

**AVALIAÇÃO POTENCIAL DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIARES  
NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM CANA PLANTA**

Por

LEANDRO OLIVEIRA CAMPOS

Dissertação apresentada ao 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

Julho – 2019

**AVALIAÇÃO POTENCIAL DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIARES  
NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM CANA PLANTA**

Por

LEANDRO OLIVEIRA CAMPOS

Comitê de Orientação:

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

José Milton Alves, 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**

CC198a Campos, Leandro Oliveira  
AVALIAÇÃO POTENCIAL DE DIFERENTES FERTILIZANTES  
FOLIARES NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM CANA PLANTA /  
Leandro Oliveira Campos; orientadora Lucas Anjos de  
Souza; co-orientador José Milton . -- Rio Verde,  
2019.  
44 p.

Dissertação ( em Mestrado Profissional em  
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2019.

1. Saccharum spp. 2. Nitrogênio. 3. ATR. 4.  
Trocas gasosas. I. Anjos de Souza, Lucas , orient.  
II. , José Milton, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

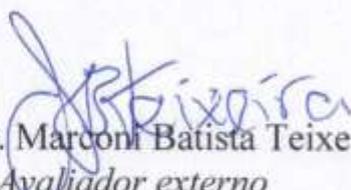
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

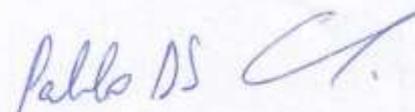
**AVALIAÇÃO POTENCIAL DE DIFERENTES  
FERTILIZANTES FOLIARES NO CRESCIMENTO E  
PRODUÇÃO EM CANA PLANTA**

Autor: Leandro Oliveira Campos  
Orientador: Lucas Anjos de Souza

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

APROVADA em 30 de agosto de 2019.

  
Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira  
*Avaliador externo*  
IF Goiano/ Campus Rio Verde

  
Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral  
*Avaliador interno*  
IF Goiano/ Polo de Inovação

  
Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/ Polo de Inovação

**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: Leandro Oliveira Campos

Matrícula: 2017202331540115

Título do Trabalho: Avaliação potencial de diferentes fertilizantes foliares no crescimento e produção de cana planta

**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: 01/07/2020

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

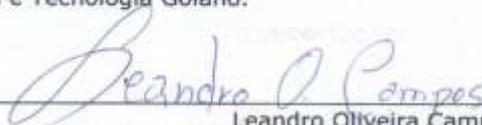
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**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, 18/10/2019.



Leandro Oliveira Campos

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Lucas Anjos de Souza

Assinatura do(a) orientador(a)

## DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por sempre me proteger  
e me guiar.

Ao meu pai Manoel Santana Ribeiro Campos.

Ao meu filho Júlio César Freitas Campos e,

À minha esposa Soraya Freitas Silva.

## AGRADECIMENTOS

A Deus nosso criador, por me conceder a oportunidade de viver e sabedoria para conclusão desse trabalho.

Ao meu orientador Lucas Anjos de Souza, meus sinceros agradecimentos pelos ensinamentos, pela paciência, companheirismo, compreensão e orientação.

Ao meu coorientador José Milton Alves, pelos ensinamentos, compreensão, por estar disponível sempre que precisei.

Ao Instituto Federal Goiano, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e Laboratório de Solos e Análises Foliar, por proporcionarem ambientes agradáveis de estudo.

A Prof.<sup>a</sup> Liliane Santos de Camargos e Jailson, por permitirem a realização da caracterização das formas nitrogenadas nos produtos estudados – Laboratório de Fisiologia do Metabolismo Vegetal (LFMV – UNESP).

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

Aos colegas do mestrado, pela amizade e companheirismo em especial, aos meus amigos Kaique Dias e Ausbie Luis Graça Araújo, companheiros de todas as atividades realizadas nas disciplinas.

À FAPEG, pela bolsa concedida e pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho.

À Associação de Produtores de Matéria-Prima de Rio Verde – APMP, pela parceria, suporte e apoio a este projeto.

Ao Instituto Federal do Tocantins Campus Araguatins, pela licença concedida para que pudesse participar do mestrado.

Aos professores do IFTO campus Araguatins, Rui Borges e Samuel de Deus, pelo apoio nas fases de seleção do mestrado.

À família que Deus me concedeu em Rio Verde: Adriana, Adriel, Amós, Gerbert.

Aos colegas que contribuíram nas etapas do trabalho: Higor Ferreira da Silva, Thiago Marçal Maia, Leandro Spindola, Soraya Freitas Silva, Márcio Rosa, Alcindo Brignoni, Lucas Loram Lourenço, João Vitor Nogueira, José Antônio Nogueira Júnior, Rodrigo Gomes Barros

Ao meu pai Manoel Santana e toda minha família pelo apoio, e demonstração de carinho em todas as etapas da minha vida.

À Soraya Freitas, pela confiança, paciência, apoio, e compreensão durante todo desenvolvimento deste trabalho e,

Ao meu filho Júlio César, pela motivação para a realização e concretização deste projeto.

SUMÁRIO		Página
<b>RESUMO</b> .....		1
<b>ABSTRACT</b> .....		3
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....		5
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....		6
<b>2.1 A importância econômica da cana -de-açúcar no Brasil</b> .....		6
<b>2.2 Aspectos botânicos da cana-de-açúcar</b> .....		8
<b>2.3 Adubação nitrogenada na cana-de-açúcar</b> .....		10
<b>2.4 A adubação foliar</b> .....		11
<b>2.5 Qualidade da matéria-prima na industrialização</b> .....		12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....		14
<b>3.1. Localização e Clima</b> .....		14
<b>3.2. Instalação e condução do experimento</b> .....		14
<b>3.3. Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos</b> .....		15
<b>3.3.1 Leituras de trocas gasosas</b> .....		17
<b>3.3.2 Dados biométricos e produção</b> .....		17
<b>3.3.3. Indicadores de qualidade da matéria-prima</b> .....		18
<b>3.3. Caracterização química de formas nitrogenadas nos fertilizantes foliares</b> .		19
<b>3.4. Análise estatística</b> .....		20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....		21
<b>4.1 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados foliares nas trocas gasosas de cana-de-açúcar</b> .....		21
<b>4.2 Crescimento e produção</b> .....		25

<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>30</b>

**AVALIAÇÃO POTENCIAL DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIARES NO  
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM CANA PLANTA**

Por

LEANDRO OLIVEIRA CAMPOS

Sob Orientação do Professor Lucas Anjos de Souza, Prof. Dr. – IF Goiano - *Campus*

Rio Verde

**RESUMO**

Existem no mercado diversos produtos que podem ser utilizados como complementação na adubação da cana-de-açúcar, no entanto há poucas informações sobre a real eficiência destes. O objetivo do experimento foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada foliar sobre a produtividade de cana-de-açúcar, onde foi realizado o teste da eficiência de diferentes produtos nitrogenados aplicados via foliar em cana-de-açúcar. O experimento foi instalado em Rio Verde - GO, entre março de 2018 a maio 2019 utilizando a cultivar comercial RB 966928, em sistema de cana de ano e meio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, contendo 4 tratamentos mais o tratamento controle, com 5 repetições. Os fertilizantes nitrogenados líquidos foram aplicados via foliar, utilizando a dosagem comercial de cada produto com equipamento pressurizado por cilindro de CO<sub>2</sub> comprimido. Os produtos utilizados foram os seguintes: FH + Vigor, Vitale Nitro, Tardus N e N Top. A coleta de dados para avaliação do experimento ocorreu no fim do ciclo da cana planta, sendo aferidas variáveis de trocas gasosas, biométricas e tecnológicas. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observou-se que a aplicação dos fertilizantes não ocasionou incrementos sobre a produtividade, nem sobre os

indicadores de qualidade de matéria-prima. Os produtos Vitale Nitro, FH+Vigor e Tardus N, tiveram efeitos benéficos em parâmetros de trocas gasosas em plantas que receberam os produtos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saccharum spp, Nitrogênio, , ATR, Trocas gasosas,

# POTENTIAL EVALUATION OF DIFFERENT FOLIAGE FERTILIZERS IN SUGAR CANE GROWTH AND PRODUCTION

By

LEANDRO OLIVEIRA CAMPOS

Under the adviser of Professor Lucas Anjos de Souza, Prof. Dr. - IF Goiano - Rio

Verde Campus

## **ABSTRACT**

There are several products on the market that can be used as a supplement in sugar cane fertilization, but there is little information on their real efficiency. The objective of the experiment was to evaluate the leaf nitrogen fertilization effect on sugarcane yield, where the efficiency test of different nitrogenous products applied via leaf in sugarcane was performed. The experiment was carried out in Rio Verde - GO, from March 2018 to May 2019 using the commercial cultivar RB 966928 in a year and half sugarcane system. The experimental design was randomized blocks, with 4 treatments plus the control treatment, and 5 replications. Liquid nitrogen fertilizers were applied via foliar, using the commercial dosage of each product with pressurized equipment by compressed CO<sub>2</sub> cylinder. The products used were: FH + Vigor, Vitale Nitro, Tardus N and N Top. The data collection for experiment evaluation occurred at the end of the sugarcane cycle, being measured variables of gas exchange, biometric and technological. Data were subjected to analysis of variance and, when significant, means were compared by the Duncan Scott-Knott test at 5% probability. It was observed that the fertilizers application did not cause increases on productivity or on quality indicators of quality of raw material. Vitale Nitro, FH + Vigor and Tardus N products had beneficial effects on gas exchange parameters in plants that received the products.

**KEYWORDS:** Saccharum spp, Nitrogen, ATR, Gas exchange.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as recomendações de adubação no Brasil são baseadas em análises de solo e folha, visando obter maior lucratividade por área cultivada. Tornam-se fundamentais o desenvolvimento de processos que complementam a produtividade e reduzam os custos de produção a partir da diminuição de uso de insumos (AMARAL & MOLIN, 2011). No mercado existem diversos produtos que podem ser utilizados como complementação na cultura da cana-de-açúcar, no entanto, há poucas informações sobre a real eficiência destes.

Dentre os aspectos que influenciam a produtividade da cana-de-açúcar, pode-se destacar o uso racional de fertilizantes, especialmente os nitrogenados (VITTI, 2007). O nitrogênio, é fundamental para que o vegetal possa sintetizar proteínas, enzimas, clorofila, e ácido nucleico. Portanto, esse nutriente é considerado extremamente importante para a produção de qualquer produto agrícola (MOCELLIN, 2004). O uso de fertilizantes foliares mostrou incrementar a disponibilidade dos elementos principais utilizados na sua forma sólida. Segundo Mocellin, (2004) os mesmos podem corrigir deficiências, aumentar a produtividade, a velocidade e qualidade de crescimento. Nutrientes foliares, são mobilizados diretamente para a folha da planta, aumentando a taxa de fotossíntese nas folhas e estimulando, assim, a absorção de nutrientes pela raiz da planta.

Neste contexto, é necessário entender por qual motivo os produtores fazem a complementação nitrogenada foliar, visto que já é realizada adubação inicial. Pode-se considerar também que não há trabalhos que caracterizem as formas de N em cada produto, sendo isso um fator importante no que diz respeito à produtividade. Isto posto, o presente trabalho teve como objetivo testar a eficiência da adubação nitrogenada foliar sobre a produtividade de cana-de-açúcar, por meio do uso de diferentes produtos comerciais.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A importância econômica da cana -de-açúcar no Brasil**

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil no período da colonização por volta de 1502, porém o cultivo só teve início três décadas depois, impulsionado pela demanda de açúcar na Europa e também devidos as ameaças de ocupação das terras brasileiras pelos franceses, ingleses e contrabandistas (BRAMBILLA, 2013).

Os primeiros cultivos de cana-de-açúcar eram destinados para a produção de garapa e rapadura, tendo uma contribuição importante para a formação econômica brasileira. A cana-de-açúcar tem uma importância econômica para o Brasil desde o Império, momento em que o país obteve grande lucro também com a exportação de açúcar tornando-se nesse período dependente desse produto. Atualmente é uma cultura cultivada em larga escala para a produção principalmente do álcool, destacando-se no cenário agrícola do país (GUIMARÃES, 2011; UDOP, 2018).

É uma cultura de importância econômica e social que vem contribuindo para a grande geração de empregos a partir do seu cultivo, sendo uma atividade que vem expandido no país pela necessidade mundial de utilizar combustíveis menos poluentes. A partir da industrialização da cana, são produzidos o açúcar e o álcool, e subprodutos como bagaço, torta de filtro e vinhaça, além de ser utilizada também na produção de energia (JÚNIOR, 2017). A cana-de-açúcar é a cultura mais promissora para a produção de biocombustíveis, dela se produz o etanol, sendo mais viável utilizá-lo quando comparado aos combustíveis oriundos do petróleo (MEGDA, et al. 2012).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Diversos fatores contribuem para o crescimento e para tornar o Brasil um país importante no cenário econômico, tais como aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, além disso possui grandes áreas cultiváveis e boas condições climáticas (CONAB, 2018).

A produção de cana teve grande crescimento com estabelecimento do programa Proálcool no ano de 1975, tendo a partir desse período aumento na produção anual, passando de 100 milhões de toneladas para 220 milhões de toneladas por ano na safra de 1986/87 (NOVACANA, 2018). A chegada dos carros flex e o aumento do preço do petróleo, também impulsionou o aumento da produção do etanol de cana-de-açúcar no Brasil (XAVIER, 2012). O cultivo dessa cultura para a produção do etanol não é competitivo com a produção de alimentos e torna-se uma ótima alternativa de produção de energia sustentável (MAPA, 2016).

Influenciados pela eficiência energética do etanol e menor valor comparado com a gasolina, os consumidores passaram a preferirem o etanol em detrimento da gasolina (CONAB, 2016). Quando o valor do etanol possui equivalência de 70% do combustível fóssil nos postos, passa a ter uma competição com a gasolina (CEPEA, 2017). Com uma produção de energia mais alta em comparação com a energia que se utiliza na sua produção, o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar passa a ser mais vantajoso (NICOLA, 2014). Além disso, outros fatores como a diminuição das fontes de energia fóssil, juntamente com a poluição ambiental geradas pelas indústrias e veículos automotores têm incentivado a procura de novas fontes de energia renováveis (RIBEIRO, 2013).

Uma forma eficiente de reduzir a poluição ambiental e diminuir a utilização dos combustíveis fósseis é a adição de etanol à gasolina. Alguns países já adicionam combustíveis renováveis aos fósseis, um exemplo é o Brasil que mistura 27%, considerado um dos maiores níveis (UNICA, 2015).

O País adotou também o programa Inovar-Auto, este visa adotar algumas medidas a fim de manter o uso de etanol nos motores bicompostíveis. Junto a esse programa a Medida Provisória 638/14 que convertida na Lei 12.996/14 autorizou a diminuição no valor do IPI para veículos flex com relação de consumo álcool hidratado/gasolina maior que 75% (UNICA, 2014).

A busca por áreas de baixo custo e com topografia plana que favoreça a mecanização fez com que a atividade sucroalcooleira se ampliasse para regiões não tradicionais no cultivo de

cana-de-açúcar como o oeste e noroeste do Estado de São Paulo, áreas de cerrado de Goiás, Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, sendo principalmente nas áreas de pastagem degradada (ARANTES, 2012).

Segundo a Conab (2016) o estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil com área plantada de 4.678,7 mil hectares, sendo assim também o maior produtor de açúcar com 21.322,8 mil toneladas e de etanol com 13.843.080,02. É um estado que produz cerca de 60% da cana produzida no país. Existem regiões no estado de São Paulo em que as cidades chegam a depender cerca de 90% da indústria da cana. A cidade de Sertãozinho por exemplo, concentra grande quantidade de indústrias fornecedoras de peças e equipamentos para usinas, possuindo cerca de 700 empresas e 10 mil funcionários (BORDA, 2014).

A expansão da produção de cana avança também para região do cerrado tendo como destaque o estado de Goiás, que possui boa infraestrutura e boas terras (SAUER & PIETRAFESA, 2012). O estado possui grande produção nacional sendo a segunda maior área plantada com cerca de 930,8 mil hectares, segundo maior produtor de álcool anidro e hidratado e quarto maior produtor de açúcar com 2,3 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

## **2.2 Aspectos botânicos da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar pertence a ordem *Graminales*, a família *Poaceae* Genêro *Saccharum*. Essa família possui como característica, crescimento do caule em colmos, bainha aberta, inflorescência espiga (SILVA & SILVA, 2012). O gênero é conhecido por dois sinônimos, *Saccharophorum* e *Saccharifera*, existindo inicialmente cerca de cinco a dez espécies que depois foram alocadas em outros gêneros e transferidas para *Saccharum*. Algumas cultivares atuais são resultados de cruzamentos entre *S. officinarum* e *S.spontaneum* (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Brambilla, 2013 a origem dessas espécies tenha sido nas ilhas do Arquipélago da Polinésia, Nova Guiné e Índia. A cana cultivada atualmente no Brasil passou por vários

cruzamentos, no entanto possui características da espécie *Saccharum officinarum* (NOVACANA, 2015).

É uma cultura de metabolismo fotossintético C4, que possui alto poder de converter a radiação eletromagnética, como os raios solares e calor em energia química, possuindo elevada taxa de fotossíntese que favorece a produção de matéria orgânica pela planta, tendo um ciclo de vida longo com boa eficiência no uso da água e nutrientes (OLIVEIRA, 2013; RODRIGUES, 1995).

É uma espécie semiperene, possuindo ciclo produtivo médio de cinco anos (NOVACANA, 2013). O máximo desenvolvimento vegetativo para cana de ano e cana soca compreende o período entre novembro a abril, necessitando de um período quente e úmido com intensa radiação solar na fase de crescimento e restrição hídrica e térmica nas fases de maturação e colheita (VIEIRA et al. 2008, DUARTE, 2009). No entanto, mesmo tendo se adaptado a essas condições de intensa radiação e escassez de água, a cultura necessita de grande volume de água por constituir cerca de 70% da planta, demanda que varia de acordo com estágio fenológico, precisando de cerca de 250 partes de água para formação de uma parte de matéria seca. (ARANTES, 2012). Os maiores danos estão relacionados também com o déficit hídrico, o mesmo é causado pela irregularidade das chuvas ocasionando problemas principalmente nos estágios de brotação e perfilhamento, podendo diminuir a produtividade (BATISTA, 2013). A cana possui uma taxa de brotação e perfilhamento boa em condições de temperatura entre 25°C a 30°C, sendo uma característica da cultura o perfilhamento em grande número na fase inicial (DUARTE, 2009). O mesmo é uma variável influente para a cultura, visto que os perfilhos irão se desenvolver em colmos industrializáveis possuindo relação direta com a produtividade (SANTOS, 2015).

Existem várias formas de propagação podendo ser por sementes, brotos e rizomas nodal. A propagação realizada na forma de sistema convencional é feita por estacas, contendo cerca de 3 gemas e 30-40 cm (BRAMBILLA, 2013). A mesma pode ser influenciada por fatores como,

variedade, idade e sanidade da muda; além de ser também influenciada por fatores externos como pragas, doenças, temperatura e teor de água do solo (SANTOS, 2015).

### **2.3 Adubação nitrogenada na cana-de-açúcar**

A adubação nitrogenada em cana-de-açúcar pode mostrar resultados positivos quando aplicados em solos com primeiro ano de cultivo, sendo também aqueles que possuem alto potencial produtivo e também em áreas em que não se realiza a queima da cana (CFEMG, 1999). As recomendações para a aplicação de N para essa cultura estão associadas ao histórico da área, sendo também a produtividade esperada, um fator que deve ser considerado (PROCHNOW & ROSSI, 2009).

Dentre as fontes nitrogenadas existentes, as principais são a ureia, o sulfato de amônio e o nitrato de amônio (MAC, 2004). A fonte de nitrogênio mais utilizada na adubação da cultura da cana-de-açúcar é a ureia (VIEIRA et al. 2008).

O Nitrogênio atua na parte aérea, aumentando a longevidade das folhas e a atividade meristemática, dessa forma contribuindo para maior perfilhamento e índice de área foliar (OLIVEIRA et al. 2007).

A adubação nitrogenada realizada no plantio além de contribuir para a produção de colmos, possui efeito sinérgico na absorção de outros nutrientes (FRANCO et al. 2007).

No entanto deve-se ter cautela na aplicação no solo, fazendo um planejamento para evitar perdas e para maior aproveitamento pelas plantas (RODRIGUES, 2013). O mesmo (Nitrogênio) possui um comportamento muito dinâmico, estando sujeito a muitas perdas quando aplicado no solo (VIEIRA et al 2008). Além disso é um potencial causador de danos ambientais, necessitando de melhores estudos (MOLIN et al. 2010).

Vitti (2007) mencionaram efeito significativo da adubação nitrogenada na produção de colmos tanto na segunda soca como terceira. Esse resultado de efeito residual, foi expressado quando utilizadas doses crescentes de N de até 175 kg/ha na fonte nitrato amônio, com aplicação

realizada sob a palhada da segunda soca e 100 kg há na terceira soca. Dessa, forma ao optar em não realizar adubação nitrogenada pode provocar futuros problemas com respostas à longevidade do canavial.

#### **2.4 A adubação foliar**

A adubação foliar vem sendo muito praticada em diversas culturas de interesse econômico nos últimos anos, sendo em muitos casos muito mais eficientes que adubação de solo, no entanto o uso de foliares não implica na substituição dos fertilizantes sólidos (MOCELLIN, 2004). Trata-se de uma possibilidade de nutrição com o intuito de complementar a adubação do solo e corrigir de maneira mais rápida algumas deficiências nutricionais (BAUMGARTNER E SEMPIONATO, 1999). O uso de fertilizante foliar como complementação da adubação via solo torna-se vantajoso, podendo aumentar a produção (VEDOVATO, J. & FINAMORE, 2016).

Nos últimos anos tem aumentado a disponibilidade de produtos no mercado com baixo custo e que proporcionam ganhos na produtividade, fator esse que tem entusiasmado os produtores a utilizar fertilizantes foliares (MARQUES, 2014).

Sabe-se que as folhas novas absorvem nutrientes com maior intensidade por serem mais exigentes nutricionalmente, além do mais, a planta em pleno desenvolvimento consegue absorver o nutriente em quantidade maior, assim com o uso de adubação foliar, a correção de deficiências nutricionais ocorre de maneira mais rápida e com maior eficiência (MARÓSTICA & FEIJÓ, 2013; BERNIS & VIANA, 2015). Essa capacidade das plantas em absorver nutrientes pelas folhas torna a adubação foliar fisiologicamente viável (DÁRIO et al. 2012).

Segundo Maróstica & Feijó (2013) a aplicação de fertilizantes foliares possui também como vantagem o baixo custo na aplicação, podendo também ser aplicados fertilizantes em mistura com defensivos agrícolas. São vários os estudos que comprovam a eficiência da adubação foliar, Bernis & Viana (2015), Ubitatã-PR, testaram a aplicação de Nitrogênio foliar na cultura da soja e, observaram o aumento significativo no peso de grãos e produtividade. Os

adubos foliares encontrados no mercado, com frequência, possuem o nitrogênio (N) nas misturas com micronutriente, sendo um meio eficiente de se fornecer N às plantas (BISCARO et al. 2011). Diversos trabalhos têm sido realizados com essa abordagem pois existem poucas informações sobre como esses fertilizantes foliares podem complementar a adubação via solo, visando aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e lucratividade (KAAPES, 2013).

## **2.5 Qualidade da matéria-prima na industrialização**

A obtenção de um produto com qualidade, está intimamente relacionada com as condições da matéria-prima, sendo necessário que a mesma seja fresca, livre de impurezas e sem o ataque de pragas e doenças (BIGATON et al. 2018). A presença de impurezas é um fator que provoca custos e demanda investimentos no processo de industrialização (DOJAS et al. 2009). As unidades industriais, baseiam-se na qualidade da matéria-prima para alcançar as metas de produção e produtividade (HORRI, 2004). Diversos problemas são ocasionados pela má qualidade da matéria, com isso moer cana com materiais estranhos como terra, restos de cultura, plantas invasoras, pode provocar desgastes do equipamento diminuindo sua vida útil, além de prejudicar os processos de fermentação e fabricação do açúcar (FIGUEIREDO, 2008). Além do mais, esses restos vegetais, tais como restos de ponteiros e folhas verdes são considerados impurezas ricas em amido que interfere na produção de açúcar e etanol (GIMENEZ et al. 2016). Nesse contexto, Costa (2001) afirma que o uso da mecanização tem contribuído para o aumento de impurezas na cana, além do mais, diversos fatores como colheita, clima, e gerenciamento afetam esse aumento.

Segundo a AGEITEC (2019) a POL (teor de sacarose aparente na cana) era que determinava a qualidade da cana-de-açúcar, no entanto, ultimamente existe uma definição mais completa que envolve características de grande importância para a recuperação de açúcar e qualidade do produto final.

A AGEITC (2019) menciona dois fatores que podem afetar a qualidade da matéria-prima destinada à indústria:

- fatores intrínsecos: estes fatores estão associados à composição da cana (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais), podendo ser afetados de acordo com a variedade da cana, variações de clima (temperatura, umidade relativa do ar, chuva), solo e tratamentos culturais;
- fatores extrínsecos: estes estão associados aos materiais estranhos ao colmo (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras) ou compostos produzidos por microrganismos pela ação sobre os açúcares do colmo. A fim de obter produtos de qualidade as usinas têm fixado metas e tomado decisões buscando soluções para obter melhores resultados na parte industrial.

Fatores como sacarose, teor de fibra, composição do caldo que possui teores de sacarose, de açúcares redutores e cinza, são importantes na qualidade da matéria-prima. A fibra é constituída de lignina, celulose e pentosanas sendo o seu teor na cana em torno de 10-16%. O Caldo é constituído de 80% de água e 20% de sólidos solúveis (RIBEIRO et al 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e Clima

O experimento foi instalado em Rio Verde - GO, entre março de 2018 a maio 2019. A cidade está localizada no Estado do Goiás, a uma altitude de 748 metros. O seu centro geográfico está localizado na Latitude 17°47'53"S e Longitude 50°55'41"O. De acordo com Köppen e Geiger, o clima é classificado como Aw, clima tropical, com inverno seco, com chuvas concentradas no verão que. A temperatura média é de 23,3°C e pluviosidade média anual de 1.663 mm. O mês mais quente do ano é fevereiro com temperatura média de 24.5°C. Em junho, a temperatura média é 20.9°C. É a temperatura média mais baixa de todo o ano. O mês mais seco é junho, com 13 mm. Com uma média de 296 mm no mês de dezembro, ocorre maior precipitação.

#### 3.2. Instalação e condução do experimento

Inicialmente, foi realizada a coleta de solos na profundidade de 0-20 cm, para análise das propriedades físico-química e determinação da necessidade de calagem (Tabela 1). O preparo da área experimental consistiu de uma aração e duas gradagens. O plantio das mudas foi feito em sulcos de aproximadamente 30 cm de profundidade, e com espaçamento de 1,5 m entre sulcos.

Tabela 1. Análise química e física do solo na área do experimento.

Prof.	pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.	Argila	Silte
										SMP	S.B.		Bases	Al		
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc. dm <sup>-3</sup> -----										V%	m%	
0-25	5,6	32	12	9	22	8	NS	0,6	0	17	31,1	48,2	65	1	<b>47</b>	<b>14</b>
25-50	5,7	26	9	21	23	10	NS	0,8	0	21	34,3	54,9	62	1	<b>50</b>	<b>13</b>
0-25	4,6	28	10	14	12	5	NS	0,6	2	31	17,9	49,1	37	10	<b>45</b>	<b>17</b>
25-50	4,4	27	7	13	8	5	NS	0,6	3	42	13,8	55,7	25	18	<b>47</b>	<b>17</b>
0-25	4,6	34	9	14	10	7	NS	1,2	1	31	17,8	48,6	37	7	<b>48</b>	<b>16</b>
25-50	4,4	26	5	80	7	7	NS	1,6	2	37	15,8	53,1	30	11	<b>45</b>	<b>17</b>

Os valores são expressos em porcentagem.

O plantio da cana-de-açúcar foi efetuado, utilizando a cultivar comercial RB 966928 em sistema de cana de ano e meio. Essa cultivar apresenta elevado teor de sacarose, possui elevada velocidade de desenvolvimento e alto índice de perfilhamento, sendo indicada para cultivo em ambientes de médio a alto potencial. A distribuição das mudas nos sulcos foi feita adotando-se o sistema de plantio manual (convencional), de forma contínua, colocando-se dois colmos na posição pé com ponta. Os colmos foram cortados em toletes de mais ou menos 3 a 4 gemas. A cobertura foi efetuada colocando-se de 5 a 10 cm de solo sobre os colmos.

A adubação de plantio ocorreu com a aplicação, de nitrogênio 100 kg/ha, fósforo 150 kg/ha e potássio 100 kg/ha em todos os tratamentos utilizando, respectivamente, as fontes ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

### 3.3. Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, contendo 4 tratamentos, mais o controle, com cinco repetições. Cada parcela experimental foi composta por 6 linhas de 6 m espaçadas 1,5 m entre si e o espaço entre cada parcela de 4,5 m. Desse modo, a área experimental possuirá 2.664 m<sup>2</sup>. Para cada coleta, foram considerados 2 metros lineares das duas linhas centrais (Figura 1).

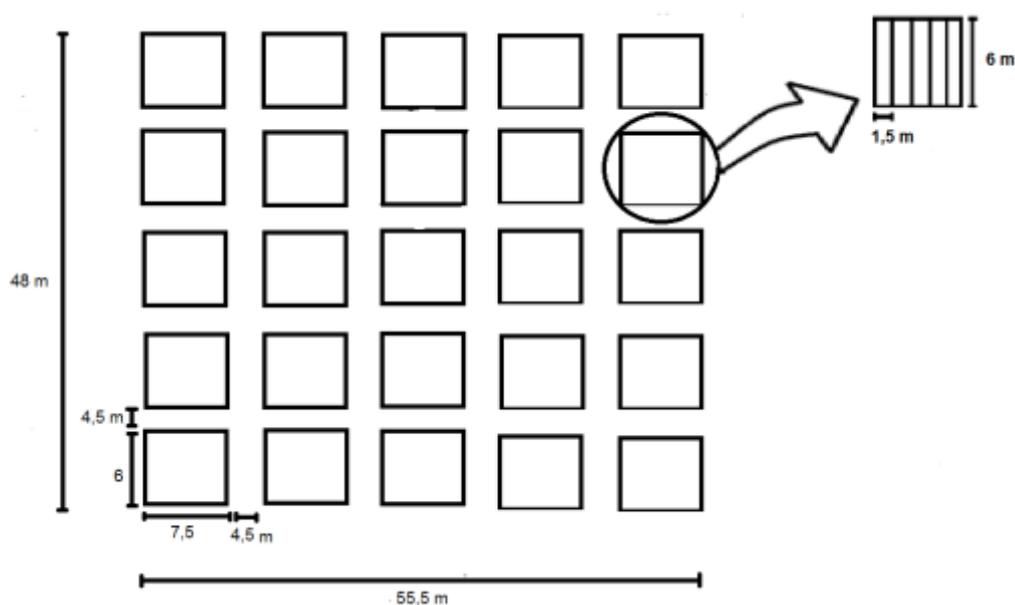


Figura 1. Disposição dos tratamentos para avaliações de nitrogênio foliar na cultura de cana-de-açúcar.

As aplicações dos fertilizantes nitrogenados líquidos foram realizadas via foliar no início da estação chuvosa e utilizando a recomendação comercial de cada produto conforme as especificações abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Informações dos tratamentos e especificações de cada produto.

<b>Tratamentos</b>	<b>Informações técnicas da aplicação</b>
<b>Controle</b>	Sem aplicação de fertilizantes
<b>FH + Vigor</b>	Recomendação de 4 kg/ha. Contém 5% de N; 8,8% de S; 4,5% de B; 1,5% de Mo e 10% de Zn (solúveis em água)
<b>Vitale Nitro</b>	Recomendação de 5 L/ha. Contém 30% de N: 19,8% N-nítrico; 6,3% N-amoniacal; 3,9% N-amídico. 3% de S. Densidade: 1,28 g/mL.
<b>Tardus N</b>	Recomendação de 15 L/ha. 27% de N. Densidade: 1,23 g/mL.
<b>N Top</b>	Recomendação de 15 L/ha. 28% de N em água, resina, ureia-formaldeído e uréia.

A aplicação foi realizada no início da manhã, no mês de dezembro período em que a planta apresenta em pleno desenvolvimento vegetativo. Foi utilizado um equipamento pressurizado por cilindro de CO<sub>2</sub> comprimido, conectado em reservatório plástico contendo a calda preparada, ligada a uma barra de três pontas tipo TT 11002 espaçadas de 0,50 m, utilizando uma vazão de 200L/ha, a uma temperatura de 22 graus, com umidade relativa 81,4 e velocidade do vento a 2 m/s. Abaixo segue a figura 2 com informações sobre os dados de precipitação do local da pesquisa.

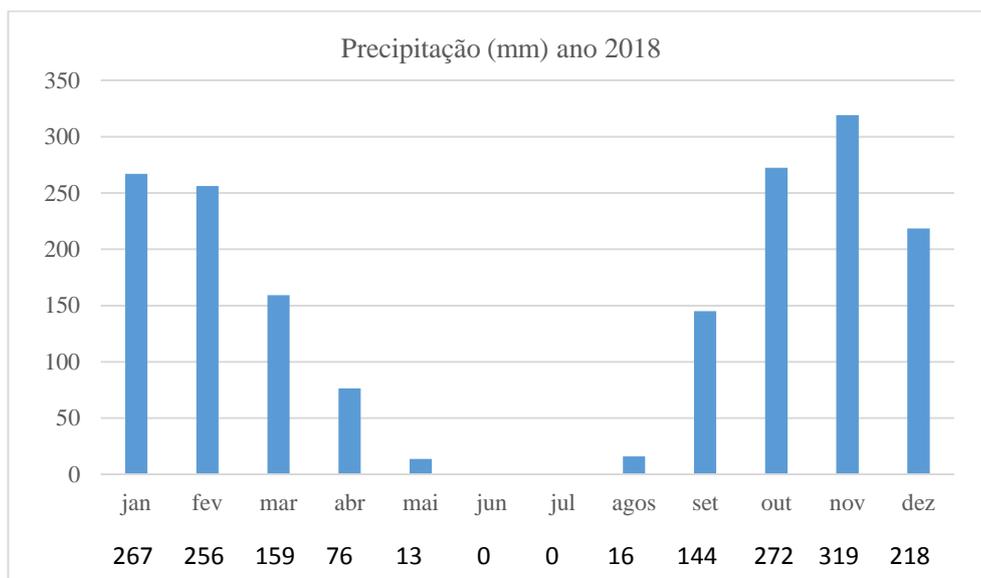


Figura 2. Precipitação em milímetros (mm) durante o ano de 2018.

### 3.3.1 Leituras de trocas gasosas

Foram realizadas leituras de trocas gasosas dois dias antes e após dois dias da aplicação dos fertilizantes utilizando IRGA, Li-cor – Li6800 XT, a fim de analisar a performance fisiológica das plantas. As avaliações fisiológicas foram realizadas no período das 8 às 11 horas. Foram determinados os seguintes parâmetros: transpiração foliar, condutância estomática (gsw), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), relação concentração interna e externa de carbono (Ci/Ca), eficiência instantânea de carboxilação (EiC), eficiência no uso da água (EUA), e assimilação líquida.

### 3.3.2 Dados biométricos e produção

Os dados biométricos foram determinados após o corte das plantas, de acordo com as seguintes especificações: **Estatua média do colmo (EMC)** foi determinada em metros medindo o comprimento do caule a partir da base até o início da lâmina da folha +1; **Diâmetro médio da base do colmo (DBC)** foi determinado em milímetros utilizando um paquímetro e as leituras realizadas no centro do primeiro entrenó da base do colmo, sem a presença da bainha da folha; **Biomassa (BM)**; estimada massa de colmos em dois metros lineares utilizando uma balança portátil; **Número de perfilhos (NP)** estimado através da contagem dos colmos em 2

metros lineares das duas linhas centrais.; **Massa do colmo (MC)** calculada a partir da seguinte equação:  $MC = BM/NP$ ; **Número de folhas completamente abertas (NFCA)** determinado pela contagem das folhas completamente abertas; **Área foliar (AF)** determinada por meio da contagem do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com o mínimo de 50% de área verde, contada a partir da folha +1) e pelas medições do comprimento e da largura da porção mediana das folhas +3; **Índice de área foliar (IAF)** que segundo Marafon (2012) é calculado através da expressão:  $IAF (m^2 m^{-2}) = NPI \times AF / S$ , em que NPI corresponde ao número de perfilhos, AF à área foliar por perfilho ( $m^2$ ) e S é a área do terreno em  $m^2$  utilizada para a avaliação..

A produção de colmos foi realizada após o corte e aferição da massa de colmos em dois metros lineares utilizando uma balança portátil; a partir desses dados a produção por hectare foi estimada e comparada com a estimativa teórica (não destrutiva) TCHE aplicando a fórmula citada por Marafon, (2012) de acordo com a expressão  $TCHe = D^2 \times NPI \times EMC \times (0,007854/ESP)$ , em que a TCHe corresponde à produtividade estimada em toneladas de cana por hectare, D ao diâmetro dos colmos (cm), NPI ao número de perfilhos industrializáveis por metro linear, EMC à estatura média dos colmos (cm), ESP ao espaçamento entre sulcos (m) e 0,007854 ao fator de correção apropriado para a cana-de-açúcar.

### **3.3.3. Indicadores de qualidade da matéria-prima**

Foram analisados os seguintes indicadores de qualidade: **Leitura de BRIX** (teor de sólidos solúveis por cento, em peso, de caldo) realizada em refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético e resolução máxima de 0,1° Brix (um décimo de grau brix); **Peso do bolo úmido (PBU)** obtido em balança semianalítica e utilizado para o cálculo da fibra da cana; **Leitura sacarimétrica (L.AI)** determinada em sacarímetro digital, automático, com peso normal igual a 26 g (vinte e seis gramas), resolução de 0,01°Z (um centésimo de grau de açúcar) e calibrado a

20°C (vinte graus Celsius), em comprimento de onda de 587 e 589,4 nm (quinhentos e oitenta e sete e quinhentos e oitenta e nove e quatro décimos nanômetros); **Leitura sacarimétrica com correção (L.POL)**; **Pol Caldo (S)** - teor de sacarose aparente por cento, em peso, de caldo calculada pela equação seguinte:  $S = LPb (0,2605 - 0,0009882 \times B)$ ; **A fibra da cana (F)** calculada pela equação:  $F = 0,08 \times PBU + 0,876$ , em que: PBU = peso do bagaço úmido da prensa, em gramas; **Açúcares redutores do caldo (AR caldo)** O teor de açúcares redutores (AR) por cento, em peso, de caldo foi calculado pela equação:  $AR \% \text{ caldo} = 3,641 - 0,0343 \times Q$ , onde: Q = pureza aparente do caldo, expressa em porcentagem.; **Açúcares redutores da cana (AR cana)** realizado pela equação:  $ARC = AR \times (1 - 0,01 \times F) \times C$ ; **Pol cana (PC)** calculada pela equação:  $PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C$ , em que: S = pol do caldo; F = fibra da cana; C = Ver norma N-084., **Pureza do caldo (Q)** definida como a porcentagem de pol em relação ao brix, calculada pela equação:  $Q = 100 \times S \div B$ , em que: S = pol do caldo; B = brix do caldo; **Açúcar total recuperável (ATR)** calculado pela equação:  $ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905$  ou,  $ATR = 9,5263 \times PC + 9,05 \times ARC$ , em que: 10 x PC = por tonelada de cana 1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores 0,905 = coeficiente de recuperação, para perda industrial de 9,5% (nove e meio por cento) 10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana.

### 3.3. Caracterização química de formas nitrogenadas nos fertilizantes foliares

A quantificação de proteínas solúveis totais foi realizada de acordo com o método proposto por Bradfor (1976), usando albumina sérica bovina (BSA) como padrão para construção da curva analítica. A quantificação de aminoácidos solúveis totais foi realizada de acordo o método proposto por Yemm e Cocking (1955), usando glicina como padrão para construção da curva analítica. A quantificação de nitrato foi realizada pelo método proposto por Cataldo et al. (1975), usando nitrato de potássio como padrão para construção da curva analítica.

### **3.4. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados foliares nas trocas gasosas de cana-de-açúcar

Foi possível determinar que os fertilizantes líquidos nitrogenados possuem formas orgânicas (proteínas e aminoácidos solúveis) e inorgânicas (nitrato e amônio) e em diferentes proporções (Figuras 2A e 2B), sendo a fração inorgânica a mais representativa, acima de 70%, em todos os produtos (Figura 2B). Os componentes mais representativos em todos os produtos foram aminoácidos e o nitrato, formas que sabidamente são bem aproveitadas pelas plantas tanto a partir do solo como via foliar. Em alguns ambientes em que a disponibilidade de nitrogênio é limitada, os aminoácidos são a fonte direta e principal para as plantas (RAVEN, 2007). Albuquerque et al. (2008) após a realização dos testes utilizando aminoácidos comerciais como fonte de N, pode comprovar que houve absorção de N pelas folhas da cultivar, visto que as plantas apresentaram crescimento do sistema aéreo e concentração de N adequado. O Nitrato também é um composto muito importante, pois é a principal fonte nitrogenada absorvida pela maioria das plantas cultivadas a campo. A maioria dos fertilizantes nitrogenados que existem no mercado contém íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) que é convertido em Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) por um processo chamado de nitrificação (RAVEN, 2007). A maior eficiência no processo de assimilação de  $\text{NO}_3^-$  ocorre nas folhas das plantas, pois no cloroplasto a redução de nitrito ocorre com elétrons fornecidos diretamente pelas reações fotoquímicas (KERBAUY, 2012).

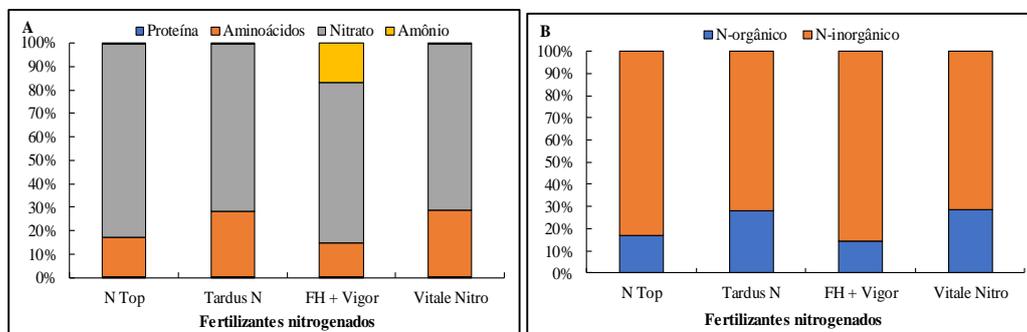


Figura 2– Proporção relativa de proteínas solúveis totais, aminoácidos solúveis totais, nitrato e amônio em diferentes fertilizantes nitrogenados líquido (A); Frações orgânica (proteínas e aminoácidos) e inorgânica (nitrato e amônio) em diferentes fertilizantes nitrogenados líquido (B).

Na **figura 3A**, apresenta a transpiração foliar ( $\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) das plantas antes e depois da aplicação dos fertilizantes. Houve efeito significativo entre os tratamentos realizados, evidenciando diferenças de reação dos produtos. Foi observado efeito significativo para o tratamento com o fertilizante Vitale Nitro sobre a transpiração foliar. O resultado mostra que as plantas deste tratamento tiveram aumento na transpiração foliar e possivelmente aumento na assimilação de  $\text{CO}_2$  por estarem na maioria das vezes relacionados, visto que diminuição da condutância ocasiona a redução na perda de água pela planta, no entanto ocorre a redução da entrada de  $\text{CO}_2$  e diminuição da atividade fotossintética (ARAÚJO & DEMINICIS, 2009).

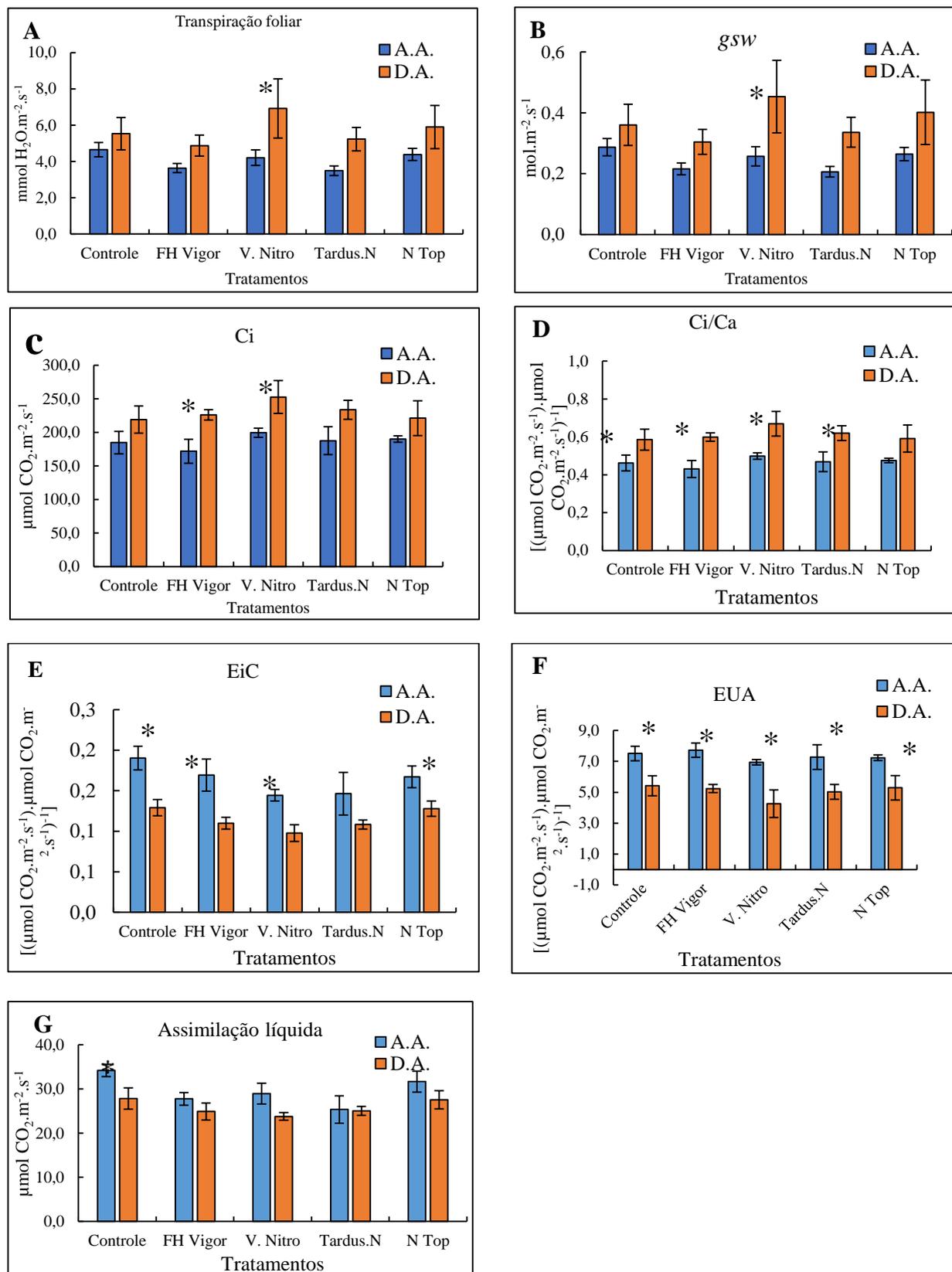
Para a variável gsw (condutância estomática) houve diferença significativa após a aplicação do fertilizante Vitale Nitro. O fertilizante contribuiu para o aumento da condutância estomática, dessa forma favorecendo as boas condições da planta. A condutância estomática foliar é utilizada com frequência como mecanismo indicador da deficiência hídrica, pois a disponibilidade de água controla abertura dos estômatos sendo um fator que afeta o crescimento das plantas, conseqüentemente, a produção de fitomassa (OLIVEIRA et al. 2011). Resultado diferente foi encontrado por Sousa et al (2018) ao avaliar a trocas gasosas em mandioca com aplicação foliar. Foi observado que não houve diferença nas trocas gasosas entre os tratamentos para a condutância estomática e taxa de transpiração. Segundo o mesmo, a explicação para isso está na possibilidade de maior carboxilação da rubisco pela abertura estomática e maior resfriamento da planta e translocação de assimilados pela corrente transpiratória.

Na variável  $C_i$  (concentração interna de  $\text{CO}_2$ ) também houve diferença significativa após aplicação dos fertilizantes. Os tratamentos que receberam a aplicação dos fertilizantes FH Vigor e Vitale Nitro apresentaram maior  $C_i$ . Para a variável  $C_i/C_a$  (relação concentração interna e externa de carbono) houve diferença significativa na performance das plantas após a aplicação dos fertilizantes FH Vigor, Vitale Nitro e Tardus N. Destes o que provocou maior variação foi o Vitale Nitro. O aumento na taxa de concentração interna de  $\text{CO}_2$  está atrelado ao aumento na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (FERRAZ et al. 2012). Podendo também está relacionado com a

aplicação de compostos de amônia e nitrato via foliar, pois nos cloroplastos os elétrons utilizados na redução de nitrito são fornecidos diretamente pelas reações fotoquímicas, evitando a competição com a fixação de gás carbônico. Na raiz e em outras partes não verdes da planta esse processo ocorre com o consumo de energia fotoquímica utilizada na fixação de gás carbônico (KERBAUY, 2012).

A eficiência instantânea de carboxilação (EiC) apresentou diferença significativa na performance das plantas após a aplicação dos fertilizantes FH Vigor, Vitale Nitro e N Top. As plantas do tratamento controle também apresentaram diferença significativa. No entanto, as plantas que receberam a aplicação do fertilizante Tardus N permaneceram estáveis e não apresentaram diferença. O aumento verificado na eficiência instantânea de carboxilação deve-se, sobretudo, aos incrementos registrados na concentração interna de dióxido de carbono e aos ganhos na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (FERRAZ et al. 2012).

Na eficiência no uso da água (EUA), foi constatado a diferença significativa nas avaliações das plantas após a aplicação de todos os fertilizantes. O tratamento controle também apresentou diferença. No entanto observa-se que o tratamento com o Vitale Nitro apresentou menor taxa de EUA. Segundo Ferraz et al. (2012) o EUA é uma indicação da relação entre transpiração e fotossíntese correlacionado a quantidade de CO<sub>2</sub> assimilado pela quantidade de água que libera, dessa forma a diminuição observada do EUA são reflexos dos aumentos na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e na transpiração das plantas. Para a variável assimilação líquida, nenhum dos tratamentos em que foram aplicados os fertilizantes apresentaram diferença significativa, permanecendo estáveis.



**Figura 3.** Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados foliares nas trocas gasosas de cana-de-açúcar antes e depois da aplicação dos fertilizantes. Transpiração foliar das plantas (a); condutância estomática (b); concentração interna de CO<sub>2</sub> (c); taxa de Ci/Ca (d); eficiência instantânea de carboxilação (e); eficiência no uso da água (f); assimilação líquida (g).

## 4.2 Crescimento e produção

Ao avaliar as variáveis (número de perfilhos, massa do colmo, diâmetro colmo, comprimento do colmo), observou-se que ambas também não apresentaram diferença (tabela 2). Nicchio et al. (2016) ao analisar o efeito da aplicação de N foliar na altura de plantas, diâmetro de colmo, produtividade de colmos e total de açúcar por hectare, observou que não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando pouca influência dos produtos sobre a estatura da cana. Biscaro et al. (2011) ao analisar o desempenho do milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar, não observou diferença significativa na altura de plantas em relação às doses de N e tampouco para a forma de aplicação. Kappes, et al. (2013) avaliando o efeito do nitrogênio foliar em interação com N em cobertura na cultura do milho, observou que houve influência no diâmetro da planta. Segundo ele apesar de não ter obtido resultados na produção, o aumento do diâmetro é um fator importante por estar relacionado com o percentual de acabamento e tombamento de plantas da cultura. Deuner, et al. 2008 observou-se que a adubação foliar proporcionou incremento na altura das plantas 26% superior ao observado quando a adubação ocorreu via raiz na cultura da soja.

**Tabela 2.** Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados foliares no crescimento e produção de cana-de-açúcar. (BM) biomassa; (NP) número de perfilhos; (MC) massa do colmo; (DC) diâmetro do colmo; (CC) comprimento do colmo.

Tratamentos	B.M.	N.P.	M.C.	D.C.	C.C.
Controle	16,42±3,1 a	11±1,1 a	1,48±0,1 a	27,1±1,04 a	3,1±0,15 a
FH+Vigor	14,76±1,17 a	11,10 ±0,80 a	1,33±0,06 a	27,23±0,66 a	3,17±0,05 a
Vitale Nitro	17,33±0,55 a	11,60 ±0,73 a	1,52±0,11 a	28,03±0,52 a	3,18±0,02 a
Tardus N	19,52 ±2,28 a	12,20±1,17 a	1,60±0,11 a	27,28±1,42 a	3,23±0,17 a
N Top	17,24±2,14 a	12,10 ±1,41 a	1,43±0,08 a	27,02±0,30 a	3,16±0,07 a

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados observados na tabela 2, não houve diferença significativa para produção de biomassa entre os tratamentos após a aplicação dos fertilizantes foliares nitrogenados. Contudo, observou-se que o tratamento que obteve melhor resultado na produção de biomassa foi o Tardus N, apresentando valor superior aos demais tratamentos, apesar de não ser um resultado significativo estatisticamente.

Quando as variáveis foram (NFCA) número de folhas completamente abertas; (AF) área foliar; (IAF) índice de área foliar e (TCHE) produtividade estimada de colmo, também observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos no crescimento e produção da cana-de-açúcar (tabela 3). Balen et al. (2017) ao estudar a influência da adubação foliar à base de N e micronutrientes na cultura da soja, observou que não houve diferença significativa nos parâmetros avaliados entre os tratamentos e que apesar da produtividade não apresentar diferença estatística entre os tratamentos, houve ganho de 24% para o melhor tratamento em relação a testemunha.

**Tabela 3.** Efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados foliares no crescimento e produção de cana-de-açúcar. (NFCA) número de folhas completamente abertas; (AF) área foliar; (IAF) índice de área foliar (TCHE) produtividade estimada de colmo.

Tratamento	N.F.C.A.	A.F.	I.A.F.	T.C.H.E.
Controle	9,50± 0,63 a	1909,96±159,19 a	16466,93±1873,02 a	133,30±19,38 a
FH+ Vigor	9,67±0,13 a	2097,14±145,91 a	18565,77±1814,38 a	136,62±10,66 <sup>a</sup>
Vitale Nitro	9,97±0,54 a	2303,20±162,88 a	21290,95±1685,38 a	150, 89±5,51 a
Tardus N	9,47±0,33 a	2235,02±154,95 a	21596,52±1936,58 a	161, 93±33,47 <sup>a</sup>
N Top	9,73±0,68 a	2297,20±248,52 a	22112,43±2952,89 a	146, 90±18,32 <sup>a</sup>

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação a produtividade, observa-se na tabela acima (tabela 3) que não houve diferença significativa para TCHE após a aplicação dos fertilizantes. Orso et al (2013) ao analisar a resposta do milho safrinha à aplicação foliar de fertilizantes à base de nitrogênio, observaram que não houve diferença significativa para a variável produtividade. Resultado encontrado por Vedovato & Finamore (2016), identificaram que a adubação foliar nitrogenada influenciou somente no aumento do peso de grãos por parcela.

Santos (2007) realizaram uma pesquisa avaliando a aplicação do fertilizante GRAP NITRO via foliar em comparação a ureia em cobertura na cultura da soja, e observaram aumento no peso de mil grãos, quando aspergido na diferenciação da panícula, sem reflexo, porém, na produtividade de grãos. Gazola et al. (2014) ao analisar a aplicação de adubação foliar na cultura milho safrinha observou que o nitrogênio incrementou linearmente as variáveis altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira.

Com a falta de resposta positiva no presente experimento pode-se presumir que a dose recomendada não seja suficiente para garantir incrementos da produção de cana-de-açúcar no ambiente de produção em que foi realizado o experimento.

### 4.3 Qualidade tecnológica

Na qualidade industrial da cana verificou-se que houve diferença na (L.AI) leitura sacarimétrica, com clarificante à base de cloreto de alumínio; (L.POL) leitura sacarimétrica com correção e Pol do caldo. Os tratamentos Controle, Vitale Nitro e Tardus N apresentaram valores superiores aos demais (tabela 4). A taxa de POL (Teor de sacarose aparente na cana) é um indicador de interesse da indústria canavieira, pois quanto maior os teores, melhor. Algumas substâncias como açúcares redutores, polissacarídeos, as quais possuem atividade óptica, podem interferir na POL (AGEITEC, 2019).

**Tabela 4.** Comparação da qualidade industrial da cana entre os tratamentos. (PBU) peso do bolo úmido; BRIX, (L.AI) leitura sacarimétrica, com clarificante à base de cloreto de alumínio; (L.POL) leitura sacarimétrica com correção, Pol do caldo.

Tratamentos	PBU	BRIX	L.AI	L.POL	Pol Caldo
Controle	126,72±1,41 a	20,18±0,19 a	76,23±0,71 b	76,75±0,71 b	18,46±0,16 b
FH+ Vigor	125,42±3,82 a	19,75±0,09 a	74,05±0,51 a	74,56±0,52 a	17,97±0,12 a
Vitale Nitro	124,99±1,09 a	20,16±0,14 a	76,31±0,56 b	76,84±0,57 b	18,48±0,13 b
Tardus N	126,55±2,40 a	20,31±0,21 a	75,90±1,11 b	76,43±1,12 b	18,37±0,25 b
N Top	123,16±2,85 a	19,80±0,18 a	73,58±1,11 a	74,09±1,12 a	17,85±0,50 a

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

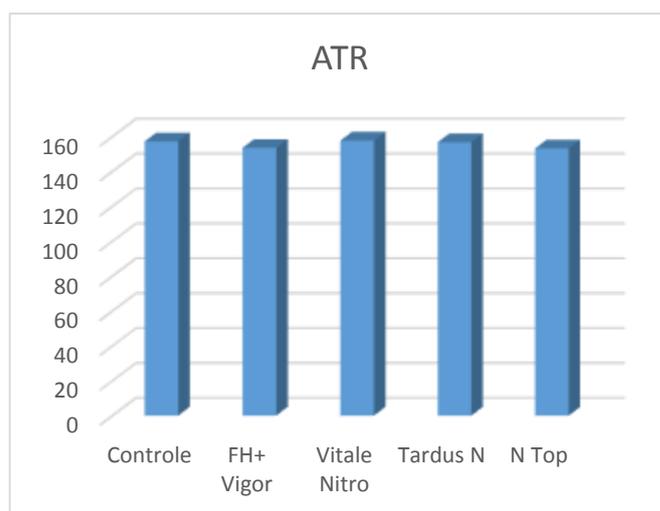
Os tratamentos FH+ Vigor, Tardus N e N Top apresentaram diferença significativa para a variável AR cana (açúcares redutores da cana). Ambos apresentaram valores superiores aos demais tratamentos (tabela 5). Nicchio et al. (2016) ao analisar o efeito da aplicação de N foliar em cana-de-açúcar observou que não houve diferença significativa nos quesitos Brix, pol da cana e produção de açúcar por hectare. Silva (2010) concluiu que a aplicação de fertilizante líquido a base N em associação com biorreguladores não proporcionou efeitos na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, no entanto obteve incremento na produtividade.

**Tabela 5.** Comparação da qualidade industrial da cana entre os tratamentos. Fibra, (AR caldo) açúcares redutores do caldo; (AR cana) açúcares redutores da cana; POL CANA, (Q) pureza do caldo.

Tratamentos	FIBRA	A.R. caldo	P.O.L.CANA	A.R. .CANA	Q
<b>Controle</b>	11,01±0,11 a	0,50±0,02 a	15,90±0,12 a	0,43±0,02 a	91,49±0,51 a
<b>FH+ Vigor</b>	10,91±0,30 a	0,52±0,01 a	15,51±0,12 a	0,45±0,01 b	90,99±0,31 a
<b>Vitale Nitro</b>	10,88±0,09 a	0,50±0,02 a	15,96±0,12 a	0,43±0,01 a	91,71±0,46 a
<b>Tardus N</b>	11,00±0,19 a	0,54±0,02 a	15,83±0,17 a	0,46±0,01 b	90,44±0,42 a
<b>N Top</b>	10,73±0,23 a	0,55±0,02 a	15,45±0,25 a	0,48±0,01 b	90,12±0,50 a

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao ATR (açúcar total recuperável) é possível inferir que não houve diferença significativa entre os tratamentos. O ATR é um indicador muito importante para os produtores e para indústria, pois o mesmo ao corresponde a soma dos açúcares presentes na cana e que são aproveitados no processo de produção de açúcar e álcool. Além do mais, este indicador base para a negociação comercial entre os produtores e a indústria de açúcar e álcool (ALCOPAR, 2019).



**Figura 3.** Comparação de valores de (ATR) Açúcar total recuperável, entre os tratamentos.

## **5. CONCLUSÃO**

A aplicação dos fertilizantes foliares nitrogenados FH+ Vigor, Vitale Nitro, Tardus N e N Top, não ocasionou incremento sobre a produtividade de cana-de-açúcar, nem sobre os indicadores de qualidade de matéria-prima.

Em relação ao efeito na performance fisiológica das plantas, o fertilizante que obteve maior destaque foi o Vitale Nitro. Foi observado aumento significativo nas taxas de transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sup>2</sup>, e relação de concentração interna e externa de CO<sup>2</sup>, nas plantas que receberam aplicação foliar deste fertilizante .

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGEITEC- Agência Embrapa De Informação Tecnológica.2019.** Qualidade da matéria prima. Disponível em :<[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_138\\_22122006154842.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html)> Acesso em:Mar.19.

**ALBURQUERQUE, T.C.S., A.A.R.A.NETO. O.G.ALENCAR. J.A.COSTA. 2008.** Absorção via foliar de aminoácidos em mudas de videira cv. thompson seedless em cultivo hidropônico. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 12 a 17 de Outubro de 2008 - Centro de Convenções – Vitória/ES.

**ALCOPAR - Associação de Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná. 2017.** Estatísticas: histórico de produção da cana-de-açúcar no Brasil e no Paraná. Disponível em: <[http://www.alcopar.org.br/produtos/hist\\_alcool.php](http://www.alcopar.org.br/produtos/hist_alcool.php) Alcopar>.Acesso em: jun. 2017.

**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](http://www.alcopar.org.br/consecana/inf_basicas.php) >.Acesso em: ago. 2019

**AMARAL, L.R.& J.P, MOLIN. 2011.** Sensor óptico no auxílio à recomendação de adubação nitrogenada em cana-de-acucar. Revista Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.12, p.1633:1642.

**ARANTES, M. T. 2012.** Potencial produtivo de cultivares de cana-de-açúcar sob os manejos irrigado e sequeiro. Dissertação, Unesp, Botucatu-SP. Unesp.

**ARAÚJO, S.A.C. & B.B, DEMINICIS, 2009.** Fotoinibição da fotossíntese. Revista Brasileira de Biociências, v.7, n.4, p.463-472.

**ARTUR, A,G, 2010.** Adubações com nitrogênio e enxofre: frações no solo, características estruturas, nutricionais, produtivas e uso da água pelo campim-marandu. Tese, ESALQ, Piracicaba, 113 p.

**BISCARO, G.A., A.V. MOTOMIYA, R. RANZI, M.A.B.VAZ, E.A.F.PRADO, B. L.R. SILVEIRA, 2011.** Desempenho do milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. Revista Agrarian,Dourados, v.4, n.11, p.10-19.

**BALEN, A.B, A.LANGE, E.CAVALLI, P.H.SANTOS, C. CAVALLI. 2015.** Aplicação de fertilizante foliar na cultura da soja. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. O Solo e Suas Múltiplas Funções, Natal, Rio grande Do Norte.

**BATISTA, L.M.T. 2013.** Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos. Dissertação mestrado, UNB, Brasília, DF.

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

**BERNIS, D.J. & O. H. VIANA. 2015.** Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. *Revista cultivando o saber. Edição Especial, p. 88 – 97.*

- BORDA, J.C; C.GOMES; F.RESENDE. 2014.** Setor sulcraolcooleiro enfrenta uma das maiores crises da história. Rio de Janeiro, ÚNICA.
- BIGATON, A., JOÃO, M.MM, HAROLDO, J.T.S.& JOÃO, H.M.R. 2018.** Evolução de indicadores industriais e custos de produção do setor sucroenergético. *Revista iPecege* 4(2):77-81.
- BRAMBILLA, W.P. 2013.** Estudo da fisiologia de gemas laterais de cana-de-açúcar durante o armazenamento. Dissertação de Mestrado. Unesp, Botucatu-SP.
- BRADFORD, M. M. 1976.** Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing principle of proteindye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 72, n. 1-2, p. 248-254..
- CATALDO, D.A., M.HAROON, L.E.SCHRADER, V.L.YOUNGS. 1975.**Rapid colorimetric determination of nitrate in plant-tissue by nitration of salicylic-acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 6, n. 1, p. 71-80.
- CEPEA-Esalq, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.2017.** Disponível em: < – [www.cepea.esalq.usp.br](http://www.cepea.esalq.usp.br) 2017 <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/etanol-cepea-hidratado-esta-mais-competitivo-que-gasolina-pela-1-vez-nesta-safra.aspx>. Acesso em: jan. 2019.
- CFSEMG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.** Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa, 1999.
- CONAB, Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2015/2016.** Segundo levantamento, dezembro/2015/ Companhia Nacional de Abastecimento. -Brasília: 2016.
- CONAB, Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar.V.5 Safra 2018/2019.** Primeiro levantamento, dezembro/2015/ Companhia Nacional de Abastecimento. -Brasília: 2018.
- COSTA, J.A.B. 2001.** Avaliação dos sistemas de pagamento de cana-de-açúcar:PCTS x ATR. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF, CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ.
- DARIO, G.J.A, I. S. N. DARIO, G.H.VAZQUEZ, A. R. PERES, 2012.** Adubação foliar na fase reprodutiva do arroz irrigado foliar. *Bras. Agrocência, Pelotas*, v.18 n. 1-4, p.68-80.
- DEUNER, S., R.NASCIMENTO, L.S.FERREIRA, P.G.BADINELLI, R.S.KERBER. 2008.** adubação foliar aed u vbaiação fsoolialr eo v i ad seolo ndei ntitroogêgnioê..n. io em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 32, n. 5, p. 1359-1365.
- DUARTE, A.M.A. 2009** Crescimento e Maturação da Cana de Açúcar, sob condições de cultivo irrigado em JANAÚBA-MG. Unimontes, Janaúba – MG.

**DOJAS, F.; VINÍCIUS, L.B. & MARCOS, O.M. 2008.** A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar. Nucleus, edição especial.

**FERRAZ, R.L.S., A.S.MELO. J.F.SUASSUNA. M.E.B.BRITO. P.D.FERNANDES. E.S.N.JÚNIOR. 2012.** TROCAS GASOSAS E EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM ECÓTIPOS DE FEIJOEIRO CULTIVADOS NO SEMIÁRIDO. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 181-188.

**FIGUEIREDO, I.C.; BRUNO, F.M. & MARCOS, O.M.A. 2008.** qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool. Nucleus, edição especial.

**FRANCO, H.C.J.; ISABELA, R.B.; CARLOS, E.F.; ANDRÉ, C.V. & PAULO, C.O.T. 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, 2007.

**GIMENEZ, A.Z., R.V.FRANZÉ. L.L.MADALENO. 2016.** Teores de impurezas vegetais e concentração do amido no caldo de cana. *Ciência & Tecnologia: Fate-JB, Jaboticabal(SP)*. v.8, n.1, p. 42-54, 2016. (ISSN: 2178-9436).

**GUIMARÃES, A.C.R. 2011.** Caracterização de Variedades de cana -de açúcar (*Saccharum* spp) submetidas a déficit hídrico. Dissertação mestrado, Esalq, Piracicaba.

**HAMMER, Q, D.A.T. HARPER, P.D.RYAN. (2001).** Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron* 4:1-9

**HORRI, J. 2004.** A cana-de-açúcar como matéria prima. *Visão agrícola* Nº1 JAN/Jun 2004.

**JUNIOR, G, S,S; WN, DUARTE & FLF, DIAS. 2017.** Cana-soca submetida a fontes e doses de nitrogênio. *Revista Cerrado Agrociências*, (8): 9-20, dez. 2017.

**KAPPES, C. A. ORIVALDO, A.M. VALENTINI, F.JOÃO PAULO, D. BEM, E.AUGUSTO; P. JOSÉ ROBERTO; G.V. RAFAEL, 2013.** Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho Semina: *Ciências Agrárias*, vol. 34, núm. 2, pp. 527-538 Universidade Estadual de Londrina.

**KERBAUY, G.B. 2012.** *Fisiologia Vegetal*. -2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

**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, 2004. Disponível em:<  
<https://www.passeidireto.com/arquivo/3626198/manual-de-adubacao-e-calagem>>. Acesso em : nov.2018.

**MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária Abastecimento. 2016.** Agricultura sustentável e energia renovável do Brasil são exemplos. Disponível em :<  
<http://www.agricultura.gov.br/noticias/agricultura-sustentavel-e-energia-renovavel-do-brasil-sao-exemplos-diz-maggi>>. Acesso em: Jan.2019.

- MARAFON, A.C. 2012.** Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar : uma introdução ao procedimento prático / Anderson Carlos Marafon. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 29 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 168).
- 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.
- MARQUES, L.N. 2014.**FERTILIZANTE FOLIAR EM ASSOCIAÇÃO COM FUNGICIDA EM TRIGO.Dissertação mestrado, Santa Maria, RS.
- MEGDA, M.X.V., TRIVELIN, P.C.O; FRANCO, H.C.J; OTTO,R. & VITTI, A.C. 2012.**Eficiência agrônômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.47, n.12, p.1681-1690, dez. 2012.
- MOCELLIN, R.S.P. 2004.** Princípios da adubação foliar. Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas.
- MOLIN,J.P.; FLAVIA,R.F.;LUCAS,R.A.;FABRÍCIO,P.P.;&JOSÉ, V.S. 2010.** Capacidade de um sensor ótico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* v.14, n.12, p.1345–1349, 2010
- 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.*
- NICOLA, A,O. 2014.** Avaliação econômica e energética de alternativas de transporte do etanol destinados à exportação na região Centro-Sul. Dissertação de mestrado, USP, São Carlos, 253p.
- NOVACANA. 2013.** Aspecto do plantio de cana-de-açúcar. Disponível em: <<https://www.novacana.com/cana/aspectos-plantio-cana-de-acucar>>. Acesso em: mai. 2019.
- NOVACANA. 2015.** Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/variedades/especial-cana-energia-revolucao-sucroenergetica-201015>>. Acesso em: mai. 2019.
- NOVACANA. 2018.** A produção de cana no Brasil ( e no mundo). Disponível em: <<https://www.novacana.com/cana/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo>>. Acesso em: mai. 2019.
- OLIVEIRA ,A.C.L. 2013** Anatomia e Citometria de Fluxo em cana-de-açúcar. Tese, Lavras – MG.
- 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.

**OLIVEIRA, V.J.S. A.H. R.SAMPAIO, M. A.C. FILHO ; E.J.OLIVEIRA, J.L.L. DANTAS, A.C.V.L.DANTAS, 2011.** Avaliação de condutância estomática e temperatura foliar em variedades de mamão submetidas a déficit hídrico. EMBRAPA.

**ORSO, G., H.L.VILLETI. F.H.KRENCHINSKI. L.P.ALBRECHT. M.F.MORAES. A.J.P. ABRECHT. D.M.RODIGUES. 2013.** A.O.GOMES. Resposta do milho safrinha à aplicação de fertilizantes a base de nitrogênio. XII SEMINARIO NACIONAL MILHO SAFRINHA: Estabilidade e produtividade. Embrapa, Dourados, MS.

**PROCHNOW, L.I & R.FABRÍCIO. 2009.**Análise de Solo e Recomendação de Calagem e Adubação. Viçosa, MG, CPT, 2009 388p.

**QUAGGIO, J.A., D. M. JUNIOR, H. CANTARELLA, A. T. JUNIOR, 2003.** Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira Pêra. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 5, p. 627-634.

**RAVEN, P.H., F.E.RAY, S.E.EICHHORN, 2007.** Biologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

**RIBEIRO, C.A.F.; SOLANGE, .A.G.B. & JORGE, H. 1999.**Fundamentos de tecnologia sucroalcooleira: fundamentos de tecnologia sucroalcooleira. Dissertação mestrado.

**RIBEIRO, M,A. 2013.** Pré-tratamento do bagaço de cana utilizando o processamento de oxidação avançada por feixe de elétrons para hidrólise enzimática da celulose. IPEN-USP, São Paulo, 100p.

**RODRIGUES,J.D.1995.** Fisiologia da Cana de açúcar. Disponível em:<<https://www.passeidireto.com/arquivo/19612362/fisiologia-da-cana-de-acucar>>Acesso em: nov. 2018.

**RODRIGUES,L.G .2013.** Recomendações Para Adubação e Calagem no Estado do Ceará. Disponível em :<<https://www.passeidireto.com/arquivo/34246565/manuais-de-recomendacao-de-adubacao>>.Acesso em: nov.2018.

**SANTOS, M.A.L. 2015.** Balanço hídrico, crescimento e produtividade de genótipos RB de cana-de-açúcar em cultivo de sequeiro na região de Rio Largo-AL. Dissertação mestrado, Unesp, BOTUCATU – SP.

**SANTOS, L.O, A.S. WINKLER, C. CHIARELO, 2007.** Resposta do arroz irrigado a estratégias de adubação com micronutrientes aplicados via foliar e nas sementes. In:Congresso de Iniciação Científica, 16, 2007, Pelotas, RS. *Anais...* Pelotas: UFPel.p.1-5.

**SAUER, S., J,P, PIETRAFESA. 2012.** Cana de açúcar, financiamento público e produção de alimentos no cerrado. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 7, p. 1-29.

**SILVA, J,P,N., M,R,N, SILVA. 2012.** Noções da cultura da cana-de-açúcar.E-TEC, Inhumas – GO.

**SILVA, M.A., S.C. CATO & A.G.F. COSTA. 2010.** Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. Revista Ciência Rural, v.40, n.4, p.774-780, abr, 2010.

**SOUSA, A.C.M.S., A.C.L, L.R.SILVA, V.B.PONTES, R.G.VIANA. 2018.** Trocas gasosas em mandioca com aplicação via foliar de fertilizante mineral misto.III congresso Internacional das Ciências Agrárias. COINTER, PDVAGRO 2018.

**UDOP, União Nacional da Bioenergia. 2018.**A historia da cana-de-açúcar: da atualidade aos dias atuais.Disponível em:<  
<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=993>>. Acesso em: nov 2018.

**ÚNICA, União da Indústria de Cana de Açúcar. 2014.** Setor Sucroenergético - Balanço da Safra 14/15. P.40.

**ÚNICA, União da Indústria de Cana de Açúcar. 2015.**Coletivo de imprensa – Balanço da safra 2014/2015.

**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.OTRIVELIN, 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 I.Fertbio.

**VITTI, A. C. . 2007.** Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 31: 391-398.

**XAVIER, J.R. 2012.** Análise do etanol proveniente da cana de açúcar como uma alternativa de energia sustentável. Trabalho de conclusão de curso, UFJF, Juiz de Fora.

**YEMM, E. W.; COCKING, E. C. 1995.** The determination of aminoacids with ninhydrin. *Analyst*, Cambridge, v. 80, n. 948, p. 209-213,

