



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSODE AGRONOMIA**

IÊGO ALLISSON DE SOUSA BENJAMIN BORGES

**EFEITOS DO MANEJO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA BIOMETRIA E
PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR**

AREIA

2022

IÊGO ALLISSON DE SOUSA BENJAMIN BORGES

**EFEITOS DO MANEJO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA BIOMETRIA E
PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento às exigências para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B732e Borges, Iego Allisson de Sousa Benjamin.

Efeitos do manejo da adubação foliar na biometria e
produtividade da cana-de-açúcar / Iego Allisson de
Sousa Benjamin Borges. - Areia:s.n, 2022.

29 f. : il.

Orientação: Fabio Mielezrski.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Crescimento. 3. Fertilização. 4.
Rendimento. I. Mielezrski, Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)

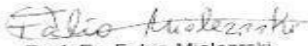
IÊGO ALLISSON DE SOUSA BENJAMIN BORGES

**EFEITOS DO MANEJO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA BIOMETRIA E
PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 08/12/2021.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Fabio Mielezrski
SIAPE 1092436

Prof. Dr. Fabio Mielezrski - Orientador
DFCA/CCA/UFPB



Luis Augusto de Lima Santos –
Engenheiro Agrônomo/Coord. Técnico
Examinador



Tayron Rayan Sobriho Costa – Me. /
Engenheiro Agrônomo/
Examinador

Finalizando mais um ciclo de muitos outros que estarão por vir, dedico esse trabalho a todos os meus parentes e amigos que fizeram parte da minha caminhada.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por todas as oportunidades e desafios que a mim concedido e que pude vencer todos eles.

Obrigado meu pai, Arlindo Leite Borges que tenho total inspiração e vontade de tonar além de um ótimo profissional, um excelente pai, amigo e companheiro, minha mãe, Ana Paula de Sousa Benjamin Borges, sempre me incentivando e orientando nas minhas decisões a serem tomadas, ao meu irmão, Ian Cariston de Sousa Benjamin Borges, que desde de sempre tive comoum espelho a um homem de respeito e um profissional excepcional assim como nosso pai, a minha irmã Ially de Sousa Benjamin Borges, que assim como toda minha família, sempre me dando apoio e incentivando a concluir todos os desafios que foram me confiados a concluir e a minha namorada e amiga, Thalyta Salviano, por sempre estar comigo em todas as dificuldades.

Agradecer também aos meus amigos que o CCA, me apresentou e que guardo no coração e memória com orgulho, Leandro Fernandes Silva, João Pedro Figueirêdo, Nabor Galvão de Figueiredo Neto, Otto de Oliveira Dantas, Eduardo Vieira Rodrigues, José Kennedy do Nascimento Ribeiro, Juscelino Texeira, Edson Klecio Lucena da Silva, Igor Gabriel dos Santos Oliveira Botelho, João Antônio De Oliveira Silva, Germana Pessoa De Pontes, que sempre estiveram junto comigo nos momentos de dificuldades e momentos alegres durante o curso.

Obrigado também a Universidade Federal da Paraíba – UFPB e o Centro de Ciências Agrárias – CCA, por ter sido este meio facilitador de disseminar conhecimento que por mim, foi adquirido durante todos esses anos de curso, agradecer também ao meu professor orientador, Prof.Dr. Fábio Mielezrski, por ter tido total paciência, profissionalismo e dedicação comigo durante o período do experimento e no decorrer da escrita e correção do TCC.

Grato pela banca examinadora que se faz presente hoje, queria agradecer a presença de seu Luis Augusto de Lima Santos e Lucilo Jose Moraes de Almeida por terem aceitado esse convite .

Obrigado pela oportunidade ao Grupo de Estudos Sucroenergeticos (GESUCRO), por toda paciência durante o período de execução do experimento e afins.

Obrigado a todos!

BORGES, Iêgo Allisson de Sousa Benjamin. **Efeitos do Manejo da Adubação Foliar na Biometria e Produtividade da Cana-de-Açúcar**. Areia – PB, 2021. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O Brasil se destaca internacionalmente por sua produção de cana-de-açúcar, cultura de grande importância econômica para o país. Buscando-se melhorar o desempenho produtivo dessa espécie, algumas estratégias de manejo são essenciais, como a realização de fertilização mineral. Nesse sentido, o uso e manejo da adubação foliar pode contribuir para a obtenção de melhores rendimentos nessa cultura. Assim, esse estudo objetivou avaliar as respostas biométricas e produtivas da cana-de-açúcar RB92579 ao uso e manejo da adubação foliar nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Chã de Jardim, no município de Areia, Paraíba. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, constituído de 7 tratamentos, controle, aplicação unitária aos 100, 180 e 240 dias e aplicação parcelada aos 100/180, 100/240 e 180/240 dias. Ao fim do primeiro ciclo da cultura foram avaliados a altura de planta (AP), diâmetro médio de colmo (DC), número de entrenós (NE), número de colmos por metro linear (NC), estatura média de colmo (EMC), toneladas de colmo por hectare (TCH) e °Brix. Observou-se efeito significativo do uso e parcelamento da adubação foliar sobre todas as variáveis analisadas, com exceção do número de colmos. Os resultados evidenciaram que a aplicação de adubação foliar somente aos 240 dias após o plantio não se mostra como uma alternativa para a melhoria da maioria das variáveis biométricas e de produtividade da cana-de-açúcar, como por exemplo, para as variáveis altura de plantas, TCH e °Brix. No entanto, o parcelamento, principalmente o 100/240, pode ser recomendado para a obtenção de melhor desempenho vegetativo e produtivo na RB92579.

Palavras-chave: crescimento; fertilização; rendimento.

BORGES, Iêgo Allisson de Sousa Benjamin. **Effects of Foliar Fertilization Management on Biometrics and Productivity Sugarcane**. Areia – PB, 2021. 30 p. Course Completion Work (Graduation in Agronomic Engineering) - Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

Brazil stands out internationally for its sugarcane production, a crop of great economic importance for the country. Seeking to improve the productive performance of this species, some management strategies are essential, such as mineral fertilization. In this sense, the use and management of foliar fertilization can contribute to obtaining better yields in this crop. Thus, this study aimed to evaluate the biometric and productive responses of sugarcane RB92579 to the use and management of foliar fertilization in the edaphoclimatic conditions of Brejo Paraibano. The experiment was carried out at the Experimental Farm of Chã de Jardim, in the municipality of Areia, Paraíba. A randomized block design was used, consisting of 7 treatments, control, single application at 100, 180 and 240 days and split application at 100/180, 100/240 and 180/240 days. At the end of the first crop cycle, plant height (AP), average stem diameter (DC), number of internodes (NE), number of stalks per linear meter (NC), average stem height (EMC), tons of culm per hectare (TCH) and °Brix. There was a significant effect of the use and splitting of foliar fertilization on all analyzed variables, with the exception of the number of stalks. The results showed that the application of foliar fertilization at 240 days after planting is not an alternative for the improvement of most biometric variables and sugarcane productivity, such as for the plant height variables, TCH and °Brix. However, splitting, especially 100/240, can be recommended to obtain better vegetative and productive performance in RB92579.

Key words: Growth; Fertilization; Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Médias de altura de planta (A), diâmetro médio de colmo (B), número de entrenós (C), número de colmos por metro linear (D) de cana-de-açúcar cv. RB92579 (cana-planta) sob diferentes épocas de aplicação de adubação foliar. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Fazenda Experimental Chã de Jardim, Areia-PB, 2020.21

Figura 2. Médias de estatura média de colmo (A), toneladas de colmo por hectare (B) e grau brix (C) de cana-de-açúcar cv. RB92579 (cana-planta) sob diferentes épocas de aplicação de adubação foliar. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Fazenda Experimental Chã de Jardim, Areia-PB, 2020. 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental (0 - 0,20 m). Areia-PB, Brasil.
..... 17

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento. Areia-PB, 2020. 17

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro médio de colmo (DC), número de entrenós (NE), número de colmos por metro linear (NC), estatura média de colmo (EMC), toneladas de colmo por hectare (TCH) e °Brix de cana-de-açúcar submetida ao parcelamento da adubação foliar. Areia, Paraíba, Brasil, 2020.....20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. A cultura da cana-de-açúcar.....	13
2.2. Adubação Foliar.....	14
2.3. Manejo da adubação foliar.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum* L.) foi introduzida no Brasil no século XVI, mais especificamente no ano de 1532 na capital hereditária São Vicente, atualmente localizada no Estado de São Paulo (NOGUEIRA, 2016). O complexo canavieiro enquadra-se como peça fundamental de sustentabilidade no território brasileiro, devido a sua alta importância tanto econômica como social e ambiental, com alta geração de empregos diretos e indiretos por toda sua cadeia produtiva, além de ser uma cultura fonte de energia renovável, não produzindo impactos ambientais como a queima de combustíveis fósseis (SILVA et al., 2019).

Apesar do estado da Paraíba apresentar áreas adequadas ao cultivo da cana-de-açúcar, como é o caso das microrregiões do Brejo e Litoral paraibano (FRANCISCO et al., 2016), a produtividade desta cultura na Paraíba é considerada uma das menores na região Nordeste (AZEVEDO et al., 2021). Ainda segundo os autores, devido a esta baixa produtividade, é fundamental buscar meios de aumentar a eficiência dos canaviais, utilizando métodos eficientes de manejo que sejam adaptados as condições edafoclimáticas da região.

A cana-de-açúcar como todo ser vivo necessita de nutrientes, sendo absorvidas pelas plantas através das raízes, no qual a adubação pode ser definida pela necessidade nutricional da cultura, de modo a subtrair os nutrientes fornecidos pelo solo e multiplicar o resultado por um fator de eficiência da adubação, assim, parcela do fertilizante é absorvida pelas raízes de maneira eficaz (VITTI et al., 2016).

As plantas além de conseguirem absorver nutrientes através das raízes podem absorver pelas folhas, em um processo conhecido como adubação foliar (CONTIN et al., 2017). Esse tipo de adubação reduz o tempo de retardo entre a aplicação e absorção pela planta, sendo essencial principalmente na fase de crescimento rápido da cana-de-açúcar, podendo também contornar o processo de absorção de um nutriente do solo, como o ferro, manganês e cobre, possuindo melhores respostas quando aplicado via foliar (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Nesse sentido, esse estudo objetivou avaliar as respostas biométricas e produtivas da cana-de-açúcar RB92579 ao uso e manejo da adubação foliar nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

No que se refere ao desígnio da cultura da cana-de-açúcar, a grande maioria é direcionada a produção de açúcar e etanol. Na safra 2018/19, a produção de açúcar alcançou 29,04 milhões de toneladas, e o etanol 33,14 bilhões de litros (CONAB, 2019). A produção de cana-de-açúcar na safra 2019/20 foi de aproximadamente 642,7 milhões de toneladas, apontando um aumento de 3,6% em relação à safra anterior (CONAB, 2020). Ainda segundo a Conab (2020), o etanol total na safra 2019/20 totalizou em 35,64 bilhões de litros, apresentando um incremento de 7,5% sobre o produzido no exercício anterior.

Além da produção de açúcar e etanol, a cana-de-açúcar tem importância econômica para o país por ser beneficiada para origem de outros produtos e subprodutos derivados de sua matéria-prima, como a cachaça, rapadura, torta de filtro e a vinhaça, além de ser utilizado na alimentação animal e rico como fonte de energia por meio da queima do bagaço (OLIVEIRA et al., 2019).

A cana-de-açúcar é pertencente à família das poaceae, gênero *Saccharum*, e classificada como planta C4, tendo em vista seu primeiro composto orgânico possuir 4 carbonos, apresentando ótima resposta a intensidade luminosa, elevadas temperaturas e a pouca disponibilidade hídrica (LACERDA et al., 2019). A cana-de-açúcar tem seu desenvolvimento em forma de touceiras, formando colmos, folhas, inflorescência e sementes na parte superior ao solo, ficando na parte inferior a presença de raízes e rizomas (MOZAMBANI et al., 2006). O desenvolvimento da parte aérea é estimulado pela luz solar, umidade e temperaturas elevadas, se desenvolvendo em altura e iniciando o acúmulo de açúcar na base do colmo, envelhecimento de raízes e folhas mais velhas com tons amarelados (BATISTA, 2013). Em termos de necessidades hídricas, a mesma varia entre 1.500 a 2.500 mm, sendo essencial esta distribuição em todo ciclo da cultura, principalmente no período de desenvolvimento vegetativo (DOOREMBOS & KASSAM, 1994).

Assim, a cultura da cana-de-açúcar assume grande importância para o país. O Brasil se destaca como maior produtor mundial desta cultura, obtendo na safra 2019/20 uma área cultivada equivalente a 8.442 milhões de hectares, com produtividade média de aproximadamente 76,13 t ha⁻¹ (CONAB, 2020). No estado da Paraíba, a cultura também

é destaque, sendo cultivada principalmente nas regiões brejeira e litorânea, apresentando produção estadual de 6.736,2 mil toneladas na safra 2019/20 (CONAB, 2020). A cana-de-açúcar apresenta uma participação equivalente a 38,9% das atividades agrícolas do Brejo Paraibano, sendo considerada a cultura de maior domínio nesta microrregião (SOUSA & PEREIRA, 2016).

Com base nisso, o manejo e o tratamento adequado da cultura devem ser realizados ao longo do seu ciclo, de modo a promover significativamente o crescimento da planta e garantir benefícios econômicos, especialmente no setor produtivo do açúcar e álcool (OLIVEIRA et al., 2019).

2.2. Adubação Foliar

Para que a cultura da cana-de-açúcar apresente boa produtividade de colmos, é essencial fazer uso de um manejo adequado na adubação, sendo os fertilizantes foliares uma grande alternativa de minimizar os efeitos negativos da deficiência de nutrientes e estresses ocasionados a cultura, melhorando o desenvolvimento do vegetal por intermédio de alterações bioquímicas e fisiológicas (TEIXEIRA, 2015). Por sua vez, a cana-de-açúcar tem capacidade de responder de maneira positiva a utilização de fertilizantes foliares a base de micronutrientes, devido os mesmos exercerem funções essenciais no metabolismo das plantas (MELLIS et al., 2016).

Além da nutrição, a aplicação de nutrientes por via foliar acarreta em diversos benefícios de proteção as plantas a uma série de doenças, bem como uma maior tolerância ao estresse hídrico (MESQUITA et al., 2019). Com o uso de aplicações por meio da adubação foliar, nutrientes como o potássio é essencial na abertura e fechamento dos estômatos, bem como síntese de proteínas, na geração de ATP e carregamento de fotoassimilados, além deste nutriente apresentar uma participação importante no transporte de carboidratos e ser empregado para indicação de estresse devido sua contribuição no ajuste osmótico (WU et al., 2018).

As folhas das plantas são capazes de absorver de forma rápida os nutrientes dos fertilizantes foliares na forma de solução em sua superfície, sendo uma forma de adubação suplementar à adubação via solo, devido à grande capacidade de uso desse meio nutricional pelas plantas quando se compara as aplicações em base, obtendo-se resultados positivos de forma rápida e com grande uniformidade, elevando o crescimento da cultura

e conseqüentemente a produtividade com a ação dos macronutrientes, melhorando os processos enzimáticos através dos micronutrientes (NICCHIO et al., 2016).

Dessa forma, a aplicação de fertilizantes foliares é primordial a cultura da cana-de-açúcar, pois a prática reduz o tempo de retardo entre a aplicação e a absorção dos nutrientes pela planta, sendo importante ao longo de uma fase de crescimento rápido da cultura, além de ter capacidade de contornar o processo de absorção de nutrientes do solo como o Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Cobre (Cu), agindo de forma rápida quando aplicados via foliar (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A nutrição foliar contribui para o aumento da produtividade e melhora as condições do aparato fotossintético da cultura da cana-de-açúcar, que por sua vez é resultado das funções dos nutrientes que atuam no metabolismo da planta como o nitrogênio, sendo composto de todos aminoácidos, amidas, ácidos nucleicos, proteínas, poliamidas e nucleotídeos, além de outros nutrientes que contribuem de maneira direta ou indireta dos processos metabólicos (BUCHANAN et al., 2015).

De acordo com Rossi (2015), a distribuição de nutrientes por via foliar torna as folhas mais velhas ativas metabolicamente por um certo tempo ampliado e, por conseguinte, mais produtivas. Lira et al. (2017), afirmam que os crescentes aumentos em produtividade na cultura da cana-de-açúcar foram resultantes da manutenção da taxa fotossintética ativa da folha, elevando a uma maior vida útil da planta e adiando a senescência foliar, podendo promover o incremento nas variáveis de produção.

Um outro benefício de utilização de fertilizantes foliares na cana-de-açúcar é a possibilidade de utiliza-los em mistura com defensivos agrícolas, promovendo a diminuição dos custos de aplicação, sendo uma prática vantajosa com capacidade de elevar a produção da cultura de maneira viável, contribuindo para minimizar os efeitos degradantes da falta dos nutrientes que são importantes para o desenvolvimento da cultura (MARÓSTICA & FEIJÓ, 2013).

2.3. Manejo da adubação foliar

Para a obtenção de boa safra, é necessária adoção de práticas agronômicas adequadas, no qual o manejo nutricional é um dos fatores primordiais que afetam a tonelagem da cana-de-açúcar (ISMAIL et al., 2016). Um dos fatores que vem influenciando o aumento na produtividade é a utilização de fertilizantes minerais, no entanto, o alto custo de processamento, produção e importação de fertilizantes torna a competitividade das commodities agrícolas brasileiras no mercado um forte desafio

(FIORINI et al., 2016). Dessa forma, o manejo da adubação, principalmente foliar, é de suma importância para a cultura da cana-de-açúcar, visto que tem alta relevância ao cenário econômico do país (NICCHIO et al., 2019).

A aplicação via foliar de nutrientes às plantas não é uma prática recente, sendo conhecida há mais de 100 anos (BORKERT, 1987), mesmo que só recentemente a mesma vem sendo estudada de maneira mais abrangente, de forma a comparar com outros métodos de adubação (RESENDE, 2005). Muitos produtores agrícolas utilizam macronutrientes a base de NPK via fertilização, entretanto, os micronutrientes vêm sendo esquecidos (NICCHIO et al., 2020), mesmo sendo requeridos em mínimas quantidades, estes são importantes para as plantas, atuando de maneira significativa no crescimento, desenvolvimento e produtividade de culturas como a cana-de-açúcar, podendo sua deficiência retardar o crescimento e produção desta cultura (ISMAIL et al., 2016).

A aplicação de nutrientes em solução ou suspensão na parte aérea da planta pode ser empregada como adubação suplementar à adubação utilizada via solo, devido ao grande índice de utilização pelas plantas quando comparado à aplicação no solo (ORLANDO FILHO et al., 2001). Por sua vez, a cana-de-açúcar pode responder de maneira positiva a aplicação foliar de micronutrientes, devido a mesma desempenhar funções vitais no metabolismo da planta, tanto por ativadores enzimáticos como pela presença de compostos responsáveis por processos metabólicos (MELLIS et al., 2016).

Com base nisso, o manejo da adubação foliar é uma prática adotada pelos produtores, mas realizada com muito empirismo. A nutrição adequada do canavial é essencial para que se consiga alcançar elevados resultados positivos, podendo demonstrar-se como uma prática economicamente viável através de melhorias na qualidade fotossintética foliar, qualidade tecnológica, produtividade de colmos e açúcar (LIRA, 2018).

Assim, o manejo da adubação foliar quando empregado na cana-de-açúcar, promove a atuação no controle hormonal da planta que favorece o seu potencial genético, aumentando por sua vez as partes vegetativas do vegetal por meio da divisão celular (BULGARI et al., 2015), originando plantas com maior vigor e melhor desenvolvimento radicular (ZILLIANI, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). A

referida área experimental está localizada no município de Areia, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6° 58' 12" S e 35° 45' 15" W e uma altitude de 575 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Segundo a classificação de Köppen o clima local é caracterizado como quente e úmido (As), com precipitação média anual de 1400 mm e temperatura média anual de 24,5 °C.

O trabalho foi conduzido entre maio de 2019 e julho de 2020 na Fazenda Experimental Chã de Jardim, do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCS), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no município de Areia-PB, Brasil (latitude 6° 57' 42" S, longitude 35° 41' 43" W, altitude 573 m). O clima da região de acordo com a classificação climática de Köppen é do tipo Aw', quente e úmido (ALVARES et al., 2013), com chuvas no período outono-inverno; com precipitação anual entre 1000 - 1400 mm, e temperatura média de 26 ° C (RIBEIRO et al., 2018).

O solo da área experimental de natureza argilo-arenosa foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, segundo a Embrapa (SANTOS et al., 2013). Realizou-se amostragem prévia do solo coletada na camada de 0 a 20 cm, seguindo os protocolos de análises químicas de Embrapa (2017), as quais estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental (0 - 0,20 m). Areia-PB, Brasil.

pH (em água)	P	K	Na	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	MO
	mg dm ³		cmolc dm ³						g kg ⁻¹	
5,86	2.10	33.28	0.08	2.34	0.0	4.24	2.18	6,59	8,93	38.34

(P e K): Extrator Mehlich-1; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; MO: matéria orgânica.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, constituído por sete tratamentos (Tabela 2), com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais.

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento. Areia-PB, 2020.

Denominação do tratamento	Quantidade de aplicações do AF	Época de aplicação do AF	Estádio fenológico da cana-de-açúcar
Controle	Sem aplicação	Sem aplicação	-
100	1 aplicação	100 DAP	Crescimento inicial (CI)
180	1 aplicação	180 DAP	Crescimento final (CF)

240	1 aplicação	240 DAP	Início de maturação (IM)
100/180	2 aplicações	100+180 DAP	CI+CF
100/240	2 aplicações	100+240 DAP	CI+IM
180/240	2 aplicações	180+240 DAP	CF+IM

AF: Adubo foliar. DAP: Dias após plantio.

O adubo foliar utilizado apresentava a seguinte constituição: 20% de Nitrogênio (N) a 250 g/L; 0,50% de Boro (B) a 6,25 g/L; 0,20% de Cobre (Cu) a 2,50 g/L; 1,50% de Manganês (Mg) a 18,75 g/L; 0,40% de Molibdênio (Mo) a 5 g/L; 1% de Zinco (Zn) a 12,50 g/L e 1,3% de Enxofre (S) a 16,25 g/L.

Em condições de campo, cada parcela foi constituída por cinco fileiras, com cinco metros lineares no espaçamento de 1,20 m entre linhas e 2,0 m entre blocos, em área total de 1.410 m², em que as três fileiras centrais constituíram a área útil para avaliação das características agrônômicas e as duas linhas externas consideradas como bordadura. O genótipo utilizado foi a RB92579 indicada para cultivo na região.

A área experimental apresentava ocupação com predomínio de capim braquiária (*Brachiaria* spp.) e estava em pousio desde 2015. Realizou-se a calagem manual a lanço (2 t ha⁻¹) com uso de calcário dolomítico. O preparo do solo foi constituído por uma aração seguida de grade de nivelamento.

Na adubação de base foram utilizados 150 kg P ha⁻¹ e 120 kg K ha⁻¹ nas formas de cloreto de potássio e superfosfato simples, seguindo a análise de solo e na adubação de cobertura utilizaram-se 300 kg N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio através de duas aplicações parceladas mensalmente.

O plantio foi realizado de forma manual em sulcos abertos nas fileiras, adotando-se a densidade de 15-20 gemas por metro linear. Capinas manuais periódicas foram realizadas para evitar a matocompetição.

Ao fim do primeiro ciclo da cultura foram avaliadas as seguintes variáveis:

- **Altura de planta (AP)**

Foi obtida a altura média de planta de cada unidade experimental, medindo de cinco plantas por unidade amostral, nas quais mensurou-se o comprimento da planta da base até a bainha inserção da folha +1. A medição foi feita com o auxílio de uma trena e os dados obtidos em metros.

- **Número de colmos por metro linear (NC)**

Foi contabilizado o número de colmos existente nos três sulcos centrais da parcela, em seguida dividido pelo tamanho comprimento dos três sulcos, obtendo assim a quantidade média de colmos por metro linear.

- **Estatuta média do colmo (EMC)**

Foi mensurada a estatuta do colmo inteiro industrializável desconsiderando o palmito, obtendo-se a média. A medição foi feita com o auxílio de uma trena e os dados obtidos em metros.

- **Diâmetro do colmo (DC)**

Mensurou-se, com o uso de paquímetro digital, o diâmetro médio do colmo, com base na amostragem de três pontos de cada colmo (base, meio e ápice). Os dados foram obtidos em milímetros.

- **Número de entrenós (NE)**

Mensurou-se o número de entrenós através de contagem visual e individual de cada entrenó desde a base do colmo até o ápice do colmo.

- **Grau Brix (°Brix)**

Para a realização da avaliação da porcentagem de massa de sólidos solúveis foi extraído o caldo do colmo em dois pontos (parte basal e apical), obtendo-se as médias. A leitura do teor de grau brix foi realizada através de um refratômetro de campo.

- **Toneladas de cana colmo por hectare (TCH)**

A partir dos dados obtidos de colmos industrializáveis por metro, e a produtividade foi estimada com base na equação (1):

$$TCH = MTP \times 10 / AUP(1)$$

Sendo:

TCH: Tonelada de colmo por hectare

MTP: Massa total da parcela (kg) AUP:

Área útil da parcela (m²)

O TCH foi determinado no momento da colheita com auxílio de uma balança digital industrial, para realizar a pesagem das plantas presentes nas parcelas, com valores adquiridos em quilogramas (kg) e posteriormente convertidos pela equação (1), seguindo metodologia proposta por Mariotti & Lascano (1969) apud. Arizono et al. (1998).

Os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA) pelo teste F, seguido de teste de Scott-Knott para comparações entre as médias ($\alpha = 0,05$), com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (ANOVA) (Tabela 3), os tratamentos de parcelamento da adubação foliar influenciaram significativamente a 1% de probabilidade pelo teste F na altura de plantas, diâmetro médio de colmos, número de entrenós, TCH e grau Brix. Efeito significativo a 5% também foi observado para estatura média de colmo. Todavia, o número de colmos por metro linear não foi influenciado pelos tratamentos utilizados.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro médio de colmo (DC), número de entrenós (NE), número de colmos por metro linear (NC), estatura média de colmo (EMC), toneladas de colmo por hectare (TCH) e °Brix de cana-de-açúcar submetida ao parcelamento da adubação foliar. Areia, Paraíba, Brasil, 2020.

FV	GL	AP	DC	NE	NC	EMC	TCH	°Brix
Bloco	3	0,003	0,008	1,475	4,412	0,019	18,393	0,430
Tratamento	6	0,187**	0,121**	26,976**	2,081 ^{ns}	0,114*	318,026**	6,054**
Resíduo	18	0,014	0,013	1,256	1,791	0,023	17,194	1,768
CV%		5,66	5,43	5,70	9,07	8,39	5,25	8,53
Total	27							
Média		2,09	2,11	19,68	14,76	1,81	79,05	15,58

ns, **, * Não significativo, significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

A aplicação de adubação foliar aos 180 dias e o parcelamento 100/180, 100/240 e 180/240 propiciaram a obtenção dos melhores resultados para a variável altura de plantas (Figura 1A). Destaca-se que, em médias absolutas, os maiores valores foram obtidos no tratamento 100/180, no qual se observou um ganho de altura de 23,5% quando comparado ao tratamento controle (sem adubação foliar). A altura da planta é um atributo agrônomo muito importante para a obtenção de bons rendimentos para essa cultura, visto que está altamente correlacionada com a produção de biomassa (HAN et al., 2019), dessa forma, resultados como os obtidos com o uso do tratamento 100/180 se mostram muito promissores.

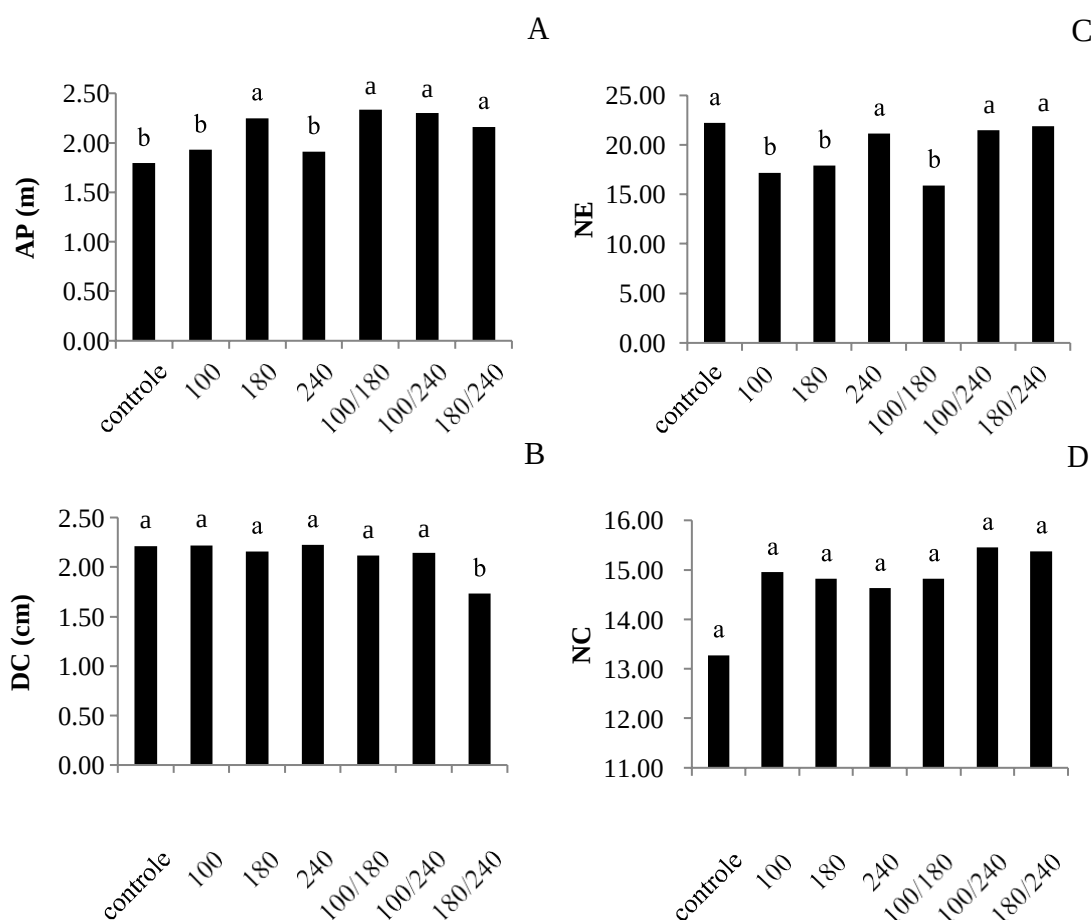


Figura 1. Médias de altura de planta (A), diâmetro médio de colmo (B), número de entrenós (C), número de colmos por metro linear (D) de cana-de-açúcar cv. RB92579 (cana-planta) sob diferentes épocas de aplicação de adubação foliar. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Fazenda Experimental Chã de Jardim, Areia-PB, 2020.

A aplicação da adubação foliar parcelada nos estágios de crescimento final e início de maturação (180/240) não se mostrou positiva para o diâmetro médio de colmo, apresentando resultados inferiores aos demais tratamentos, incluindo o controle (Figura 1B). Destaca-se que a época de aplicação dos fertilizantes foliares desempenha um papel importante na eficácia dos micronutrientes presentes nesses produtos (ISMAI et al., 2016).

Para o número de entrenós, os melhores resultados foram observados no tratamento controle, na aplicação aos 240 dias e nos parcelamentos 100/240 e 180/240, que apresentaram desempenho superior aos demais tratamentos utilizados (Figura 1C), com número de entrenós superior a 20 por planta. Os entrenós são particularmente importantes

por seu potencial alongamento, que se constitui como uma característica primordial para a cana-de-açúcar, por afetar diretamente a sua produtividade (CHEN et al., 2020).

Diferenças significativas não foram observadas para o número de colmos (Figura 1D). Todavia, em médias absolutas, observa-se que todos os tratamentos apresentaram desempenho superior ao tratamento controle, com mais de 14 colmos por planta, evidenciando assim, o potencial uso da adubação foliar como estratégia de aumento dessa variável, contribuindo para o aumento do rendimento final e maiores ganhos econômicos para o produtor (ZENG et al., 2020).

O não uso de adubação foliar, ou o seu uso aos 100 dias após o plantio levaram a obtenção de médias inferiores de estatura média de colmo, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos avaliados (Figura 2A). Para a mesma variedade aqui trabalhada (RB92579), Batista et al. (2015) obtiveram valores médios de estatura de colmo de 160,8 cm aos 157 dias após o plantio.

Assim como observado para a altura de plantas, resultados positivos para TCH foram obtidos com a aplicação da adubação foliar aos 180 dias ou quando do seu parcelamento (100/180, 100/240 e 180/240) (Figura 2B), o que provavelmente indica uma correlação positiva entre essas variáveis. A variedade RB92579 apresenta elevada variabilidade produtiva, com fortes oscilações na variável TCH nos trabalhos disponíveis na literatura. Por exemplo, Costa et al. (2011) avaliaram o crescimento e a produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar (RB92579, SP79-1011, RB931530 e RB93509), na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, e para a RB92579 obtiveram uma TCH de 89,07 t.ha⁻¹. Já em condições de cultivo com gotejamento, com a primeira soca da RB92579, Ferreira Júnior et al. (2012) obtiveram TCH superior a 150 t.ha⁻¹. Para cana planta, Abreu et al. (2013) obtiveram rendimentos de TCH para RB92579 de 102 t.ha⁻¹.

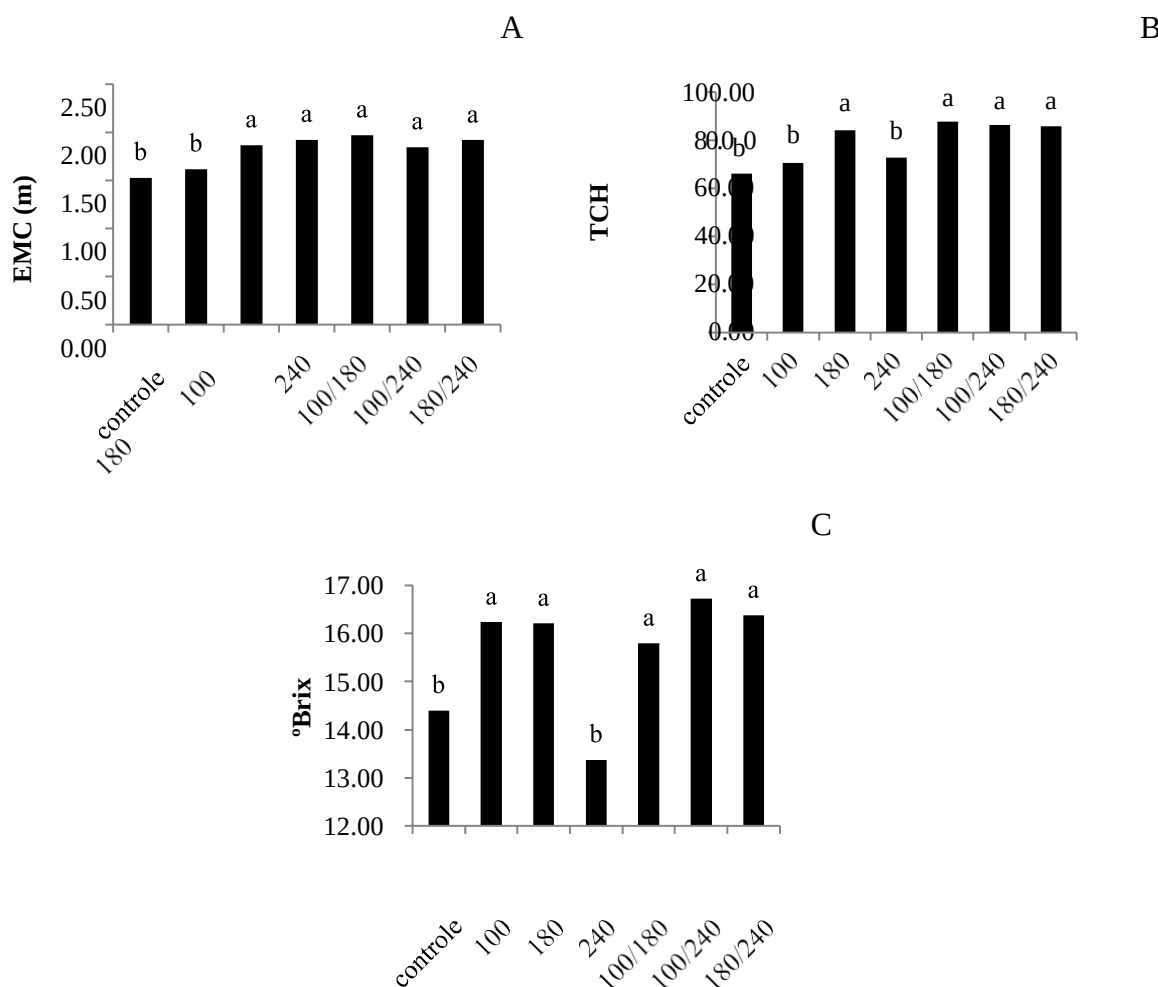


Figura 2. Médias de estatura média de colmo (A), toneladas de colmo por hectare (B) e grau brix (C) de cana-de-açúcar cv. RB92579 (cana-planta) sob diferentes épocas de aplicação de adubação foliar. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Fazenda Experimental Chã de Jardim, Areia-PB, 2020.

Deve-se atentar que os melhores tratamentos (180, 100/180, 100/240 e 180/240) propiciaram TCH superior a 80 t.ha^{-1} , valores expressivos, principalmente ao se considerar que a produtividade média da cana-de-açúcar em 2020 no Brasil foi de $75,60 \text{ t.ha}^{-1}$, no estado da Paraíba de $56,47 \text{ t.ha}^{-1}$ e no município de Areia de 55 t.ha^{-1} (SIDRA, 2021). Dessa forma, evidencia-se que o uso de manejo adequado, especialmente com o uso de adubação foliar na época correta, se mostra com uma estratégia de ganhos produtivos para essa cultura.

A aplicação de adubação foliar aos 240 dias, ou o não uso desse tipo de fertilização resultou em menores valores de grau Brix na RB92579 (Figura 2C). Reforçando assim, a necessidade de determinar o momento ideal de aplicação desse tipo de produto. Estudos

como o de Cruz et al. (2009) reforçam que variedade RB92579 quando bem suprida de nutrientes apresenta aumento em seu teor de sólidos solúveis (°Brix). Deve-se atentar que o Brix tem uma relação direta com o teor de sacarose na cana-de-açúcar, e, conseqüentemente, com seu rendimento industrial (RAZA et al., 2016).

Os resultados desse estudo de modo geral demonstram que o uso tardio (240 dias) da adubação foliar não se mostra como uma alternativa para a melhoria da maioria das variáveis biométricas e de produtividade da cana-de-açúcar (Ex: Altura de plantas, TCh °Brix). Ao tempo que, o parcelamento, principalmente o 100/240, pode ser recomendado para a obtenção de melhor desempenho vegetativo e produtivo na RB92579.

5. CONCLUSÕES

O uso de adubação foliar influencia no desempenho vegetativo e produtivo da RB92579.

A aplicação da adubação foliar não deve ser realizada em aplicação única somente aos 240 dias após o plantio.

Recomenda-se o uso do parcelamento 100/240, para um melhor desempenho dessa cultura.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. D.; SILVA, M. D. A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L. A. D.; SAMPAIO NETO, G. D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, v. 72, p. 262-270, 2013.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARIZONO, H.; MATSUOKA, S.; GHELLER, Y.; HOFFMANN, H.; BASSICHELLO, A.; MENESEZ, L. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 16, n. 5, p. 20, 1998.
- AZEVEDO, M. C.; SOUZA SILVA, E.; MORAIS ALMEIDA, L. J.; ROSENDO, B. H.B.; SILVA RIBEIRO, J. E.; NETO, D. E. S.; MIELEZRSKI, F. Produtividade de

genótipos de cana de açúcar em resposta à aplicação de calcário em microclima do semiárido brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e34710716784-e34710716784, 2021.

BATISTA, E. L.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; LYRA, G. B.; SILVA, T. G.; BOEHRINGER, D. Avaliação do efeito do estresse hídrico no crescimento de cultivares de cana-de-açúcar usando um sistema automático de fertirrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 215-229, 2015.

BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125p. (Dissertação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2013.

BORKERT, C. M. **Soja: adubação foliar**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 34p. (Documentos, 22). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23237/1/Doc22.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2021.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Nova Jersey: EUA, 2015. 1280p.

BULGARI, R.; COCETTA, G.; TRIVELLINI, A.; VERNIERI, P.; FERRANTE, A. Bioestimulantes e respostas das culturas: uma revisão. **Agricultura Biológica e Horticultura**, Londres, v.31, n.1, p.1-17, 2015.

CHEN, R.; FAN, Y.; YAN, H.; ZHOU, H.; ZHOU, Z.; WENG, M. et al. Enhanced Activity of genes associated with photosynthesis, phytohormone metabolism and cell wall synthesis is involved in gibberellin-mediated sugarcane internode growth. **Frontiers in Genetics**, v. 11, p. e1142, 2020.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Cana-de-açúcar. Safra 2019/20. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 6, n. 4, p. 1-58, 2020.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Cana-de-açúcar. Safra 2019/2020. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 6, n. 4, p. 1–58. 2020.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira.** Cana-de-açúcar. Safra 2019/2020. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 5, n. 4, p. 1-75, 2019.

CONTIN, R. F.; PIZANI, G. A.; CLAUDINO, T. M.; ENGLERTH, P. H.; LIMA, C. P. Efeito da adubação foliar na produtividade da cana-de-açúcar. **XVIII Congresso de Iniciação Científica.** p. 1-7, 2017.

COSTA, C. T. S.; FERREIRA, V. M.; ENDRES, L.; FERREIRA, D. T. D. R. G.; GONÇALVES, E. R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 56-63, 2011.

CRUZ, S. J. S.; OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. C. S.; MACHADO, C. G.; PEREIRA, R. G. Efeito da adubação fosfatada sobre o acúmulo de biomassa e teor de brix de duas variedades de cana-de-açúcar. **Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 110-116, 2009.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33), 1994.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos.** 3.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 575p.

FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L. D.; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; SANTOS, M. A. D.; PORFIRIO, A. Crescimento e fotossíntese de cana-de-açúcar em função de variáveis biométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1229-1236, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FIORINI, I. V. A.; PINHO, R. G. V.; PIRES, L. P. M.; SANTOS, À. O.; FIORINI, F. V. A.; CANCELLIER, L. L.; RESENDE, E. L. Avaliação de fontes de enxofre e das formas de micronutrientes revestindo o npk na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.15, n.1, p.20-29, 2016.

FRANCISCO, P. R. M.; GUIMARÃES, C. L.; FALLE, L. M. Aptidão climática da cultura da cana de açúcar (*Saccharum spp*) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 10(3), 676-686, 2016.

HAN, L.; YANG, G.; DAI, H.; XU, B.; YANG, H.; FENG, H. et al. Modeling maize above-ground biomass based on machine learning approaches using UAV remote-sensing data. **Plant methods**, v. 15, n. 1, p. 1-19, 2019.

ISMAIL, M.; AHMAD, T.; ALI, A.; NABI, G.; HAQ, N. U.; MUNSIF, F. Response of sugarcane to different doses of Zn at various growth stages. **Pure and Applied Biology**, Balochistan, v.5, n.2, p.311-316, 2016.

LACERDA, A. R. S.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Produtividade da cana-de-açúcar em resposta a adubação NPK em diferentes épocas. **HUMANIDADES E TECNOLOGIA (FINOM)**, v. 18, n.1, p. 45-51, 2019.

LIRA, B. S.; GRAMEGNA, G.; TRENCH, B. A.; ALVES, F. R.; SILVA, E. M.; SILVA, G. F.; ROSSI, M. A manipulação de um gene associado a senescência melhora a produção de frutos carnosos. **Plant Physiology**, v.175, n.1, p.77-91, 2017.

LIRA, M. V. S. **Adubação de plantio e foliar com micronutrientes na produção da cana-de-açúcar**. 2018. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Dracena, 2018.

MARÓSTICA, L. H. B.; FEIJÓ, S. Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea mays*). **Uniciências**, Cuiabá, v.17, n.1, p.37-40, 2013.

MELLIS, E. V.; QUAGGIO, J. A.; BECARI, G. R. G.; TEIXEIRA, L. A. J.; CANTARELLA, H.; DIAS, F. L. F. Effect of Micronutrients Soil Supplementation on Sugarcane in Different Production Environments: Cane Plant Cycle. **Soil Fertility eCrop Nutrition**, Washington, v.108, n.5, p.2060-2070, 2016.

MELLIS, E. V.; QUAGGIO, J. A.; BECARI, G. R. G.; TEIXEIRA, L. A. J.; CANTARELLA, H.; DIAS, F. L. F. Efeito da suplementação de micronutrientes no solo na cana-de-açúcar em diferentes ambientes de produção: Ciclo da cana-de-açúcar. **Agronomy Journal**, EUA, v.108, n.5, p.2060-2070, 2016.

MESQUITAA, G. L.; TANAKAA, F. A. O.; ZAMBROSIB, F. C. B.; CHAPOLAC, R.; CURSIC, D.; HABERMANND, G.; MASSOLA JRA, N. S.; FERREIRAA, V. P.; GAZIOLAEAND, S. A.; AZEVEDO, R. A. A aplicação foliar de manganês aumenta a

resistência da cana-de-açúcar à ferrugem alaranjada. **British Society for Plant Pathology**, v.68, n.7, p.1296-1307, 2019.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. D. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, v. 1, n. 11-18, 2006.

NICCHIO, B.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; SANTOS, G. A. Eficiência agronômica de fontes alternativas de fósforo em cultivo de cana planta. **Journal of Agronomic Sciences**, Londrina, v.8, n.2, p.39-56, 2019.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; LINO, A. C. M.; RAMOS, L. A.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 2, p. 10-24, 2020.

NICCHIO, B.; SANTOS, G.A.; RAMOS, L.A.; PEREIRA, H.S.; KORNDORFER, G.H. aplicação foliar de fertilizantes no desenvolvimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar. In: 10º CONGRESSO NACIONAL STAB, 2016, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP, 2016. p.192-196.

NOGUEIRA, H. M. C. M. **Viabilidade do cultivo da cana-de-açúcar irrigada para produção de etanol**. 2016. 139p. (Tese de Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria - RS, 2016.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, A. R.; CLEMENTE, J. M.; SANTOS, T. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Crescimento vegetativo de variedades de cana-de-açúcar. **HUMANIDADES E TECNOLOGIA (FINOM)**, v. 18, n. 1, p. 24-32, 2019.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; CASAGRANDE, A. A. Effect of Boron and Zinc on the physiological traits of sugarcane. **Brazilian Journal of Sugar Technologies**, Campinas, v.5, p.355–374, 2001.

RAZA, G.; ALI, K.; ASHRAF, M. Y.; MANSOOR, S.; JAVID, M.; ASAD, S. Overexpression of an H⁺-PPase gene from Arabidopsis in sugarcane improves drought tolerance, plant growth, and photosynthetic responses. **Turkish Journal of Biology**, v.40, n. 1, p. 109-119, 2016.

RESENDE, Á. V. D. **Micronutrientes na agricultura brasileira: disponibilidade, utilização e perspectivas**. Centro de Tecnologia Mineral. Ministério de Ciência e Tecnologia. p. 1-37, 2005.

RIBEIRO, J. E. D. S.; BARBOSA, A. J. S.; LOPES, S. D. F.; PEREIRA, W. E.; ALBUQUERQUE, M. B. D. Seasonal variation in gas exchange by plants of *Erythroxylum simonis* Plowman. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 287-296, 2018.

ROSSI, M.; BERMUDEZ, L; CARRARI, F.O. Crop yield: challenges from a metabolic perspective. **Current Opinion in Plant Biology**, v.25, p.79-89, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 02 de novembro de 2021.

SILVA, A. F. M. S.; GOMES, G. N.; BACCHI, M. R. P. **A importância das cadeias da cana-de-açúcar: uma análise insumo-produto**. Economia Ensaios, Uberlândia, 33(2): 149-174, 2019.

SOUSA, D. S.; PEREIRA, W. E. Atividade agrícola do brejo paraibano: declínio e tendências atuais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 11-20, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, 2013. 918p.

TEIXEIRA, N. T. **As algas e a germinação do feijoeiro**. 2015. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/as-algas-e-a-germinacao-do-feijoeiro/>. Acesso em: 08 de agosto 2021.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; ALTRAN, W. S. Nutrição e Adubação. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p. 66-93, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artmed**, ed.5 p.118, 2013.

WU, H.; ZHANG, X.; GIRALDO, J.P.; SHABALA, S. It is not all about sodium: revealing tissue specificity and signalling roles of potassium in plant responses to salt stress. **Plant and soil**, v.431, n.1, p.1-17, 2018.

ZENG, X. P.; ZHU, K.; LU, J. M.; JIANG, Y.; YANG, L. T.; XING, Y. X.; LI, Y. R. Long-Term Effects of different nitrogen levels on growth, yield, and quality insugarcane. **Agronomy**, v. 10, n. 3, p. e353, 2020.

ZILLIANI, R. R. **Influência de biorreguladores sobre a fisiologia e crescimento inicial de cana-de-açúcar submetida ao déficit hídrico**. 2015. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2015.