

Crescimento, qualidade industrial e balanço de nutrientes de cultivares de cana-de-açúcar sob adubação no Cerrado

Growth, industrial quality, and nutrient balance of sugarcane cultivars under fertilization in the Cerrado (Brazilian savanna)

Crecimiento, calidad industrial y balance de nutrientes de cultivares de caña de azúcar bajo fertilización en el Cerrado

Recebido: 12/12/2020 | Revisado: 22/12/2020 | Aceito: 26/12/2020 | Publicado: 28/12/2020

Pedro Henrique Martins Cintra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1517-8720>

Compass Minerals, Brasil

E-mail: pedrocintra.agro@gmail.com

Roriz Luciano Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4270-5423>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: roriz.machado@ifgoiano.edu.br

Fernando Henrique Arriel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5246-6430>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: fernandoarriel.eng.agro@gmail.com

Henrique Fonseca Elias de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8698-292X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: henrique.fonseca@ifgoiano.edu.br

Frederico Antonio Loureiro Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4152-5087>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: frederico.soares@ifgoiano.edu.br

Ana Paula Santos Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2734-655X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: anapaula.oliveira@ifgoiano.edu.br

Kassia Cristina de Caldas Rabelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0990-675X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: kassia.rabelo@ifgoiano.edu.br

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar resposta de cultivares de cana-de-açúcar à adição de doses crescentes de NPK em Ceres (GO) em Latossolo Vermelho na safra 2018/2019. O delineamento foi inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo 2x4x7, sendo duas cultivares (RB92579, SP801816), quatro doses de adubação (0, 250, 500 e 750 kg ha⁻¹ de NPK 05-25-25) e sete épocas de avaliação, com quatro repetições. No final de ciclo, não houve o fator épocas, configurando um arranjo fatorial 2x4, com 4 repetições. As variáveis de crescimento foram: número de perfilhos (NP), altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de folhas verdes (NF) e número de gemas (NG); e as de final de ciclo, tonelada de colmos por hectare (TCH), °Brix, teor de sacarose aparente no caldo (Pol) e açúcares totais recuperáveis (ATR). Avaliou-se também o balanço de nutrientes para P e K. As variáveis DC, NF e NG não diferiram estatisticamente para cultivar x adubação. TCH não diferiu para os tratamentos. O NP máximo ocorreu aos 150 dias após plantio na cultivar RB92579 e foi linear para SP801816. A adubação influenciou °Brix, Pol e ATR. Para RB92579, a resposta foi linear para Brix, Pol e ATR. Doses de máxima eficiência técnica para RB92579 e SP801816 variam de 455,6 a 750 e 442,7 a 750 kg ha⁻¹, respectivamente. RB92579 apresenta maior (9,7%) TCH que SP801816. Doses NPK 5-25-25 a partir de 500 kg ha⁻¹ apresentam balanço positivo para K e P, respectivamente, para cana-planta nas condições do estudo.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Nutrição de plantas; *Saccharum officinarum*; Balanço nutricional.

Abstract

This paper aimed to evaluate the response of sugarcane cultivar to the addition of increasing NPK doses in Oxisol, in Ceres municipality, Goiás State (GO), Brazil, in the 2018/2019 harvest. The first experiment was in completely randomized design (CRD) in 2x4x7 split-plot scheme with two cultivars (RB92579 and SP801816), four fertilizer NPK 05-25-25 doses (0, 250, 500, and 750 kg ha⁻¹) in seven evaluation periods (every two months) with four

replicates. In the experiment end-cycle, there was no period factor, setting a 2x4 factorial arrangement, also with four replicates. The growth variables were: (a) number of tillers (NT); (b) plant height (PH); (c) culm diameter (CD); (d) number of green leaves (GL); and (e) number of buds (NB). The end-cycle variables were: (a) ton of culms per hectare (TCH); (b) °Brix; (c) apparent sucrose content in the broth (Pol); and (d) total recoverable sugars (TRS). The phosphorus (P) and potassium (K) nutrient balance in the soil and in the crops was also evaluated. The variables CD, GL and NB no showed significant interaction for cultivation x fertilization. TCH did not differ for treatments. The fertilization influenced the °Brix, Pol, FC, and TRS. For the RB92579 cultivar, the response was linear for °Brix, Pol, and TRS. Maximum tillering occurred at 150th day after planting (DAP) in the RB92579 cultivar and was linear for SP801816 cultivar. The maximum technical efficiency of NPK 05-25-25 doses for the RB92579 and SP801816 cultivars vary from 455.6 to 750 and 442.7 to 750 kg ha⁻¹, respectively. The RB92579 showed higher yield (9.7% - TCH) than SP801816 cultivar. Doses from 500 kg ha⁻¹ showed a positive balance for K and P, respectively, for sugarcane plant, under this study conditions.

Keywords: Soil fertility; Plant nutrition; *Saccharum officinarum*; Nutritional balance.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de cultivares de caña de azúcar a la adición de dosis crecientes de NPK en Ceres (GO) en Oxisol en la zafra 2018/2019. El diseño fue completamente al azar en una parcela dividida en tiempo de 2x4x7, con dos cultivares (RB92579, SP801816), cuatro dosis de fertilizante (0, 250, 500 y 750 kg ha⁻¹ de NPK 05-25-25) y siete periodos de evaluación, con cuatro repeticiones. Al final del ciclo, no hubo factor tiempo, configurando un arreglo factorial 2x4, con 4 repeticiones. Las variables de crecimiento fueron: número de macollos (NM), altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas verdes (NHV) y número de yemas (NY); y al final del ciclo, tonelada de tallos por hectárea (TTH), Brix, contenido aparente de sacarosa en el caldo (Pol) y azúcares recuperables totales (ART). También se evaluó el balance de nutrientes para P y K. Las variables DT, NHV y NY no difirieron estadísticamente para cultivo x fertilización. El TTH no difirió para los tratamientos. El NM máximo se produjo 150 días después del plantío en el cultivar RB92579 y fue lineal para SP801816. La fertilización influyó en Brix, Pol y ART. Para RB92579, la respuesta fue lineal para Brix, Pol y ART. Las dosis máximas de eficiencia técnica para RB92579 y SP801816 varían de 455,6 a 750 y de 442,7 a 750 kg ha⁻¹, respectivamente. RB92579 tiene un TTH más alto (9,7%) que SP801816. Las dosis de NPK

5-25-25 de 500 kg ha⁻¹ muestran un balance positivo para K y P, respectivamente, para la planta de caña en las condiciones del estudio.

Palabras clave: Fertilidad del suelos; Nutrición vegetal; *Saccharum officinarum*; Equilibrio nutricional.

1. Introdução

A região Centro-Oeste do Brasil apresenta há alguns anos processo significativo de expansão da área de cana-de-açúcar para atender a demanda de produção de açúcar e etanol (Bernardo et al., 2019). O estado de Goiás destaca-se no cenário nacional com um crescimento de 220% na produção de etanol e de mais de 110% na área plantada com cana-de-açúcar nas últimas seis safras. Desse montante, a região do vale do rio São Patrício, situada no Centro Norte, concentra aproximadamente 30% da área plantada com a cultura no estado. Região tradicional de pequenos produtores rurais ligados à produção de grãos e pecuária (principalmente leite), a região tem cedido cada vez mais espaço para a atividade sulcro-alcooleira em função de seis usinas em funcionamento e em processo de expansão (Ávila; Ávila; Altafin, 2011).

Com essa demanda crescente de matéria-prima, a otimização dos sistemas produtivos deve ser prioridade, com seleção de cultivares mais adaptadas. Embora o potencial biológico de uma variedade de alto rendimento seja função do material genético, para que expresse o máximo possível em condições de campo, é necessário pacote adequado de insumos e práticas culturais em condição agrícola específica, como, por exemplo, a fertilização e irrigação adequadas (Hussain et al., 2017).

De acordo com Sedyama et al. (2009), trabalhos objetivando quantificar os nutrientes removidos pelas culturas na colheita são de grande utilidade para determinar a quantidade necessária de nutrientes a serem restituídos servindo de critério de recomendação para os ciclos seguintes. No caso da cana-de-açúcar, é sempre necessário levar em consideração a idade da lavoura (cana-planta/cana-soca).

Em média, valores de 179, 25, 325, 226 e 87 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, são atribuídos à extração pela cultura, gerando a ordem decrescente de utilização de K > Ca > N > Mg > P (Oliveira et al., 2010). Segundo os autores a exportação média de N, P, K, Ca e Mg pelos colmos de cana-de-açúcar fica em torno de 92, 15, 188, 187 e 66 kg ha⁻¹, o que corresponde, respectivamente, a 51, 60, 58, 83 e 76 % dos nutrientes extraídos pela parte aérea de cana-planta. De acordo com Chohan et al. (2013), para

produtividade de 125 t ha⁻¹ dessa cultura são removidos, em média, 83 kg de N, 37 kg de P₂O₅ e 168 kg de K₂O.

Atualmente a colheita de cana crua é estimada em 90% da cana colhida na região centro sul do Brasil. A quantidade de palhada gerada pela colheita de cana-de-açúcar sem queima pode variar de 10 a 20 t ha⁻¹ de matéria seca, e tem o potencial de aumentar o conteúdo de matéria orgânica e liberar nutrientes para o solo (Ferreira et al., 2016). Desta forma, a palha pode devolver P e K entre outros nutrientes, aumentando as entradas, e com isso o balanço, o que possibilita a diminuição da dose de adubação via fertilização mineral.

O balanço de nutrientes é um importante indicador de sustentabilidade da agricultura, o qual contabiliza as entradas (adubação, correção do solo e fixação biológica de nitrogênio) e saídas de nutrientes no sistema (extração pelas partes colhidas; e perdas). Dessa forma, ele pode comprovar se as adubações e correções estão sendo capazes de repor as quantidades de nutrientes que saem do sistema na colheita, ou se as safras estão complementando suas necessidades nutricionais com a fixação biológica de nitrogênio (FBN) ou com outras fontes, como as reservas do solo, reduzindo assim sua fertilidade (Guareschi et al., 2019). Na região do Vale do São Patrício (microrregião Ceres), essas informações são escassas e sua disponibilidade pode contribuir para o uso mais sustentável do solo, justificando esse trabalho.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, a qualidade industrial e o balanço nutrientes do solo e da lavoura de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação mineral no cerrado central de Goiás.

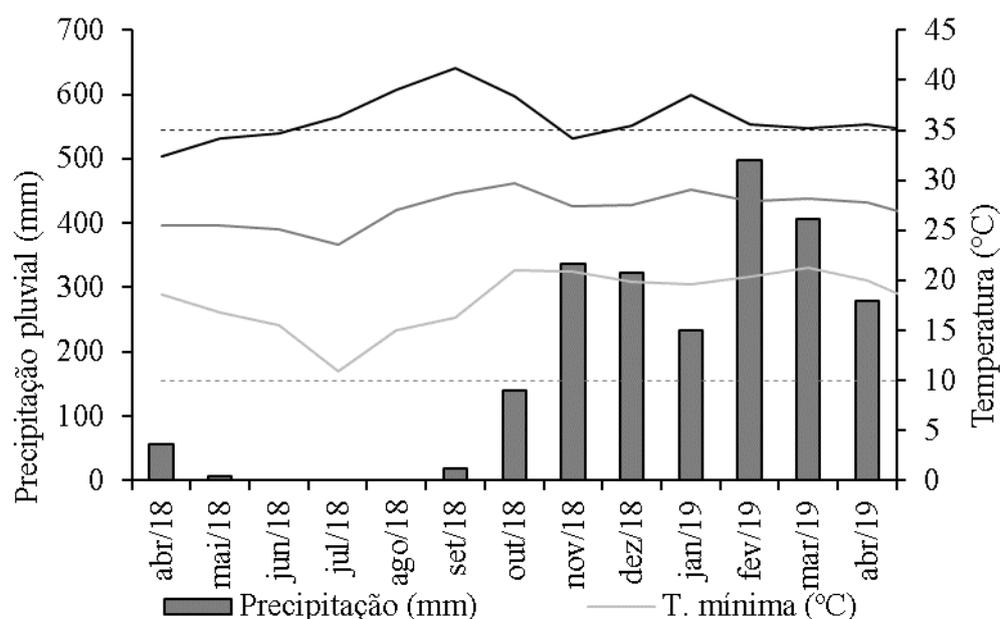
2. Metodologia

O trabalho foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Cana-de-Açúcar, área oriunda da parceria entre o Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e a usina CRV Industrial de Carmo do Rio Verde (GO), pertencente ao grupo Japungú do estado da Paraíba. A metodologia utilizada neste trabalho foi com base em pesquisa experimental, ou seja, com a construção de hipóteses e teste de tratamentos e variáveis respostas buscando estudar as relações causa e efeito (Koche, 2011).

O experimento de crescimento e qualidade industrial foi conduzido no período de 8 de abril de 2018 a 20 de junho de 2019, e em seguida, o experimento de balanço nutricional, no período de 17 de outubro de 2019 a 17 de janeiro de 2020. A área está localizada nas coordenadas geográficas latitude 15°20'42" Sul, longitude 49°36'22" Oeste, com 586 m de

altitude. O clima do local é classificado como Aw no Sistema Internacional de Köppen, com verão quente e chuvoso e, inverno ameno e seco. Os valores de precipitação pluvial, temperatura máxima, mínima e média são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluvial, temperatura mínima, máxima e média, durante o período experimental, na Unidade de Pesquisa em Cana-de-Açúcar em Ceres-GO.



Fonte: Leal et al. (2020).

No período experimental de crescimento e qualidade tecnológica, houve precipitação de 2296,13 mm (dados não consistidos). Já no experimento de balanço nutricional de fósforo e potássio, a precipitação foi de 805,78 mm (dados não consistidos; não apresentados). Para caracterização da fertilidade do solo, foram coletadas amostras de solo deformadas na camada de 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m de profundidade, cujos resultados foram: 3,5; 1,5; 0; 2,15; 0,13 e 7,28 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para Ca, Mg, Al, H+Al, K e CTC respectivamente na camada de 0-0,2 m e; 3,05; 1,3; 0; 1,55; 0,095 e 5,99 na camada de 0,2-0,4 m. Para P_{Mehlich} e K em mg dm^{-3} os teores foram de 3,2 e 66,2 na camada de 0-0,2 m e de 2,9 e 38 na camada de 0,2-0,4 m, respectivamente. A matéria orgânica apresentou valores de 18 e 15,5 g kg^{-1} da primeira para a segunda camada, o $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ 5,55 e 5,65 para as mesmas camadas, enquanto o V% 70,37 de 0-0,2 m e 74,14 de 0,2-0,4 m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo 2x4x7, para as variáveis de crescimento, e 2x4 para as variáveis de final de ciclo, sendo duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579, SP801816), 4 doses de adubação

(0, 250, 500 e 750 kg ha⁻¹) da formulação NPK 05-25-25 e 7 épocas de avaliação (60, 120, 180, 240, 300, 360 e 420 DAP), com quatro repetições.

O real fornecimento de nutrientes para cada uma das cultivares equivaleu a 12,5 kg ha⁻¹ de N, 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 62,5 kg ha⁻¹ de K₂O; 25 kg ha⁻¹ de N, 125 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 125 kg ha⁻¹ de K₂O; 37,5 kg ha⁻¹ de N, 187,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 187,5 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, para as doses de 250, 500 e 750 kg ha⁻¹ da formulação NPK 05-25-25.

As parcelas experimentais foram compostas por 10 fileiras de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,50 m e 100 metros de comprimento (10 linhas x 100 m), totalizando 1500 m². A parcela útil foi composta por 4 fileiras centrais de 2 metros lineares, totalizando 8 m lineares ou 12 m².

O preparo do solo foi do tipo convencional, com duas gradagens pesadas para destruição de soqueiras (reforma), seguidas de subsolagem. Após a primeira gradagem, foi feita a correção de solo com aplicação de 3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT 95% e 1,13 t ha⁻¹ de gesso agrícola. O sulcamento foi feito a 25 cm na véspera do plantio, sendo semimecanizado e de forma vegetativa no dia 8 de abril de 2018, com densidade média de 18 gemas por metro.

Foi feita aplicação de lâmina de irrigação de 60 mm via carretel de aspersão da marca IrrigaBrasil, modelo GSV/350, parcelada em duas vezes na área. A primeira aplicação foi de 40 mm aos 60 DAP (junho/2018) e a segunda, de 20 mm aos 150 DAP (setembro/2018). Em ambos os casos, foram aferidas as uniformidades de aplicação pelo método do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). Dessa maneira, foram encontrados valores de uniformidade de 69,27 e 62,34% para as lâminas de 40 e 20 mm, respectivamente.

A partir dos 60 DAP, foram analisados os seguintes parâmetros com intervalos de 60 dias até a colheita (438 DAP): número de perfilhos (quantidade/metro), altura de plantas, diâmetro do colmo, número de folhas verdes e número de gemas. Ao final do ciclo, foram avaliados os atributos °Brix, Pol, açúcares totais recuperáveis (ATR) e produtividade (tonelada de colmos por hectare -TCH).

As avaliações de altura de plantas, diâmetro de colmos, número de folhas e número de gemas foram feitas nas cinco plantas mais desenvolvidas na área útil. A população de perfilhos foi avaliada em cada período pela contagem do número de plantas contidas em 2 m lineares de cada parcela, de acordo com Aquino & Medina (2014). O diâmetro do colmo foi determinado com o auxílio de paquímetro na altura mediana do colmo (entre o 1° e 2° terços), conforme Oliveira et al. (2014). Para altura de plantas, mediu-se a distância da superfície do solo até a última região auricular visível da folha +1 (Costa et al., 2011).

O °Brix, Pol e o ATR foram determinados no laboratório de análises agroindustriais da usina CRV Industrial. A TCH foi determinada multiplicando o peso da fitomassa da parte aérea (colmos) em 1 metro linear pelo comprimento total das linhas de plantio em um hectare (Costa et al., 2011).

Os resultados foram submetidos às análises de pressuposições da análise de variância (normalidade e homogeneidade), análise de variância (ANOVA), e aos tratamentos significativos para doses de NPK e épocas de avaliação, foi aplicada a análise de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar.

Para o cálculo do balanço de P e K no sistema, avaliaram-se duas situações. A primeira, como sendo “balanço no solo”, contabilizou-se os teores de P e o K disponíveis no solo na camada de 0 a 0,2 m de profundidade antes da implantação do experimento (abril 2018), depois da colheita (outubro de 2019), bem como, os teores devolvidos ao sistema após três meses de decomposição da palhada (janeiro de 2020). Utilizou-se a equação adaptada por Ferreira et al. (2011).

$$\text{Balanço no solo} = (N_f + N_{\text{palha}}) - (N_i)$$

Em que N_i = K e P no solo antes da implantação do experimento; N_{final} = K e P no solo após a colheita, sendo considerado até 0,20 m de profundidade; e N_{palha} = teor de K e P liberado pela palhada após três meses de decomposição.

Na segunda situação, denominada de “balanço na lavoura”, foram contabilizados como entrada o K e o P advindos da adubação, e como saída, o K e o P exportados pela colheita dos colmos de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Balanço na lavoura} = (N_a) - (N_{\text{exp}})$$

Em que, N_a = K e P fornecidos via adubação; e N_{exp} = K e P exportados pelos colmos após a colheita (junho de 2019). Os resultados dos teores de nutrientes em todos os casos foram transformados para kg ha^{-1} para melhor expressar os balanços de cada um.

A amostragem de solo foi feita em triplicata (composta) em cada repetição do experimento e analisada de acordo com Teixeira et al. (2017). A amostragem de colmo foi feita a partir de seis toletes de 15 cm retirados de duas canas de cada repetição, referente às partes basal, central e superior da planta, desprezando a porção contaminada com solo. Os

toletes foram secos e moídos em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e determinado o teor de nutrientes contido nos colmos.

Após estas avaliações, as amostras de palha foram acondicionadas em bolsas de nylon denominadas “litter bags” de 0,06 m² (0,30 m x 0,20 m), conforme Santana et al. (2011), com quantidade proporcional de palha (pré-seca a 65 °C) produzida por cada unidade experimental, conforme avaliação feita previamente, utilizando quantidade equivalente por hectare. As bolsas de nylon foram depositadas em contato direto com a superfície do solo da respectiva parcela, e a palha utilizada para seu enchimento foi a mesma palha cortada pela colhedora, simulando, assim, o tamanho natural dos fragmentos obtidos durante a colheita da cultura.

Os *litter bags* foram acondicionados no campo no dia 17 de outubro de 2019 e, ao final do terceiro mês de decomposição (17 de janeiro de 2020) eles foram recolhidos, coletada a massa fresca de cada bolsa, lavada em água sobre peneira e determinada a massa pré-seca (65°C). Em seguida, o material foi moído em peneira de 1 mm e analisado conforme metodologia de Silva (2009) para tecidos vegetais.

As quantidades dos nutrientes contidos na palhada (kg ha⁻¹) foram obtidas com base no total da matéria pré-seca produzida e no teor do nutriente determinado na palhada, extrapolando os resultados para kg ha⁻¹. Utilizou-se a seguinte equação:

$$N_{\text{palha}} = (N_i) - (N_f)$$

Em que N_i= teor dos nutrientes na palhada (palha + ponteiros + colmos não colhidos) antes da decomposição; e N_f= teor dos nutrientes na palhada (palha + ponteiros + colmos não colhidos) pós a decomposição. Ao final do ciclo da cultura, foi feito o balanço total de P e K, considerando todos esses parâmetros durante seu cultivo.

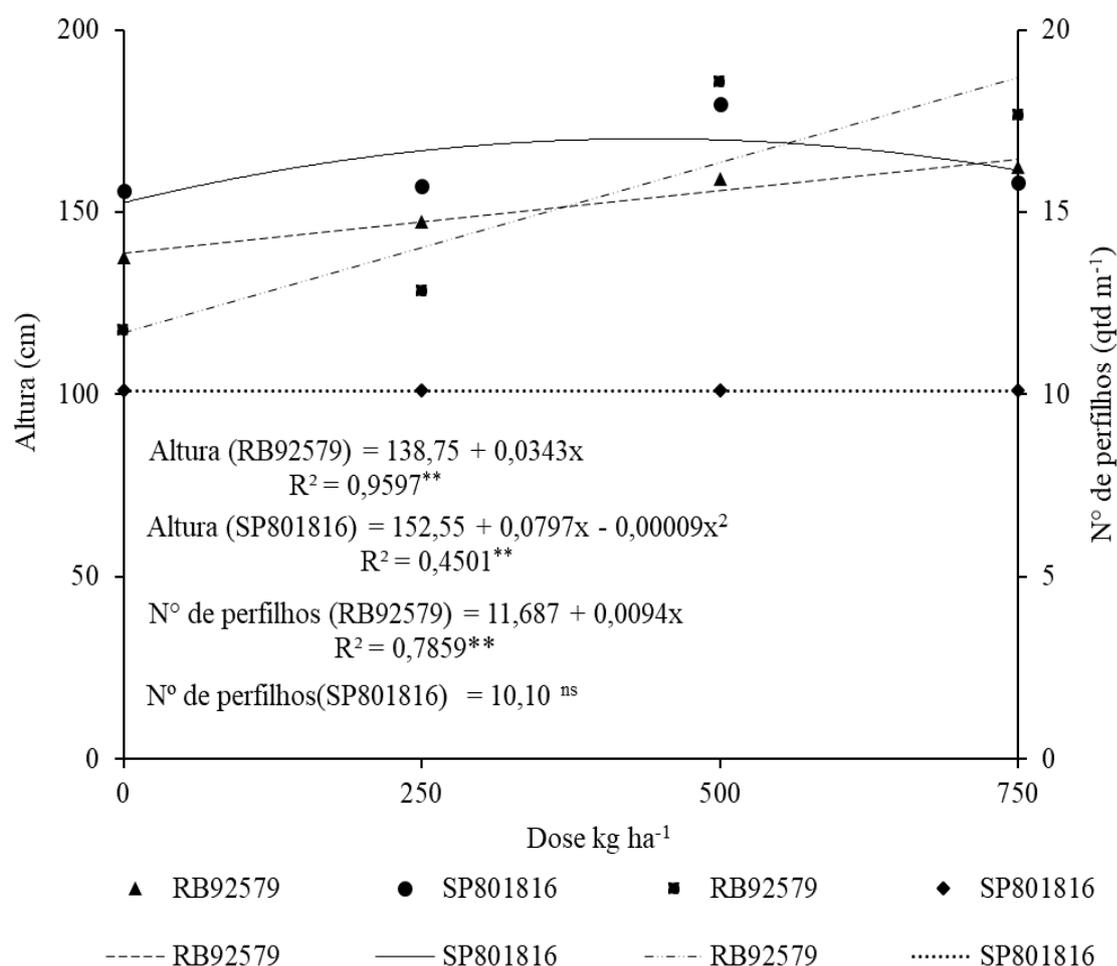
3. Resultados e Discussão

Para as variáveis número de perfilhos e altura de plantas, verificou-se que a interação cultivar x adubação foi significativa (p<0,05). Para as interações cultivar x época e época x adubação, todas as variáveis apresentaram diferenças estatísticas (p<0,01) nos tratamentos estudados. Para a interação cultivar x adubação x época, houve diferenças significativas para todas as variáveis, exceto para número de perfilhos. Para os fatores isolados, somente DC não foi significativo para cultivares, e NP e DC para adubação.

A seguir são discutidas as interações para cultivar x adubação e cultivar x épocas de avaliação para variáveis de crescimento, bem como, fatores isolados cultivar e adubação (significativos) para variáveis sem interação significativa. A variável número de perfilhos apresentou resposta linear crescente para doses de NPK para a cultivar RB92579 (Figura 2). Essa cultivar apresentou perfilhamento crescente para doses de NPK. Já a cultivar SP801816 não se ajustou aos modelos linear e quadrático, mas pode se ajustar a outros modelos em razão de o desvio da regressão ter sido significativo, apresentando média dos tratamentos de 10,10 perfilhos por metro.

O maior perfilhamento da cultivar RB92579 pode ser justificado por características próprias do material genético, como, por exemplo, maior reserva de sacarose nos colmos utilizados no plantio, possibilitando maior vigor às brotações. Silva; Jeronimo; Lúcio (2008) afirmam que, nos primeiros 30 DAP, quando ocorrem a emissão de raízes de fixação e a brotação de gemas, a cana-planta utiliza a reserva de nutrientes do tolete para sobreviver. Segundo esses autores, a partir deste ponto, inicia-se o desenvolvimento radicular dos perfilhos primários, depois dos secundários e, assim, sucessivamente, quando as raízes de fixação perdem sua função, e a cana-planta passa a ser independente.

Figura 2 - Número de perfilhos (quantidade m^{-1}) e altura de plantas (cm) das cultivares de cana-de-açúcar RB92579 e SP801816 em função de diferentes doses de adubação NPK 5-25-25.



Fonte: Autores.

Em relação à altura de plantas, a cultivar RB92579 se ajustou ao modelo linear e a SP 801816, ao quadrático em função das doses de NPK testadas (Figura 2). Essa última cultivar foi levemente superior à primeira com máxima resposta (170,19 cm) na dose de 442,7 $kg\ ha^{-1}$ de NPK. O incremento em altura resultante da adição de doses crescentes de NPK foi de 18,52 e 11,6% para as cultivares RB92579 e SP801816, respectivamente, em relação à testemunha.

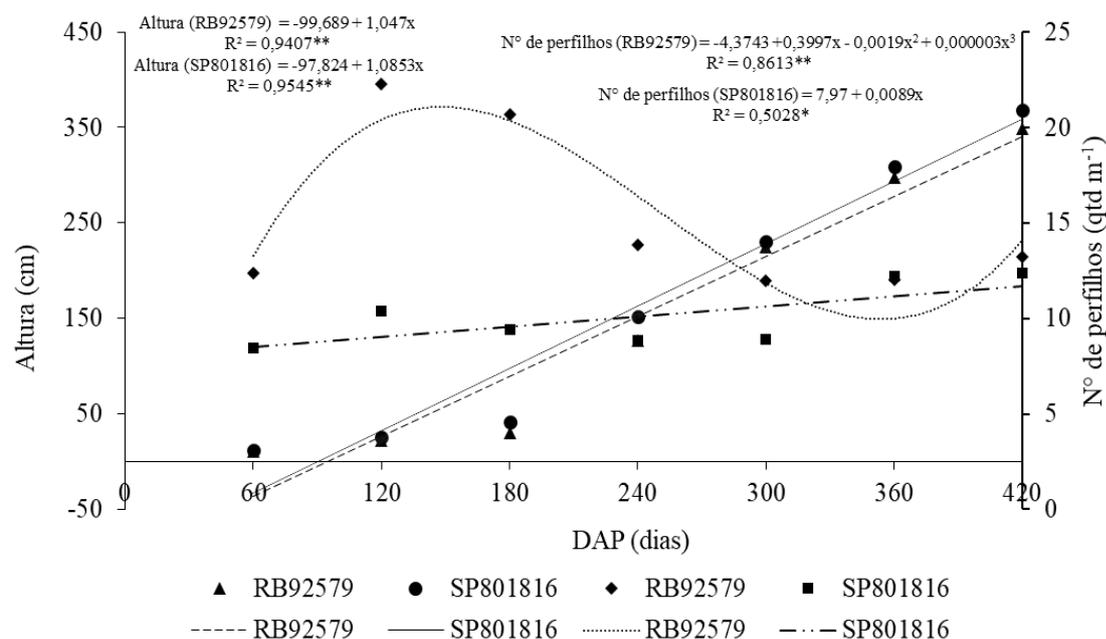
Analisando o perfilhamento das duas cultivares em relação às épocas de avaliação, verificou-se que a cultivar RB92579 ajustou-se ao modelo polinomial de terceira ordem (Figura 3), atingindo o máximo perfilhamento por volta de 150 dias. A partir desse período, ocorreu decréscimo no perfilhamento, o que pode estar relacionado ao período de seca

(setembro), com precipitação acumulada de apenas 22,145 mm, influenciando a competição intraespecífica.

Silva et al. (2015), trabalhando com a cultivar RB855453 de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho distroférico na região de Rio Verde – GO, relataram que o perfilhamento inicial da cana-de-açúcar foi uniforme e constante até alcançar o pico máximo de perfilhos, seguido por um período de senescência de parte deles.

O perfilhamento excessivo no caso da cana-de-açúcar resulta em maior concorrência e, conseqüentemente, em maior mortalidade. A senescência dos perfilhos é sensível à luz e pode-se esperar que seja parcialmente impulsionada pelo estado do dossel existente, ou seja, quanto maior o perfilhamento maior será a competição e, conseqüentemente, a mortalidade dos perfilhos mais frágeis (Vasanth; Gupta; Shekinah, 2014).

Figura 3 – Média de número de perfilhos e altura de plantas das cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação NPK em sete épocas de avaliação.



Fonte: Autores.

Para a cultivar SP801816, ocorreu ajuste linear quanto ao perfilhamento em relação às épocas de avaliação (Figura 3). Nessa cultivar, a quantidade de perfilhos foi menor que na cultivar RB92579, apresentando também baixa taxa de perfilhamento, o que manteve a quantidade de perfilhos pouco alterada ao longo do tempo. Isso pode ter contribuído para

menor competição entre plantas e ausência ou baixa mortalidade de perfilhos no período de 150 DAP a 360 DAP como visto para a cultivar RB92579.

Avaliando o atributo altura de plantas em relação a épocas de avaliação, verificou-se que as duas cultivares se ajustaram ao modelo linear (Figura 3). Com isso, a altura máxima foi observada na última avaliação (420 DAP), o que é comum ocorrer quando o plantio se dá no final do período chuvoso em razão da restrição hídrica até aos 180 DAP, seguido de fase de estímulo ao crescimento pelo fato de as condições climáticas (umidade, temperatura e fotoperíodo) se tornarem cada mais favoráveis com o início do período chuvoso a partir de outubro/novembro.

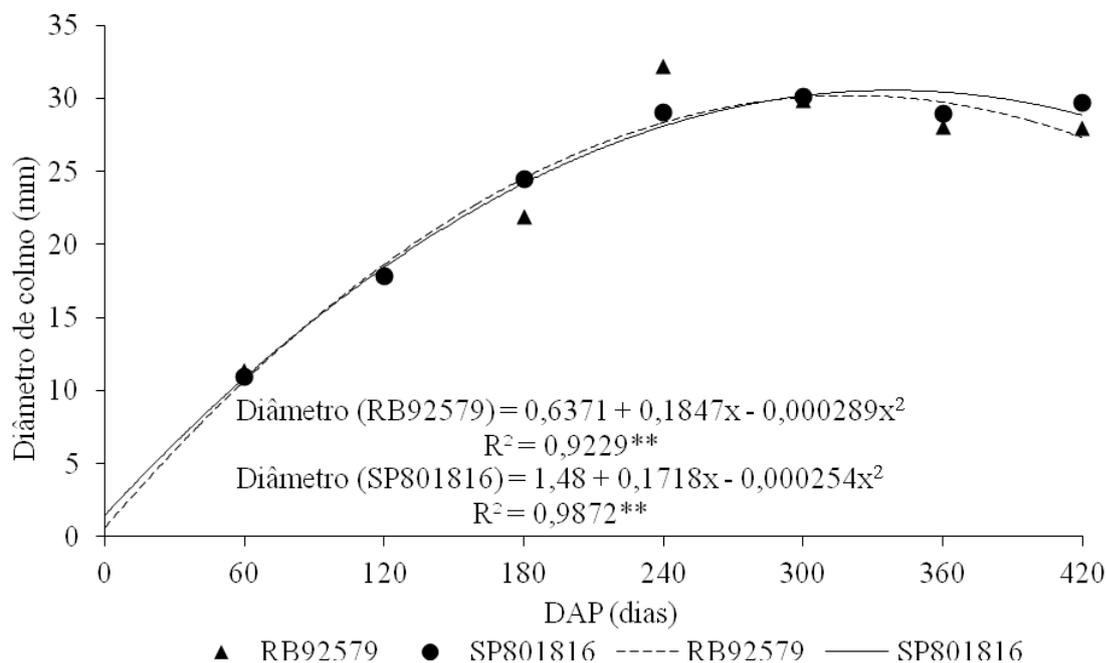
A cultivar SP801816 mostrou pequena superioridade em relação à cultivar RB92579 para altura de plantas desde as primeiras avaliações, persistindo assim até a colheita do experimento. Plantas de maior altura tendem a produzir mais, sendo, entretanto, mais suscetíveis ao acamamento, característica desvantajosa para a colheita mecanizada (Evangelista et al., 2013).

Em relação ao diâmetro de caule em função de épocas de avaliação, as cultivares apresentaram comportamentos semelhantes, com ajuste ao modelo quadrático (Figura 4), atingindo maior diâmetro aos 308 e 286,33 DAP, com valores de 29,05 e 26,07 mm, respectivamente, para as cultivares RB92579 e SP801816.

Os resultados indicam que as cultivares responderam de forma semelhante ao regime hídrico da área experimental, com incrementos crescentes desde a emergência dos brotos até a fase mais crítica do déficit hídrico na região (Figura 1), momento em que se observou estabilização, seguida de pequena redução nesta variável.

De acordo com Aquino et al. (2017), o diâmetro é um dos mais sensíveis dos indicadores biométricos, pois é um dos primeiros parâmetros que o déficit hídrico afeta na fase inicial, pois ocorre redução na divisão celular, reduzindo o diâmetro e o peso dos colmos. Esse fator é natural, pois é exatamente neste período que a cultura começa a concentrar seu teor de açúcar, sendo necessário menor acúmulo de água em suas células (ROBERTO et al., 2015).

Figura 4 - Diâmetro médio de colmo das cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação NPK em diferentes épocas de avaliação.



Fonte: Autores.

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste de Tukey para a variável número de folhas e número de gemas para o fator isolado cultivar. Pode-se observar diferença entre as cultivares, tendo a cultivar SP801816 se sobressaído em relação à RB92579 para ambas as variáveis. Assim como na variável altura, para número de gemas, a melhor cultivar foi a SP801816, o que confirma a relação entre as variáveis, desde que a condição de luminosidade seja a mesma, não provocando aumento dos entrenós (estiolamento) em casos de menores luminosidades.

Tabela 1 - Número de folhas e número médio de gemas para cultivares de cana-de-açúcar independentemente de doses de adubação NPK 5-2-25.

Cultivares	Número de folhas	Número de gemas
RB92579	6,13 b	7,05 b
SP801816	6,58 a	7,84 a

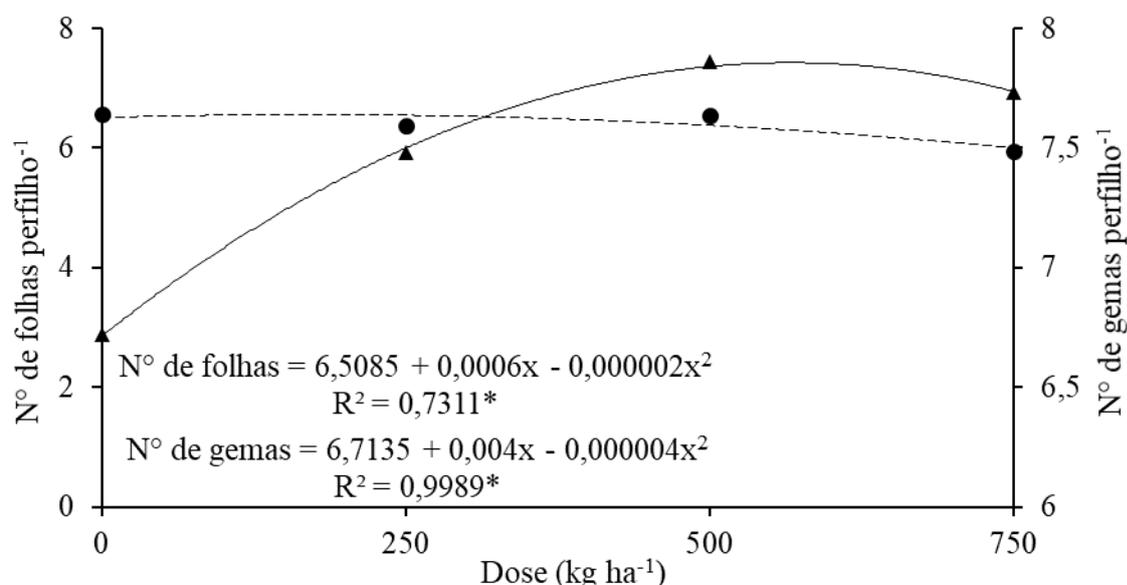
Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Silva et al. (2017), avaliando a área foliar das cultivares de cana-de-açúcar RB92579, SP813250, RB867515 e VAT90212 e sua correlação com produtividade de biomassa em três ciclos, encontraram para cana-planta, média de 7,01 folhas por planta, resultado superior ao encontrado neste trabalho.

Quanto ao efeito isolado de doses de adubação, a variável número de folhas teve ajuste significativo ao modelo quadrático (Figura 5). Houve pequeno decréscimo da variável em relação ao aumento das doses de adubação NPK, tendo o seu maior valor na dose de 150 kg ha⁻¹ de NPK. A partir dessa dose a senescência foi maior que o lançamento de novas folhas, já que as plantas não pararam de crescer até a colheita (Figura 2).

Figura 5 - Número médio de folhas verdes e gemas para as cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses (Fator isolado) de adubação NPK 5-25-25.



Fonte: Autores.

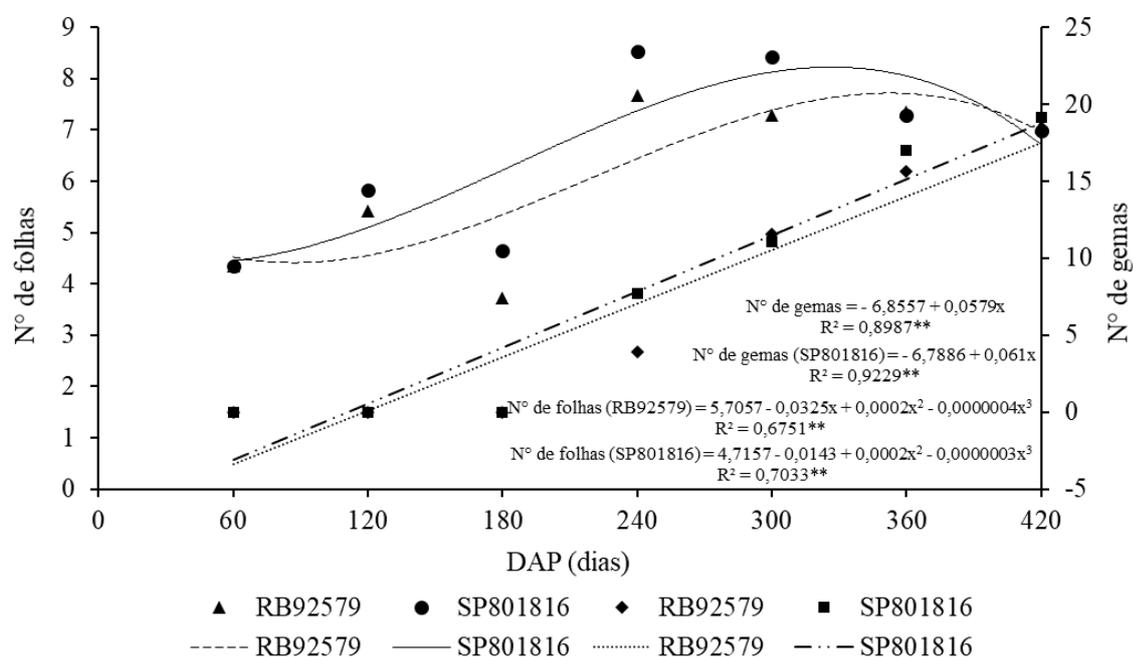
Segundo Holanda et al. (2014), isso está relacionado ao aumento da produção de etileno nas plantas, levando as folhas à senescência, evitando, assim, maior transpiração em razão do aumento do déficit hídrico em detrimento da queda do número de folhas.

Quanto ao atributo número de gemas, o efeito isolado do fator adubação independentemente de cultivar (Figura 5), também se ajustou ao modelo quadrático, com máxima eficiência técnica na dose de 502,5 kg ha⁻¹ de NPK 5-25-25.

O número de gemas por planta tem maior influência das características genotípicas dos materiais que de outros fatores externos propriamente ditos, como adubação e irrigação. Entretanto, como citado anteriormente, o número de gemas é diretamente ligado à variável altura de plantas, que, por sua vez, sofre maior influência de fatores externos.

A Figura 6 mostra o comportamento da variável número de gemas e número de folhas em função de épocas de avaliação.

Figura 6 - Número médio de folhas e de gemas das cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação NPK em diferentes épocas de avaliação.



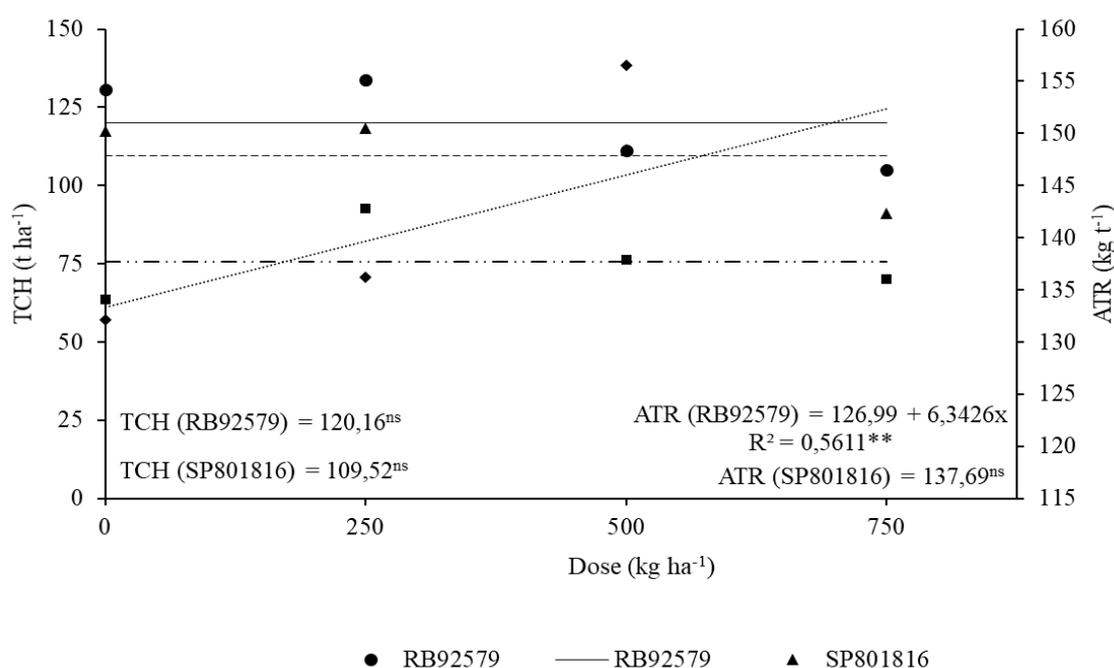
Fonte: Autores.

Esse atributo foi semelhante à altura de plantas, pois o aparecimento de novas gemas se dá juntamente com o crescimento das plantas em altura. Até aos 180 DAP, verifica-se que não houve desenvolvimento de gemas, período este que coincide com a falta de chuvas na região, ocasionando baixo desenvolvimento vegetativo das plantas. A partir dos 240 DAP, pode-se observar crescimento crescente dessa variável, que coincide com o período de baixa ou sem restrição hídrica. Khalid et al. (2018), estudando o efeito de duas condições agroclimáticas diferentes no crescimento e no rendimento de genótipos de cana-de-açúcar, encontraram diferenças quanto às condições do clima, aos anos de avaliação e também quanto aos genótipos.

Analisando os resultados da ANOVA para os atributos de final de ciclo, observa-se que para TCH a interação dos fatores cultivar x adubação, bem como para os fatores isolados não foi significativa. Os demais atributos avaliados em final de ciclo apresentaram significância para a interação cultivar x adubação, sendo que para todos eles as diferenças foram a nível de 5% de probabilidade.

A variável TCH não apresentou diferença significativa para os tratamentos estudados. A ausência de resultados significativos para doses pode estar relacionada à boa fertilidade do solo, associada ao histórico de correção e adubação da área com essa mesma cultura. No caso do experimento, a cultivar RB92579 apresentou TCH de 120,16 t ha⁻¹, 9,7% superior à cultivar SP801816 (Figura 7).

Figura 7 - Produtividade média (toneladas de cana por hectare - TCH) e ATR das cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação NPK 5-25-25.



Fonte: Autores.

A maioria das empresas do setor sucroalcooleiro são de médio a grande porte, ou seja, trabalham com grandes áreas de produção, e uma pequena margem de ganho na produtividade das lavouras gera grande impacto em seus resultados.

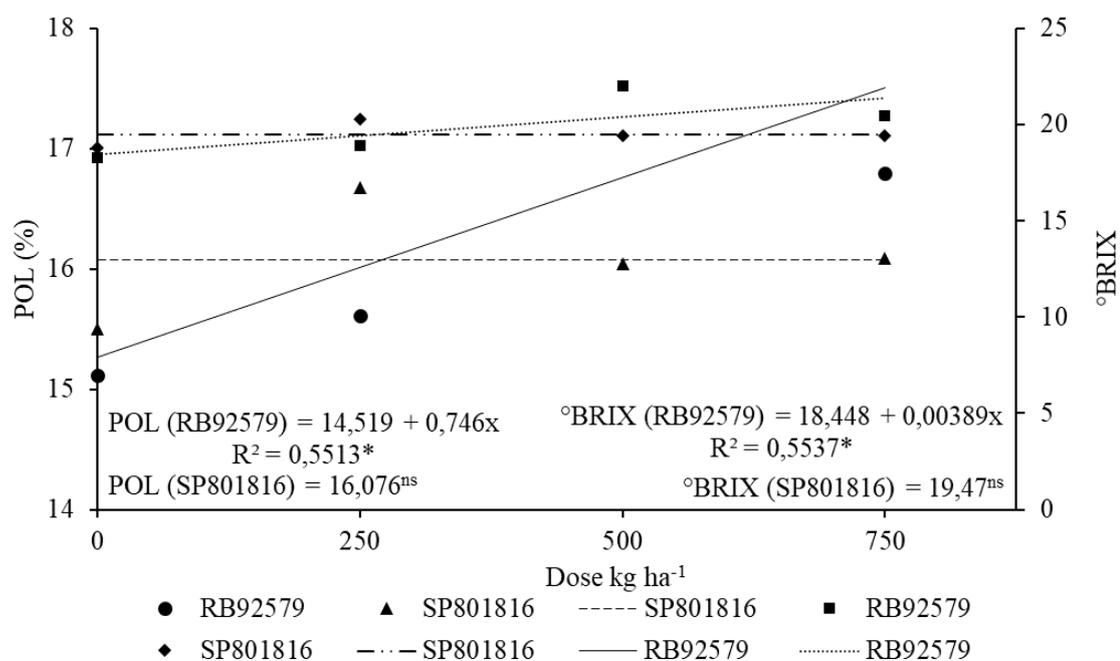
Costa et al. (2011), avaliando o crescimento e a produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo, obtiveram resultados satisfatórios em relação à

cultivar RB92579, pois as cultivares RB92579 e RB93509 apresentaram produtividade e produção de açúcar superior às demais.

A variável ATR (Figura 7) se comportou de forma semelhante às variáveis agroindustriais. A cultivar RB92579 se ajustou ao modelo linear crescente, apresentando coeficiente de determinação relativamente baixo ($R^2=0,5611$). O ATR aumentou 14,6% entre a dose de 750 kg ha⁻¹ e a testemunha, com aumento de 1,95% para cada 100 kg de NPK 5-25-25. A cultivar SP801816 não se ajustou aos modelos de regressão testados para ATR, mas o desvio da regressão foi significativo, indicando se ajustar a outros modelos. Santos et al. (2018), analisando produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação nitrogenada e molibdênica, encontraram valores de 147 kg t⁻¹ para ATR na cultivar RB92579, valores ligeiramente superiores aos encontrados nesse estudo (142,85 kg t⁻¹).

Em relação à variável °Brix, a cultivar SP801816 não apresentou significância para nenhum dos modelos testados, Figura 8, com média de 19,47%. Contudo, o desvio foi significativo, indicando que existem outros modelos que podem se ajustar aos dados. Já a cultivar RB92579 apresentou significância para o modelo linear crescente, mas o valor do seu coeficiente de regressão foi relativamente baixo ($R^2= 0,5537$).

Figura 8 – Médias de sacarose aparente no caldo (POL) e °Brix das cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de adubação NPK 5-25-25.



Fonte: Autores.

Para essa cultivar, o teor de °Brix com a adubação testada aumentou 15,8 % entre a testemunha (0 kg ha⁻¹), e a dose de NPK de máxima resposta (750 kg ha⁻¹), um aumento de 2,1% °Brix para cada 100 kg de NPK adicionado em média. Silva et al. (2018), avaliando a repetibilidade de caracteres agroindustriais no município de Igarassú-PE em 16 cultivares de cana-de-açúcar em diferentes ciclos de colheita, não encontraram diferenças para °Brix.

Analisando a variável Pol, observa-se ajuste ao modelo linear para a cultivar RB92579, que apresentou coeficiente de regressão relativamente baixo ($R^2 = 55,13$) (Figura 8). Para essa cultivar, a dose de NPK de máxima de resposta (750 kg ha⁻¹) provocou aumento de 14,7% no Pol em relação à testemunha, com um aumento de 1,96% para cada 100 kg ha⁻¹ de NPK. Para a cultivar SP801816, não houve ajuste dos dados a modelos de regressão. Esses resultados confirmam os obtidos por Silva et al. (2017b), em que a sacarose aparente no caldo (Pol) não apresentou efeito varietal para cana-planta na segunda soca, para as cultivares RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212.

Considerando a questão de sustentabilidade dos cultivos, são apresentados nas Tabelas 2 e 3 os resultados obtidos para o balanço nutricional de potássio e fósforo para as cultivares de cana estudadas. Percebe-se que os valores de K no solo em outubro de 2019 foram mais altos que em abril de 2018, o que pode ser explicado para o fato de o efeito dos adubos adicionados ter afetado inclusive a testemunha por lixiviação/erosão. Desta forma, os saldos foram positivos para cada dose de K adicionada e para cada cultivar. Na cultivar SP801816, o teor de K no solo (out 19) foi maior na dose 250 que na dose de 500 kg ha⁻¹, evidenciando esse carregamento de K de uma parcela para outra.

Quanto ao retorno do nutriente para o solo devido à decomposição da cobertura morta, o maior valor foi encontrado nas doses de 250 e 750 kg ha⁻¹ para as cultivares RB92579 e SP801819, respectivamente. Isso não foi considerado no saldo, pois será computado no caso da cana-soca (próxima colheita). Observando o saldo para o balanço no solo para as cultivares, verifica-se que todos os níveis de adubação apresentaram balanço positivo, muito influenciado pela quantidade de K disponível no solo após a colheita, que foi maior que a inicial.

Gonçalves et al. (2019), estudando o balanço nutricional e produção de cana-de-açúcar irrigada com esgoto tratado por gotejamento subterrâneo, notaram que houve um desequilíbrio nutricional negativo no solo, especialmente para os elementos K, P e Mg, em razão da alta exportação de nutrientes do solo para os caules em relação ao fornecimento via irrigação e fertirrigação. Isso resultou em uma perda na fertilidade média do solo.

Tabela 2 - Balanço de K no solo e na lavoura para as cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar em função da aplicação de diferentes doses NPK da formulação 05-25-25, na profundidade de 0 a 0,2 m.

Balanço no Solo	RB92579				SP801816			
	0	250	500	750	0	250	500	750
	----- K (kg ha ⁻¹) -----							
Abr/18	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6
Out/19	183,1	166,1	118,6	347,4	157,3	319,8	287,1	218,1
Jan/20) - palha*	40,7	43,5	32,5	21,3	29,8	30,6	34,1	43,6
Total Final ¹	183,1	166,1	118,6	347,4	157,3	319,8	287,1	218,1
Saldo ²	81,5	64,5	17,0	245,8	55,7	218,2	185,5	116,5
Balanço na lavoura	----- K (kg ha ⁻¹) -----							
Doses (abr 2018)	0	51,87	103,73	155,6	0	51,87	103,7	155,6
Extração colmos (jun 2019)	60,41	59,55	65,57	81,65	59,01	61,10	100,0	66,86
Saldo	-60,41	-7,68	38,16	73,95	-59,01	-9,23	3,03	88,74

*3 meses de decomposição da palha (inicial-final). ¹solo out 2019. ²total final – abr 2018.

Fonte: Autores.

Avaliando os resultados em relação ao balanço na lavoura, a maior extração de K pelos colmos ocorreu na maior dose para RB92579 e para a dose de 500 kg ha⁻¹ para SP801816.

Quanto ao saldo do balanço na lavoura, verificou-se comportamento crescente em função dos níveis de adubação, com saldos positivos a partir da dose de 500 kg ha⁻¹, indicando que a dose padrão de P que a usina utiliza (500 kg ha⁻¹ de NPK 5-25-25) não está exaurindo as reservas do solo nessa primeira safra (cana-planta).

Em relação ao balanço de P, houve comportamento similar ao K em razão do acréscimo desse elemento em relação a abril de 2018 (antes da reforma da lavoura), o que pode estar associado ao efeito da adubação. Franco et al. (2015), analisando as alterações de carbono, nitrogênio e fósforo no solo em função da expansão da cana-de-açúcar no Brasil, afirmaram que sua disponibilidade não foi afetada pelo tipo de uso do solo e que esse nutriente costuma ser encontrado em maior abundância. Em relação ao P da decomposição da palha, houve enriquecimento de P na palhada ao invés de perda nos três meses de decomposição estudados. Isso indica que a palhada adsorveu P ao seu material orgânico,

gerando resultados negativos para o balanço. Esses resultados foram discordantes dos encontrados por Oliveira filho et al. (2017), que, estudando as formas de fósforo e adsorção em um Neossolo Quartzarênico cultivado com cana-de-açúcar colhida sem queima, não encontraram relação da disponibilidade de P com a matéria orgânica. Os resultados de P na palhada devem ser considerados na cana-soca (próxima colheita).

Os balanços de P no solo se mostraram positivos, com exceção para a testemunha na cultivar SP801816. Quanto ao balanço de P na lavoura, verifica-se que a extração de P pelos colmos variou pouco, mas com aumento crescente até a dose de 500 kg ha⁻¹, com saldo negativo somente para a testemunha e com pouca diferença entre o saldo das duas cultivares para cada dose de NPK.

Tabela 3 - Balanço de P no solo e na lavoura para as cultivares RB92579 e SP801816 de cana-de-açúcar em função da aplicação de diferentes doses NPK da formulação 05-25-25, na profundidade de 0 a 0,2 m.

Balanço no solo	RB92579				SP801816			
	0	250	500	750	0	250	500	750
	----- P (kg ha ⁻¹) -----							
Abr/2018	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Out/2019	11,3	15,9	10,9	7,7	4,4	12,8	8,7	17,4
Jan/2020) - palha*	-1,3	-0,3	-1,1	-0,5	-1,2	-0,7	-1,1	0,0
Total Final ¹	11,3	15,9	10,9	7,7	4,4	12,8	8,7	17,4
Saldo ²	6,8	12,4	6,6	4,0	-2,0	8,9	4,4	14,2
Balanço na lavoura	-----P (kg ha ⁻¹) -----							
Doses (abr 2018)	0	27,29	54,58	81,87	0	27,29	54,58	81,87
Extração colmos (jun 2019)	4,48	4,88	6,03	4,06	4,71	4,91	5,49	4,11
Saldo	-4,48	22,41	48,45	77,81	-4,71	22,38	49,09	77,76

*3 meses de decomposição da palha (inicial-final). ¹solo out 2019 jan 2020. ² total final – abr 2018. Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

Nas condições deste estudo, a cultivar SP801816 foi superior nas variáveis altura, número de folhas e número de gemas, enquanto a cultivar RB92579 se destacou para perfilhamento.

A maioria das variáveis de crescimento e de final de ciclo teve respostas lineares crescentes para doses de NPK 5-25-25. As doses de máxima eficiência técnica para as cultivares RB92579 e SP801816 variam de 455,6 a 750 e de 442,7 a 750 kg ha⁻¹ da formulação NPK 05-25-25, respectivamente. TCH foi pouco influenciado pelas doses de NPK 5-25-25, com superioridade (9,7%) da cultivar RB92579.

Doses de NPK 05-25-5 a partir de 500 e 250 kg ha⁻¹, respectivamente, para K e P, apresentam balanço positivo e teoricamente não afetam as reservas desses nutrientes no solo nas condições deste estudo.

Como pesquisas futuras sugere-se a continuidade do trabalho como esse para cana-soca em pelo menos três anos para que se tenha recomendação mais completa e validada para o ciclo da cultura na região.

Referências

- Aquino, G. S., Medina, C. C., Cunha, A. C. B., Kussaba, D. A. O., Santos Junior, J. H., Carvalho, J. B., & Moreira, A. (2017). Development and production of sugarcane under different levels straw after four years of cultivation. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(5), 2957 – 2966. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n5p2957.
- Aquino, G. S., & Medina, C. C. (2014). Produtividade e índices biométricos e fisiológicos de cana-de-açúcar cultivada sob diferentes quantidades de palhada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(3), 173 – 180.
- Ávila, S. R. S. A., Ávila, M. L., & Altafin, L. G. (2011) Expansão canavieira no cerrado goiano: crescimento econômico é desenvolvimento? *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 13(3), 317 – 329.
- Bernardo, R., Lourenzani, W. L., Satolo, E. G., & Caldas, M. M. (2019). Analysis of the agricultural productivity of the sugarcane crop in regions of new agricultural expansions of sugarcane. *Gestão & Produção*, 26(3), 1 – 10. DOI: 10.1590/0104-530x3554-19.
- Chohan, M., Talpur, U. A., Pahnwar, R. N., & Talpur, S. (2013). Effect of inorganic NPK different levels on yield and quality of sugarcane plant and ratoon crop. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(S), 3668 – 367.

Costa, C. T. S., Ferreira, V. M., Endres, L., Ferreira, D. T. R. G., & Gonçalves, E. R. (2011). Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. *Revista Caatinga*, 24(3), 56 – 63.

Teixeira, P. C., Donagema, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo* (3 Ed.). Rio de Janeiro: Embrapa.

Evangelista, C. R., Partelli, F. L., Ferreira, E. P. B., & Pires, F. R. (2013). Atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(4), 1549 – 1562. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n4p1549.

Ferreira, D. A., Franco, H. C. J., Otto, R., Vitti, A. C., Fortes, C., Faroni, C. E., Garside, A. L., & Trivelin, P. C. O. (2016). Contribution of N from green harvest residues for sugarcane nutrition in Brazil. *Global Change Biology Bioenergy*, 8(5), 859 – 866. DOI: /10.1111/gcbb.12292.

Ferreira, E. V. O., Anghinoni, I., Andrighetti, M. H., Martins, A. P., & Carvalho, P. C. F. (2011). Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(1), 161 – 169. DOI: 10.1590/S0100-06832011000100015.

Franco, A. L. C., Cherubin, M. R., Pavinato, P. S., Cerri, C. E. P., Six, J., Davies, C. A., & Cerri, C. C. (2015). Soil carbon, nitrogen and phosphorus changes under sugarcane expansion in Brazil. *Science of the Total Environment*, 515–516, 30 – 38. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.02.025.

Gonçalves, I. Z. Barbosa, E. A. A., Santos, L. N. S., Nazario, A. A., Feitosa, D. R. C., Tuta N. F., & Matsura, E. E. (2019). Nutritional balance and production of sugarcane irrigated with treated wastewater through subsurface drip. *Irrigation Science*, 37(2), 207 – 217. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000400016.

Guareschi, R. F., Boddey, R. M., Alves, B. J. R., Sarkis, L. F., Martins, M. R., Jantalia, C. P., Cabriales, J. J. P., Núñez, J. A. V., & Urquiaga, S. (2019). Balanço de nitrogênio, fósforo e

potássio na agricultura da América Latina e do Caribe. *Revista Terra Latinoamericana*, 37(2), 105 - 119. DOI: 10.28940/terra.v37i2.423.

Holanda, L. A., Santos, C. M., Sampaio Neto, G. D., Sousa, A. P., & Silva, M. A. (2014). Variáveis morfológicas da cana-de-açúcar em função do regime hídrico durante o desenvolvimento inicial. *Irriga*, 19(4), 573 – 584. DOI: 10.15809/irriga.2014v19n4p573.

Hussain, S., Haq, M. A., Hussain, S., Akram, Z., Afzal, M., & Shabbir, I. (2017). Best suited timing schedule of inorganic NPK fertilizers and its effect on qualitative and quantitative attributes of spring sown sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1), 66 – 71. DOI: 10.1016/j.jssas.2015.02.004.

Khalid, M., Rahman, H., Farhatullah, Rabbani, A., Lightfoot, D. A., Iqbal, M., & Khan, I. (2018). The effect of two different agro climatic conditions on growth and yield performance of sugarcane genotypes. *Plant Gene and Trait*, 9(1), 1–13. DOI: 10.5376/pgt.2018.09.0001.

Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Petropolis: Vozes.

Leal, V. N., Machado, R. L., Araujo, L. C., Godoy, M. M., Linhares, A. J. S., Ferreira, J. C. Q., Leopoldino, L. D., Santos, E. A., & Miyagi, E. S. (2020). Produção e valor nutritivo de forragem de cultivares de capim-elefante em diferentes períodos de rebrotação. *Research, Society and Development*, 9(11), 1 - 19. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10025.

Oliveira Filho, J. S., Pereira, M. G., Aquino B. F., & Viana, T. V. A. (2017). Phosphorus forms and adsorption in a typic quartzipsamment cultivated with sugarcane harvested without burning. *Revista Caatinga*, 30(2), 343 – 352. DOI: 10.1590/1983-21252017v30n209rc.

Oliveira, E. C. A., Freire, F. J., Oliveira, R. I., Freire, M. B. G. S., Simões Neto, D. E. & Silva, S. A. M. (2010). Extração e exportação de nutrientes por variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(4), 1343 – 1352. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400031>.

Oliveira, F. M., Aguilar, P. B., Teixeira, M. F. F., Aspiazú, I., Monção, F. P., & Antunes, A. P. S. (2014). Características agrotecnológicas de cana-de-açúcar em diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(3), 1587 – 1606. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1587.

Roberto, G. G., Cunha, C., Sales, C. R. G., Silveira, N. M., Ribeiro, R. V., Machado, E. C., & Lagôa, A. M. M. A. (2015). Variação da fotossíntese e dos teores de carboidratos induzidos por etefom e déficit hídrico na fase de maturação da cana-de-açúcar. *Bragantia*, 74(4), 379 – 386. DOI: 10.1590/1678-4499.0062.

Santana, J. A. S., Vieira, F. A., Souto, J. S., Gondim, S. C., & Fonseca, F. C. E. (2011). Decomposição da biomassa foliar de cana-de-açúcar em um neossolo na região de Areia-PB. *Revista Caatinga*, 24(3), 28 – 32.

Santos, R. L., Freire, F. J., Oliveira, E. C. A., Simões Neto, D. E., Medeiros, M. R. F. A., Bezerra, P. C., Moura, M. J. A., Barbosa, J. A., Lopes, N. R. C., & Santos, N. L. (2018). Productivity and technological quality of sugarcane under fertilization of nitrogen and molybdenum. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(4), 1002 – 1020.

Sediyama, M. A. N., Santos, M. R., Salgado, L. T., Puiatti, M., & Vidigal, S. M. (2009). Produtividade e exportação de nutrientes por rizomas de taro cultivado com resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(4), 421 – 425. DOI:10.5039/agraria.v4i4a8.

Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Silva, H. C., Anunciação Filho, C. J., Bastos, G. Q., Dutra Filho, J. A., & Simões Neto, D. E. (2018). Repeatability of agroindustrial characters in sugarcane in different harvest cycles. *Revista Ciência Agronômica*, 49(2), 275 – 282. DOI: 10.5935/1806-6690.20180031.

Silva, M. D. A., Jeronimo, E. M., & Lúcio, A. D. (2008). Height of cut and harvest period effects on tillering and yield of sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(8), 979 – 986. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000800005.

Silva, N. F., Cunha, F. N., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., Moura, L. C., & Vidal, V. M. (2015). Perfilamento da cana-de-açúcar submetida a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação nitrogenada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 9(3), 91 – 101.

Silva, V. S. G., Oliveira, M. W., Silva, A. C., Silva, A. F., Galvão, E. R., & Santana, M. B. (2017b). Agro-industrial quality of plant cane, first and second ratoon in sugarcane varieties. *Australian Journal of Crop Science*, 11(9), 1216 – 1220. DOI: 10.21475/ajcs.17.11.09.pne688.

Silva, V. S. G., Silva, V. S. G., Oliveira, M., Oliveira, T. B. A., Mantovanelli, B. C., Silva, A. C., Soares, A. N. R., & Clemente, P. R. A. (2017). Leaf area of sugarcane varieties and their correlation with biomass productivity in three cycles. *African Journal of Agricultural Research*, 12(7), 459 – 466.

Vasantha, S., Gupta, C., & Shekinah, D. E. (2014). Physiological studies on tiller production and its senescence in sugarcane - Response comparison between plant and ratoon crops. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84(1), 24 – 27.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pedro Henrique Martins Cintra – 30%
Roriz Luciano Machado – 30%
Fernando Henrique Arriel – 10%
Henrique Fonseca Elias de Oliveira – 10%
Frederico Antônio Loureiro Soares – 10%
Ana Paula Santos Oliveira – 5%
Kassia Cristina de Caldas Rabelo – 5%