



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

GLAUCO MIRANDA LINS DA SILVA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NA
CANA-DE-AÇÚCAR.**

**AREIA
2020**

GLAUCO MIRANDA LINS DA SILVA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NA
CANA-DE-AÇÚCAR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba como parte das
exigências para a obtenção do título de bacharel
em Agronomia sob orientação Prof. Dr. Fabio
Mielezrski.

Orientador:

Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Glauco Miranda Lins da.

Adubação potássica sob diferentes densidades de plantio
na Cana-de-Açúcar. / Glauco Miranda Lins da Silva. -
Areia, 2020.

33 f. : il.

Orientação: Fabio Mielezrski.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Cloreto de potássio. 2. Saccharum Officinarum. 3.
Densidade populacional. I. Mielezrski, Fabio. II.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Título: ADUBAÇÃO POTÁSSICA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NA CANA-DE-AÇÚCAR

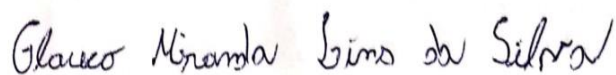
Autor (a): Glauco Miranda Lins da Silva

Orientador (a): Fabio Mielezrski

BANCA EXAMINADORA

NOME	Função	Nota	Assinatura
Fabio Mielezrski	Orientador (a)	10,0	
Maria Idaline Pessoa Cavalcanti	Avaliador (a)	10,0	
João Paulo de Oliveira Santos	Avaliador (a)	10,0	
Média	10,0		

Areia, 21 de Abril de 2020.



Assinatura do Discente



Assinatura do Orientador (a)

A Deus por sempre guiar meu caminho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado força para superar as dificuldades e conseguir chegar até aqui.

Aos meus pais Adriana Miranda e Sandro Lins por toda dedicação e serem minha base sempre, a os meus avós que sempre estiveram ao meu lado me dando força e sempre ajudando com o que podiam.

A minha namorada Rosany por sempre me dar apoio e por toda ajuda nessa reta final do curso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Mielezrk, pelos incentivos e orientações, aos membros da banca João Paulo e Maria Idaline que aceitaram o convite para fazer parte desta defesa.

A meus amigos que me acompanham desde antes da universidade João Neto e Allan, a todos os colegas da turma 2014.2, ao grupo GESUCRO que faço parte e contribuiu para a minha formação e todos os seus componentes, a todos que tive a oportunidade de conhecer ao longo do curso em especial, Bruno Freire, Julya, Erico (Bombom), Haile (Amigão), Lucas (Zoba), Edson (Mano Walter), Edivanilton (Gordo junio), Ewerton (Amigoo), Yago, Mayra, Tatiana, Nardiele, Bruno (melancia), Helton Devison.

A todos os Professores do curso de Agronomia da UFPB, que com seus ensinamentos me prepararam para a vida profissional.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo essa cultura grande importância para o agronegócio brasileiro. Na Paraíba, a área destinada à produção da cana-de-açúcar, nessa safra, é de 121,3 mil hectares, variando 1,4% em relação aos 119,6 mil hectares utilizados na temporada passada. O trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento da cana-de-açúcar em segunda folha, sob o uso de potássio em cobertura e em 5 diferentes densidades de plantio. O trabalho foi conduzido na área experimental de Chã de Jardim, localizado na cidade de Areia. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados seguindo o fatorial 5x2 onde avalia a condição de 5 densidades de plantio (5,10,15,20,25 gemas por metro) sob adubação potássica e sem adubação em cobertura. Os parâmetros analisados foram: Altura de planta, Altura de colmo, Diâmetro de colmo, número de entre nós, Grau brix e Produtividade (TCH). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o software Sisvar. Conforme resultado da análise de variância as variáveis altura de planta, estatura do colmo, diâmetro do colmo e número de entrenós foram influenciadas pela aplicação de potássio, a densidade de plantio, houve diferença estatística na análise de regressão, apenas para as variáveis altura de planta e TCH quando houve a aplicação de potássio em cobertura. Dentre as variáveis analisadas, apenas o ° Brix não foi influenciado por nenhum dos fatores testados e apresentou média de 16,72. A aplicação de potássio em cobertura foi eficiente na melhoria das variáveis de altura de planta, estatura de colmo, diâmetro do colmo, número de entrenós e TCH, sendo dessa forma, indispensável a adubação com esse nutriente para a cana-de-açúcar.

Palavras-chaves: Cloreto de potássio. *Saccharum Officinarum*. Densidade populacional.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of sugarcane, with this crop having great importance for Brazilian agribusiness. In Paraíba, the area for the production of sugar cane, in this harvest, is 121.3 thousand hectares, varying 1.4% in relation to the 119.6 thousand hectares used last season. The objective of this work was to evaluate the yield of sugarcane in the second leaf, under the use of potassium in cover and in 5 different planting densities. The work was carried out in the experimental area of Chã de Jardim, located in the city of Areia. The experimental design adopted was in randomized blocks following the factorial 5x2, which assesses the condition of 5 planting densities (5,10,15,20,25 buds per meter) under potassium fertilization and without top dressing. The parameters analyzed were: Height of plant, Height of stem, Diameter of stem, number of nodes, Grade brix and Productivity (TCH). The data obtained were subjected to analysis of variance, using the Sisvar software. As a result of the analysis of variance, the variables plant height, stem height, stem diameter and number of internodes were influenced by the application of potassium, the planting density, there was a statistical difference in the regression analysis, only for the plant height variables and TCH when potassium was applied in coverage. Among the variables analyzed, only ° Brix was not influenced by any of the factors tested and had an average of 16.72. The application of potassium in cover was efficient in improving the variables of plant height, stem height, stem diameter, number of internodes and TCH, thus, it is essential to fertilize with this nutrient for sugarcane.

Keywords: Potassium chloride. *Saccharum Officinarum*. Population density.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar por região.....	13
Figura 2: Croqui da área do experimento.....	17
Figura 3: Altura de planta de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.	22
Figura 4: Altura de planta de cana soca em função das densidades de plantio e adubação potássica em coberura	23
Figura 5: Estatura de colmo de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.	23
Figura 6: Diâmetro de colmo de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura	25
Figura 7: Numero de entrenós da cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.	26
Figura 8: Distribuição da precipitação pluviométrica durante período experimental. ...	26
Figura 9: Toneladas de cana por hectare de cana soca em função de densidades de plantio e adubação potássica.....	27
Figura 10: Quantidade de K (mgdm-3) por tratamento (A) e Média geral de K (mgdm-3) por aplicação (B).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise química do solo.....	18
Tabela 2: Tabela de avaliação da qualidade do plantio	20
Tabela 3: . Resumo das análises de variância e de regressão	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Importância da Cana-de-açúcar	13
3.2	Precipitação	14
3.3	Adubação potássica	14
3.4	Densidade populacional.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1	Local do experimento e período experimental.....	17
4.2	Delineamento experimental	17
4.3	Condução do experimento.....	18
4.4	Altura de Planta	18
4.5	Estatura média dos colmos	18
4.6	Diâmetro do Colmo	19
4.7	Número de Entre nós.....	19
4.8	Grau Brix	19
4.9	TCH.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6	CONCLUSÕES	29
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae, e ao gênero *Saccharum*, é originária do sudeste da Ásia e foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses (KLEIN, 2010). Atualmente é uma das culturas de maior importância socioeconômica no Brasil (RODRIGUES et al., 2012), sendo cultivada em todas as regiões, devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas do país.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro. O aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, aliado às grandes áreas cultiváveis e condições edafoclimáticas favoráveis à cana-de-açúcar, tornaram o Brasil um país importante para a exportação dessa commodities. (CONAB, 2018).

Na Paraíba, a área destinada à produção da cana-de-açúcar, nesta safra, é de 121,3 mil hectares, variando 1,4% em relação aos 119,6 mil hectares utilizados na temporada passada. Para a produtividade média e para a produção, a estimativa é de incremento de 6,3% e 7,8%, respectivamente, quando comparadas a 2017/18. A expectativa é que o rendimento médio seja de 51.822 kg/ha e a produção final na ordem de 6,28 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Vários aspectos interferem no desenvolvimento vegetativo na cultura da cana-de-açúcar, onde os principais são o manejo cultural, condições edafoclimáticas e a cultivar escolhida.

A análise de crescimento da cana-de-açúcar tem permitido identificar as fases de desenvolvimento da cultura nos diferentes ambientes de cultivo, proporcionando sua condução, de forma que o máximo desenvolvimento coincida com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, o que leva a cultura a expressar todo o seu potencial genético, além de permitir manejar diferentes formas de adubação e tratos culturais (STONE et al., 1999).

A escolha da variedade é base do processo de produção da cana-de-açúcar, o qual deve ser determinado pelo tipo de solo e o pelo clima da região (SANTOS; BORÉM, 2016).

Com níveis mais adequados de cultivares de cana-de-açúcar, o produtor pode obter uma economia de até 9,8% no custo da produção de álcool, associado a aumento de 15% em produtividade. Esses ganhos podem resultar em um crescimento de 23% na produtividade e 77% no teor de sacarose da cana (REZENDE SOBRINHO, 2000).

O potássio estimula a vegetação e o perfilhamento; aumenta o teor de carboidratos, óleos, lipídeos e proteínas; promove o armazenamento de açúcar e amido; ajuda na fixação do nitrogênio; regula a utilização da água e aumenta a resistência à seca, geada e moléstias (ROSSETTO e SANTIAGO, 2015).

No plantio realizado de forma convencional, utilizado por pequenos produtores que plantam de forma manual, usa-se de doze a quinze gemas por metro linear de sulco (COLETI, 1987), o que reflete em oito a doze toneladas por hectare de muda. Na prática esse número pode ser bem maior, de quinze a vinte e uma gemas por metro linear com onze a quatorze toneladas por hectare. (LANDELL et al., 2012).

Estudos mostram que mesmo com a densidade de plantio reduzida se consegue resultados semelhantes nas características agronômicas da cultura pois com a densidade de plantas elevada na área, acarretara numa competição entre elas por nutrientes o que levaria a um menor desenvolvimento, se equiparando assim as baixas quantidades de gemas as quais terão maior perfilhamento e menor competição de nutrientes entre elas.

2 OBJETIVOS

Avaliar o rendimento da cana-de-açúcar em segunda folha, sob o uso de potássio em cobertura e em 5 diferentes densidades de plantio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da Cana-de-açúcar

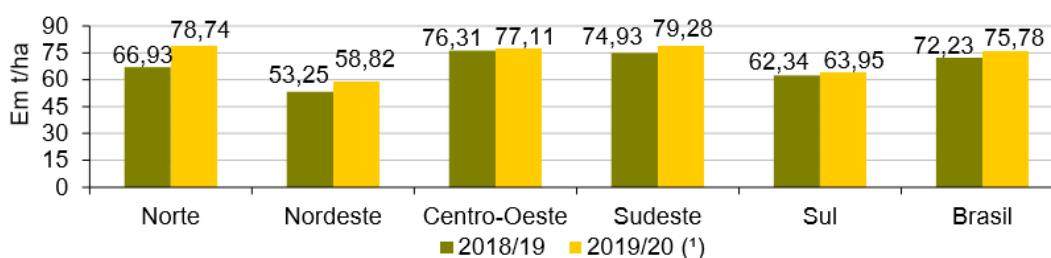
A cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L., é uma gramínea (Família: Poaceae) que tem sido cultivada desde a pré-história. Provavelmente, seu centro de origem é a Polinésia, e suas espécies foram disseminadas por todo o Sudeste Asiático. O cultivo comercial de cana-de-açúcar e de suas variedades ocorre em mais de 70 países e territórios. Brasil, Índia e China são os maiores produtores. O início da indústria açucareira no Brasil se deu em meados do século XIV, início do período colonial, quando foram introduzidas no país mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, Portugal (NOCELLI, 2017).

Na Paraíba, as unidades de produção e processamento da cana-de-açúcar no Estado estão localizadas nas microrregiões Litoral Norte, João Pessoa e Litoral Sul. De maneira geral, essas localidades têm apresentado condições climáticas favoráveis para a cultura, especialmente no último trimestre, com precipitação acima do histórico para o período. Tal condição climática tem favorecido as lavouras e, até o momento, não proporcionou nenhum atraso nas operações de colheita, que foram iniciadas desde julho, e apresentaram um pico das operações entre setembro e dezembro. Em relação à colheita, cerca de 27% detentores de um sistema de colheita mecanizado, sendo os outros 73% das áreas em produção são realizadas colheitas de forma manual (CONAB, 2019)

Quanto às estimativas para essa safra 2019/20, os números apontam manutenção na área em produção, se comparada a 2018/19, devendo ficar em 122,5 mil hectares. Para o rendimento médio, a expectativa é de crescimento de 19,9% em relação ao mesmo período, podendo atingir cerca de 54.863 kg/ha. Nesse cenário, a produção esperada é de 6.719,6 mil toneladas (CONAB 2019)

O boletim mostra que houve um aumento na produtividade de cana-de-açúcar na região, se compararmos com a produção de 2018/19, como podemos observar na figura 1.

Figura 1: Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar por região.



A destinação do vegetal deve ser predominantemente para a fabricação de etanol, com projeção da produção de 432,8 milhões de litros, uma vez que esse número é superior ao resultado obtido em 2018/19. Já para o açúcar, a estimativa é de 125 mil toneladas produzidas. (CONAB 2019).

A venda mensal do etanol segue acima daquela registrada no ano anterior - um comportamento observado em todos os meses da safra 2019/2020. Em dezembro, foram 1,87 bilhão de litros comercializados no mercado brasileiro, alta de 4,91% sobre o mesmo mês de 2018. Desse montante, 963,84 milhões de litros correspondem às vendas durante os últimos 15 dias do mês (ÚNICA 2020)

3.2 Precipitação

Segundo Ferraz (2016), a cultura precisa de um total de chuva entre 1100 e 1500 mm é suficiente se a distribuição for adequada (abundante nos meses de crescimento vegetativo seguido por um período de amadurecimento). Durante a fase de crescimento ativo, a chuva favorece a formação de entrenós, rápido crescimento da cana e alongamento. Durante a maturação, muita chuva causa aumento no crescimento vegetativo, a baixa da qualidade do suco, e aumento da umidade do tecido. Prejudicando também a colheita e operações de transporte.

3.3 Adubação potássica

A adubação é uma prática que assume elevada importância no incremento de produtividade, contudo há de se estabelecer doses econômicas e eficientes que promovam produtividades satisfatórias. No Brasil aproximadamente 13% do total de fertilizantes utilizados anualmente é consumido pela cultura da cana-de-açúcar, com um total de 2,9 Mt, inferior somente ao consumido pelas culturas de soja (7,4 Mt) e milho (4,4 Mt) (ANDÁ, 2008). Dentre

os elementos minerais adicionados através da adubação, o potássio (K) é o nutriente exportado em maiores quantidades pela cultura. O principal fertilizante com K utilizado no Brasil é o Cloreto de potássio (KCL), que contém aproximadamente 60% de Óxido de potássio (K₂O).

A como todo ser vivo a planta necessita de nutrientes, os quais são absorvidos pela raiz da planta, assim a adubação pode ser definida pela necessidade nutricional da cultura, subtraindo os nutrientes fornecidos pelo solo e multiplicando o resultado por um fator de eficiência da adubação (f), ou seja, parcela do fertilizante efetivamente absorvida pelas raízes (VITTI; LUZ; ALTRAN, 2016)

Segundo Lopes (1989) para a produção de 100 t de colmos de cana-de-açúcar são removidos 137 kg de K₂O pela cultura, embora em solos com teores elevados de K a exportação pelos colmos pode atingir 285 kg ha⁻¹ de K₂O (FRANCO et al., 2008). Suas principais funções na planta são no metabolismo de carboidratos, ativa várias enzimas, regula abertura e fechamento de estômatos, possibilitando à planta a utilizar mais eficientemente a água (LOPES, 1989).

O K adicionado via adubação potássica, assim como aquele disponibilizado da palha que permanece sobre o solo, pode ser intensamente lixiviado no perfil do solo, dependendo da quantidade de chuva, da dose de nutriente e da textura do solo, entre outros fatores (Rosolem et al., 2006). Rosolem & Nakagawa, 2001) observaram aumento na lixiviação de K no perfil de um solo de textura média quando foram aplicadas doses acima de 80 kg ha⁻¹ de K₂O por ano, independentemente do modo de aplicação do fertilizante. Além de favorecer a lixiviação, o K aplicado em doses elevadas e de uma única vez pode causar a salinização da região que recebe o fertilizante, podendo causar toxidez às raízes das plantas. (Souza et al, 2007).

3.4 Densidade populacional

A principal forma de multiplicação de cana-de-açúcar é através de toletes que podem ser com colmos inteiros ou fracionados, distribuídos sobre sulcos profundos de plantio. Esta técnica de plantio de cana é utilizada há centenas de anos. O diferencial atual é a intensa utilização de maquinários pesados para ajudar na distribuição desses toletes nas linhas de plantio. No entanto, muitas usinas estão voltando a distribuir os toletes manualmente sobre os sulcos, devido ao gasto excessivo de colmos para se plantar um novo canavial (acima de 20 t

de colmos por hectare plantado), onerando sobremaneira o custo agrícola da lavoura (EMBRAPA, 2019)

O uso de colmos para plantio em áreas de reforma de canaviais deriva, em pequena proporção, de viveiros secundários, onde a qualidade da cana-de-açúcar é controlada quanto aos aspectos sanitários e genéticos, e majoritariamente, de talhões comerciais, sem rigoroso controle de qualidade (Landell et al., 2012), que aumenta o potencial de falhas e misturas de varietais. Outro fator que implica na qualidade do colmo é o grau de mecanização para corte e plantio dos toletes, que melhora o rendimento do trabalho, mas altera a qualidade e o consumo de colmos-semente. Isto porque, a mecanização, ao mesmo tempo em que aumenta a eficiência de corte e plantio, proporciona maiores danos às gemas, reduzindo a qualidade e aumentando o consumo de colmos (Robothan; Chapell, 2002).

Um plantio econômico não deveria dispendir mais que 10 t de mudas ha⁻¹, correspondente a uma densidade de 12 a 15 gemas m⁻¹ (COLETI e STUPIELLO, 2006).

Barbieri et al. usou cinco variedades e quatro densidade de sendo 6, 12, 18, 21 gemas por metro de sulco de plantio, avaliando cana planta e soca e observando que as análises estatísticas demonstraram nenhuma diferença na produtividade (BARBIERI et al., 1981).

4 MATERIAL E MÉTODOS

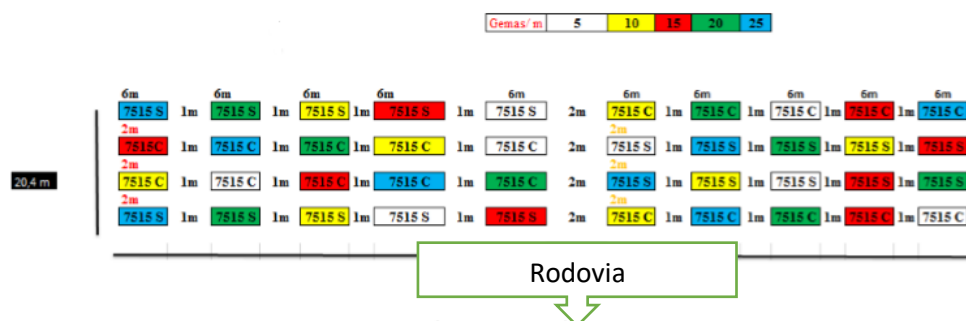
4.1 Local do experimento e período experimental

O trabalho foi conduzido na área experimental Chã de Jardim do Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, localizado no município de Areia – PB. O município de Areia está localizado na microrregião do Brejo Paraibano com Latitude 6° 58' 12'' s, longitude 35° 45' 15'' W e uma altitude de 575 m. Pela classificação de Koppen, o clima é o tipo As', o qual se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. A temperatura média oscila entre 18 e 29° C, com variações mensais mínimas, e apresenta precipitação média anual de 1305 mm.

4.2 Delineamento experimental

A variedade utilizada no experimento foi a cana-de-açúcar RB7515. O experimento está na sua primeira soca, ou seja, a cana planta foi colhida no final de 2018, e essa é sua primeira rebrota, sendo caracterizando como primeira soca. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados seguindo o fatorial 5x2, com 5 densidades de plantio (5,10,15,20,25 gemas por metro) sob adubação potássica e sem adubação em cobertura. Foram utilizados 4 blocos com os 10 tratamentos casualizados, cada parcela experimental foi constituída por 4 linhas de plantio com 6 m em um espaçamento de 1,20 m. O experimento teve uma área útil de 1428 m².

Figura 2: Croqui da área do experimento



4.3 Condução do experimento

O solo da área experimental foi coletado e submetido a análise química (Tabela 1). Com base nos resultados encontrados e de acordo com a necessidade da cultura, foi realizada a adubação de cobertura com fontes de N, P e K.

Tabela 1: Análise química do solo

pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
Água (1:2,5)	--	Mg/dm ³	---	---	---	---	Cmol/dm ³	---	---	---	-g/kg-
5,6	3,26	---	50,16	0,11	3,40	0,10	3,47	2,41	6,11	9,61	14,83

LABORATÓRIO DO SOLOS, UFPB, 2017

Após 90 dias foi realizada uma nova aplicação em cobertura de K (Potássio), aplicando-se 106,44 kg de cloreto de potássio por hectare, em que cada bloco ficou com cinco parcelas com o cloreto de potássio e cinco sem (testemunha).

Foram demarcadas e avaliadas dentro de cada subparcela, 5 (cinco) plantas, exceto para avaliações que foram utilizados 1 metro linear das duas linhas centrais (NP/m), onde foi executada 1 (uma) avaliação no final do ciclo da cultura, aos 329 dias (11 meses). Foram realizadas as avaliações de :Altura de planta, Altura de colmo, Diâmetro de colmo, Número de entre nós, Grau brix e Produtividade (TCH), que seguem descritas abaixo:

4.4 Altura de Planta

Foi obtida a altura de plantas de cada unidade experimental, de 5 plantas/parcela, na qual foi mensurado o comprimento da planta da base até a lígula da folha +1. A medição foi realizada com o auxílio de uma trena e os dados obtidos em metros.

4.5 Estatura média dos colmos

Foi mensurado a estatura do colmo inteiro, de cada planta, e obtido a média. A medição foi feita com o auxílio de uma trena e os dados obtidos em centímetros.

4.6 Diâmetro do Colmo

Foi mensurado, com o uso de paquímetro manual, o diâmetro médio do colmo, com base na amostragem de 3 pontos de cada colmo, de 10 plantas/parcela. Os dados foram obtidos em milímetros.

4.7 Número de Entre nós

Foi mensurado o número de entre nós das 5 plantas da parcela, sendo contado cada entre nó da base do colmo até o início do palmito.

4.8 Grau Brix

Foi utilizado o refratômetro de campo, onde foi separada 3 canas de cada parcela, em cada cana será extraído o caldo em dois pontos, da parte basal e apical, e em seguida obtém-se as medias.

4.9 TCH

A partir dos dados obtidos de colmos industrializáveis por metro, seguimos com o seguinte cálculo:

$$TCH = (10000 / ESP). NPI - TCPF$$

Em que TCH a tonelada de cana por hectare, 10000 m² referente a 1 hectare, ESP ao espaçamento entre linha, NPI ao número de perfilhos industrializáveis por metro, TCPF a tonelada de cana perdida por falha.

O TCPF é obtido através do método de STOLF (1986) onde se obtivemos o somatório das falhas acima de 0,5 m nas duas linhas de plantio que totalizam 12 m que será utilizado para dividir o resultado obtido da contabilização das falhas, em seguida esse valor foi multiplicado por 100 para se obter a porcentagem de falhas. Através desse resultado pode-se identificar quanto de toneladas será perdida a cada 100 TCH produzida (Tabela 2).

Tabela 2: Tabela de avaliação da qualidade do plantio

% falhas m/100m	Perdas (%)	Qualidade Do Plantio	Observação
0-10	0-3,2	Excelente	15 gemas/m com condições excepcionais de brotação
10-20	3,2-6,4	Normal	Tipo mais comum
20-35	6,4-11	Subnormal	
35-50	11-16	Ruim	Pensa-se em reformar mas mantém-se o canavial
>50	>16	Péssimo	Reformar/replantar a área

(ADAPTADO DE STOLF, 1986)

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F considerando 5% de significância, para o fator adubação as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e para o fator Densidade de plantio foi realizada análise de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultado da análise de variância, as variáveis altura de planta, estatura do colmo, diâmetro do colmo e número de entrenós foram influenciadas pela aplicação de potássio (Tabela 3). No que se refere a densidade de plantio, houve diferença estatística na análise de regressão, apenas para as variáveis altura de planta e TCH quando houve a aplicação de potássio em cobertura. Dentre as variáveis analisadas, apenas o ° Brix não foi influenciado por nenhum dos fatores testados.

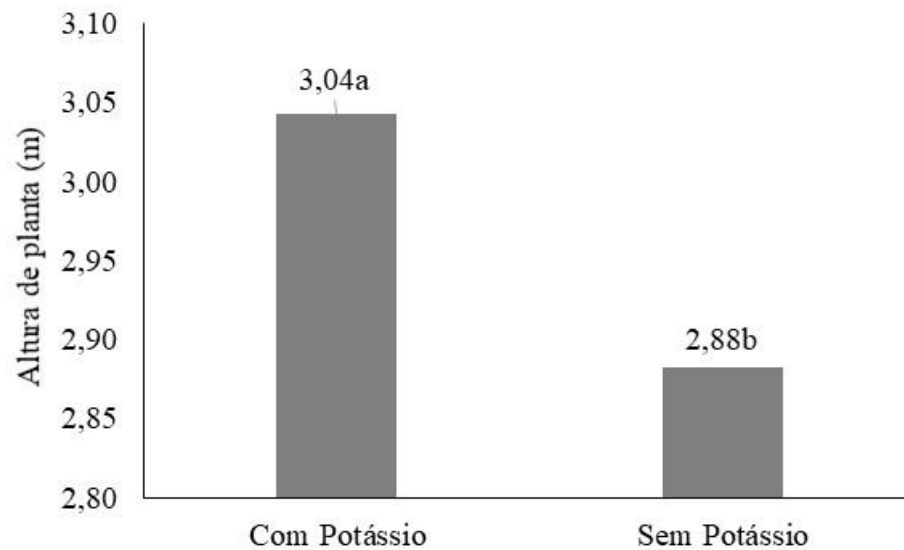
Tabela 3: . Resumo das análises de variância e de regressão para altura de planta (ALT) estatura de colmo (EST), diâmetro do colmo (DC), número de entrenós (NEN), ° Brix (BRIX) e toneladas de cana por hectare (TCH) de cana soca em função de densidades de plantio e adubação potássica. Areia - PB, 2020.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio					
		ALT	EST	DC	NEN	BRIX	TCH
Bloco	3	2,85**	0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	3,47 ^{ns}	0,77 ^{ns}	3912,2**
Densidade (D)	4	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1224,3 ^{ns}
Potássio (P)	1	0,26*	0,37**	0,42**	15,13*	0,09 ^{ns}	1222,8 ^{ns}
D x P	4	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,44 ^{ns}	594,5 ^{ns}
Resíduo	27	0,05	0,04	0,05	2,42	2,24	494,7
Densidade/Com P							
Linear	1	0,22*	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,53 ^{ns}	933,6 ^{ns}
Quadrática	1	0,0001 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2814,3*
Densidade/Sem P							
Linear	1	0,02 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9,68 ^{ns}
Quadrática	1	0,01 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,51 ^{ns}	2,36 ^{ns}	474,7 ^{ns}
Média		2,96	2,23	2,28	17,82	16,72	84,29
CV (%)		7,42	9,01	9,57	8,72	8,94	26,39

** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente e, ^{ns} não significativo.

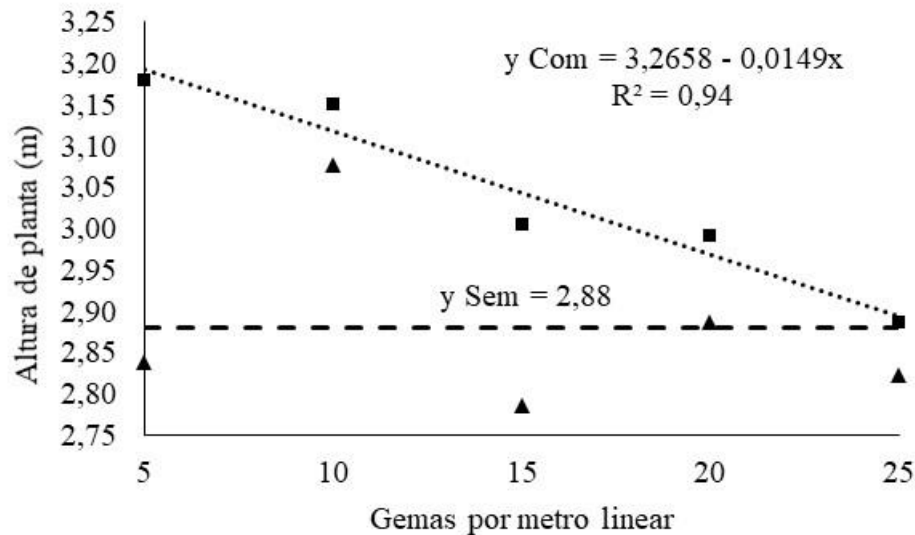
Conforme possível observar (Figura 3), a altura de planta foi maior com a aplicação de potássio em cobertura, cujo a média foi de 3,04 m, resultando em um acréscimo de 5,58% em relação as plantas não adubadas com potássio, que tiveram média de altura de 2,88 m. Assim como no presente trabalho, El-Tilib et al. (2004) também observaram um efeito considerado significativo para a altura das plantas na soqueira da cana-de-açúcar, em função da aplicação do potássio em todas as fases de crescimento da cultura que foram avaliadas, sendo de 4 até 10 meses após o brotamento da soqueira, em que a melhor resposta observada foi com a dose de 86 kg ha⁻¹ de K₂O. E ainda, Flores et al. (2012), constataram incrementos lineares na altura da cana-de-açúcar, sendo utilizada a variedade SP89-1115, em função das doses de K (0; 32,5; 65; 130 e 195 kg ha⁻¹), onde a altura máxima foi atingida com a utilização da dose de 195 kg ha⁻¹.

Figura 3: Altura de planta de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.



Com aplicação de potássio, a altura da planta teve um decréscimo linear de acordo com o aumento da densidade populacional em gemas por metro linear (Figura 4), de forma que a média de altura com a utilização de 5 gemas por metro linear foi de 3,18 m e quando utilizado 25 gemas, caiu para 2,88 m, diminuição de 7,45 cm para cada 5 gemas a mais na densidade. No entanto, sem a aplicação de potássio, não houve diferença estatística para a densidade de plantio, mas a média, 2,88 m, foi inferior a utilização de potássio e 5 gemas por metro linear.

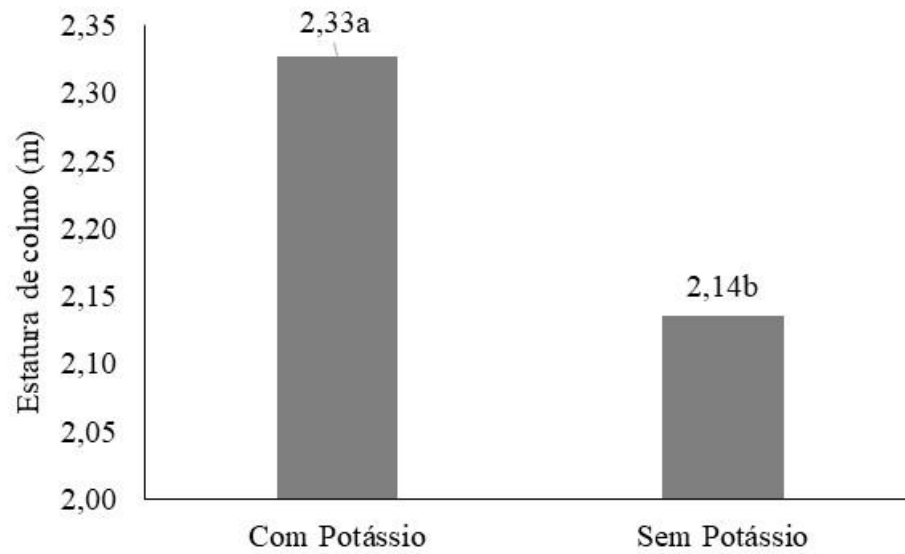
Figura 4: Altura de planta de cana soca em função das densidades de plantio e adubação potássica em coberura



A cana-de-açúcar é uma planta que apresenta crescimento indeterminado, e devido a isso, apresenta também uma plasticidade de crescimento considerada grande, de maneira que se adapta as condições de ambiente, assim como as condições de população (GARSIDE; BELL, 2009),, sendo que em plantios adensados a altura de plantas tende a aumentar, diferente dos resultados aqui encontrados (PATE et al., 2001)

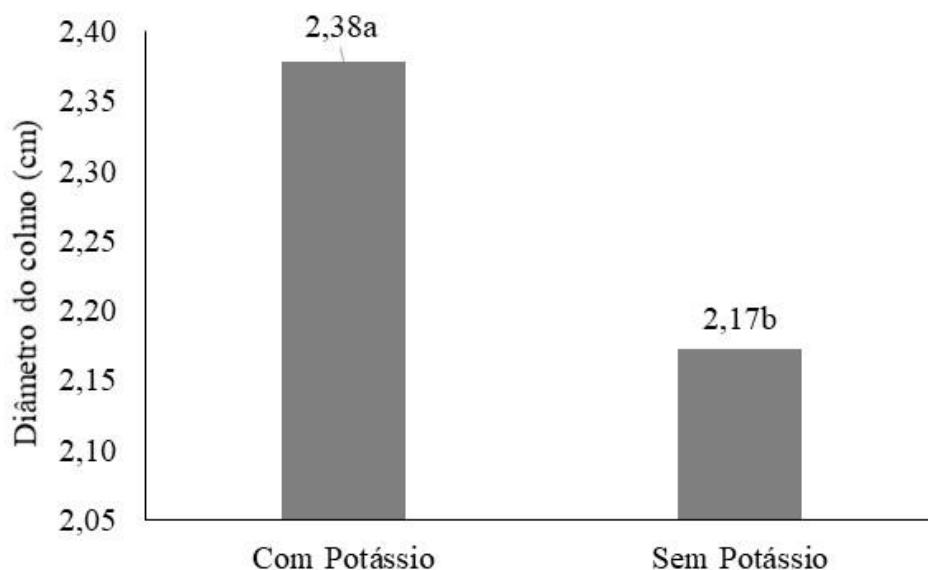
No que se refere a estatura de colmo, a média foi de 2,33 m quando feita a aplicação de potássio, resultado superior as plantas sem aplicação, que apresentaram média de 2,14 m, uma diminuição de 19 cm (Figura 5). A aplicação de potássio tem efeitos positivos no crescimento de plantas, conforme reportado por Silva et al. (2017). Isso se dá pelo fato do nutriente intensificar o desenvolvimento da parte aérea, teor de carboidratos e proteínas da planta e como também numa maior eficiência no uso da água (GIERTH e MASER, 2007).

Figura 5: Estatura de colmo de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.



Para diâmetro do colmo, houve diferença estatística quanto a aplicação de potássio, sendo que plantas submetidas a essa adubação apresentaram média de 2,38 cm, resultado superior as plantas não adubadas com potássio, que apresentaram média de 2,17 cm, uma diminuição de 21 mm no diâmetro do colmo (Figura 6).

Figura 6: Diâmetro de colmo de cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura



O diâmetro de colmo é considerado como sendo um dos atributos da produção determinantes do potencial produtivo da cultura da cana-de-açúcar. Dessa forma, se destaca a importância da adubação potássica para o aumento deste atributo, de maneira a contribuir para uma maior produtividade (SILVA, 2018).

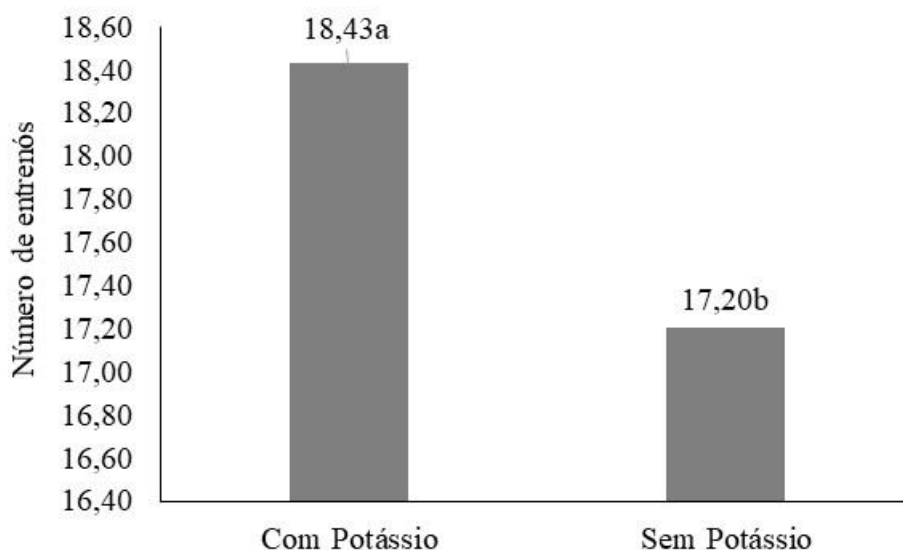
Moura (2003) observou em seus estudos que o diâmetro da cana-de-açúcar (1ª soca), sendo a variedade SP-791011, com um regime de irrigação, foi de 2,39 cm enquanto que, sem irrigação, se apresentou com 2,08 cm, sendo possível observar que nas condições do presente trabalho, mesmo sem irrigação, os valores de diâmetro foram semelhantes aos melhores resultados observados pelo autor, isso pode se dar, devido ao fato do potássio ajudar as plantas sob condições de estresse hídrico.

Feltrin et al. (2010) em seu trabalho, estudando a aplicação de K_2O , observaram que as doses menores que 60 kg ha^{-1} não afetaram a qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar, já a dose aplicada de 120 kg ha^{-1} passou a proporcionar uma produção de colmos maior, sendo essa dividida em dois parcelamentos.

A adubação com potássio favoreceu também o número de entrenós, pois houve diferença estatística para essa variável em relação ao potássio, as plantas adubadas tiveram

média de 18,43 entrenós, aumento de 1,23 unidades em relação as plantas não adubadas que apresentaram média de 17,20 entrenós (Figura 7).

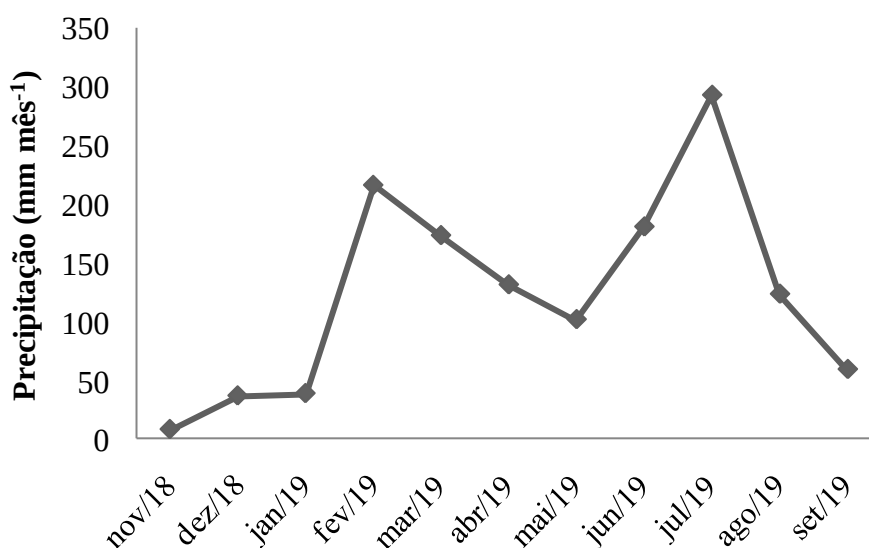
Figura 7: Numero de entrenós da cana soca em função de aplicação de potássio em cobertura.



O número de entrenós quando se apresenta como sendo maior, é interessante caso seja acompanhado também por um comprimento da planta maior, tendo em vista que se esses entrenós forem considerados pequenos, toda a produtividade da cultura é afetada de maneira direta (OLIVEIRA et al., 2011), correlacionando os resultados de altura (Figura 3) e estatura (Figura 5) obtidos com a adubação potássica e a conclusão dos autores, nota-se o quão importante foi o papel do potássio e que esse irá influenciar diretamente na produtividade.

A figura 8 mostra a distribuição da precipitação durante o experimento, conforme é possível observar houve chuva em todos os meses do experimento, nos dois primeiros meses o total precipitado foi baixo, mas após isso houve uma distribuição regular de chuvas de 1362,3 mm no total e isso pode ter influenciado nos resultados, principalmente quanto ao fator número de gemas sem a aplicação de potássio, já que não houve diferença estatística para nenhuma das variáveis, dado que as chuvas bem distribuídas podem ter favorecido as plantas sob menores densidades de plantio.

Figura 8: Distribuição da precipitação pluviométrica durante período experimental.

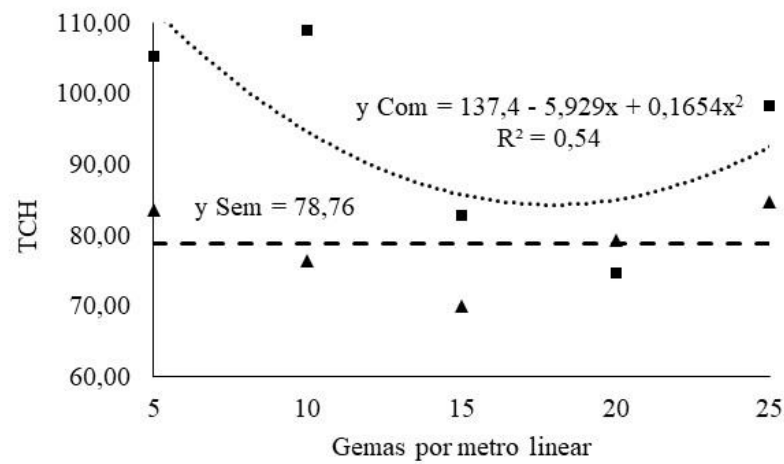


A produtividade, em toneladas de cana por hectare, para plantas adubadas com potássio teve ajuste quadrático (Figura 9), em que com o aumento do número de gemas por metro linear no plantio, houve diminuição da variável até as 17 gemas por metro linear, seguido de leve aumento de produtividade com utilização de mais de 17 gemas, mas esses resultados com maior número de gemas foram inferiores quando utilizado apenas 5 gemas por metro, onde a máxima produtividade foi alcançada (111,89 toneladas por hectare). Plantas sem aplicação de potássio não diferiram quanto a densidade de plantio, com média de 78,76 toneladas por hectare, em valores absolutos, resultado inferior em relação as plantas adubadas, independente da densidade de plantio.

Os resultados encontrados no presente trabalho, corroboram com os encontrados por Peixoto et al. (1998), em que o aumento da utilização de 4 toneladas de semente por hectare para 8 t ha⁻¹ não resultou em aumento de produtividade, o mesmo resultado foi reportado por Silva (2018) visto que não houve, em seu trabalho, diferença entre 5 para 25 gemas por metro linear para aumento na produtividade, esse aumento de densidade no plantio acarreta apenas em aumento de custos.

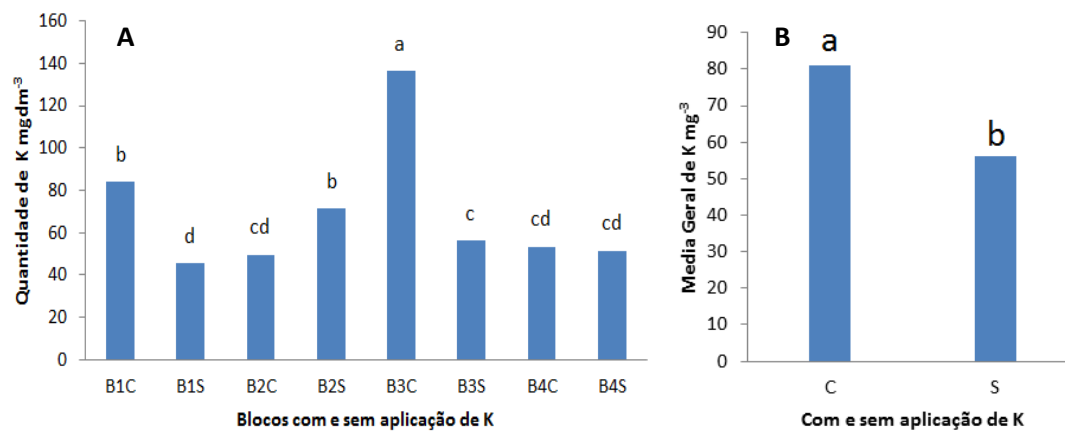
Quanto a aplicação de potássio, esse nutriente é bastante requerido pela cultura, em que, para a produção de 100 TCH são removidos 137 kg de K₂O do solo, podendo chegar até os 285 kg em solos mais ricos no nutriente (LOPES, 1989; FRANCO et al., 2008), o que demonstra o quão importante é o nutriente e justifica o aumento esse de produtividade em função de sua aplicação.

Figura 9: Toneladas de cana por hectare de cana soca em função de densidades de plantio e adubação potássica.



Na figura 10 podemos observar os níveis de potássio no solo após a colheita, onde se compararmos com a análise do solo antes da adubação (Tabela 1), veremos que em média geral teve um acúmulo do nutriente

Figura 10: Quantidade de K (mgdm⁻³) por tratamento (A) e Média geral de K (mgdm⁻³) por aplicação (B).



6 CONCLUSÕES

O aumento da densidade de plantio proporcionou decréscimo de altura e TCH com aplicação de potássio e não apresentou influência para as demais variáveis para cana de primeira soca.

A densidade de plantio em condições de manejo tradicional de adubação não apresenta variação na produtividade entre as populações estudadas.

A aplicação de potássio em cobertura foi eficiente na melhoria das variáveis de altura de planta, estatura de colmo, diâmetro do colmo, número de entrenós e TCH, sendo dessa forma, indispensável a adubação com esse nutriente para a cana-de-açúcar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo, 2008.

BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo matemático-fisiológico de estimativa**. Piracicaba, 1993. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ-USP.

COLETI, J. T. Técnica cultural de plantio. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p.284-332.

COLLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J.; **Plantio da cana-de-açúcar**. In: SAGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J.C. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 4, p. 139-153.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2018/2019. v. 5, n. 1, 10p. Maio/ 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2018/2019. v. 5, n. 3, 49 p. Dezembro/ 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2019/20. v. 6, n. 3, 58 p. Janeiro/ 2020.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV. p. 25-49, 2010.

EL-TILIB, M. A.; ELNASIKH, M. H.; ELAMIN, E. A. **Phosphorus and potassium fertilization effects on growth attributes and yield of two sugarcane varieties grown on three soil series**. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 27, n. 4, p. 663-699, 2004.

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P. SILVA, H. S.; PRADO, R.M. **Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima**. *Nucleus*, v.7, n.1, abr. 2010.

Ferreira, Daniel Furtado. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FLORES, R. A.; PRADO, R. M.; POLITI, L. S.; ALMEIDA, T. B. F. **Potássio no desenvolvimento inicial da soqueira de cana crua.** *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 106-111, 2012.

FRANCO, H. C. J.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; SARTORI, R. H.; TRIVELIN, M. O. **Acúmulo de nutrientes pela cana-planta.** *STAB Açúcar, Álcool Subprodutos*, Piracicaba, v. 26, p. 47-51, 2008.

FRANCO, H. C. J.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; SARTORI, R. H.; TRIVELIN, M. O. **Acúmulo de nutrientes pela cana-planta.** *STAB Açúcar, Álcool Subprodutos*, Piracicaba, v. 26, p. 47-51, 2008.

GARSIDE, A. L.; BELL, M. J. **Row spacing and planting density effects on the growth and yield of sugarcane.** 1. Responses in fumigated and non-fumigated soil. *Crop and Pasture Science*, Oxford, v.60, n.6, p.532-543, 2009.

GIERTH, M.; MASER, P. **Potassium transporters in plants – Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis.** *FEBS Letters*, v. 581, p. 2348-2356, 2007.

KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de açúcar para uso forrageiro.** Dissertação (Mestrado em Agronomia -Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2010.

LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** Documento, IAC, Campinas, 2012.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2012. 16p. (Documento IAC, n. 109).

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo.** Trad. e adapt. De soil Fertility manual. Piracicaba: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153 p.

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo.** Traduzido e adaptado de soil Fertility manual. Piracicaba: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153 p.

MOURA, M. V. P. S. **Resposta da cana-de-açúcar irrigada, segunda folha, a níveis de Adubação nos tabuleiros costeiros da Paraíba.** Dissertação de Mestrado. Campina Grande: UFCG, 2003. 60p.

NOCELLI, R. C. F.; ZAMBON, V.; SILVA, O. G. M. da; MORINI, M. S. de C. **Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica.** In: FONTANETTI, C. S.; 35 BUENO, O. C. (Org.). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica.** Bauru, SP: Ed. Canal 6, 2017. cap. 1, p. 13-30.

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, A. C.; SIMÕES NETO, D. E.; ROCHA, A. T.; CARVALHO, L. A. **Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos.** *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.617-625, 2011.

PATE, F. M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J. D.; EILAND, B. R. **Sugarcane as a cattle feed: production and utilization.** Florida: University of Florida/Cooperative Extension Service, 2001. 25 p.

PEIXOTO, A.A; BERTO, P.N.A.; THURLER, A.M.; DELGADO, F.R.M.C.R **Densidades de plantio com três variedades de cana-de-açúcar, em sulcos de base estreita e de base larga.** *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.106, n. 2, p.28-32,1988.

RESENDE SOBRINHO, E.A. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em Latossolo Roxo**, na Região de Ribeirão Preto/SP. Jaboticabal, 2000, 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

ROBOTHAN, B. G.; CHAPPELL, W. G. **High quality planting billets-whole-satlk planters billets compared to billets from modified and unmodified harvester.** *Proceeding Australian Society Sugar Cane Technologists*, v. 24, p. 1-10, 2002.

RODRIGUES R. C.; SOUZA J. M.; MARQUES H. I. P.; ROBSON B.; SCHMILDT E. R; **Produtividade e variáveis agroindustriais de cinco variedades de cana-de-açúcar no norte do espírito santo;** *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1443 2012.

ROSOLEM, C.A. & NAKAGAWA, J. **Residual and annual potassic fertilization for soybeans.** *Nutr. Cycl. Agroecos.*, 59:143-149, 2001.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S. & CALONEGO, J.C. **Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada.** *Pesq. Agropec. Bras.*, 41:1033-1040, 2006.

ROSSETTO, R; SANTIAGO, A. D. **Árvore do conhecimento. Cana-de-açúcar: Adubação – resíduos alternativos**. 2015.

Santos, F.; Borém, A. **Cana-de-açúcar do plantio à colheita**. 1º. Ed. Editora UFV. 2016.

SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; DE ANDRADE SOUSA, A.; BARRETO, G. F.; DA SILVA, C. N. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 2, p. 158-165, 2017.

SILVA, I. D. N. **Resposta da cana-de-açúcar ao uso de bioestimulante sob diferentes densidades de plantio**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2018.

SOUZA, F.S.; FARINELLI, R. & ROSOLEM, C.A. **Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante**. R. Bras. Ci. Solo, 31:387-392, 2007.

Stone, P. J.; Sorensen, I. B.; Jamieson, P. D. **Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cooltemperature climate**. Field Crops Research, v.48, p.169-178, 1999.

Uniam da Industria de Cana-de-açúcar- **ÚNICA**. **Acompanhamento quinzenal da safra na região Centro-Sul**, posição ate 01/01/2020. 14 p. Janeiro/2020

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, 2016, p. 66-93.