

Crescimento e Eficiência Fotoquímica em Mudanças de Maracujazeiro Submetidas em Níveis de Salinidade e Adubação Foliar

Growth and Photochemical Efficiency in Passion Fruit Seedlings Submitted to Salinity Levels and Foliar Fertilization

Jackson Silva Nóbrega^a; Maria de Fátima de Queiroz Lopes^a; Reynaldo Teodoro de Fátima^b; Jean Telvio Andrade Ferreira^a; Francisco Romário Andrade Figueiredo^c; Micaela Benigna Pereira^a; Walter Esfrain Pereira^{*a}

^aUniversidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia. PB, Brasil.

^bUniversidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola. PB, Brasil.

^cUniversidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Fitotecnia. RN, Brasil.

*E-mail: walterufpb@yahoo.com.br

Resumo

O maracujá é uma das principais frutíferas produzidas e consumidas no Brasil, sendo que a região Nordeste é considerada a de maior produção. No entanto, o excesso de sais no solo e nas águas utilizadas na irrigação da região é prejudicial ao desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, a adubação com nitrogênio (N) e potássio (K) se torna uma estratégia para minimizar os danos promovidos pelo estresse salino. Objetivou-se avaliar o crescimento e a eficiência fotoquímica de mudas de maracujazeiro submetidas ao estresse salino e adubação foliar com nitrogênio e potássio. O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial incompleto, com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa = 0,50; 0,98; 2,15; 3,32 e 3,80 dS m⁻¹) e cinco doses de N e K (0,0; 29,08; 100; 170,92 e 200%), totalizando nove combinações, geradas através da matriz Composto Central de Box, com quatro repetições e duas plantas por parcela. Foram avaliados a altura de plantas, o diâmetro caulinar, a área foliar, a razão de área foliar, a fluorescência inicial, a máxima e variável, a razão Fv/F0 e o rendimento quântico do fotossistema II. A salinidade promove redução no crescimento e nos índices de fluorescência da clorofila a das mudas de maracujazeiro. A adubação foliar com N e K ocasiona maior crescimento e incrementos nos índices de fluorescência da clorofila a.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* f. *favicarpa*. Estresse Salino. Fluorescência da Clorofila.

Abstract

Passion fruit is one of the main fruit produced and consumed in Brazil, and the Northeast region is considered the one with the highest production. However, the excess of salts in the soil and water used for irrigation in the region is detrimental to the plants development. In this sense, fertilization with nitrogen (N) and potassium (K) becomes a strategy to minimize the damage caused by salt stress. The objective was to evaluate the growth and photochemical efficiency of passion fruit seedlings submitted to saline stress and foliar fertilization with nitrogen and potassium. The experiment was carried out at Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, Areia-PB. The experimental design used was randomized blocks, in an incomplete factorial scheme, with five levels of electrical conductivity of irrigation water (CEa = 0.50; 0.98; 2.15; 3.32 and 3.80 dS m⁻¹) and five doses of N and K (0.0; 29.08; 100; 170.92 and 200%), totaling nine combinations, generated through the Central Box Compound matrix, with four replicates and two plants per plot. Plant height, stem diameter, leaf area, leaf area ratio, initial, maximum and variable fluorescence, Fv / F0 ratio and quantum yield of photosystem II were evaluated. Salinity promotes a reduction in chlorophyll a growth and fluorescence rates of passion fruit seedlings. Foliar fertilization with N and K causes greater growth and increases in chlorophyll a fluorescence indices.

Keywords: *Passiflora edulis* f. *favicarpa*. Saline Stress. Chlorophyll Fluorescence.

1 Introdução

O maracujazeiro é uma das principais espécies frutíferas produzidas no Brasil em virtude das condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, por isso, o país é considerado o maior produtor e consumidor da fruta no Mundo, especialmente, da espécie *Passiflora edulis* Sims (MELETTI, 2011). A região Nordeste é a maior produtora registrando 60% da produção brasileira, com área colhida de 41.090 ha e produção de 554.598 toneladas, gerando em média uma produtividade de 13,50 t/ha (IBGE, 2017).

A produção na região Nordeste ocorre, principalmente, com uso da irrigação com águas subterrâneas, as quais tendem a apresentar elevados teores de sais em sua constituição,

podendo comprometer o crescimento vegetal. A salinidade provoca uma série de distúrbios na planta, resultando em alterações bioquímicas, fisiológicas e moleculares (LI *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2020).

Entre os efeitos promovidos pelo estresse salino se pode destacar como os mais frequentes a elevação do potencial osmótico do solo e a consequente restrição hídrica, afetando a absorção de água e nutrientes pela planta, a toxicidade de íons específicos e o desbalanceamento nutricional (LIMA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

O maracujá amarelo é considerada uma espécie sensível ao estresse salino, tolerando condutividade elétrica até 1,3 dS m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1994). Em virtude disso, é necessária a busca por medidas que minimizem os danos promovidos pelo

estresse salino, sendo a fertilização mineral uma das técnicas utilizadas para reduzir os danos promovidos pelo excesso de sais, entre os nutrientes mais utilizados estão o nitrogênio (N) e potássio (K).

O N atua desempenhando função estrutural e constituindo compostos orgânicos vitais às plantas como aminoácidos, proteínas e prolina capazes de realizar ajustamento osmótico, evitando o comprometimento do desenvolvimento e produção (LIMA *et al.*, 2019). Enquanto, o K favorece a formação e translocação de carboidratos fundamentais para o processo fotossintético (ARAÚJO *et al.*, 2012).

A aplicação foliar de elementos minerais é comum para o suprimento de micronutrientes, mas ao se tratar de macronutrientes como o N e K e seus efeitos em condições de estresse ainda são incipientes. A suplementação nutricional, via adubação foliar com nutrientes essenciais, pode ser uma ferramenta eficiente para minimizar os danos causados por estresse do ambiente, aumentando a resistência da planta a tais condições (LIXANDRU; FENDRIHAN, 2018).

Diante desse contexto e da falta de informações sobre a interação entre estes elementos como atenuantes dos efeitos do estresse salino no maracujazeiro, objetivou-se avaliar o crescimento e a eficiência fotoquímica de mudas de maracujazeiro submetidas ao estresse salino e adubação foliar com nitrogênio e potássio.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, município de Areia, Paraíba, Brasil. O município está situado nas coordenadas geográficas: latitude 6° 58' 00" S, longitude 35° 41' 00" W e altitude de 575 m. O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo As', com Verão seco e quente e chuvas no Inverno.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos

casualizados, com quatro repetições e duas plantas por parcela, em esquema fatorial incompleto com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e cinco doses de N e K, totalizando nove combinações, geradas através da matriz Composto Central de Box (MATEUS *et al.*, 2001). As combinações de CEa (dS m⁻¹) e as doses de N e K (%) foram: T1 – 0,98 dS m⁻¹, 29,08%; T2 – 0,98 dS m⁻¹, 170,92 %; T3 – 3,32 dS m⁻¹, 29,08 %; T4 – 3,32 dS m⁻¹, 170,92%; T5 – 0,50 dS m⁻¹, 100 %; T6 – 3,80 dS m⁻¹, 100 %; T7 – 2,15 dS m⁻¹, 200 %; T8 – 2,15 dS m⁻¹, 0,0 %; e T9 – 2,15 dS m⁻¹, 100 %.

O nível de cada condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) foi obtido através da diluição da água de barragem, fortemente salina (14,6 dS m⁻¹) em água não salina (0,5 dS m⁻¹), com auxílio de um condutivímetro portátil modelo microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). A escolha dos níveis salinos foi baseada em Oliveira *et al.* (2015), que observaram inibição no crescimento das mudas de maracujazeiro, a partir da CEa de 1,5 dS m⁻¹.

O composto utilizado foi obtido pela combinação de dois produtos comerciais para atender a necessidade de potássio e nitrogênio proposta por Novais *et al.* (1991) para vaso, sendo estas de 150 mg dm⁻³ de K e 300 mg dm⁻³ de N, as quais corresponderam a combinação de 100% nesta pesquisa. O primeiro produto contém, em sua composição, 100 g L⁻¹ de N e 100 g L⁻¹ de K₂O, servindo para atender a necessidade de potássio e o segundo produto para complementar a necessidade de nitrogênio, apresentando em sua composição 99 g L de N.

As mudas de maracujazeiro foram produzidas em sacos de polietileno com capacidade de 1150 ml, preenchidos com substrato composto por 85% de solo, 10% de areia fina e 5% de esterco bovino curtido. O substrato foi analisado quanto às características físicas e químicas pela fertilidade e salinidade, seguindo as metodologias da Embrapa (2017) e Richards (1954), como indicado no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição física e química do substrato utilizado no experimento

Física	Valor	Fertilidade	Valor	Salinidade	Valor
Areia (g kg ⁻¹)	639	pH em água (1:2,5)	7,00	pH	7,30
Silte (g kg ⁻¹)	227	P (mg dm ⁻³)	146,32	CEes (dS m ⁻¹)	2,73
Argila (g kg ⁻¹)	134	K ⁺ (mg dm ⁻³)	633,29	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,02
Classe textural	Franco Arenoso	Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,27	Ca ⁺² (mmol _c L ⁻¹)	16,00
		Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	Mg ⁺² (mmol _c L ⁻¹)	16,75
		H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	2,84	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	6,90
		Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	5,53	CO ₃ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	0,00
		Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,70	HCO ₃ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	40,00
		SB (cmol _c dm ⁻³)	9,12	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	30,00
		CTC (cmol _c dm ⁻³)	11,96	RAS (mmol _c L ⁻¹)	0,94
		MO (cmol _c dm ⁻³)	26,69	PST (%)	0,13
				Classificação	Salino

Fonte: dados da pesquisa.

Na semeadura foram utilizadas sementes provenientes da variedade de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *favicarpa*), por apresentar uma elevada produtividade e

aceitação do mercado consumidor. Para tanto foram semeadas três sementes por saco, com o substrato sendo mantido próximo a capacidade de campo de 70%, desde o semeio até

o estabelecimento das plântulas, realizando-se o desbaste 10 dias após a emergência.

Aos 20 dias após o semeio (DAS) tem início a aplicação das águas salinizadas, com irrigações diárias de forma manual, conforme a necessidade da cultura, sendo determinada pelo método de lisimetria de drenagem, proposta por Bernardo *et al.* (2006), a qual consiste em aplicar diariamente o volume de água evapotranspirada. Diante disso, foram selecionados dez recipientes aleatoriamente, nos quais foram colocados coletores para se determinar a diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior. A cada quinze dias foram aplicadas uma lâmina de lixiviação de 10% do volume de água aplicado na irrigação, com o propósito de reduzir o acúmulo de sais do substrato, sendo utilizado a água de abastecimento do local (0,5 dS m⁻¹).

As adubações foliares de N e K se iniciaram aos 20 DAS, as quais foram divididas em 7 aplicações realizadas a cada sete dias, sempre ao final da tarde. Com isso, os volumes de N e K foram diluídos em água destilada até atingir o equivalente a necessidade dos nutrientes e aplicados utilizando pulverizador manual, com o volume de calda total de 175 mL por planta.

A coleta de dados foi realizada aos 75 DAS, quando as plantas apresentavam as características necessárias de tamanho e diâmetro do caule ideais para o transplântio a campo. Com isso, avaliou-se a altura de plantas, com régua graduada em centímetros; o diâmetro caulinar com paquímetro digital; e a estimativa da área foliar e razão de área foliar (RAF), de acordo com Benincasa (2003), conforme a equação 1 e 2:

$$AF = (C \times L) \times f = (\text{cm}^2)$$

Em que: AF= área foliar, C= comprimento (cm), L= largura (cm) de cada folha e “f” = Fator 0,6544.

$$RAF = \frac{AF}{FSPA} = (\text{cm}^2 \text{g}^{-1})$$

Em que: FSPA = fitomassa seca da parte aérea (g), AF = área foliar (cm²)

Os índices de fluorescência da clorofila a foram estimadas com auxílio de um fluorômetro modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA). Para isso, foram colocadas pinças foliares com antecedência de 30 minutos ao início das leituras, o que serviu para a adaptação das folhas ao escuro, após esse período foi mensurada a fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv = Fm-F0), razão Fv/F0 e rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm).

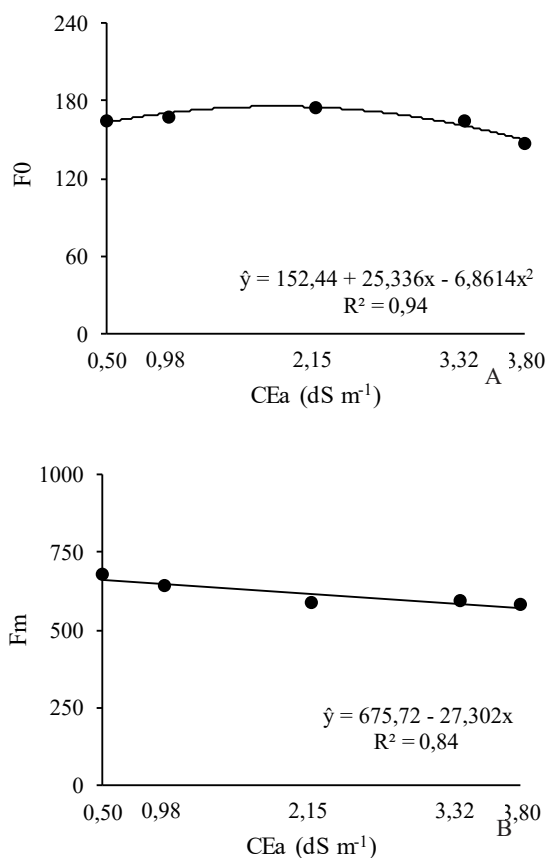
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade (P≤0,05), e nos casos de efeito significativo se aplicou a análise de regressão, utilizando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2017).

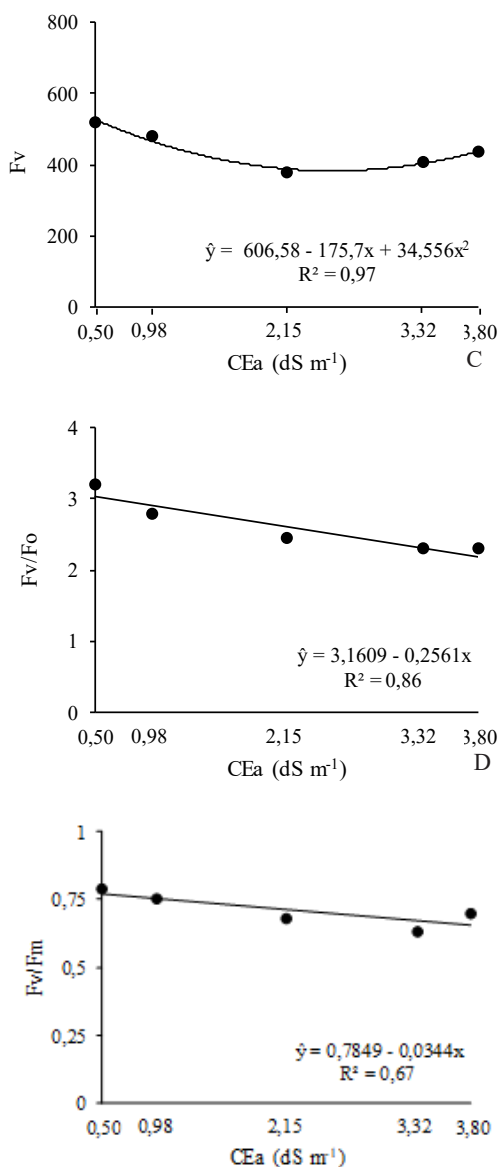
3 Resultados e Discussão

De acordo com a análise estatística, não houve efeito significativo para a interação entre os fatores estudados. Porém, a salinidade e as doses de N e K promoveram efeitos isolados nos índices de fluorescência da clorofila a e nas variáveis de crescimento das plantas de maracujazeiro. Constatou-se que a salinidade promoveu reduções nos índices de fluorescência inicial (F0), máxima (Fm) e variável (Fv), ocorrendo efeito quadrático para a F0 com valor máximo (175,83 elétrons quantum⁻¹) na CEa de 1,85 dS m⁻¹ (Figura 1A). Já a Fm foi reduzida à medida que se elevou a CEa, com o valor máximo de 662,06 elétrons quantum⁻¹ na salinidade de 0,5 dS m⁻¹, ocorrendo redução de 13,6% ao comparar os valores da menor e maior CEa (Figura 1B).

A Fv se ajustou ao modelo decresceu à medida que se elevou a CEa, alcançando valores máximos e mínimos (527,36 e 383,30 elétrons quantum⁻¹) nas CEas de 0,5 e 2,5 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 1C). A Relação Fv/F0 e o rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm) reduziram à medida que se elevou a salinidade, ocorrendo os menores valores (2,19 e 0,65 elétrons quantum⁻¹) na CEa de 3,80 dS m⁻¹, ocorrendo decréscimos de 27,9 e 14,8%, respectivamente (Figura 1D e 1E).

Figura 1 - Fluorescência inicial - F0 (A), máxima - Fm (B) e variável - Fv (C), relação Fv/F0 (D) e rendimento quântico do fotossistema II - Fv/Fm (E) de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *favicarpa*) em função do estresse salino





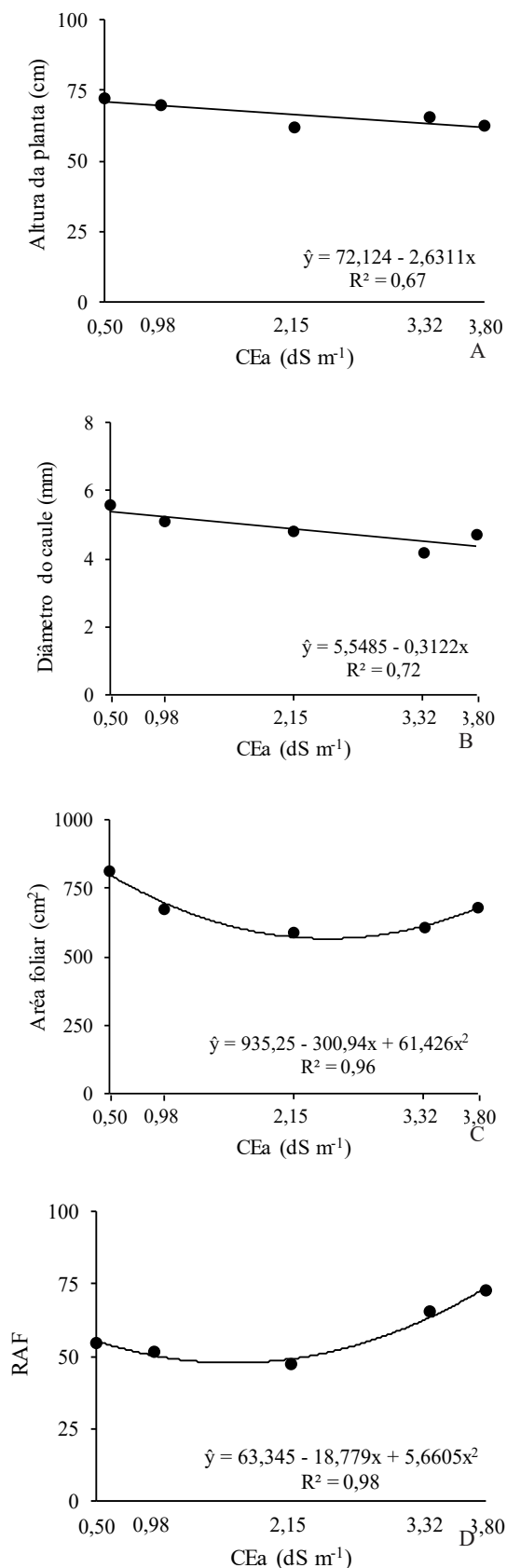
Fonte: dados da pesquisa.

Essa redução nos índices de fluorescência e no rendimento quântico do fotossistema II indicam que o estresse salino promoveu danos ao aparato fotossintético, proporcionando redução nos processos de assimilação e carboxilação, afetando a eficiência fotoquímica da planta (NÓBREGA *et al.*, 2020).

A redução nos índices de fluorescência da clorofila a em função do estresse salino também foi constatado em outras frutíferas, como em graviola (*Annona squamosa* L.) em que a CEa de 4,0 dS m⁻¹ reduziu severamente a F0, Fv e o rendimento quântico do FSII (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Dias *et al.* (2019) constataram que a CEa de 3,8 dS m⁻¹ promoveu a redução do Fm e Fv/Fm em plantas de acerola (*Malpighia emarginata* DC).

No crescimento das plantas de maracujazeiro, a salinidade promoveu redução na altura de plantas, no diâmetro do caule e na área foliar. No entanto, proporcionou aumento na razão de área foliar - RAF na maior CEa (Figura 2).

Figura 2 - Altura de plantas (A), diâmetro do caule (B), área foliar (C) e razão de área foliar - RAF (D) de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *favicarpa*) em função do estresse salino



Fonte: dados da pesquisa.

O aumento da CEa promoveu reduções na altura de plantas e no diâmetro do caule da planta, com os menores valores (62,1 cm e 4,36 mm) na CEa de 3,80 dS m⁻¹, resultando em perdas de 12,3% para a altura e 19,1 % para o diâmetro, comparando com os valores da menor CEa (0,5 dS m⁻¹) (Figuras 2A e 2B). O crescimento é influenciado, negativamente, em razão do acúmulo de quantidades tóxicas de íons, isto em virtude do aumento da tensão osmótica da solução que dificulta a absorção de água pelas plantas (BEZERRA *et al.*, 2018).

Resultados semelhantes foram relatados por Wanderley *et al.* (2018) em mudas de maracujazeiro, no qual a salinidade da água de irrigação reduziu a altura em cerca de 12,2 cm por unidade com o aumento da salinidade, que resultaram em declínio de 34,18 cm (25,18%), e também do diâmetro do caule em 0,196 mm por unidade em incrementos na CEa.

A área foliar apresentou valores que melhor se ajustaram ao modelo quadrático, com o valor máximo (800 cm²) na CEa de 0,5 dS m⁻¹ e o menor (567 cm²) na CEa de 2,45 dS m⁻¹ ocorrendo redução de 29,1% ao comparar os valores (Figura 2C). Esse efeito aponta que houve redução no tamanho das folhas, caracterizando a sensibilidade do maracujazeiro ao estresse salino. Corroborando com Freire e Nascimento (2018), que constataram que a salinidade de 3,5 dS m⁻¹ proporcionou redução na área foliar de maracujazeiro amarelo e roxo de 13,9 e 11,0%, respectivamente.

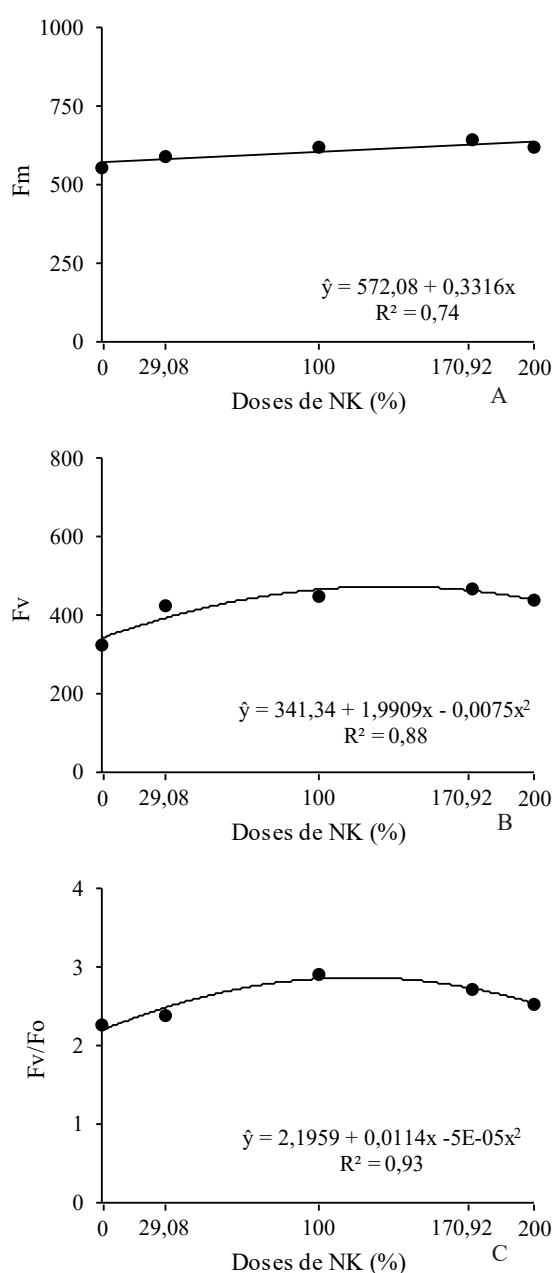
A RAF aumentou em função da elevação da CEa, ocorrendo os maiores valores (73,7 cm²g⁻¹) na CEa de 3,80 dS m⁻¹, proporcionando incrementos de 33,1% ao comparar com os valores da menor e maior CEa (Figura 2D). A ocorrência deste comportamento ocorre em resposta ao estresse salino, a planta induziu a utilização da maior parte dos fotoassimilados na formação do aparato fotossintético, proporcionando o aumento da RAF (SOUZA *et al.*, 2020).

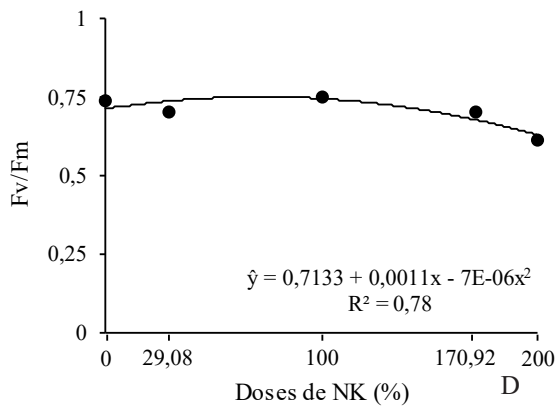
A adubação foliar com N e K proporcionou melhorias nos índices de fluorescência da clorofila a nas plantas de maracujazeiro amarelo, com exceção da fluorescência inicial (Figura 3). A Fm aumentou em função das doses de nitrogênio e potássio com valores máximos (638,4 elétrons quantum⁻¹) na dose de 200% (Figura 3A). Quando o suprimento de nutrientes é adequado para a planta, os teores de clorofila aumentam intensificando também a capacidade de absorção, eficiência e a formação de outras substâncias que fazem parte do sistema de fotoproteção (SILVA, 2017).

Os valores da Fv aumentaram em função da aplicação foliar de N e K, sendo o maior (473,46 elétrons quantum⁻¹) incremento obtido na dose de 132,7%, representando um aumento de 27,9% ao comparar com os valores do tratamento controle (Figura 3B). A resposta das plantas a adubação evidencia a importância dos elementos químicos como o N e K na nutrição das plantas, tendo em vista que eleva a capacidade de ajustamento osmótico e manutenção da capacidade fotossintética (OLIVEIRA *et al.*, 2014; TAIZ *et*

al., 2017).

Figura 3 - Fluorescência máxima - Fm (A) e variável - Fv (B), relação Fv/F0 (C) e rendimento quântico do fotossistema II - Fv/Fm (D) de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *favicarpa*) em função da adubação foliar (NK)



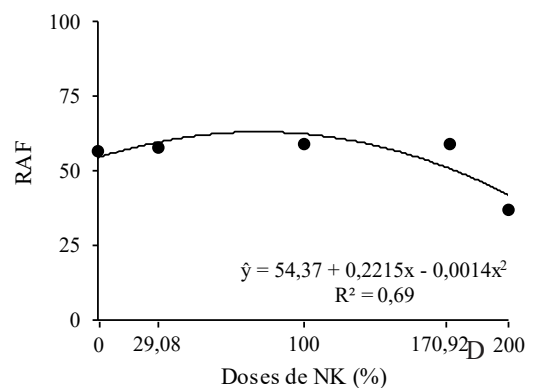
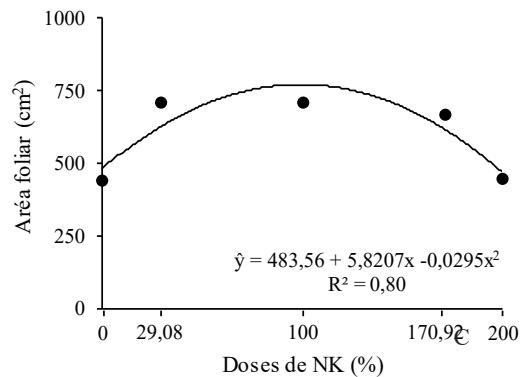
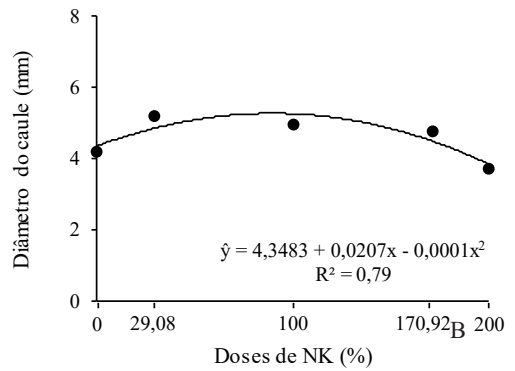
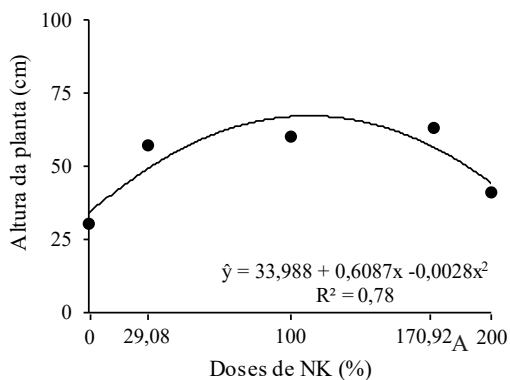


Fonte: dados da pesquisa.

Enquanto a relação Fv/F0 em função das doses de N e K obteve ajuste ao modelo quadrático de regressão com valores máximos (2,85) na dose 114%, configurando um incremento de 23,15% ao comparar com os valores da menor dose (Figura 3C). O rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm) apresentou os valores máximos de 0,76 elétrons quantum⁻¹ nas plantas submetidas a dose de N e K de 91,67%. Os valores observados ressaltam que a maior disponibilidade de nutrientes para a planta proporciona aumento da eficiência fotoquímica. Nesse caso, a adubação impede que ocorra a fotoinibição que é a perda de energia induzida pela luz (TANAKA *et al.*, 2014).

As variáveis de altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar e a razão de área foliar aumentaram em função das doses de N e K, com os resultados se ajustando ao modelo quadrático (Figura 4).

Figura 4 - Altura de Plantas (A), diâmetro do caule (B), área foliar (C) e razão de área foliar - RAF (D) de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) em função da adubação foliar (NK)



Fonte: dados da pesquisa.

A altura de plantas apresentou os valores máximos (67,1 cm) nas plantas submetidas à dose de 109% de N e K, proporcionando ganhos de 49,3% ao comparar com a menor dose (Figura 4A). Já para o diâmetro do caule se constatou que o maior incremento (5,42 mm) ocorreu na dose de 103%, proporcionando aumento de 19,8% ao comparar com o valor obtido na testemunha (Figura 4B). Por serem nutrientes essenciais, o fornecimento de quantidades adequadas de N e K proporciona ganhos no crescimento das plantas de maracujazeiro. Assim, a interação entre a fertilização de N e K possibilita que a planta consiga apresentar maiores taxas fotossintéticas (YANG *et al.*, 2016), consequentemente, aumenta a produção de fotoassimilados e o crescimento da planta.

Nota-se que o aumento das doses acima do citado proporcionou quedas no crescimento em altura e diâmetro do caule, indicando que acima das doses ótimas para a planta o

aumento do fornecimento de nutrientes, podem proporcionar distúrbios nutricionais nas plantas de maracujá (LOPES *et al.*, 2017). Corroborando com Bonifácio *et al.* (2018), que constataram redução no crescimento de porta-enxertos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em função de doses elevadas de nitrato de potássio e Alvarenga *et al.* (2019) em aceroleira (*Malpighia emarginata* DC), em que se observaram que a interação entre as doses de N e K aumentaram a pressão osmótica do solo, resultando na redução do diâmetro do caule das plantas.

A área foliar das plantas de maracujazeiro, em função da adubação com N e K, apresentou os valores máximos de 770,68 cm² na dose de 98,6%, apresentando ganhos em relação ao tratamento controle (Figuras 4C). No entanto, ao se elevar a dose de composto ocorre redução na área foliar, indicando que níveis de nutrientes acima do desejável podem limitar o crescimento do maracujazeiro. De maneira semelhante, Souza *et al.* (2018) registraram na cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.) que a fertirrigação com doses de K e N aumentou o AF ao maior valor (18.249,6 cm² por planta) com 116,5 kg ha⁻¹ de K e 268,0 kg ha⁻¹ de N, indicando a eficiência da adubação de N e K no aumento da área foliar das plantas.

Enquanto a RAF máxima foi de 63,13 na dose de 79% de N e K, proporcionando ganhos de 13,9% em relação a menor dose, sendo observados reduções na RAF em função do aumento da dose acima da supracitada (Figuras 4D). De maneira semelhante, Cruz *et al.* (2015), ao avaliarem a influência da adubação fosfatada sobre o acúmulo de massa seca e as relações de crescimento de physalis (*Physalis angulata*), verificaram valores de RAF, que variaram de 284,1 para 175,4 cm² g⁻¹, atingindo decréscimo de 38,26%.

4 Conclusão

O crescimento e a eficiência fotoquímica das plantas de maracujazeiro diminuem em virtude da salinidade da água de irrigação. A adubação foliar com N e K proporciona aumento no crescimento e nos índices de fluorescência da clorofila a. A aplicação foliar acima da dose de N e K acima de 100% pode reduzir o crescimento das mudas de maracujazeiro.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo aos pós-graduandos envolvidos na pesquisa.

Referências

ALVARENGA, C.F.S. *et al.* Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. *Rev. Cienc. Agra.*, v.42, n.1, p.194-205, 2019. doi: 10.19084/RCA18215.

ARAÚJO, H.S. *et al.* Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. *Pesq. Agrop. Trop.*, v.42, n.4, p.469-475, 2012.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. *Water quality for agriculture.*

Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994.

BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas, noções básicas.* Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. *Manual de irrigação.* Viçosa: UFV, 2006.

BEZERRA, I.L. *et al.* Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. *Rev. Caat.*, v.31, n.4, p.808-816, 2018. doi: 10.1590/1983-21252018v31n402rc.

BONIFÁCIO, B.F. *et al.* Effect of salinity and potassium on phytomass and quality of guava rootstocks. *J. Agric. Sci.*, v.10, n.2, p.308-317, 2018. doi: 10.5539/jas.v10n2p308.

CRUZ, J.L.; SOUZA FILHO, L.F.S.; PELACANI, C.R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.). *Rev. Bras. Plan. Medic.*, v.17, n.3, p.360-366, 2015. doi: 10.1590/1983-084X/13_060.

DIAS, A.S. *et al.* Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. *Rev. Caat.*, v.32, n.2, p.429-439, 2019. doi: 10.1590/1983-21252019v32n216rc.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.* Brasília: Embrapa, 2017.

FIGUEIREDO, F.R.A. *et al.* Gas exchanges in sugar apple (*Annona squamosa* L.) subjected to salinity stress and nitrogen fertilization. *Aust. J. Crop Sci.*, v.13, n.12, p.1959-1966, 2019. doi: 10.21475/ajcs.19.13.12.p1754.

FREIRE, J.L.O.; NASCIMENTO, G.S. Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. *Rev. Cien. Agra.*, v.41, n.4, p.981-988, 2018. doi: 10.19084/RCA18164.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. (2017). Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/bl_maracuja.pdf. Acesso em 2 ago. 2020.

LI, S. *et al.* Response of water balance and nitrogen assimilation in cucumber seedlings to CO₂ enrichment and salt stress. *Plant. Physio. Bioch.*, v.139, n.256-263, 2019. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.03.028.

LIMA, G.S. *et al.* Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Rev. Cienc. Agra.*, v.42, n.1, p.214-225, 2019. doi: 10.19084/RCA18123.

LIXANDRU, M.; FENDRIHAN, S. Foliar fertilization of cultivated plants improve their resistance to environmental stress and pathogens. *Roman. J. Plant Prot.*, v.11, p.90-94, 2018.

LOPES, P.A.F. *et al.* Micronutrient concentration and content in passion fruit leaves under sampling methods and n-k fertilization rates. *Rev. Bras. Frutic.*, v.39, n.4, e-788, 2017. doi: 10.1590/0100-29452017788.

MATEUS, N.B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. *Acta Scient.*, v.23, n.6, p.1537-1546, 2001. doi: 10.4025/actascitechnol.v23i0.2795.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Rev. Bras. Frutic.*, v.33, p.83-91, 2011. doi: 10.1590 / S0100-29452011000500012.

NÓBREGA, J.S. *et al.* Growth and fluorescence rates of

- Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze under saline stress and salicylic acid doses. *Rev. Bras. Cien. Agra.*, v.15, n.3, p.7012, 2020. doi: 10.5039/agraria.v15i3a7012.
- NOVAIS, R.F.; NEVES J.C.L.; BARROS N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A.J. (ed) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p.189-253.
- OLIVEIRA, F.A. *et al.* Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Comun. Sci.*, v.6, n.4, p.471-478, 2015. doi: 10.14295/CS.v6i4.982.
- OLIVEIRA, F.A. *et al.* Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, v.18, n.5, p.480-486, 2014. doi: 10.1590/s1415-43662014000500003.
- R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017.
- RIBEIRO, J.E.S. *et al.* *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. *Rev. Bras. Cien. Agra.*, v.15, n.1, 2020. doi: 10.5039/agraria.v15i1a6638.
- RICHARDS, L.A. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954.
- SILVA, A.R. *Adubação nitrogenada e potássica, na fisiologia e produtividade do jerimum caboclo (Cucurbita maxima)*. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- SOUZA, A.H.C. *et al.* Agronomic efficiency and growth of eggplant crop under different potassium and nitrogen doses. *Rev. Caat.*, v.31, n.3, p.737-747, 2018. doi: 10.1590/1983-21252018v31n324rc.
- SOUZA, L.P. *et al.* Alocação de fitomassa e crescimento de clones de cajueiro irrigados com águas de diferentes salinidades. *Rev. Desaf.*, v.7, n.1, p.52-63, 2020. doi: 10.20873/ufv7.
- TAIZ, L. *et al.* *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6th ed. Artmed, Porto Alegre. 2017.
- TANAKA, Y. *et al.* Leaf photosynthesis and its genetic improvement from the perspective of energy flow and CO₂ diffusion. *Plant Prod. Sci.*, v.17, n.2, p.111-123, 2014. doi: 10.1626/pp.s.17.111.
- WANDERLEY, J.A.C. *et al.* Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on yellow passion fruit seedlings. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, v.22, n.8, p.541-546, 2018. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p541-546.
- YANG, X. *et al.* Cumulative release characteristics of controlled-release nitrogen and potassium fertilizers and their effects on soil fertility, and cotton growth. *Sci. Rep.*, v.6, p.39030, 2016. doi: 10.1038/srep39030.