



Impactos da fertirrigação nitrogenada e potássica no rendimento agroindustrial da cana-de-açúcar

Impacts of nitrogen and potassium fertirrigation on sugarcane agroindustrial yield

DOI: 10.55905/rdelosv16.n43-025

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 06/06/2023

Welson Lima Simões

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: welson.simoes@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1474-9410>

Cíntia Patrícia Martins de Oliveira

Mestra em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Endereço: Ilha Solteira - SP, Brasil

E-mail: cintiamartins.agronoma@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7069-0508>

Alessandra Monteiro Salviano

Doutora em Agronomia

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: alessandra.salviano@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3503-6655>

Anderson Ramos de Oliveira

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: anderson.oliveira@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4089-0995>

Jucicléia Soares da Silva

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: jucicleiass@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3409-0326>



Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: mcm.teixeira-filho@unesp.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2303-3465>

Vinicius Gonçalves Torres Júnior

Licenciado em Ciências Biológicas

Instituição: Universidade de Pernambuco (UPE)

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: viniciusgoncalvestj11@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2895-8520>

Yuri Rafael Alves Sobral

Graduado em Agronomia

Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Endereço: Juazeiro - BA, Brasil

E-mail: yurisobral9@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3111-6551>

Italla Mikelly Barbosa

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sertão Pernambucano

(IF-PE) - Campus Petrolina Zona Rural

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: mikellybarbosa1234@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5210-5566>

RESUMO

Diante do elevado potencial produtivo da cana-de-açúcar na região do Vale do Submédio do São Francisco, a identificação das doses de adubo que maximizem a qualidade dos caracteres de interesse da agroindústria canavieira torna-se um fator preponderante para sustentabilidade do cultivo. Objetivou-se com este trabalho, definir as doses de nitrogênio e potássio, via fertirrigação por gotejamento subsuperficial, que proporcione a máxima qualidade agroindustrial da variedade de cana-de-açúcar RB 92579, na região do Submédio do São Francisco. O experimento foi conduzido em condições de campo, sendo os tratamentos provenientes do esquema fatorial 5 x 5 x 3, dispostos no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, sendo cinco doses de nitrogênio (0; 40; 80; 160 e 320 kg ha⁻¹ de N), cinco doses de potássio (0; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹ de K₂O) e três ciclos de cultivo (cana planta e 1^a e 2^a soca). Constatou-se que as doses de 60 kg ha⁻¹ de N e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicadas via fertirrigação por gotejamento subsuperficial, proporcionam a máxima qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar, variedade RB 92579. Contudo, a qualidade agroindustrial da cana atende às normas técnicas básicas, com as características nutricionais do próprio solo em estudo, nos três ciclos avaliados.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, adubação, irrigação, qualidade matéria-prima.



ABSTRACT

In view of the high productive potential of sugarcane in the region of the Submédio São Francisco Valley, the identification of fertilizer doses that maximize the quality of the traits of interest to the sugarcane agroindustry becomes a preponderant factor for the sustainability of the crop. The objective of this work was to define the doses of nitrogen and potassium, via subsurface drip fertigation, that provide the maximum agro-industrial quality of the sugarcane variety RB 92579, in the Submédio São Francisco region. The experiment was carried out under field conditions, with treatments coming from a 5 x 5 x 3 factorial scheme, arranged in a randomized block design, with three replications, with five nitrogen doses (0; 40; 80; 160 and 320 kg ha⁻¹ of N), five doses of potassium (0; 60; 120; 240 and 480 kg ha⁻¹ of K₂O) and three cultivation cycles (cane plant and 1st and 2nd ratoon). It was found that doses of 60 kg ha⁻¹ of N and 320 kg ha⁻¹ of K₂O, applied via subsurface drip fertigation, provide the maximum agro-industrial quality of sugarcane, variety RB 92579. sugarcane agroindustrial meets the basic technical norms, with the nutritional characteristics of the soil under study, in the three evaluated cycles.

Keywords: *Saccharum officinarum*, fertilization, Irrigation, raw material quality.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a produção de açúcar em todo o mundo, sendo também uma fonte comercialmente viável para produção de bioenergia (CHEA et al., 2020). As grandes áreas plantadas e as condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo tornam o Brasil altamente competitivo na comercialização mundial (CONAB, 2020). O Nordeste do Brasil, especialmente na região do Submédio do São Francisco, destaca-se em relação às demais áreas de cultivo no país, posto aos seus elevados índices de produtividade média, com cerca de 116 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2019).

Conforme Chea et al. (2020), a qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar além de ser necessária para alta produção de biomassa, é de fundamental importância para conseguir a recuperação máxima da sacarose ao menor custo possível. Nesse aspecto, o uso adequado da fertirrigação torna-se imprescindível, pois, permite uma maior eficiência no uso dos nutrientes, elevando a produtividade e a produção de sacarose, reduzindo assim as perdas e, conseqüentemente, os riscos de prejuízos econômicos e ambientais.

O potássio é o elemento exportado em maior quantidade, principalmente pela cana-soca e pode ser facilmente lixiviado, principalmente quando aplicado em solos mais arenosos (SALVIANO et al., 2017). Já o nitrogênio é o segundo elemento mais exigido, onde o N absorvido aumenta a atividade meristemática na parte aérea, resultando em maior perfilhamento e índice de área foliar (VIEIRA et al., 2015).



A qualidade industrial da cana-de-açúcar irrigada e fertirrigada com N e K está sendo estudada em várias regiões do país, como Bastos et al. (2017) e Salviano et al. (2017). Porém, observa-se que vários fatores podem interferir na qualidade final da matéria-prima da cana-de-açúcar conduzida sob fertirrigação em condições semiáridas, como a doses de N e K, os genótipos utilizados e as condições edafoclimáticas específicas da região (NASCIMENTO et al., 2018), sendo imprescindível a geração de conhecimento que permita o aumento da sustentabilidade. Assim, objetivou-se com este trabalho, definir as doses de nitrogênio e potássio, via fertirrigação por gotejamento subsuperficial, que proporcione a máxima qualidade agroindustrial da variedade de cana-de-açúcar RB 92579 na região do Submédio do São Francisco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um talhão comercial de usina de cana-de-açúcar localizada no município de Juazeiro, BA, a 9°25' de latitude Sul e 39°39' de longitude Oeste e altitude de 370 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é BSw^h, caracterizado como tropical semiárido, com médias anuais de umidade relativa do ar de 66%, temperatura do ar de 26,5°C e precipitação de 500 mm, irregularmente distribuída, concentrando-se nos meses de novembro a abril (LOPES et al., 2017).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, em arranjo fatorial 5 x 5 x 3, sendo cinco doses de nitrogênio (0; 40; 80; 160; e 320 kg ha⁻¹ de N), cinco doses de potássio (0; 60; 120; 240; e 480 kg ha⁻¹ de K₂O) e três ciclos de cultivo (cana planta e 1^a e 2^a soca). Os tratamentos foram aplicados via fertirrigação utilizando uréia e cloreto de potássio como fontes de N e K₂O, respectivamente.

As fertirrigações foram realizadas por um período de nove meses e interrompida no período correspondente a maturação da cana-de-açúcar, sendo realizadas 3 fertirrigações semanais. A distribuição mensal das aplicações dos tratamentos foram de 5; 10; 15; 15; 15; 15; 10; 10 e 5 % de N e 5; 5; 10; 10; 10; 15; 15; 15 e 15 % de K₂O nos três ciclos de cultivo da cana-de-açúcar.

As parcelas experimentais foram compostas por 5 fileiras duplas de cana-de-açúcar, com 12 m de comprimento. A área útil de cada parcela foi composta pelos 8 m centrais das fileiras, excluindo-se as duas fileiras da bordadura. Antes da instalação do experimento, amostras de solo



foram coletadas nas camadas de 0-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 e 0,60-0,80 m, para fins de caracterização química das mesmas (Tabela 1).

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental de cana-de-açúcar, cultivar RB 92579, na profundidade (Prof.) de 0-0,8 m.

| Prof. (m) | -----COMPLEXO SORTIVO (cmol _c dm ⁻³)----- | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|------|------|------------------|
| | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | SB | H+Al | T | Al ³⁺ |
| 0-0,2 | 3,39 | 1,78 | 0,17 | 0,08 | 5,42 | 1,08 | 6,50 | 0,07 |
| 0,2-0,4 | 3,37 | 1,62 | 0,21 | 0,03 | 5,23 | 1,04 | 6,27 | 0,06 |
| 0,4-0,6 | 3,34 | 1,61 | 0,20 | 0,04 | 5,20 | 1,06 | 6,26 | 0,05 |
| 0,6-0,8 | 3,28 | 1,66 | 0,19 | 0,04 | 5,17 | 1,19 | 6,36 | 0,05 |

| Prof. (m) | pH | V | MO | P | C.E. |
|--------------|-------|-------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | 1:2,5 | % | g kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | dS.m ⁻¹ |
| 0-0,2 | 5,97 | 83,67 | 6,63 | 1,73 | 0,12 |
| 0,2-0,4 | 5,90 | 83,44 | 4,00 | 1,14 | 0,08 |
| 0,4-0,6 | 5,73 | 83,00 | 3,25 | 1,03 | 0,07 |
| 0,6-0,8 | 5,63 | 81,00 | 2,67 | 0,85 | 0,09 |

A variedade de cana-de-açúcar avaliada foi a RB 92579, que se caracteriza pela sua boa produtividade agrícola, elevada eficiência no uso da água e recuperação em condições de estresse hídrico (OLIVEIRA et al., 2015).

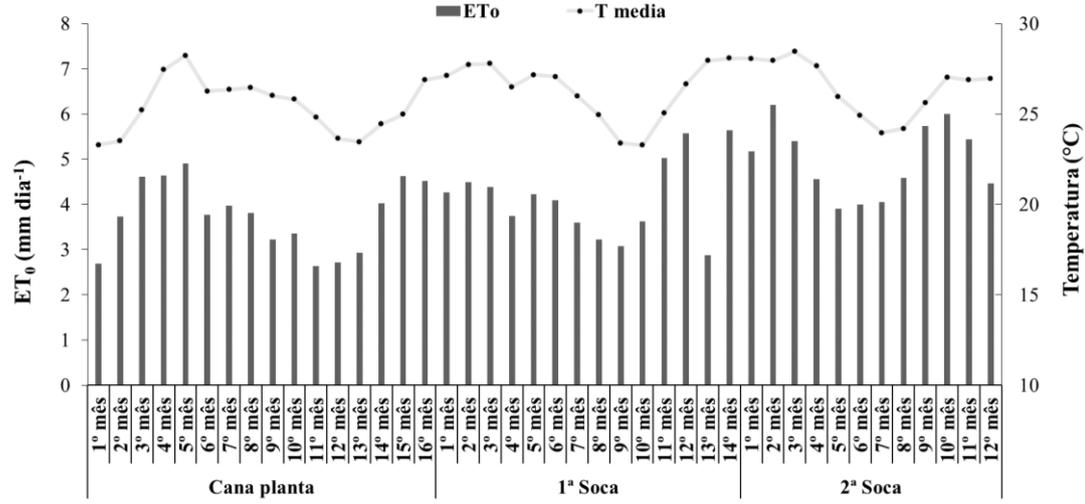
O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento subsuperficial, com vazão de 1,6 L h⁻¹ espaçados entre si em 0,50 m e enterrados à profundidade de 0,2 m. O cálculo da lâmina de irrigação do sistema foi realizado utilizando-se a evapotranspiração de referência e o Kc de cada estágio fenológico da cultura, conforme descrito por Allen et al. (2006). Os dados climáticos mensais, referentes à temperatura, precipitação e evapotranspiração obtidos de uma estação meteorológica próximo a área experimental, durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

Durante o período das colheitas foram realizadas amostragens aleatórias de 10 colmos por parcela, as quais foram encaminhados ao Laboratório da Usina para realização das análises tecnológicas dos mesmos. Foram determinadas as variáveis porcentagem de açúcar recuperável teórico (ATR), teor de sólidos solúveis (°BRIX), pureza do caldo (PZA%), porcentagem de açúcar bruto (PCC%) e porcentagem de fibra industrial (FB%), conforme normativa ABNT NBR 16271.



Os dados foram submetidos à análise de variância com o uso do programa SISVAR, para identificação da significância das fontes de variação e suas interações (teste F, $P < 0,05$). Em caso de significância, foi realizada análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático. A escolha da função foi baseada no coeficiente de determinação maior e significativo (R^2).

Figura 1 - Temperatura média, evapotranspiração (ET₀) e precipitação mensal da área experimental, Juazeiro-BA, durante o período de cultivo de cana-de-açúcar nos ciclos de cana-planta, 1ª soca e 2ª soca.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 podem ser observados o resumo da análise de variância, os coeficientes de variação (CV) e as médias gerais, para as variáveis avaliadas, em resposta aos fatores de estudo da cana-de-açúcar RB 92579 submetida a aplicação de doses de nitrogênio (N) e de potássio (K₂O), em três ciclos consecutivos de cultivo, na região do Submédio do São Francisco.



Tabela 2: P-valor do teste F da análise de variância para as variáveis, porcentagem de açúcar recuperável teórico (ATR), teor de sólidos solúveis (°BRIX), pureza do caldo (PZA%), porcentagem de açúcar bruto (PCC%) e porcentagem de fibra industrial (FB%) em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) e de potássio (K₂O), em três ciclos de cultivo de cana-de-açúcar.

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | | | |
|--------------------------|----|----------------------|---------|---------|--------------------|--------------------|
| | | ATR | BRIX | PZA | PCC | FB |
| Bloco | 2 | 27,54 | 0,06 | 1,07 | 0,33 | 1,94 |
| Ciclo (C) | 2 | 1281,05** | 25,92** | 51,92** | 13,37** | 112,20** |
| Doses (N) | 4 | 66,14 ^{ns} | 1,48* | 4,68* | 0,79 ^{ns} | 0,69 ^{ns} |
| Doses (K ₂ O) | 4 | 105,10 ^{ns} | 4,52** | 6,06* | 1,23 ^{ns} | 1,45* |
| C x N | 8 | 75,98 ^{ns} | 2,11** | 6,07** | 0,90 ^{ns} | 1,82** |
| C x K ₂ O | 8 | 22,56 ^{ns} | 1,23* | 4,13* | 0,29 ^{ns} | 1,00* |
| N x K ₂ O | 16 | 36,34 ^{ns} | 1,09* | 5,38** | 0,42 ^{ns} | 0,78* |
| C x N x K ₂ O | 32 | 51,53 ^{ns} | 1,1* | 6,03** | 0,55 ^{ns} | 1,13** |
| CV (%) | | 4,88 | 3,76 | 1,58 | 5,17 | 4,13 |
| Média | | 141,20 | 21,11 | 85,15 | 14,08 | 16,24 |

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo, ** significativo ao nível de probabilidade de 1%, * significativo ao nível de probabilidade de 5% pelo teste de F.

O teor de sólidos solúveis (°Brix), apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para a interação tripla entre os fatores avaliados, O desdobramento dessa interação demonstrou que o °Brix da cana-de-açúcar variedade RB 92579, responde diferentemente à adubação ao longo dos ciclos de cultivo, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para determinação dos valores de sólidos solúveis (°Brix) e pureza do caldo e teor de fibra da cana-de-açúcar em função das doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}$), aplicadas em cada dose de N ($kg\ ha^{-1}$) nos três ciclos de cultivo.

| N | Sólidos solúveis (°Brix) | | Pureza do caldo (PZA) | | Teor de fibra da cana (FB) | |
|--------------------|---------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|----------------|
| | Equação | R ² | Equação | R ² | Equação | R ² |
| Cana Planta | | | | | | |
| 0 | $\hat{y} = \bar{y} = 22,80$ | -- | $y = -0,00008x^{2*} + 0,017x + 85,5$ | 0,99* | $\hat{y} = \bar{y} = 12,25$ | -- |
| 30 | $y = 0,006x^{**} + 20,60$ | 0,93** | $\hat{y} = \bar{y} = 83,24$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 15,90$ | -- |
| 60 | $y = -0,00006x^{2**} + 0,024x^{**} + 20,5$ | 0,77** | $y = 0,00008x^{2*} - 0,016x + 85,62$ | 0,90* | $y = 0,0039x^* + 14,86$ | 0,71* |
| 120 | $y = -0,00005x^{2*} + 0,014x^* + 21,14$ | 0,78** | $y = 0,000x^{2**} - 0,032x^{**} + 85,03$ | 0,76** | $\hat{y} = \bar{y} = 15,32$ | -- |
| 240 | $\hat{y} = \bar{y} = 21,23$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 85,43$ | -- | $y = 0,0045x^* + 14,958$ | 0,86* |
| 1ª Soca | | | | | | |
| 0 | $y = -0,00006x^{2**} + 0,019x^{**} + 20,50$ | 0,83** | $y = -0,00008x^{2*} + 0,017x + 85,5$ | 0,99* | $y = 0,0041x^{**} + 17,475$ | 0,90** |
| 30 | $y = -0,00005x^{2*} + 0,011x + 20,84$ | 0,98* | $\hat{y} = \bar{y} = 85,17$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 17,32$ | -- |
| 60 | $y = -0,00005x^{2**} + 0,019x^{**} + 20,37$ | 0,71** | $y = 0,00008x^{2*} - 0,016x + 85,62$ | 0,90* | $y = 0,0038x^* + 17,373$ | 0,92* |
| 120 | $\hat{y} = \bar{y} = 21,90$ | -- | $y = 0,000x^{2**} - 0,032x^{**} + 85,03$ | 0,76** | $y = -0,00004x^{2*} + 0,0085x + 17,96$ | 0,87* |
| 240 | $\hat{y} = \bar{y} = 21,21$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 84,29$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 17,44$ | -- |
| 2ª Soca | | | | | | |
| 0 | $y = 0,004x^* + 19,75$ | 0,97* | $y = -0,00009x^{2*} + 0,031x^{**} + 84,73$ | 0,99* | $\hat{y} = \bar{y} = 15,24$ | -- |
| 30 | $\hat{y} = \bar{y} = 19,20$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 86,46$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 15,55$ | -- |
| 60 | $y = 0,004x^* + 19,61$ | 0,86* | $y = 0,007x^* + 85,58$ | 0,79* | $y = -0,0055x^{**} + 16,004$ | 0,91** |
| 120 | $\hat{y} = \bar{y} = 20,73$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 85,59$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 16,05$ | -- |
| 240 | $y = -0,00008x^{2**} + 0,027x^{**} + 20,07$ | 0,85** | $\hat{y} = \bar{y} = 85,93$ | -- | $\hat{y} = \bar{y} = 15,53$ | -- |

As médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna entre as doses K_2O , não diferem umas das outras e as médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha entre os ciclos, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), * e ** - Significativo em $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente.



O teor de °Brix na cana planta apresentou resposta linear às doses de potássio com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, sendo a maior média obtida de 22,6 %, referente a dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O. Quando foram utilizadas as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, apresentou resposta quadrática, com valores máximos de 22,9 e 22,1 % nas doses de 200 e 140 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Observa-se que na 1ª soca houve resposta quadrática com a aplicação de 0; 30 e 60 kg ha⁻¹ de N, sendo os valores máximos obtidos de 22,0; 21,4 e 22,1 % relacionados às doses de 158; 140 e 190 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Tabela 3).

Para a 2ª soca, nas doses 0 e 60 kg ha⁻¹ de N, houve resposta linear para a adubação potássica, sendo as maiores médias observadas de 21,1 e 20,9 %, referentes a dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O. Quando se utilizou 240 kg ha⁻¹ de N, os dados ajustaram-se ao modelo quadrático, com teor máximo de 22,34 % com a aplicação de 168 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 3).

Apesar da elevação dos valores de Brix com o aumento das doses de K₂O, alcançando valores de até 22,9 %, os teores de °Brix foram satisfatórios em todas as doses e ciclos, visto que, o setor sucroalcooleiro considera, entre outras características avaliadas, um valor mínimo de 18% °Brix no caldo para industrialização da cana (FERNANDES, 2011). Esta resposta no aumento do teor de °Brix, com maior exigência de potássio nos ciclos quando comparada a do nitrogênio, pode estar associada à importância desse nutriente, na síntese de açúcares e na translocação de carboidratos, aumentando a qualidade do caldo (SILVEIRA et al., 2015).

Nascimento et al. (2018), avaliaram na primeira soca os parâmetros tecnológicos de qualidade de cana-de-açúcar em resposta à aplicação de N e K₂O em fertirrigação por gotejamento subsuperficial. Estes autores observaram maior valor estimado de °Brix (20,0%) com a combinação (60 kg ha⁻¹ N e 180 kg ha⁻¹ K₂O). Contudo, o °Brix que encontramos foi mais elevado na 1ª soca (Tabela 3).

Contudo, na 2ª soca foi observado uma necessidade de fertirrigação potássica com doses relativamente elevadas para favorecer o teor de °Brix. Salviano et al. (2017) investigaram a exportação de nutrientes de cana-de-açúcar, em condições semiárida, e constataram a ordem K > N > S > Ca > P > Mg, em que K é o nutriente mais exportado com 87% do total absorvido. Esta condição implica em grande exportação de K ao longo das colheitas da cana, sendo importante sua reposição ao solo por meio da adubação.

A quantidade de sacarose e dos demais sólidos solúveis são refletidas por meio da pureza do caldo (FERNANDES, 2011). O desdobramento da interação da tripla entre os fatores



estudados demonstrou que a cana-de-açúcar responde diferentemente a aplicação das doses do N e do K ao longo dos ciclos quanto ao teor de (PZA) (Tabela 3).

Os dados de teor de PZA em cana planta apresentou comportamento quadrático nas doses com 0, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, sendo os valores máximos obtidos 86,4; 88,5 e 86,3 % para as doses de 106, 320 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Já na 1^a soca houve resposta linear à aplicação de potássio quando se aplicou 30 kg ha⁻¹ de N. Nesse caso, a maior média observada foi 85,1 %, na dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O. Houve resposta quadrática para as doses de potássio, quando associada as doses de 0, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, tendo valores máximos de 85,4; 86,7 e 86,4 % nas doses de 320, 160 e 127 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Tabela 3).

Para a 2^a soca, houve acréscimo linear de PZA em função das doses de K₂O quando se aplicou a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, sendo a maior média observada 88,0 %, referente a dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O. No entanto, quando não houve aplicação de N, os dados ajustaram-se ao modelo quadrático, alcançando teor máximo de 87,3 % quando se aplicou 172 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 3).

Oliveira et al. (2012), avaliando as características industriais em soqueira, verificaram, na variedade RB 855453, aumento no PZA sob fertirrigação nitrogenada e potássica com as doses (71 kg ha⁻¹ de N e 166 kg ha⁻¹ de K₂O). Já Nascimento et al. (2018), investigando o rendimento agroindustrial da cana-de-açúcar em cana planta, constataram na variedade RB 92579, que a fertirrigação com as doses de N e K₂O (60; 80; 120; 160 e 180 kg ha⁻¹) não afetam o teor de PZA.

Dessa forma, observa-se que algumas variedades de cana apresentam comportamento diferenciado para um uso eficiente do N absorvido, uma vez que possuem a capacidade de melhor aproveitar o nutriente sem afetar a qualidade do caldo (RHEIN et al., 2016). Outro fator de destaque pode ser observado para determinadas variedades da cana-de-açúcar, com relação à sua capacidade de absorver quantidades de K superiores às suas necessidades, facilitando o transporte de K da raiz para os órgãos de reserva, especialmente quando o nutriente é fornecido em excesso (ALMEIDA et al., 2015).

Sendo assim, para favorecer a pureza do caldo da cana nos ciclos (cana planta), (1^a soca) e (2^a soca), a aplicação da dose com 60 kg ha⁻¹ de N, associada a utilização de doses relativamente elevadas de K₂O, pode estar mais relacionada às características genéticas da variedade RB 867515.



A fibra industrial, resultado da avaliação da matéria-prima, constitui-se de grande importância na agroindústria canieira (FERNANDES, 2011). Na Tabela 3 encontramos os p-valores para as equações de regressão para fibra da cana (FB). O desdobramento significativo de doses de K_2O dentro de ciclos de cultivo e doses de N demonstrou que a cana-de-açúcar responde diferentemente a aplicação das doses ao longo dos ciclos quanto ao teor de FB.

Nas doses de 60 e 240 $kg\ ha^{-1}$ de N, o teor de FB, na cana planta, respondeu de forma linear à aplicação de potássio, sendo as maiores médias, obtidas na dose de 320 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , de 16,0 e 16,1 %, respectivamente. Na 1ª soca o mesmo comportamento ocorreu quando se utilizou as doses 0 e 60 $kg\ ha^{-1}$ de N, sendo o valor médio máximo obtido para FB de 18,71 % referente a dose de 320 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , nos dois casos. Entretanto, para a dose de 120 $kg\ ha^{-1}$ de N, o comportamento foi quadrático, sendo o valor máximo de FB de 18,4%, aplicando-se 106 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O . Para o 3º ciclo, houve redução linear da FB, para a dose 60 $kg\ ha^{-1}$ de N, em reposta às doses de potássio aplicadas, com maior média obtida de 16,2 %, quando não houve aplicação de K_2O (Tabela 3).

Segundo Fernandes (2011), quanto mais alta a fibra da cana-de-açúcar, menor será a eficiência de extração do caldo, sendo recomendados teores médios de fibra entre 11% e 13%. Contudo, na região nordeste devido à maior evapotranspiração de cana o teor de fibra é mais alto (BEZERRA et al., 2017). Assim, o elevado teor de fibra tem sua importância no âmbito da cogeração de energia, tanto quando o bagaço de cana é empregado na queima em caldeiras da própria usina ou na venda do material excedente (SANTOS; OLIVEIRA; BARBOSA, 2018).

As adubações nitrogenada e potássica tanto aplicadas isoladamente quanto em conjunto influenciam o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar (BASTOS et al., 2017). Nesse aspecto, nos três ciclos, todas as combinações de N e K_2O são mais favoráveis à produção de bioenergia, por possuírem alto teor de fibras, que à extração de caldo.

Em relação ao teor de açúcar recuperável teórico (ATR) e a porcentagem de açúcar bruto (PCC), que representa a porcentagem de sacarose contida numa solução de açúcares (FERNANDES, 2011), estas variáveis apresentaram diferença significativa apenas para os ciclos de cultivo, sendo o teste de médias apresentado na Tabela 4.



Tabela 4. Médias do Açúcar recuperável teórico (ATR) e da porcentagem de açúcar bruto (PCC) de cana-de-açúcar nos ciclos de cana-planta, 1ª soca e 2ª soca.

| | ATR (%) | PCC (%) |
|-------------|---------|---------|
| Cana planta | 145,96a | 14,57a |
| 1ª soca | 138,51b | 13,79b |
| 2ª soca | 139,14b | 13,89b |

*Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tanto o açúcar total recuperável (ATR) quanto o (PCC) apresentaram médias mais elevadas no ciclo da cana planta, não diferindo nos seguintes ciclos. Esses parâmetros de qualidade tecnológica exercem grande importância para a indústria, bem como para os produtores, uma vez que a partir desta as unidades industriais elaboram o preço pago aos produtores, seguindo uma metodologia descrita pela Fernandes (2011).

Conforme Castro (2016), a cultura da cana-de-açúcar possui duas fases principais no seu ciclo de desenvolvimento, fase de crescimento vegetativo, que é necessário um clima quente e úmido, e a fase de maturação, beneficiada pelo clima mais ameno e seco, o que favorece o acúmulo de sacarose pela planta. Nesse aspecto, o maior teor de ATR e PCC no primeiro ciclo de cultivo (cana planta) indica que a redução da temperatura no final do ciclo (Figura 1) favoreceram a cana a expressar o total potencial para acumular sacarose.

Chea et al. (2020) apontam que, fisiologicamente, a maturação e o acúmulo de sacarose podem ser afetados por fatores ligados ao metabolismo e desenvolvimento da planta e fatores edafoclimáticos. Nesse aspecto, o teor de sacarose está diretamente relacionado com a maturação da cana-de-açúcar, que em seu colmo maduro apresenta proporções diferentes de açúcares, em destaque para a glicose e a frutose no colmo verde e a sacarose no colmo maduro (PARAZZI et al., 2018).

4 CONCLUSÕES

As doses de 60 kg ha⁻¹ de N e 320 kg ha⁻¹ de K²O, aplicadas via fertirrigação por gotejamento subsuperficial, proporcionam a máxima qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar, variedade RB 92579. Apesar da qualidade agroindustrial do canavial estar dentro dos limites mínimos exigidos, sem o uso de fertirrigação nitrogenada e potássica, houve aumento da demanda de N e K₂O em função dos ciclos de cultivo.



REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G; PEREIRA, S; RAES, D. L. ; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo**, Guías para ladeterminación de los requerimientos de agua de los cultivos, Roma: FAO, 2006, 298p.

ALMEIDA, H. J.; CRUZ, F. J. R.; PANCELLI, M. A.; FLORES, R. A.; VASCONCELOS, R. D. L.; MELLO P. R. Decreased potassium fertilization in sugarcane ratoons grown under straw in different soils. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n.7, p.596-604, 2015.

BASTOS, A.; TEODORO, J.; TEIXEIRA, M.; SILVA, E.; COSTA, D.; BERNARDINO, M. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica no crescimento da cultura da cana-de-açúcar segunda soca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 554-566, 2017.

BEZERRA, J. D. C.; FERREIRA, G. D. G.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. W.; ANDRADE, A.; NASCIMENTO, J. R. S. Biometric and chemical characteristics of sugar cane varieties for use as forage in limiting soil water conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, 2017.

CASTRO, R. C. **Fisiologia aplicada à cana-de-açúcar**. STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, s/v, s/n, p, 81-90, Piracicaba – SP, 2016.