

**EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Por

SORAYA FREITAS SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Outubro – 2020

**EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Por

SORAYA FREITAS SILVA

Comitê de Orientação:

José Milton Alves, Prof. Dr. – IF Goiano - Campus Rio Verde

Adriano Perin, Prof. Dr. – IF Goiano - Campus Rio Verde

Lucas Anjos de Souza, Prof. Dr. – IF Goiano - Campus Rio Verde

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586e Silva, Soraya Freitas
Eficiência da adubação foliar suplementar de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar / Soraya Freitas Silva; orientador José Milton Alves; co-orientador Adriano Perin. -- Rio Verde, 2020.
36 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Saccharum spp. 2. Nitrogênio. 3. Produtividade. I. Alves, José Milton, orient. II. Perin, Adriano, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 55/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CANA-DE-
AÇÚCAR

Autora: Soraya Freitas Silva
Orientador: José Milton Alves

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos – Área de concentração Agroenergia.

APROVADA em 20 de outubro de 2020.

Prof. Dr. José Milton Alves
Presidente da banca
IFGoiano - Campus Rio Verde

Prof. Dr. Jorge Jacob Neto
Avaliador externo
UFRRJ - Seropédica

Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto
Avaliador interno
IFGoiano - Polo de Inovação

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jorge Jacob Neto, Jorge Jacob Neto - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Ufrj (29427465000105)**, em 12/11/2020 14:38:42.
- **Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 09/11/2020 22:07:18.
- **Jose Milton Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/11/2020 18:51:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/10/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 196409
Código de Autenticação: dbae3e7d90



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Soraya Freitas Silva

Matrícula: 2018202331540102

Título do Trabalho: Eficiência da adubação foliar suplementar de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: Artigo será publicado em revista.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20/10/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - Go, 30/11/2020.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, pelo amparo.
Ao meu filho Júlio César Freitas Campos.
Ao meu esposo Leandro Oliveira Campos.
A minha mãe Raimunda Pereira de Freitas Silva.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas infinitas bênçãos, tornando possível a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador José Milton Alves pela amizade, disponibilidade, compreensão e conhecimentos transmitidos.

Aos meus coorientadores Adriano Perin e Lucas Anjos de Souza, pelos ensinamentos e por me auxiliar sempre que precisei.

Ao Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de realizar o mestrado e por todas as experiências vividas durante esses dois anos.

Aos professores e demais colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, em especial aos professores Adriano Perin, Alan, Aurélio e Adriano Jakelaitis, pelas contribuições e dúvidas esclarecidas.

À Destilaria Nova União de Jandaia – Denusa, pela parceria, apoio a pesquisa e contribuição para trabalho.

À família que Deus me concedeu em Rio Verde: Raimunda de Carvalho Marinho e Genival da Silva Santana.

Aos colegas pelo suporte e apoio a este projeto: Antônio Carlos de Oliveira Junior, Brenda, Bruno Gonçalves do Prado, Júlio César, Ritiane, Mateus, João Paulo, Jade, Teca e Taíse.

A minha mãe Raimunda Pereira de Freitas, irmãos e sobrinhos pelo carinho e apoio incondicional.

A meu esposo Leandro Oliveira Campos, pelo apoio e paciência.

Ao amor da minha vida, meu filho Júlio César Freitas Campos, por ser a minha fortaleza e a base de todas as minhas conquistas.

SUMÁRIO	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A cultura da cana-de-açúcar	5
2.2 O nitrogênio no cultivo da cana-de-açúcar	7
2.3 A adubação foliar	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Instalação e condução do experimento	12
3.2 Avaliação do desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar	14
3.3 Avaliação da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar	15
3.4 Análise estatística	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na biometria da cana-planta	17
4.2 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na produtividade da cana-planta	19
4.3 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade tecnológica da matéria-prima	21
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Por

SORAYA FREITAS SILVA

Sob Orientação do Prof. Dr. José Milton Alves – IFGoiano - Campus Rio Verde

RESUMO

A cana-de-açúcar é considerada nacional e internacionalmente como uma das culturas energéticas mais importantes para o setor de biocombustíveis. O rendimento econômico da cultura é dado pela produção de açúcar e etanol. A cana planta tem apresentado baixa resposta a adubação nitrogenada e as possíveis explicações para essa baixa resposta não são suficientemente esclarecidas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de doses de nitrogênio (N) aplicadas no sulco de plantio e foliar na cultura da cana planta. O experimento foi conduzido na Denusa em condições de campo em um ambiente de produção C. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 5 com 4 repetições, sendo 5 doses de N-solo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) utilizando como fonte o nitrato de amônio e 5 doses de N-foliar (0; 1,5; 3, 6 e 9 L ha⁻¹) utilizando o produto comercial N32 da empresa Ubyfol. As variáveis analisadas foram: número de colmos por metro, diâmetro médio de colmo, altura do colmo em metros, TCH (Toneladas de Colmos por Hectare), ATR, °Brix, POL e Fibra. Para a análise estatística foi realizada a análise de variância e regressão. Não foi observado efeito positivo dos tratamentos em relação as variáveis de crescimento e desenvolvimento da cultura, produtividade e qualidade tecnológica da matéria-prima.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum* spp, Nitrogênio, Produtividade.

EFFICIENCY OF NITROGEN SUPPLEMENTARY FOLIAR FERTILIZATION IN
SUGARCANE CULTURE

By

SORAYA FREITAS SILVA

Under the advice of Prof. Dr. José Milton Alves – IFGoiano - *Campus Rio Verde*

ABSTRACT

Sugarcane is considered nationally and internationally as one of the most important energy crops for the biofuels sector. The economic yield of the crop is given by sugar and ethanol production. The cane plant has shown low response to nitrogen fertilization and the possible explanations for this are not sufficiently clarified. The objective of this work was to evaluate the effect of adding nitrogen (N) doses applied to the planting furrows and in the leaf in the culture of cane plant. The experiment was carried out at Denusa under field conditions in a C production environment. The experimental design was randomized blocks in a 5 x 5 factorial scheme with 4 replications, with 5 doses of N-soil (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) using ammonium nitrate and 5 doses as source of N-leaf (0; 1.5; 3, 6 and 9 L ha⁻¹) using the commercial product N32 from Ubyfol. The variables analyzed were: number of stems per meter, average stem diameter, stem height in meters, TCH (Tons of Stems per Hectare), ATR, ° Brix, POL and Fiber. For statistical analysis, analysis of variance and regression was performed. There was no positive effect of the treatments in relation to the growth and development variables of the culture, productivity and technological quality of the raw material.

KEYWORDS: *Saccharum* spp, Nitrogen, Productivity.

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970 a dependência pelo petróleo importado, a preocupação com a poluição ambiental e a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera reforçam a necessidade de buscar soluções alternativas para o consumo de combustíveis fósseis. Frente a este cenário a produção comercial e o consumo dos biocombustíveis vem crescendo ano após ano. De acordo com a CONAB (2019) os resultados do terceiro levantamento da safra 2019/20 atingiu produção de 33.837.760,6 bilhões de litros de etanol. Segundo a ANP (2019), a cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis utilizados no território brasileiro são renováveis. Dentre as culturas energéticas a cana-de-açúcar é a que fornece significativa contribuição para a matriz energética mundial.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o cultivo dessa cultura no país segue em constante expansão (FAO, 2018). Por se tratar de um país tropical, as condições brasileiras proporcionam potencial para produção de cana-de-açúcar fazendo desta cultura uma alternativa altamente competitiva na produção de biomassa. A produção da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis está diretamente relacionada com a produtividade da cultura e uso do nitrogênio (N). Trata-se de uma cultura altamente responsiva a doses elevadas de fertilizantes nitrogenados, sobretudo em soqueira. No território nacional, a cana-de-açúcar é cultivada com doses relativamente baixas de N (90-120 kg ha⁻¹) (Cantarella, 2007), sendo os fertilizantes nitrogenados componentes fundamentais no balanço energético-ambiental da cultura.

Portanto, levando em consideração as possíveis perdas de N quando aplicado no solo se faz necessário a utilização de fertilizantes que promova o maior aproveitamento do uso do nitrogênio nos programas de adubação, a fim de resultar em melhoria na prática de manejo e

aumento na produtividade da lavoura bem como no rendimento do setor canavieiro. Além disso, considerando o papel preponderante do N na agricultura e que mais de 70% dos fertilizantes nitrogenados usados no Brasil são importados, torna-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas voltadas à obtenção e ao uso de formas e fontes alternativas de N, para aumentar o aproveitamento do N-solo e reduzir os custos de produção. Vale ressaltar que em condições de mercado inoportuno, a viabilidade técnica da fertilização nitrogenada via solo pode ser comprometida pelo elevado custo do insumo e as altas doses de N necessárias.

Dentre as alternativas para economicidade no sistema de produção em relação ao N, a fertilização foliar nitrogenada pode ser uma técnica que reduza os custos causando menor prejuízo ao sistema. A adoção desta prática se tornou preferível economicamente em relação à fertilização apenas com N via solo. Desta forma, parte do adubo colocado no solo é substituído por aplicações foliares (Rosolem, 2002). Contudo, a aplicação de nutrientes em soluções na parte aérea das plantas consiste em suplementar a adubação realizada no solo na sua forma sólida favorecendo o equilíbrio nutricional das plantas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de doses de nitrogênio aplicadas no sulco de plantio e foliar nas variáveis de crescimento, desenvolvimento e produção da cultura da cana planta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é considerada nacional e internacionalmente como uma das culturas energéticas mais importantes para o setor de biocombustíveis. O rendimento econômico da cultura é dado pela produção de açúcar e etanol (Toppa *et al.* 2010).

A constante busca por fontes alternativas de energias consideradas limpas e mais baratas que o petróleo fez com que a cana-de-açúcar ganhasse destaque especial no cenário nacional. Com o intuito de substituir os combustíveis fósseis a cana de açúcar se destaca como um sistema promissor de produção e geração de produtos energéticos mais convenientes (SCHULTZ, 2015).

Atenção maior foi dada a cultura quando o Brasil sofreu a crise do petróleo. Como resposta a essa crise surgiu o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) nos anos de 1970, tendo como objetivo diminuir a dependência do país pelo óleo importado. Desta forma, o setor de biocombustíveis brasileiro vem se desenvolvendo de maneira contínua. Nesse contexto, nos últimos 20 anos o segmento sucroalcooleiro foi impulsionado, principalmente com a introdução dos veículos *Flex* em 2003 e a inserção das políticas governamentais voltadas à produção de etanol (Milanez, 2018).

A expansão da cultura no país foi alavancada por questões políticas, social, econômica e ambiental. Quando comparada com o cultivo de outras matérias-primas bioenergéticas, a cana-de-açúcar possui vantagens no ponto de vista ambiental tais como: o baixo custo de produção, alta produtividade, baixo uso de nitrogênio (N), ótimas relações de balanço de energia renovável/energia fóssil e bom potencial de mitigação de gases efeito estufa (Cortez, 2012).

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. No país, a cultura ocupa uma área de aproximadamente 8,48 milhões de hectares. Com produção a cerca de 642,7 milhões de toneladas, atingiu na safra 2019/2020 a produção 30,1 milhões de toneladas de açúcar e de 33,8 bilhões de litros de etanol (Conab, 2019).

No território brasileiro, a cana-de-açúcar é produzida principalmente nas regiões Centro-Sul e Nordeste. Na região Centro-Sul a safra ocorre de abril a novembro (Unica, 2002). O estado de São Paulo, maior produtor nacional, tem a produção estimada em 340.871,6 mil toneladas de cana-de-açúcar. No segundo maior produtor nacional, Goiás, a produção chegou a 75.883,3 mil toneladas (Conab, 2019).

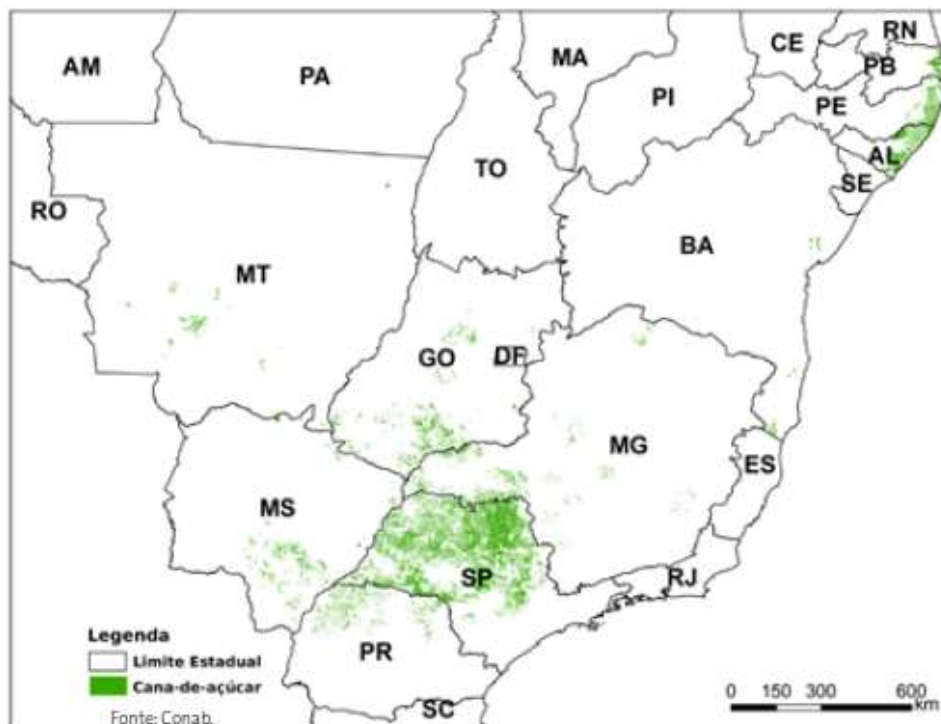


Figura 1. Áreas de cultivo de cana de açúcar mapeadas por imagens de satélite (Conab, 2019).

Segundo Cronquist (1981) a classificação taxonômica da cultura está determinada em Divisão Manoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Graminales, Família Poaceae Gênero Saccharum.

Sendo a cana-de-açúcar uma planta tipo C4, gramínea, monocotiledônea, alógama, semi-perene, geralmente cultivada em áreas tropicais e subtropicais, esta representa hoje a principal cultura no desenvolvimento e crescimento da matriz energética do país. (Leal, 2012). A planta é formada por colmos, folhas, inflorescências, frutos, raízes e rizomas e seu desenvolvimento se dá em forma de touceira (Mazambani *et al.* 2006).

Por se tratar de uma cultura com potencial para diminuir as taxas de emissão desses gases, esta é sem dúvida uma substituta ideal dos combustíveis fósseis. Além disso, dentre as culturas produtoras, a cana-de-açúcar é aquela que atinge maior produtividade de etanol, bem como o uso de seus subprodutos gerados durante a industrialização da matéria-prima na agricultura fertilizando o solo e por meio da geração de energia elétrica menos impactante no quesito ambiental (Neves & Conejero, 2010).

2.2 O nitrogênio no cultivo da cana-de-açúcar

O nitrogênio é considerado o macro-nutriente mais importante, que deve estar sempre acessível no solo para suprir as plantas (Garcia *et al.* 2013). De acordo com Raij (1991) dentre os fertilizantes utilizados no mundo o nitrogênio se destaca por seus altos conteúdos nas culturas e nas colheitas. Segundo Sangoi *et al.* (2008) esse elemento faz parte de diversas rotas metabólicas, consideradas imprescindíveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O nitrogênio compõe todos os aminoácidos, proteínas, biomoléculas como ATP, NADH, NADPH e ácidos nucleicos. Além disso, o nitrogênio é formador das moléculas de citocromo e participa da composição da molécula da clorofila (Bull, 1993). A carência deste nutriente tende a promover a redução da síntese de clorofila, aminoácidos, bem como o aporte energético da planta necessário para produção de carboidratos e esqueletos de carbono (Malavolta, 2007).

O nitrogênio em quantidades adequadas se torna favorável no processo de crescimento do sistema radicular, pelo crescimento da parte aérea aumentar a área foliar e a fotossíntese, resultando em maior fluxo de hidratos de carbono para a raiz (Prado, 2008).

Por promover o aumento da produção, o nitrogênio é considerado um dos componentes mais importantes, pela sua influência na taxa de emergência e incremento da área foliar. Este nutriente possui efeito estimulante que contribui para a formação de gemas, promove o perfilhamento bem como o aumento de proteínas nas plantas (Oliveira *et al.* 2007).

A adubação nitrogenada realizada no plantio contribui não só na produção de colmos, mas também auxilia na absorção de outros nutrientes como, por exemplo, o enxofre (Franco *et al.* 2007). Contudo, a forma de N e a disponibilidade desse nutriente em forma assimilável pelas plantas se torna indispensável para manutenção da vida vegetal na Terra (Nunes *et al.* 2013). Os adubos nitrogenados mais usados na cana-de-açúcar são ureia, o sulfato e o nitrato de amônio (Mac, 2004).

Na cultura da cana-de-açúcar a fonte de nitrogênio mais utilizada nos programas de adubação é a ureia (Vieira *et al.* 2008), embora seja o mais usado e de menor custo, esse fertilizante nitrogenado é o mais sujeito a perdas de N (Pereira *et al.* 2009), e também pode aumentar a acidificação do solo (Maclaren & Cameron, 1996).

A adubação nitrogenada pode promover aumento da produtividade em ciclo de cana-planta, no entanto, embora exista em algumas situações, a resposta da cana-planta ao N é pequena e normalmente ocorre em doses baixas (PENATTI, 2013).

Na cultura da cana-de-açúcar, o nitrogênio é o nutriente mineral extraído em altas quantidades, ficando abaixo apenas do potássio (Franco, 2008). Deste modo, as recomendações para a aplicação de N na cana-de-açúcar devem levar em consideração a produtividade esperada e são realizadas com base no histórico da área (Prochnow & Rossi, 2009). No território brasileiro, a cana-de-açúcar é cultivada com doses relativamente baixas de N (90-120 kg ha⁻¹)

(Cantarella; Trivelin; Vitti, 2007). Segundo Malavolta *et al.* (1997) o nitrogênio requerido pela cana-de-açúcar para produção de uma tonelada de produto comercial (colmos) é de 1,5 kg t⁻¹. Contudo a cultura exporta de 0,7 a 1,3 kg de N por tonelada de colmos produzidos (Coleti *et al.* 2002).

A diminuição da eficiência de utilização de fertilizantes nitrogenados pelas culturas ocorre pela alta solubilidade em água e rápida conversão de N em formas que podem ser perdidas (Fan *et al.* 2004). Essas perdas de N podem ser reduzidas, por meio da adoção de fontes nitrogenadas com formas de N menos susceptíveis à volatilização. Segundo Cantarella (1998), o nitrato de amônio não está susceptível às perdas por volatilização de N-NH₃ em solos ácidos.

O Nitrogênio atua na parte aérea, aumentando a longevidade das folhas, a atividade meristemática e índice de área foliar (Oliveira *et al.* 2007). Segundo Casagrande (1991) dentre os nutrientes exigidos pela cana-de-açúcar o nitrogênio é o que promove melhor brotação e perfilhamento, quando aplicado em cana planta. A deficiência de N na cana-de-açúcar acarreta diminuição no diâmetro dos colmos e redução no número de perfilhos (Azeredo *et al.* 1996).

Altas produtividades da cana-de açúcar nas regiões produtoras do Brasil se devem ao baixo uso de insumos, as condições favoráveis de solo e clima resultando em fornecimento de bons índices de produção de energia renovável em relação ao total de energia fóssil gasto na produção agrícola e industrial. Nessa conjuntura, o uso de fertilizantes nitrogenados é integrante no balanço energético-ambiental da cana-de-açúcar para produção de biocombustíveis. A cerca de 23% da energia fóssil utilizada nas operações da cultura, e 19% da energia total gasta é de responsabilidade da adubação nitrogenada em cana considerando inclusive todas as fases envolvidas no processo de produção de bioetanol (Galdos *et al.* 2010).

2.3 A adubação foliar

A adubação foliar é uma alternativa eficiente de nutrição que visa contribuir para minimizar os efeitos degradantes da falta de nutrientes, complementando a adubação de solo e/ou de cobertura (Baumgartner & Sempionato, 1999). Nos últimos anos e em diversas culturas de interesse econômico tem se adotado esse tipo de adubação, que por muitas vezes tem se mostrado mais eficiente que adubação de solo, porém, não substitui o uso dos fertilizantes sólidos (Mocellin, 2004).

O sucesso para a rápida difusão da adubação foliar se deve a fatores como: esgotamento dos solos pelo aumento da produtividade das culturas; cultivo de áreas com culturas perenes de maneira contínua aumentando a frequência de possíveis deficiências; aplicação de elevadas quantidades de calcário, visto que com a elevação do pH certos micronutrientes presentes no solo se tornam indisponíveis para as culturas e a ascensão da agricultura para áreas do cerrado que de origem já carecem por micronutrientes (Lopes & Guilherme, 1994).

Trata-se de uma prática vantajosa para suplementar adubação de solo podendo aumentar a produção (Vedovato, J. & Finamore, 2016). Outro fator favorável é a possibilidade de empregar esses fertilizantes em mistura com defensivos agrícolas, promovendo redução nos custos de aplicação (Maróstica & Feijó, 2013).

A suplementação nitrogenada via foliar pode ser uma forma eficiente para suplementar o que é absorvido pelas raízes, porém, não substitui a aplicações via solo para fornecimento de N inorgânico às plantas e respeitando a concentração a ser utilizada a fim de evitar possível fitotoxicidade (Deuner *et al.* 2008).

De acordo com Boaretto *et al.* (1999) uma das fontes de N mais indicadas para a adubação foliar é a ureia, visto que essa apresenta um risco reduzido de causar danos às folhas, quando comparada com outras fontes. Além disso, a ureia contém elevado teor de nitrogênio, alto grau de solubilidade e baixa capacidade corrosiva.

Segundo Deuner *et al.* (2008) em uma pesquisa com aplicação foliar de N na suplementação para fase inicial de desenvolvimento na cultura do milho observou maior eficiência da adubação foliar, principalmente em nível de 0,5% de ureia para a altura de plantas, volume radicular, área foliar, matéria seca da parte aérea e raízes.

Trivelin *et al.* (1988) estudando a absorção e translocação do N da ureia aplicado via foliar na solução com dosagem média de 82 mg de N por planta na variedade IAC 52-150 observaram que a absorção de mais de 50% do N da ureia aplicada à folhagem da cana ocorreu em 6 horas, não sendo observada absorção significativa nos dias subsequentes ao da adubação.

Estes resultados apontaram que a adubação foliar com N é considerada viável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado na usina Denusa – Destilaria Nova União S/A em Jandaia – GO. A cidade está situada na Mesorregião do Sul Goiano e na Microrregião do Vale do Rio dos Bois, a uma altitude média de 650 metros. O seu centro geográfico está localizado na Latitude 17°1'50" S e Longitude 50°8'3" O. O clima predominante é o tropical úmido, com duas estações bem definidas. De acordo com Köppen e Geiger, o clima é classificado como Aw, com inverno seco, com chuvas concentradas no verão. A temperatura média anual é de 21°C. Temperaturas mais baixas ocorrem entre os meses de maio a agosto, chegando a valores próximos de 10°C. A precipitação média anual é de 1.600 mm.

De acordo com o histórico da área esta é a primeira vez que o solo é cultivado com cana-de-açúcar e que durante muitos anos este solo foi cultivado com pastagem (Capim-Brachiaria). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Eutrófico, com 44,26% de argila. Previamente foram coletadas amostras de solo em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) e enviadas para o laboratório de análise a fim de determinar os atributos físico-químicos do solo.

As características químicas e físicas do solo são apresentadas a seguir para a profundidade de 0-20 cm: pH = 5,9; Ca, Mg, K, Al, CTC e H+Al (4,14; 0,87; 0,17; 0,00; 6,1 e 2,32 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente); P (resina), Zn, B, Cu, Fe e Mn (1,60; 0,81; 0,51; 3,6; 12,64 e 5,95 mg dm^{-3}); V%=69; M.O.=27,1 g/kg; SB= 5,27. Para a profundidade de 20-40 cm a análise de solo mostrou o seguinte resultado: Ca, Mg, K, Al e H+Al (4,28; 0,92; 0,16; 0,00 e 2,17 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente); P (resina) e S (1,6 e 2,63 mg dm^{-3}).

Foram realizadas operações de preparo de solo e com base nos resultados da análise de solo se efetuou a adubação básica de uma única vez, durante a abertura dos sulcos de plantio,

fornecendo P (superfosfato simples) e K (cloreto de potássio), na base de 120 kg e 40 kg ha⁻¹, respectivamente.

A abertura dos sulcos de plantio e a adubação com fósforo e potássio foi realizada com implemento sulcador. As doses de N-Solo foram: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o nitrato de amônio por não haver perdas por volatilização da amônia. O N-Solo foi dosado e distribuído nos sulcos de plantio com auxílio de baldes plásticos buscando a padronização na distribuição. As doses do nitrogênio foliar foram: 0; 1,5; 3, 6 e 9 L ha⁻¹. A fonte do nitrogênio foliar utilizada contém 32% de N nas três formas: nítrica, amídica e amoniacal. Em todas as aplicações foi incorporado um adjuvante (Disperse Ultra – Ubyfol) a solução do nitrogênio foliar. Antes e durante a aplicação foliar foram aferidas a temperatura (24,6°C), a umidade (94,7%) e a velocidade do vento (5,1 km/h).

O plantio manual da cana-de-açúcar foi realizado em 05 de agosto de 2019, sendo utilizada a variedade IAC-SP 955094 em ambiente de produção C. A variedade utilizada é de porte semiereto, TCH elevado, com número de perfilho na ordem de 12,32 perfilhos/m, responsiva quanto ao ambiente de produção adotado e possui resistência à escaldadura, ao carvão, a ferrugem e ao raquitismo (IAC, 2012).

A aplicação das doses de nitrogênio foliar foi realizada dia 04 de dezembro de 2019 por se tratar de uma estação chuvosa quando a cana se encontra na fase de crescimento. A aplicação manual as doses (0; 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 L ha⁻¹) do produto N32 da empresa Ubyfol, foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com pressão a cerca de 2 Bar, regulado para vazão de 100 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 5 x 5 (doses de N solo x doses de Nitrogênio foliar), com 4 repetições, totalizando 25 tratamentos e 100 parcelas.

Cada parcela experimental foi composta por oito linhas de dez metros de comprimento espaçadas 1,5 m entre si, ocasionando uma área de 120 m² por parcela. Para as avaliações biométricas e de qualidade tecnológica da matéria-prima, foi considerada como área útil as seis linhas centrais de cada parcela, descartando a bordadura (Figura 2).

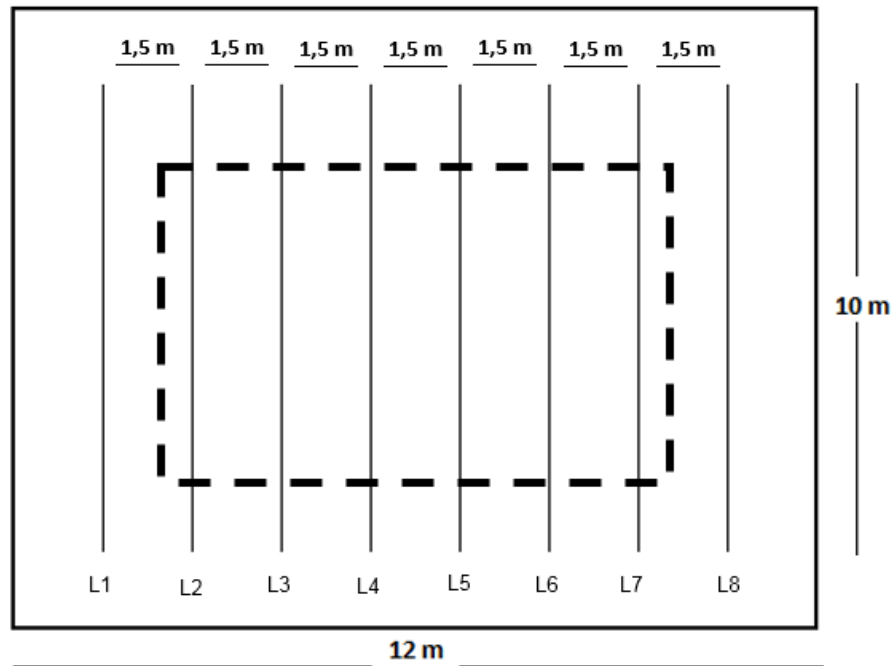


Figura 2. Esquema da parcela para avaliação da eficiência da adubação nitrogenada foliar na cana-planta.

Foi feito um carreador de 2 m entre cada parcela, a fim de facilitar a colheita mecanizada.

3.2 Avaliação do desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar

Foram avaliadas as seguintes variáveis quantitativas a fim de determinar o efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cana de açúcar, sendo elas: Número de Colmos por Metro (NCM) realizado dia 02/07/2020 estimado por meio da contagem dos colmos nas seis linhas centrais de cada parcela, Diâmetro Médio de Colmo (DMC) (média: inferior, médio e superior) realizado em 10 plantas por linha sendo estas retiradas de maneira aleatória dentro das seis linhas centrais, aferidas com o auxílio de um paquímetro analógico e determinado em milímetros, Altura de Colmos em Metros (ACM) realizado em 10 plantas por linha retiradas aleatoriamente

dentro das seis linhas centrais, determinada em metros, medindo com o auxílio de uma trena da base da planta (3 cm) até o ponto de quebra do palmito e a produtividade em Tonelada de Colmo por Hectare (TCH). As variáveis Diâmetro Médio de Colmo (DMC) e Altura de Colmos em Metros foram avaliadas dia 18/06/2020.

A avaliação da produtividade foi realizada dia 13/07/2020 por meio do corte mecânico com o auxílio de uma colhedora de cana da marca John Deere, modelo 3520 e pesadas em caminhão transbordo instrumentado com célula de carga no chassi, desta forma, procedeu-se a colheita por meio da tara da balança a cada linha de cana colhida e foram colhidas por inteiro as seis linhas centrais de cada parcela, descartando as duas linhas laterais (esquerda e direita).

3.3 Avaliação da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

As variáveis de análise da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar foram analisadas 11 meses após o plantio da cultura, amostrando 10 colmos por parcela. As canas amostradas foram coletadas aleatoriamente dentro das seis linhas centrais de cada parcela desprezando as linhas laterais a fim de eliminar o efeito bordadura. Estas foram unidas em feixes, identificadas e encaminhadas ao laboratório industrial da usina Denusa – Destilaria Nova União S/A, para determinar os parâmetros: ATR (Açúcar Total Recuperado), POL (porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares), BRIX (teor de sacarose em soluções puras) e Fibra (matéria insolúvel em água contida na cana). Esses parâmetros foram analisados conforme a metodologia descrita por Orplana (2013).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância da regressão para as doses de N aplicado ao solo e também para as doses de nitrogênio aplicado via foliar. Nos casos em que a

interação foi significativa, realizou-se o desdobramento da interação. Nos casos em que a interação não foi significativa, foi realizada a análise de regressão para os fatores independentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na biometria da cana-planta

A análise de variância mostrou que os tratamentos com doses de N foliar e N solo e a interação entre eles não apresentou diferença significativa para as variáveis biométricas (número de colmos por metro, diâmetro médio do colmo e altura do colmo) como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Efeito da aplicação de doses de Nitrogênio foliar e de Nitrogênio solo sobre as variáveis biométricas em cana-planta (safra 2019/20) sob condições de sudoeste goiano.

N Foliar L ha ⁻¹	N Solo kg ha ⁻¹				
	0	50	100	150	200
NÚMERO DE COLMOS POR METRO LINEAR - CV% 6,64					
0	11,76	12,21	12,66	12,05	12,13
1,5	12,12	12,2	11,94	11,28	12,62
3	12,34	12,47	12,41	11,83	11,8
6	12,02	13,23	12,51	12,06	12,26
9	12,16	12,21	12,09	12,11	11,9
DIÂMETRO MÉDIO DO COLMO (mm) - CV% 6,53					
0	26,65	25,6	25,68	24,95	26,74
1,5	27,15	25,71	26,04	26,17	25,18
3	24,97	27,02	26,35	25,76	26,29
6	26,3	25,11	26,09	25,51	26,39
9	25,57	25,42	25,82	25,28	25,54
ALTURA DO COLMO (m) - CV% 17,38					
0	3,31	3,26	3,39	3,23	3,48
1,5	3,54	3,39	3,45	3,16	3,41
3	3,31	3,52	3,42	3,43	3,44
6	3,65	3,29	3,4	3,25	3,5
9	3,42	3,35	3,36	3,31	3,41

O número médio de colmos por metro linear neste trabalho foi 12,17. Este número está de acordo com o esperado a variedade em estudo. De acordo com Landell & Bressiani (2008) a variedade IACSP-955094 está entre as que promove maior população de colmos, a cerca de 8 a 12 colmos por metro linear. Outros trabalhos como o de Oliveira et al (2017) submetendo variedades de cana-de-açúcar a doses crescentes de N no solo (0, 40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹)

observou que a variedade RB002754 apresentou número médio de colmos por metro linear na ordem de 12,15. Para a variedade RB992506 esse número foi superior apontando valor médio de 17,15 colmos por metro linear. Prado & Pancelli (2008), testando o efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cultura verificaram que a aplicação das doses 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹ de N na segunda soca de cana-de-açúcar verificaram efeito significativo no número de colmos industrializáveis, sendo a dose 200 kg ha⁻¹ de N a que promoveu aumento no número de colmos por metros linear.

A média do diâmetro médio do colmo neste trabalho foi de 25,89 mm. De acordo com Landell & Bressiani (2008), esse valor é representativo da IACSP-955094 visto que esta é considerada uma variedade moderna com estimativa de diâmetro de colmo por volta de 26 mm. Este estudo não foi significativo para essa variável e um resultado semelhante foi apresentado por Nicchio et al. (2016) que ao analisar o efeito da aplicação de N foliar em cana soca para a variável diâmetro médio do colmo, observaram que não houve diferença, indicando que os tratamentos não foram influenciados pela aplicação dos produtos. O mesmo foi evidenciado por Uribe et al. (2013) que avaliando o desempenho da variedade SP80-3280 na segunda soca em um ano sobre condições de campo, não observaram diferença estatística para esta variável apresentando diâmetro médio do colmo variando entre 26 e 27 mm quando da aplicação do tratamento com 140 kg ha⁻¹ de N associado ou não a irrigação.

A média da altura do colmo neste trabalho foi de 3,44 metros. Esta média para essa variável é superior ao esperada para a variedade adotada. Segundo Landell & Bressiani (2008) a variedade IACSP-955094 apresenta uma estimativa de estatura de colmo de 2,66 metros. Este trabalho não apresentou resultado estatisticamente significativo para esta variável, o mesmo resultado foi encontrado por Nicchio et al. (2016) ao analisar o efeito da aplicação de N foliar em cana soca para a variável altura de plantas observaram que não houve diferença significativa, indicando que não foram influenciados pela aplicação dos produtos. Resultados oposto foi

encontrado por Pereira et al. (2020) ao avaliar o desenvolvimento de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas com fornecimento de N via solução nutritiva e foliar, observaram que a adubação foliar nitrogenada promoveu efeito positivo para essa variável biométrica, pois o N presente na solução permitiu maior crescimento na altura da planta (35,6 cm, na RB992506) apresentando diferença das plantas que cresceram recebendo solução incompleta. Prado & Pancelli (2008) testando o efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cultura, verificaram que a aplicação do nitrogênio na soqueira de cana-de-açúcar promove incremento significativo para a variável altura do colmo apenas na 2ª soca.

4.2 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na produtividade da cana-planta

A análise de variância mostrou que os tratamentos com doses de N foliar e N solo e a interação entre eles não apresentou diferença significativa na produtividade de colmos da cultura (TCH) como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito da aplicação de doses de Nitrogênio foliar e de Nitrogênio solo sobre a produtividade em cana-planta (safra 2019/20) sob condições de sudoeste goiano (CV% 12,84).

N Foliar L ha ⁻¹	N Solo kg ha ⁻¹				
	0	50	100	150	200
0	209,55	206,09	226,73	206,41	209,85
1,5	211,87	203,91	214,85	193,1	215,3
3	194,39	228,77	201,78	189,99	200,17
6	215,38	208,28	202,85	220,23	212,4
9	196,97	201,05	217,54	216,08	205,21

A média da produtividade de colmo neste trabalho foi de 208,35 toneladas de cana por hectare. Estes resultados vão de encontro ao esperado para a variedade utilizada. De acordo com Landell & Rossetto (2010), a IACSP-955094 tem potencial biológico para produzir até 335 toneladas por hectare.

Franco (2008) avaliando a eficiência agrônômica da adubação nitrogenada em cana-planta (cultivar SP 81 3250) verificou aumento de TCH testando três doses de N na forma de

uréia (40, 80, 120 kg ha⁻¹) e uma testemunha em um Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico. As maiores produtividades foram obtidas com a dose 40 kg ha⁻¹.

Resultados publicados por Bologna-Campbell (2007) mostraram que a cultivar SP80 3280 apresentou resposta linear quando da adubação nitrogenada de plantio, considerando a dose 120 kg ha⁻¹ de N a que promoveu maior incremento na produção em comparação com a testemunha. Este aumento linear significativo na produtividade (TCH) também foi obtido por Trivelin et al. (2002) quando testou doses de N no sulco de plantio (30, 60 e 90 kg ha⁻¹) para a cultivar SP80 1842. Korndorfer et al. (1997) observaram que a cada 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado houve aumento médio de 3,5 toneladas de cana por hectare, apontando aumento linear na produtividade na cana-planta quando da adoção das doses de N (30,60 e 120 kg ha⁻¹).

Prado & Pancelli (2008), testando o efeito de doses crescentes de N: 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹ verificou que a aplicação nitrogenada na soqueira de cana-de-açúcar promoveu incremento na produtividade de colmos (TCH) apenas na 2^a soca. Vitii (2007), avaliando a produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação observou que o nitrogênio da fertilização nitrogenada em doses crescentes até 175 kg ha⁻¹ aponta resultados para aumento linear na produtividade de colmos de uma 2^a soca, segundo o autor este efeito se estende para a 3^a soca.

Os resultados obtidos com este trabalho reportaram a falta de resposta da cana-de-açúcar planta à adubação com nitrogênio indo de encontro ao que já foi pontuado por Azeredo et al. (1986), Bittercourt, Faganello & Salata (1986) e Cantarella & Rajj(1986) .

Embora não havendo diferença significativa na produtividade quando comparada com a testemunha, percebe-se que o trabalho rendeu em valores considerados superiores para produção de colmo por hectare, esses resultados possivelmente podem ser atribuídos as características da variedade utilizada, visto que esta apresenta como particularidade um TCH alto e, além disso, a

IAC95-5094 é indicada para ambientes médios, mostrando-se bastante responsiva quanto ao ambiente de produção adotado neste trabalho (ambiente C) (IAC, 2012).

4.3 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade tecnológica da matéria-prima

Após a análise de variância dos dados obtidos, observou-se que as variáveis de qualidade tecnológica da matéria-prima (ATR, POL, BRIX e Fibra) não diferiram em relação ao emprego dos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da aplicação de doses de Nitrogênio foliar e de Nitrogênio solo sobre as variáveis de qualidade tecnológica da cana-planta (safra 2019/20) sob condições de sudoeste goiano.

N Foliar L ha ⁻¹	N Solo kg ha ⁻¹				
	0	50	100	150	200
ATR - CV% 6,30					
0	131,82	134,81	129,07	133,06	133,73
1,5	129,42	129,15	136,54	131,04	127,89
3	133,31	128,9	129,35	126,93	134,14
6	129,08	128,18	132,46	136,07	127,78
9	127,6	133,47	133,03	137,97	131,29
°BRIX - CV% 4,84					
0	18	18,33	17,7	18,25	18,38
1,5	17,88	17,8	18,6	18	17,78
3	18,23	17,83	17,85	17,7	18,35
6	17,6	17,58	18,15	18,45	17,73
9	17,63	18,33	18,18	18,73	17,83
POL% - CV% 7,01					
0	13,11	13,43	12,79	12,79	13,31
1,5	12,82	12,8	13,61	13	12,64
3	13,27	12,75	12,83	12,52	13,35
6	12,81	12,7	13,16	13,58	12,62
9	12,64	13,26	13,23	13,75	13,05
FIBRA % - CV% 4,54					
0	10,65	10,35	10,16	10,19	11,03
1,5	10,44	10,48	10,54	10,53	10,44
3	10,83	10,23	10,79	10,22	10,71
6	10,27	10,23	10,55	10,63	10,25
9	10,92	10,49	10,37	10,31	10,23

A média obtida no experimento referente ao ATR foi de 131,44. Este valor está dentro do esperado para este indicador de qualidade. De acordo com Junior (2007) espera-se que a composição química média da cana processada apresente um ATR de 110 a 160 kg t⁻¹.

Prado & Pancelli (2006) avaliando o efeito da nutrição nitrogenada sobre a qualidade tecnológica de soqueiras de cana-de-açúcar (SP79-1011) em sistema de colheita mecanizada, adotando as seguintes doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 e 200 kg de N ha⁻¹) evidenciou que os tratamentos não afetaram o ATR da cana-de-açúcar no primeiro e no segundo corte mostrou valor médio de ATR de 130,26 kg t⁻¹. Embora o açúcar total recuperável não tenha apresentado diferença significativa neste estudo, sabe-se que este parâmetro tecnológico é considerado como indicador importantíssimo para os produtores e para indústria, visto que o ATR corresponde a soma dos açúcares presentes na cana e que são aproveitados no processo de produção de açúcar e álcool. Além disso, este é indicador base para a negociação comercial entre os produtores e a indústria de açúcar e álcool (ALCOPAR, 2019).

A média do grau Brix neste experimento foi 18,04. Por se tratar de um parâmetro importante para determinar o momento da colheita da cana-de-açúcar e para a estimar a produtividade de açúcar do canavial, espera-se que a matéria-prima apresente no mínimo, 18 °Brix (Lima, 2001). De maneira geral, o teor de açúcares da cana madura varia de 20 até 24 °Brix (Carvalho, 2007).

Trivelin et al (2002) ao avaliar a produção da cana-de-açúcar (cana-planta) associada a utilização de doses de N no plantio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N-ureia marcada com ¹⁵N) observou que os índices tecnológicos do trabalho foram considerados adequados à colheita da cana-de-açúcar (Fernandes, 1986). Não houve efeito dos fatores estudados nos teores de Brix. O mesmo efeito foi verificado por outros autores (SIQUEIRA et al., 1979; AZEREDO; BOLSANELLO, 1981; ALVAREZ VICENTE, 1984; KORNDÖRFER et al., 1995; AZEREDO et al. 1986; KORNDÖRFER et al. 1997). Esses resultados mostram que o aumento da produção de açúcar

não está vinculado ao aumento na concentração de açúcares na matéria-prima e sim em maior produção de colmos.

A média da POL encontrada neste trabalho foi de 13,03%. Levando em consideração os indicadores de qualidade tecnológica propostos por Xavier (2007) esta porcentagem é considerada baixa. Segundo o autor é recomendado que a matéria-prima apresente um percentual maior que 14 % para essa variável.

Trivelin et al (2002) testando doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N-ureia marcada com 15N) aplicadas no sulco de plantio em cana planta, observou que não houve efeito significativo para a Pol (%) representando média de 18,8% para essa variável tecnológica. Nicchio et al. (2016) ao analisar o efeito da aplicação de N foliar em cana-de-açúcar observou que não houve diferença nos quesitos Pol da cana.

Vitti (2003) em seu estudo com adubação nitrogenada na soqueira da cana-de-açúcar, observou não houve variação significativa entre os tratamentos para os percentuais de Pol.

A média do teor de fibra da cana-de-açúcar obtida com este estudo foi de 10,47%. De acordo com Xavier (2007) esta porcentagem é considerada baixa. Segundo o autor, recomenda-se que a matéria-prima apresente teor de 11% a 13% de fibra.

Trivelin et al (2002), estudando o efeito da aplicação de nitrogênio em cana planta para os parâmetros tecnológicos, observou que não houve efeito dos fatores estudados no teor de fibra.

A média dos resultados encontrados para fibra neste trabalho é considerada favorável. Carvalho (2007) explica que o teor de fibra influencia na eficiência da moagem, quanto menor o teor de fibra, maior a eficiência da moenda isso permite também reduzir a frequência das manutenções do maquinário nas agroindústrias canavieira. Além disso, o teor de fibra é importante para garantir o balanço energético da agroindústria quando queimados nas caldeiras

das usinas de açúcar e etanol para produzir calor e energia, útil para o abastecimento da própria usina. (VALLEJOS *et al.* 2015).

Esses resultados confirmaram os obtidos por Azeredo *et al.* (1986), Orlando Filho *et al.* (1994), Korndörfer *et al.* (1997) e Trivelin *et al.* (2002), significando que a adubação nitrogenada não afetou a qualidade tecnológica da matéria-prima.

5. CONCLUSÃO

Nas condições deste estudo, a adubação nitrogenada aplicada no sulco de plantio e foliar e mesmo a interação entre estas formas de aplicação em cana-de-açúcar planta não influenciaram os parâmetros de desenvolvimento vegetativo da cultura, produtividade e qualidade tecnológica da matéria-prima.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOPAR - Associação de Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná. 2019. Informações básicas sobre a Consecana. Disponível em: <http://www.alcopar.org.br/consecana/inf_basicas.php>. Acesso em: set. 2020

ALVAREZ-VICENTE, C. 1984. Efeitos da aplicação de micronutrientes por via foliar na cultura da cana-de-açúcar. 1984. 47 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrônomicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. 2019. Biocombustíveis. Disponível em: Acesso em: 18 set. 2020

Azeredo, D.F., J. Bolsanello, H. Weber & J.R. Vieira. 1986. Nitrogênio em cana-planta – doses e fracionamento. STAB. Açúcar, Álcool e Sub-Produtos, Piracicaba, v.4, n. 5 p.25-29.

Azeredo, D.F., J. Bolsanello. 1981. Efeito de micronutrientes na produção e qualidade da cana-de-açúcar no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (Zona da Mata): estudo preliminar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v. 93, n. 9, p. 9-17.

BAUMGARTNER, J.G.& R.S.OTÁVIO. 1999. Líquida e foliar para citros em produção. Boletim citrícola.

BITTENCOURT, V.C.; FAGANELLO, B.F.; SALATA, J.C. 1986. Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (planta). STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 26-33.

Boaretto, A.E., P. Santos Neto, T. Muroaka, M.W. Oliveira & , P.C.O. Trivelin. 1999. Fertilização foliar de nitrogênio para laranja em estágio de formação. Scientia Agrícola.

BOLOGNA, C. 2007. Balanço de nitrogênio e enxofre no sistema solo-cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Büll, L.T. & H. Cantarella. 1993. Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS. P.63-146.

CANTARELLA, H. & RAIJ, B. V. 1986. Adubação nitrogenada no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL. Ilhéus, Anais. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, p.47-79.

Cantarella, H. 1998. Adubação nitrogenada em sistema de cana crua. STAB. Açúcar, Álcool Subpr., 16:21-22.

Cantarella, H., P.C.O. Trivelin & A.C. Vitti. 2007. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Eds.). Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. p. 349–412.

Carvalho, R. F. de. 2007. Beneficiamento dos derivados da cana de açúcar (melado e açúcar mascavo). [Brasília, DF]: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas; [Salvador]: Rede de Tecnologia da Bahia. Dossiê técnico.

Casagrande, A.A. 1991. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: Funep. 157 p.

Coleti, J.T., J.C. Casagrande, J.J. Stupiello, L.O. Ribeiro & G.R. Oliveira. 2002. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca em argissolos, variedades RB 835486 e SP 81-3250. 8o Congresso Nacional da STAB, p. 316-321. Pernambuco.

CONAB, 2019. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. V.6 – SAFRA 2019/20 – N.3 – Terceiro Levantamento/Dezembro 2019.

Cortez, L.A.B. 2012. From the sugarcane ethanol sustainability that we have to the sugarcane ethanol sustainability that we should have. In: Sustainability of Sugarcane Bioenergy. Brasília: CGEE.

Cronquist, A. 1981, An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press. 1262p.

Deuner, S., R. Nascimento, L.S. Ferreira, P.G. Badinelli & R.S. Kerber. 2008. Adubação foliar e via solo de Nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1359-1365.

Fan, X., F. Li, F. Liu & D. Kumar. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. Journal of Plant Nutrition, London, v. 27, n. 5, p. 853-865.

FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação). 2018. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em set. de 2020

Fernandes, A.C. 1986. Autorização da colheita da cana-de-açúcar. Piracicaba, Centro de Tecnologia da COPERSUCAR. 22p

Franco, H.C.J., I.R. Bologna, C.E. Faroni, A.C. Vitti & P.C.O. Trivelin. 2007. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. Bragantia, Campinas, v.66, n.4, p.669-674.

Franco, H.C.J., P.C.O. Trivelin, C.E. Faroni, A.C. Vitti & R. Otto. 2008. Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 2763-2770.

Korndörfer, G.H.; M.R. Valle, M. Martins & P.C.O. Trivelin, 1997. Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana-planta. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 21:23-26.

KORNDÖRFER, G. H. 1995. Avaliação de três variedades de cana (*Saccharum officinarum*) submetidas à adubação com micronutrientes. STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 23-26.

Galdos, M.V.; C.C. Cerri, R. Lal, M. Bernoux, B. Feigl & C.E.P. Cerri. 2010. Net greenhouse gas fluxes in Brazilian ethanol production systems. GCB Bioenergy, v. 2, n. 1, p. 37-44.

Garcia, G., A.A. Cardoso & O.A.M. Santos, 2013. Da escassez ao estresse do planeta: Um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. *Quim. Nova*, Vol. 36, No. 9, 1468-1476, 2013.

Iac, 2012. Instituto Agronômico de Campinas. Catálogo de variedades IAC. Disponível em: <http://socicana.com.br>.

Junior, M. B. 2007. Industrialização de cana-de-açúcar. *Informe Agropecuário*, v. 28, n. 239, p. 70-77.

LANDELL, M. G. A. & BRESSIANI, J. A. 2008. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: _____. (Ed.). *Cana-de-Açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico. p. 101-156.

LANDELL, M. G. A. & ROSSETTO, R. 2010. A trilha digital da cana. Encontro Agrotic cana-de-Açúcar.

Leal, D.P.V. 2012. Evapotranspiração da cana-de-açúcar e fotossíntese acumulada em biomassa e energia, para diferentes variedades, disponibilidade hídricas no solo e ciclos de cultivos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Lima, U. de A. 2001. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. (Coord.). *Biotechnology na produção de alimentos*. São Paulo: Edgard Blücher. cap. 5, p. 145-182. (*Biotechnology Industrial*, v. 4).

Lopes. A.S., & Guilherme L.R.G. 1994. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para produção agropecuária. ANDA. São Paulo, SP, Boletim Técnico V. 5, 2ª edição. 62p.

Mac. 2004. Manual de Adubação e Calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. – 10. Ed. Porto Alegre.

Maclaren, R.G. & K.C. Cameron. 1996. Soil, plant and fertilizer nitrogen. In: McLaren, R.G. (Ed.) *Soil science: Sustainable production and environmental protection*. 2.ed. New York: Oxford University Press. p.192-207.

Malavolta, E. & M.F. Moraes. 2007. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: Yamada, Tsuioshi et al. *Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira*. Piracicaba: IPNI Brasil.

MARÓSTICA, L.H.B. & SANDRA, F. 2013. Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea mays*). *UNICIÊNCIAS*, v. 17, n. 1, p. 37-40, Dez. 2013. Universidade de Cuiabá, Curso de Agronomia, MT, Brasil.

Milanez, A.Y. 2018. Biocombustíveis. In: FERRARI, Marcos Adolfo Ribeiro (Org.) et al. O BNDES e as agendas setoriais : contribuições para a transição de governo. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. p. 75-84.

MOCELLIN, R.S.P. 2004. Princípios da adubação foliar. Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas.

Mozambani, A.E., A.S. Pinto, S.V. Segato & C.F.M. Mattiuz. 2006. História e morfologia da cana-de-açúcar. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba, v. 1, n. 11-18.

Neves, M.F. & M.A. Conejero, 2010. Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial. São Paulo: Atlas. 288p.

NICCHIO, B., A.S.GUSTAVO, A.R.LUCÉLIA, S.P.HAMILTON, H.K.GASPAR. 2016. Aplicação de fertilizante foliar, no desenvolvimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar. Anais 10º Congresso STAB.

Nunes, E.N., I.N.A. Montenegro, D.A.M. Nascimento, D.A. Silva & R. Nascimento. 2013. Análise de crescimento e assimilação de nitrogênio em plantas de milho (*Zea mays* L.). Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil), v. 8, n. 4, p. 72 – 76.

Oliveira, O. H., Pinto, M. C., Fernandes, E. A., Souto, L. S., & Sampaio, E. G. 2017. Variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada. Anais do II CONIDIS, 1, ISSN 2526-286X. Acesso em 29 de agosto de 2020, em http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV074_MD1_SA3_ID205_02102017230748.pdf.

Oliveira, M.W., F.M. Freire, G.A.R. Macedo, J.J. Ferreira. 2007. Nutrição Mineral e Adubação da cana-de-açúcar. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.30-43.

Orlando Filho, J., Q.A.C. Carmello, C.A. Pexe, A.M. Gloria, 1994. Adubação de soqueiras de cana-de-açúcar sob dois tipos de despalha: cana crua x cana queimada. STAB, v.1, p.7-11.

Orplana 2013. Organização dos Plantadores de Cana-de-açúcar da Região Centro-Sul do Brasil. Procedimentos e normas para o acompanhamento de análises de qualidade da cana-de-açúcar. 93p.

Penatti, 2013. Adubação da cana-de-açúcar - 30 anos de experiência. 1. ed. Itu, SP, Brazil: Editora Ottoni, 347p.

Pereira, M. J., Santos, R. L. dos, Silva, C. J. C. da, Ataíde, L. dos S. C., Santos, R. V. de S., Monte, I. R. do, Silva, I. C. da, Santos, J. A. dos, & Santos, M. B. da C. 2020. Development of sugarcane varieties under foliar application of Nitrogen. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e 297985359 DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5359. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5359>. Acesso em: 2 sep. 2020

Pereira, H. S., A.F. Leão, A. Verginassi & M.A.C. Carneiro. 2009. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1685-1694.

Prado, R.M. 2008. Nutrição de Plantas. São Paulo: Editora Unesp. 300 p.

PRADO, R. de M. & PANCELLI, M.A. 2008. Resposta de soqueiras de cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio em sistema de colheita sem queima. *Bragantia*, v.67, p.951-959.

PRADO, R. de M. & PANCELLI, M.A. 2006. Nutrição nitrogenada em soqueira e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v. 25, n. 2.

Prochnow, L.I & R.Fabrício. 2009. Análise de Solo e Recomendação de Calagem e Adubação. Viçosa, MG, CPT, 388p.

Raij, B. V. 1991. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Piracicaba: Ceres, Potafos, 343 p.

Rosolem, C.A. 2002. Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar. Lavras: Ufla/Faepe.

Sangoi, L., M.L.D. Almeida, A.L.R. Pucci, M. Strieder, C.G. Zanin, L.C.D. Silva, & R.J. Vieira. 2008. A aplicação precoce de nitrogênio em cobertura não aumenta o rendimento de grãos do trigo cultivado na presença do alumínio. *Ciência Rural*, v. 38, n. 4, p. 912-920.

SCHULTZ, N. 2015. Resposta da cana-de-açúcar á adubação nitrogenada: fontes nitrogenadas, formas de aplicação, época de aplicação e efeito varietal. Seropédica, RJ, Embrapa Agrobiologia. Documento 298, 52 p

SIQUEIRA, J. O.; SILVEIRA, J. F.; GUEDES, G. A. A. 1979. Efeito de micronutrientes na presença e na ausência de calcário calcítico no rendimento agrícola e qualidade do caldo da cana-de-açúcar (cana-planta). *Revista Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v. 94, n. 5, p. 77-80.

Toppa E.V.B., C.J. Jadoski, A. Julianetti, T. Hulshof, E.O Ono & J.D. Rodrigues. 2010. Physiology aspects of sugarcane production. *Pesqui Apl Agrotec* 3: 223-230.

Trivelin, P.C.O., J.G. Carvalho, A.Q. Silva, A.C.P.A. Primavesi, E. Camacho, I.E. Eimori & M.R. Guilherme. 1988. Adubação foliar de cana-de-açúcar (*saccharum spp*). Absorção e translocação de uréia. "Energia Nuclear e Agricultura", Piracicaba, v.9, n.2, p.52-65.

TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W.; GAVA, G. J. C.; SARRIÉS, G. A. 2002. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 26, núm. 3, pp. 637-646 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil.

ÚNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo 2002. A alta competitividade canavieira do Estado de São Paulo. Disponível em: http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp. Acesso em jan. 2020.

Uribe, R. A. M., Gava, G. J. C., Saad, J. C. C., & Kölln, 2013. O. T. Ratoon sugarcane yield integrated drip-irrigation and nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, 33(6), 1124-1133.

Vallejos, M. E.; Felissia, F. E.; Kruyeniski, J.; Area, C. M. 2015. Kinetic study of the extraction of hemicellulosic carbohydrates from sugarcane bagasse by hot water treatment. *Industrial Crops and Products*, vol. 67, pp. 1–6.

VEDOVATO, J. & W.FINAMORE, 2016. ADUBAÇÃO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA. *A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia*, v. 5, n. 8, 2016.

Vieira, M.X., P.C.O. Trivelin, R. Otto, C.E. Faroni, H.C.J. Franco, A.C. Vitti & C. Fortes. 2008. Eficiência agrônômica da adubação de soqueira de cana-de-açúcar com cloreto de amônio. Tese de Doutorado. USP, São Paulo.

VITTI, A.C. 2003. Adubação nitrogenada da cana-de-açúcar (soqueira) colhida mecanicamente sem a queima prévia: manejo e efeito na produtividade. 114p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; PENATTI, C.P.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E. & FRANCO, H.C.J. 2007. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42:249-256.

XAVIER, G. G. 2007. Colheita da cana-de-açúcar. *Informe Agropecuário*, v. 28, n. 239, p. 64-68.