante**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- 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, DF, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007.
- WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.
- WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. **Agricultural Water Management**, Amsterdã, v. 43, n. 2, p. 173-182, 2000.