



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS IV
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

FERNANDA SUASSUNA FERNANDES

**CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO-AMARELO SOB SALINIDADE
HÍDRICA E SUPLEMENTAÇÃO COM SILÍCIO**

**CATOLÉ DO ROCHA - PB
2024**

FERNANDA SUASSUNA FERNANDES

**CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO-AMARELO SOB SALINIDADE
HÍDRICA E SUPLEMENTAÇÃO COM SILÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agronomia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lays Klécia Silva Lins

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita

**CATOLÉ DO ROCHA - PB
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F363c Fernandes, Fernanda Suassuna.

Crescimento inicial de maracujazeiro-amarelo sob salinidade hídrica e suplementação com silício [manuscrito] / Fernanda Suassuna Fernandes. - 2024.
26 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2024.

"Orientação : Prof. Dra. Lays Klécia Silva Lins, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA".

"Coorientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA".

1. Passiflora edulis. 2. Região Nordeste. 3. Estresse salino.
I. Título

21. ed. CDD 634.425

FERNANDA SUASSUNA FERNANDES

CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO-AMARELO SOB SALINIDADE
HÍDRICA E SUPLEMENTAÇÃO COM SILÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Agronomia da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharela em
Agronomia

Aprovada em: 28/06/2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Danielly da Silva Lucena** (***.427.484-**), em **03/12/2024 21:00:13** com chave **bc3dad24b1d211ef869e1a1c3150b54b**.
- **Lays Klécia Silva Lins** (***.676.704-**), em **03/12/2024 19:30:01** com chave **22dd6126b1c611ef993e1a1c3150b54b**.
- **Caio da Silva Sousa** (***.524.024-**), em **04/12/2024 08:28:07** com chave **d5a2acd2b23211efa5221a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Termo de Aprovação de Projeto Final

Data da Emissão: 04/12/2024

Código de Autenticação: 808fd0



Pai e mãe, obrigada por todos os sacrifícios que vocês fizeram para me proporcionar uma vida melhor. Vocês colocaram as minhas necessidades acima das de vocês e me deram tudo o que eu precisava para crescer e me tornar a pessoa que sou hoje. Amo vocês!
DEDICO.

“O silício é um elemento essencial para a vida das plantas, e sua suplementação pode trazer diversos benefícios” - Jeffery Dahl.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Croqui do experimento na casa de vegetação.....	14
Figura 2 –	Dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados ao longo do experimento.....	14
Figura 3 –	Altura de planta e diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	18
Figura 4 –	Número de folhas e área foliar em mudas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	19
Figura 5 –	Comprimento da raiz de plantas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	20
Figura 6 –	Taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da altura de plantas (AP) de maracujazeiro 'BRS Sol do Cerrado', nos períodos de 15-27 (A e B) e 27-40 (C) dias após o transplante das mudas (DAT), sob tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Atributos de fertilidade e propriedades físicas do material de solo utilizado no experimento.....	15
Tabela 2 –	Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento.....	15
Tabela 3 –	Caracterização química da água de poço utilizada para irrigação das plantas.....	16
Tabela 4 –	Resumo das análises de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR), registradas em mudas de maracujazeiro (<i>Passiflora edulis</i>), cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	18
Tabela 5 –	Resumo das análises de variância das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) em altura de planta (AP), entre 15-27 e 27-40 dias após o transplante (DAT) de mudas de maracujazeiro (<i>Passiflora edulis</i>), cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Altura da Planta
DC	Diâmetro do Caule
CR	Comprimento da Raiz
NF	Número de Folhas
AF	Área Foliar
CV	Coefficiente de Variância
TCA	Taxa de Crescimento Absoluto
TCR	Taxa de Crescimento Relativo
DAT	Dias Após o Transplante de Mudas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA.....	13
2.1	Localização, delineamento experimental e tratamentos.....	13
2.2	Montagem e condução do experimento.....	14
2.3	Preparo das águas salinizadas e manejo da irrigação.....	15
2.4	Preparo e aplicação das soluções de silício.....	16
2.5	Variáveis analisadas.....	16
2.6	Análise estatística.....	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS.....	23

CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO-AMARELO SOB SALINIDADE HÍDRICA E SUPLEMENTAÇÃO COM SILÍCIO

INITIAL GROWTH OF YELLOW PASSION FRUIT UNDER WATER SALINITY AND SILICON SUPPLEMENTATION

Fernanda Suassuna Fernandes

RESUMO

O Nordeste do Brasil é a principal região produtora de maracujá do país. A irrigação é amplamente utilizada nos cultivos, mas a água disponível frequentemente possui altos teores de sais, prejudicando o crescimento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*), uma espécie sensível à salinidade. O silício tem sido estudado em diversas culturas como mitigador de estresses abióticos por várias razões, mas ainda há falta de informações detalhadas sobre seus efeitos no maracujazeiro. Por esse motivo, realizou-se o presente trabalho, visando avaliar o crescimento inicial de mudas de maracujazeiro-amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado', submetidas a irrigação com água salinizada e suplementação com silício. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram avaliados os cinco seguintes tratamentos: T1 - plantas regadas com água de condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m⁻¹; T2 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício no solo; T4 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício via foliar; T5 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício 50% via solo e 50% via foliar. As soluções de silício foram preparadas por meio de adição de SiO₂ em água destilada. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz e as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura de planta. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, constatada a distribuição normal, foi procedida a análise de variância, pelo teste F. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Verificou-se que a irrigação com água salinizada (CE = 4,0 dS m⁻¹) provocou reduções em todas as variáveis de crescimento analisadas. No entanto, a aplicação de silício, seja diretamente no solo, por pulverização foliar ou pela combinação das duas formas, aliviou os efeitos da salinidade nas mudas de maracujazeiro-amarelo, promovendo um crescimento inicial mais favorável.

Palavras-Chave: *Passiflora edulis*; região nordeste; estresse salino.

ABSTRACT

The Northeast of Brazil is the main passion fruit producing region in the country. Irrigation is widely used in fields, but the available water often has high salt content, damaging the growth of yellow passion fruit (*Passiflora edulis*), a sensitive to salinity species. Silicon has been studied in several crops as a mitigator of abiotic stresses for several reasons, but there is still a lack of detailed information about its effects on passion fruit. For this reason, the present work was carried out, aiming to evaluate the initial growth of yellow passion fruit seedlings, cultivar 'BRS Sol do Cerrado', subjected to irrigation with saline water and silicon supplementation. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with five replications. The following five treatments were evaluated: T1 - plants irrigated with water with an electrical conductivity (EC) of 1.2 dS m⁻¹; T2 - plants irrigated with water with an EC of 4.0 dS m⁻¹; T3 - plants irrigated with water with an EC of 4.0 dS m⁻¹, with application of silicon to the soil; T4 - plants irrigated with water with an EC of 4.0 dS m⁻¹, with silicon applied via foliar; T5 - plants irrigated with water with an EC of 4.0 dS m⁻¹, with silicon application 50% via soil and

50% via foliar. Silicon solutions were prepared by adding SiO₂ to distilled water. The following characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, root length and absolute and relative growth rates of plant height. Data were subjected to the Shapiro-Wilk normality test and, once normal distribution was verified, analysis of variance was performed using the F test. The means of the treatments were compared using the Tukey test. It was found that irrigation with saline water (EC = 4.0 dS m⁻¹) caused reductions in all growth variables analyzed. However, the application of silicon, whether directly to the soil, by foliar spray or by combining the two forms, alleviated the effects of salinity on yellow passion fruit seedlings, promoting more favorable initial growth.

Keywords: *Passiflora edulis*; northeast region; salt stress.

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) desempenha um papel crucial na agricultura brasileira, tanto do ponto de vista econômico quanto social. Esta espécie é amplamente cultivada devido à sua alta adaptabilidade às condições climáticas tropicais e subtropicais do país (Souto et al., 2024). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2022, a produção de maracujá no Brasil foi de 697.859 toneladas, o que gerou uma receita de aproximadamente R\$ 1,97 bilhão. Este impacto econômico é amplificado pela crescente demanda tanto no mercado interno quanto externo, devido às excelentes propriedades nutritivas e ao sabor apreciado do fruto, utilizado na produção de sucos, sobremesas, cosméticos e produtos medicinais (Pereira et al., 2023). Além disso, o cultivo do maracujazeiro-amarelo promove a geração de empregos e a fixação de famílias no campo, contribuindo para a sustentabilidade rural (Miyake et al., 2016).

Na região Nordeste do Brasil, a quantidade produzida foi de 486.893 toneladas, representando 69,8% da produção nacional de maracujá (IBGE, 2022). Embora essa região seja considerada a principal produtora dessa fruta, a elevada salinidade dos solos e dos mananciais tem comprometido a formação de mudas e o estabelecimento da cultura sob manejo convencional. De acordo com Cavalcante et al. (2009), nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, as águas para irrigação nas principais áreas de cultivo de maracujá são majoritariamente provenientes de mananciais superficiais e subterrâneos com condutividades elétricas superiores a 1,5 dS m⁻¹, podendo prejudicar sobremaneira a cultura, que é reconhecidamente sensível ao excesso de sais (Ayers e Westcot, 1999).

Os efeitos negativos da salinidade se manifestam de várias maneiras na morfologia das plantas, resultando em reduções significativas nas variáveis de crescimento vegetativo (Parés et al., 2008; Diniz et al., 2020; Sá et al., 2020). A salinidade afeta o transporte de água nas plantas devido ao acúmulo de íons Na⁺ e Cl⁻, que podem causar problemas osmóticos e iônicos. Este acúmulo de sais interfere na capacidade das raízes de absorver água, levando a uma diminuição da turgidez celular e, conseqüentemente, ao murchamento das plantas. Além disso, íons Na⁺ e Cl⁻, em excesso, competem com outros nutrientes essenciais, como K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, prejudicando seu transporte e absorção (Larcher, 2000; Marschner, 2012; Shahid et al., 2018; Sá et al., 2021; Moura et al., 2022). Esse desequilíbrio nutricional compromete processos metabólicos fundamentais, como a fotossíntese e a síntese de proteínas, resultando em um menor crescimento (Mesquita et al., 2023; Nobre et al., 2024).

Uma alternativa para minimizar os efeitos negativos da salinidade no crescimento e no rendimento das plantas é a suplementação com silício em regiões onde a água de irrigação é tida como salina (Tuna et al., 2008; Diniz et al., 2020; Sá et al., 2020; Sá et al., 2021). O silício acumula-se nas paredes celulares das raízes, aumentando a resistência mecânica e reduzindo a

absorção de íons tóxicos como Na^+ e Cl^- . Além disso, melhora a eficiência no uso da água, aumenta a atividade de enzimas antioxidantes e facilita a absorção de nutrientes essenciais (Soukup et al., 2017; Muhammad et al., 2022; Singh et al., 2023).

O maracujazeiro-amarelo é uma planta classificada como acumuladora intermediária de silício (Costa et al., 2016). Porém as informações disponíveis sobre os efeitos do Si nesse grupo de plantas ainda são insuficientes na literatura. Ademais, mesmo que toda e qualquer planta tenha silício e seja beneficiada por sua presença, sua essencialidade ainda não foi comprovada em pesquisas até o momento, pois faltam indicativos sobre o seu papel bioquímico e fisiológico na biologia dos vegetais (Bakhat et al., 2018).

Há também uma lacuna de conhecimentos sobre as ações dos diferentes métodos de aplicação do silício em maracujazeiro. As formas de aplicação podem variar, incluindo a incorporação no solo, a aplicação foliar e a combinação desses métodos. Cada abordagem pode ter efeitos distintos na absorção e utilização do silício pelas plantas, influenciando sua eficácia na melhoria da tolerância ao estresse.

Outro fator extremamente importante para o melhor rendimento do maracujazeiro é a produção da muda, tendo como critérios os aspectos morfológicos, que são usualmente utilizados para definir sua qualidade (Gomes et al., 2002). Dentre as características morfológicas amplamente utilizadas em estudos sobre a qualidade das mudas, destaca-se o crescimento inicial, devido à praticidade de seu uso em viveiros e sua correlação com o crescimento e a sobrevivência no campo após o plantio (Cruz et al., 2006; Farias et al., 2009; Nascimento et al., 2017; Santos et al., 2019; Nóbrega et al. 2021). Portanto, é de fundamental importância a realização de estudos avaliando o crescimento inicial do maracujazeiro, para garantir uma boa fixação no campo e um bom desenvolvimento durante seu ciclo.

Diante do exposto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o crescimento inicial de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims), cultivar 'BRS Sol do Cerrado', sob condições de salinidade da água de irrigação e diferentes métodos de aplicação de silício.

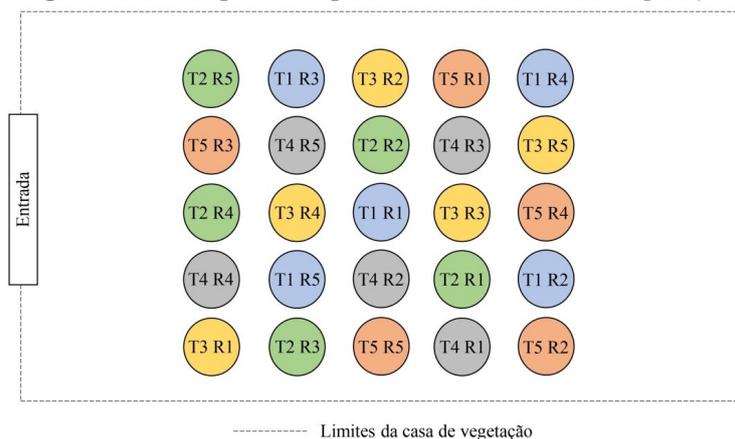
2 METODOLOGIA

2.1 Localização, delineamento experimental e tratamentos

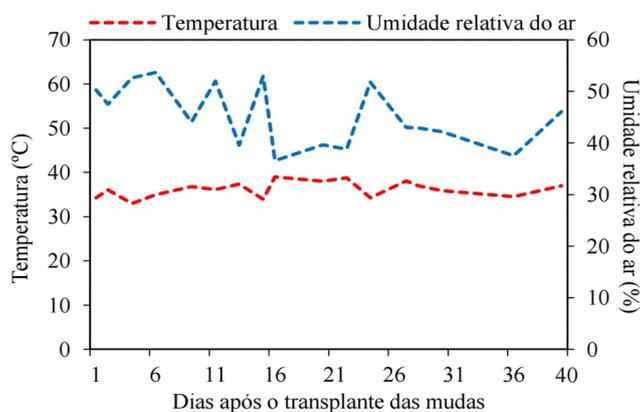
O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), durante os meses de setembro e outubro de 2023. O CCHA/UEPB está localizado no município de Catolé do Rocha/PB, com coordenadas geodésicas de 6° 20' 38" S, 37° 44' 48" O, e altitude de 275 m.

Foram avaliados os efeitos de cinco tratamentos sobre o crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado'. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma planta, perfazendo 25 unidades experimentais (Figura 1). Os tratamentos estão designados a seguir:

- T1: plantas irrigadas com água com condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m^{-1} (controle);
- T2: plantas irrigadas com água com CE de 4,0 dS m^{-1} ;
- T3: plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m^{-1} , com aplicação de silício no solo;
- T4: plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m^{-1} , com aplicação de silício via foliar;
- T5: plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m^{-1} , com aplicação de Si 50% via solo e 50% via foliar.

Figura 1 – Croqui do experimento na casa de vegetação

Fonte: Elaborada pela autora, 2024. T - tratamento; R - repetição. T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = 1,2 dS m⁻¹; T2 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via foliar; T5- plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo e foliar.

Figura 2 – Dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados ao longo do experimento

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Na Figura 2, estão representadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas ao longo do experimento.

2.2 Montagem e condução do experimento

A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno, depositando-se uma semente por célula. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram transplantadas para sacos de polietileno com capacidade de 5 dm³ (25 cm x 30 cm), preenchidos com um substrato composto por uma mistura de 50% de solo e 50% de esterco bovino curtido. As características do solo e do esterco bovino estão detalhadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Atributos de fertilidade e propriedades físicas do material de solo utilizado no experimento

Fertilidade		Propriedades físicas	
pH	6,00	Areia (g kg ⁻¹)	831,5
P (mg dm ⁻³)	16,63	Silte (g kg ⁻¹)	100,0
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	Argila (g kg ⁻¹)	68,5
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,09	ADA (g (kg ⁻¹))	0,00
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,12	GF (kg dm ⁻³)	1,000
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	DS (g cm ⁻³)	1,53
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,34	DP (g cm ⁻³)	2,61
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,24	PT (m ³ m ⁻³)	0,42
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	H0.01MPa (g kg ⁻¹)	65
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,58	H0.03MPa (g kg ⁻¹)	49
V (%)	65,36	H1.50MPa (g kg ⁻¹)	28
MO (g kg ⁻¹)	13,58	Classe textural	FAA

SB = Soma de bases trocáveis (SB = Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [CTC = SB (Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺)]; V = Saturação do solo por bases trocáveis [V = (SB/CTC) × 100]; ADA = Argila dispersa em água; MO = Matéria orgânica do solo; GF = Grau de flocculação {GF = [(Argila-ADA)/Argila] x 100}; DS e DP = respectivamente densidade do solo e de partículas; PT = Porosidade total, macro e microporosidade do solo; FAA = Franco argilo arenosa.

Tabela 2 – Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

Atributos	Valores	Atributos	Valores
pH (H ₂ O)	7,7	S (g kg ⁻¹)	2,5
CE (dS m ⁻¹)	6,09	CTC (mmol dm ⁻³)	133,9
MO (dag kg ⁻¹)	36,2	B (mg kg ⁻¹)	14,8
CO (g kg ⁻¹)	166,9	Fe (mg kg ⁻¹)	11.1129,9
N (g kg ⁻¹)	13,9	Cu (mg kg ⁻¹)	19,3
C/N	12,0	Mn (mg kg ⁻¹)	491,4
P (g kg ⁻¹)	3,2	Zn (mg kg ⁻¹)	65,3
K ⁺ (g kg ⁻¹)	18,7	Si (g kg ⁻¹)	12,5
Ca ²⁺ (g kg ⁻¹)	16,2	Na ⁺ (g kg ⁻¹)	3,5
Mg ²⁺ (g kg ⁻¹)	6,1		

C = Oxidação de carbono por dicromato de potássio e determinado por colorimetria; N = Kjeldahl por digestão seca; C/N = relação carbono:nitrogênio; P - Mehlich-1 e fotolorimetria, 660 nm; K⁺ e Na⁺ = Fotometria de chama; Ca²⁺ e Mg²⁺ = espectrometria de absorção atômica em 422,7 e 285,2 nm; S – espectrometria de absorção atômica em 420 nm; B e Fe = espectrometria UV-vis nos comprimentos de onda de 460 e 508 nm, respectivamente; Cu = espectrometria de absorção atômica em 324,7; Mn e Zn = espectrometria de absorção atômica em 231,9 e 279,5 nm, respectivamente, com chama de ar acetileno; CTC = capacidade de troca de cátions.

2.3 Preparo das águas salinizadas e manejo da irrigação

As plantas correspondentes ao tratamento T1 foram regadas diariamente com água de poço com restrição moderada quanto à salinidade e sem risco em sodificação para atividade agrícola (C2S1 e CE = 1,2 dS m⁻¹), conforme classificação contida em Ayers e Westcot (1999). As características químicas da água do poço utilizada para irrigação das plantas para controle e para preparo das águas salinizadas estão apresentadas na Tabela 3.

As águas salinizadas (condutividade elétrica = 4,0 dS m⁻¹), que foram utilizadas para irrigação das plantas referentes aos tratamentos T2, T3, T4 e T5, foram preparadas pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água de poço amazonas. A concentração de NaCl foi calculada com base na seguinte equação, proposta por Rhoades et al. (2000):

$$C = 640 \times CEa$$

Onde:

C (mg L^{-1}) - concentração de NaCl;

CEa (dS m^{-1}) o valor inicial da condutividade elétrica da água.

Após o preparo, a água salinizada foi armazenada em recipiente plástico e foram realizadas, periodicamente, medições de sua condutividade elétrica, com o objetivo de corrigir possíveis alterações. Até 14 dias após o transplante das mudas (DAT), todas as plantas foram regadas com a água de condutividade elétrica de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$. As irrigações com a água de condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ se iniciaram aos 15 DAT e foram realizadas diariamente, de forma manual. Os volumes de água foram determinados de acordo com a necessidade hídrica das plantas, via lisimetria de drenagem, pela seguinte equação:

$$VI = (Va - Vd) + FL$$

Onde:

VI (mL) - volume de água a ser aplicado no próximo evento de irrigação (mL);

Va (mL) - volume de água aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd (mL) - volume de água drenado no evento de irrigação anterior (mL);

FL - fração de lixiviação de 10%, aplicada quinzenalmente.

Tabela 3 – Caracterização química da água de poço utilizada para irrigação das plantas

CE	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SAR	Classificação
dS m^{-1}					mmolc L ⁻¹				$(\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$	
1,20	6,9	1,21	2,50	1,48	6,45	8,1	2,75	0,18	4,57	C2S1

CE = Condutividade elétrica à 25 °C; C2S1 = Moderado risco de salinização e baixo risco de sodificação do solo segundo Richards (1954). SAR = Razão de adsorção de sódio [$\text{SAR} = \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / 2)^{1/2}$].

2.4 Preparo e aplicação das soluções de silício

As soluções de silício foram preparadas pela dissolução de dióxido de silício (SiO_2) em água destilada. Para o tratamento T3, 2 g de SiO_2 foram diluídos em 4 L de água destilada, resultando em uma solução de $0,5 \text{ g L}^{-1}$. Foram aplicados 150 mL dessa solução por planta diretamente no substrato ao redor do colo da planta.

Para o tratamento T4, 0,1 g de SiO_2 foi diluído em 500 mL de água destilada, resultando em uma concentração de $0,2 \text{ g L}^{-1}$. Esta solução foi aplicada nas folhas das plantas até o ponto de escorrimento, garantindo uma cobertura foliar uniforme.

No tratamento T5, 1 g de SiO_2 foi diluído em 4 L de água destilada ($0,25 \text{ g L}^{-1}$) e aplicado via solo, enquanto 0,05 g de SiO_2 foi diluído em 500 mL de água destilada ($0,1 \text{ g L}^{-1}$) e aplicado via foliar.

As aplicações foram realizadas em duas etapas: a primeira, aos 12 DAT, e a segunda, aos 27 DAT, para assegurar uma suplementação contínua de silício às plantas durante o período de crescimento inicial.

2.5 Variáveis analisadas

Aos 40 DAT, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR). A AP foi

mensurada com uma régua graduada em cm, medindo-se a distância do colo da planta até a inserção da última folha formada. O DC foi aferido utilizando um paquímetro digital modelo Stainless Steel, medindo-se a 1 cm de altura na região do colo de cada planta. O número de folhas (NF) foi determinado pela contagem manual das folhas presentes em cada planta. O CR foi medido desde a base do colo da planta até a extremidade da raiz pivotante.

A área foliar foi estimada pela seguinte fórmula:

$$AF = [(C \times L) \times Fr]$$

Onde:

AF (cm²) - área foliar;

C (cm) - comprimento da folha;

L (cm) - maior largura da folha;

F = fator de correção da cultura. Utilizou-se o fator 0,78, estimado conforme metodologia proposta por Santos (1999).

Adicionalmente, foram registradas medições da altura das plantas aos 15 e aos 27 DAT, para cálculos da taxa de crescimento absoluto (TCA) e da taxa de crescimento relativo (TCR) da altura das plantas, entre 15-27 DAT e 27-40 DAT. A TCA e a TCR, em altura de planta, foram estimadas através das seguintes equações apresentadas por Benincasa (2003) e Floss (2004):

Onde:

M1 - medida da altura ou diâmetro na época um (t1);

M2 - medida realizada em intervalos até a época dois (t2);

ln - logaritmo neperiano das medidas.

2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Após confirmar a distribuição normal, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F ($p \leq 0,05$). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Sisvar, versão 5.8.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, os resultados obtidos neste estudo evidenciam a eficácia do silício na mitigação dos efeitos adversos da salinidade sobre o crescimento do maracujazeiro amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado'. Nas análises, percebe-se que a irrigação com água salinizada prejudicou significativamente várias características das plantas, como altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e comprimento das raízes. Os resumos das análises de variância das variáveis de crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado', submetidas a irrigação com água salinizada e diferentes formas de aplicação de silício estão apresentados na Tabela 4. Verificou-se que as características altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR) foram afetadas de maneira significativa pelos tratamentos a $p \leq 0,01$; enquanto o número de folhas (NF) e a área foliar (AF) foram afetados a $p \leq 0,05$. Isto indica que houve diferenciação entre os tratamentos para esses parâmetros. Os coeficientes de variação (CV) situaram-se entre baixo e médio, sugerindo alta precisão dos dados para DC e CR e média precisão para AP, NF e AF, em relação à média, conforme estabelecido por Pimentel-Gomes (2009).

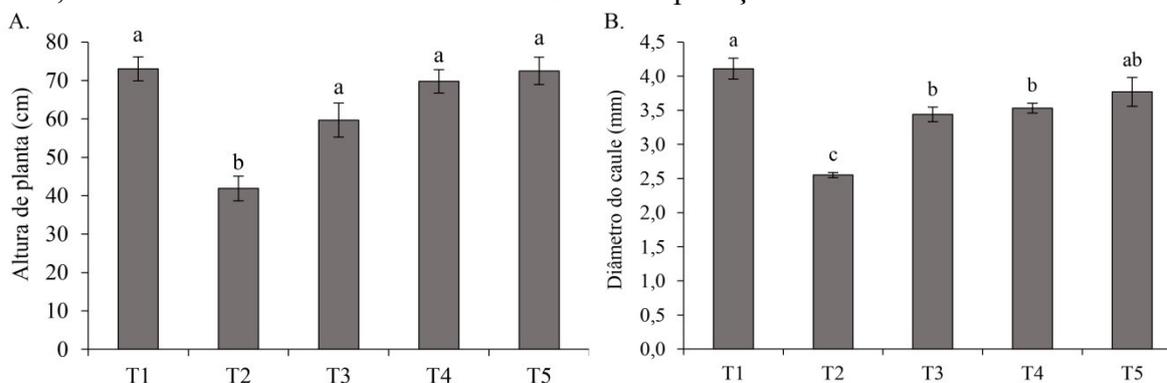
Tabela 4 – Resumo das análises de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR), registradas em mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*), cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício

FV	GL	Quadrado Médio				
		AP	DC	NF	AF	CR
Tratamentos	4	865,66**	1,69**	10,61*	603753,75*	50,86**
Resíduo	20	61,54	0,08	2,65	166537,74	2,49
CV (%)		12,38	8,39	12,35	15,91	7,29

Fonte: Elaborada pela autora, 2024. *, ** - significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente, pelo Teste F; FV - fonte de variação; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

Na Figura 3, estão representados os resultados referentes à altura de planta e ao diâmetro caulinar das mudas de maracujazeiro amarelo, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’. De maneira geral, observou-se que o crescimento das plantas foi prejudicado pela irrigação com água de condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, a aplicação de silício por diferentes métodos (via solo, via foliar e via solo + foliar) demonstrou eficiência em mitigar os efeitos nocivos da salinidade sobre os parâmetros avaliados.

Figura 3 – Altura de planta e diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício



Fonte: Elaborada pela autora, 2024. T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = $1,2 \text{ dS m}^{-1}$; T2 - plantas irrigadas com água de CE = $4,0 \text{ dS m}^{-1}$; T3 - plantas irrigadas com água de CE = $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água de CE = $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ + aplicação de Si via foliar; T5 - plantas irrigadas com água de CE = $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ + aplicação de Si via solo e foliar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Especificamente, a altura das plantas (Figura 3A) no tratamento de estresse salino (T2) apresentou um decréscimo de 43% em relação ao tratamento controle (T1). Contudo, ao aplicar silício diretamente no solo (T3), via foliar (T4) e via solo + foliar (T5) nas plantas submetidas à salinidade mais elevada, foram registrados aumentos na AP de 42%, 67% e 73%, respectivamente, em comparação com T2. Quanto ao diâmetro do caule (Figura 3B), o tratamento T2 resultou em uma redução de 38% em relação ao controle (T1); e, nos tratamentos T3, T4 e T5, houve incrementos no DC de 35%, 38% e 48%, respectivamente, baseando-se em T2.

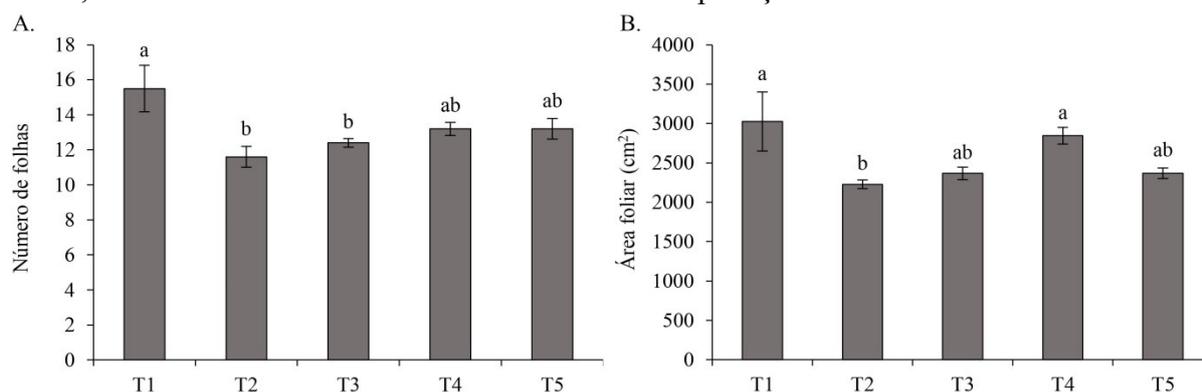
Esses resultados demonstram que a aplicação de silício, seja no solo, via foliar ou combinada, pode mitigar significativamente os efeitos adversos da salinidade elevada, promovendo melhorias tanto na altura quanto no diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro. Sá et al. (2020) investigaram o impacto de diferentes níveis de salinidade e de silício no maracujazeiro amarelo, observando tendências comparáveis às identificadas no presente estudo. Esses autores notaram que o aumento na salinidade inibiu o diâmetro do caule e os parâmetros de fitomassa das plantas, porém

a aplicação de silício ajudou a mitigar os efeitos prejudiciais dos sais sobre o crescimento das plantas. Da mesma forma, Diniz et al. (2020) observaram que a salinidade causou danos no crescimento do maracujazeiro, mas a aplicação de silício resultou em benefícios nas características avaliadas.

No contexto do crescimento das plantas, as folhas são uns dos primeiros órgãos a apresentarem alterações morfológicas em condições de salinidade, sendo fortes indicadores do status das plantas sob estresse salino. A Figura 4 contém a representação dos resultados das variáveis relacionadas às folhas das mudas de maracujazeiro submetidas aos tratamentos de salinidade e métodos de aplicação de silício. Verificou-se que, com o estresse salino (T2), o número de folhas reduziu 25% (Figura 4A) e a área foliar, 26% (Figura 4B), em comparação com o controle (T1). Em condições de elevada salinidade, essas reduções acontecem como forma de diminuir a superfície transpirante e reduzir as perdas de água por transpiração (Cruz et al., 2006). Além disso, a abscisão foliar é uma estratégia para eliminar o excesso de sais acumulados, diminuindo também seu transporte no xilema (Cruz et al., 2006; Farias et al., 2009). Nos estudos de Cruz et al. (2006), Nascimento et al. (2017) e Nóbrega et al. (2021), também foi relatada redução da área foliar em maracujazeiro submetido a estresse salino.

Entre os parâmetros relacionados às folhas das plantas, apenas a área foliar apresentou um benefício significativo com a aplicação de silício, de acordo com o teste de comparação de médias. Na Figura 4B, pode-se observar que as plantas submetidas a estresse salino e que receberam aplicação foliar de silício (T4) tiveram um aumento de 28% na área foliar em comparação às plantas sob salinidade sem aplicação de silício (T2). Isso sugere que esse elemento ajudou a mitigar os efeitos do estresse salino, permitindo que houvesse expansão da área foliar sem a necessidade de reduzir a superfície das folhas para economizar água e eliminar os sais acumulados.

Figura 4 – Número de folhas e área foliar em mudas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício



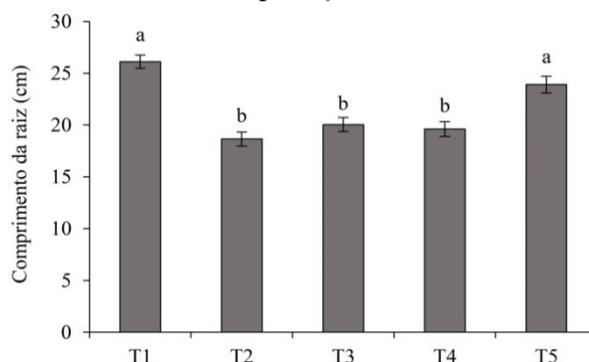
Fonte: Elaborada pela autora, 2024. T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = 1,2 dS m⁻¹; T2 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via foliar; T5 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo e foliar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

As raízes das plantas também são extremamente sensíveis à salinidade do solo, o que pode impactar significativamente seu crescimento. No presente estudo, verificou-se que o comprimento das raízes de maracujazeiro foi reduzido sob o tratamento de estresse salino (T2), registrando-se um decréscimo de 29% em comparação às raízes das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 1,2 dS m⁻¹ (Figura 5). Resultados semelhantes foram reportados na literatura. Sá et al. (2018), ao avaliarem maracujazeiro amarelo submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, observaram que o comprimento das raízes das plantas começou a diminuir a partir de uma condutividade elétrica de 3,3 dS m⁻¹. De forma similar, Silva et al. (2018), ao estudarem

maracujazeiro exposto a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação variando entre 0,3 e 4,3 dS m⁻¹, constataram uma redução linear no comprimento das raízes com o aumento da salinidade. Essas perdas no sistema radicular ocorrem devido às altas concentrações de Na⁺ na solução do solo, que provocam interações negativas com os processos metabólicos das plantas. O excesso de sódio leva a reações iônicas, osmóticas e nutricionais prejudiciais, comprometendo a produção de biomassa e o crescimento radicular (Sá et al., 2021; Moura et al., 2022). Além disso, a presença elevada de Na⁺ interfere na absorção de outros nutrientes essenciais, como o potássio (K⁺) e o cálcio (Ca²⁺), agravando ainda mais o estresse osmótico e levando à desidratação celular e à redução da funcionalidade das raízes (Sá et al., 2013; Sá et al., 2021; Mesquita et al., 2023).

A aplicação de silício também mitigou os efeitos nocivos da salinidade nas raízes das plantas. Conforme ilustrado na Figura 5, as plantas submetidas ao tratamento T5 (irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹ e aplicação de Si via solo e foliar) apresentaram um aumento de 28% no comprimento das raízes em comparação com as plantas submetidas ao estresse salino sem a aplicação de Si (T2). Esse efeito positivo do Si pode ser atribuído à sua capacidade de se depositar nas paredes celulares das raízes, fortalecendo sua estrutura, reduzindo a absorção de íons prejudiciais e melhorando a capacidade osmótica das células (Sá et al., 2021; Singh et al., 2023). Isso, por sua vez, aprimorou a absorção de água e promoveu um maior crescimento das raízes. No trabalho de Sá et al. (2021), foi verificada tendência semelhante na variável massa seca das raízes. Os autores submeteram o maracujazeiro amarelo a níveis de NaCl variando entre 0 e 60 mmol L⁻¹ e a concentrações de SiO₂ variando de 0 a 1,5 mmol L⁻¹, aplicados diretamente via solução nutritiva no solo. Observou-se uma redução linear na biomassa das raízes em função do aumento dos níveis de NaCl. No entanto, o silício, apenas na concentração de 1,5 mmol L de SiO₂, atenuou os efeitos negativos dos sais sobre as raízes, resultando em massas secas das raízes que não apresentaram diferenças significativas entre as concentrações mínima e máxima de sal.

Figura 5 – Comprimento da raiz de plantas de maracujazeiro, cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício



Fonte: Elaborada pela autora, 2024. T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = 1,2 dS m⁻¹; T2 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via foliar; T5 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo e foliar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A Tabela 5 contém os resumos das análises de variância das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da altura das plantas (AP) de maracujá submetidas a estresse salino e aplicação de silício. Verificou-se que as características TCA AP e TCR AP, no intervalo de 15-27 dias após o transplante das mudas (DAT), e TCA AP, no intervalo de 27-40 DAT, foram significativamente afetadas pelos tratamentos com um nível de significância de 1%. A TCR AP, no intervalo de 27-40 DAT, por sua vez, não foi afetada de maneira significativa pelos tratamentos aplicados. Os coeficientes de variação variaram de médio a alto, conforme a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009).

Tabela 5 – Resumo das análises de variância das taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) em altura de planta (AP), entre 15-27 e 27-40 dias após o transplante (DAT) de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*), cultivar ‘BRS Sol do Cerrado’, submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício

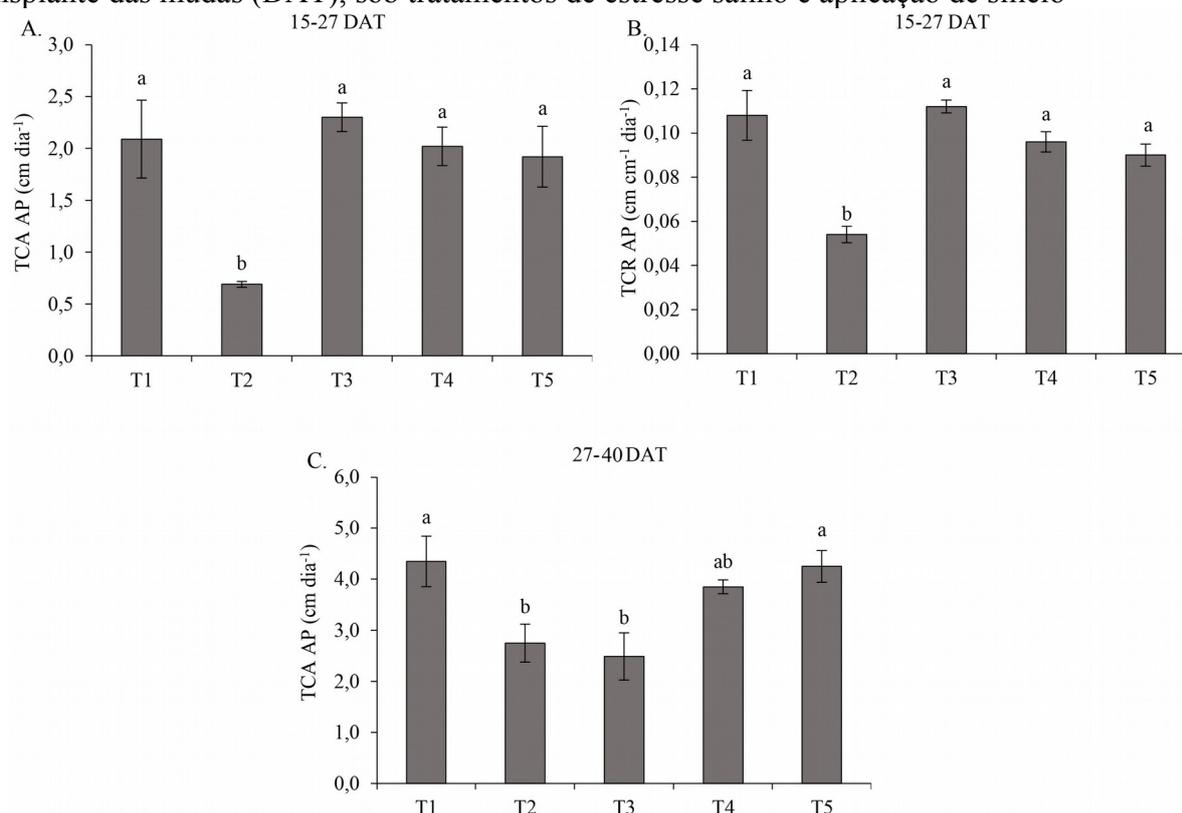
FV	GL	Quadrado Médio			
		TCA AP	TCR AP	TCA AP	TCR AP
		-----15-27 DAT-----		-----27-36 DAT-----	
Tratamentos	4	2,04**	0,00265**	3,73**	0,00076 ^{ns}
Resíduo	20	0,28	0,00020	0,71	0,00048
CV (%)		29,42	15,37	23,86	29,87

Fonte: Elaborada pela autora, 2024. **, ^{ns} - significativo a $p \leq 0,05$ e não significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV - fonte de variação; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

Houve reduções nas taxas de crescimento absoluto nos dois períodos analisados (Figuras 6A e C) e na taxa de crescimento relativo apenas no período de 15-27 DAT (Figura 6C), nas plantas de maracujazeiro submetidas ao estresse salino. Esses decréscimos foram de 67% (TCA, 15-27 DAT), 50% (TCR, 15-27 DAT) e 37% (TCA, 27-40 DAT), respectivamente, no tratamento T2 em comparação com o tratamento controle (T1). Resultados semelhantes foram observados por Nobre et al. (2024), que submeterem o maracujazeiro amarelo, cultivar ‘BRS Gigante Amarelo’ a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação variando entre 0,5 e 3,2 dS m⁻¹, e verificaram que, a partir de 1,7 dS m⁻¹, houve reduções na taxa de crescimento relativo da altura de planta. De acordo com esses autores, o aumento da pressão osmótica do solo devido à salinidade criou uma condição em que as plantas não conseguiram superar o potencial osmótico do solo, o que levou à redução na divisão e no alongamento celular, resultando em redução das taxas de crescimento.

Neste trabalho, também houve evidências de que o silício atenuou os efeitos nocivos da salinidade nas taxas de crescimento do maracujazeiro, independentemente do método de aplicação. Para a TCA no período de 15-27 DAT, os incrementos registrados com os três diferentes métodos de aplicação de Si (T3, T4 e T5) foram de 233%, 193% e 178%, respectivamente, em relação ao tratamento T2 (Figura 6A). Para a TCR no mesmo período, os acréscimos foram de 107%, 78% e 67% em T3, T4 e T5, baseando-se em T2 (Figura 6B).

Figura 6 – Taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da altura de plantas (AP) de maracujazeiro 'BRS Sol do Cerrado', nos períodos de 15-27 (A e B) e 27-40 (C e D) dias após o transplante das mudas (DAT), sob tratamentos de estresse salino e aplicação de silício



Fonte: Elaborada pela autora, 2024. T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = 1,2 dS m⁻¹; T2 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via foliar; T5 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m⁻¹ + aplicação de Si via solo e foliar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

No período de 27-40 DAT, a taxa de crescimento absoluto das plantas sob estresse salino foi mitigada apenas quando as plantas receberam aplicação de silício via solo + foliar (T5). Este tratamento proporcionou um aumento de 55% na referida variável, em relação ao tratamento T2 (Figura 6C). Estes resultados demonstram a eficácia do silício na promoção do crescimento das plantas de maracujazeiro sob condições de salinidade. A TCR entre 27-40 dias não foi afetada pelos tratamentos, mas apresentou média geral de 0,08 cm cm⁻¹ dia⁻¹.

As principais consequências deletérias do estresse salino nas plantas estão relacionadas a três fatores principais: o efeito osmótico, que causa dificuldade de absorção de água pelas plantas; o efeito tóxico de íons específicos, como sódio (Na⁺) e cloreto (Cl⁻), que podem danificar os cloroplastos e reduzir a eficiência da fotossíntese; e os efeitos nutricionais, onde o excesso de sais interfere na absorção de nutrientes essenciais, como potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), entre outros (Sá et al., 2013; Sá et al., 2021; Mesquita et al., 2023; Nobre et al., 2024). Esses fatores combinados causam desequilíbrios metabólicos, levando a prejuízos significativos no crescimento das plantas. No entanto, o silício tem se destacado na mitigação do estresse salino, através da inibição da absorção excessiva de Na⁺ e Cl⁻, do fortalecimento das paredes celulares e melhorando sua capacidade osmótica e antioxidativa (Farouk et al., 2020; Sá et al., 2021; Muhammad et al., 2022; Singh et al., 2023).

Dessa forma, a aplicação de silício, seja via solo, foliar ou de forma combinada, resultou em melhorias significativas nos parâmetros avaliados. Observou-se que a aplicação combinada de silício no solo e nas folhas proporcionou os melhores resultados em algumas características

avaliadas, o que evidencia a importância da realização de aplicação de nutrientes no solo e via pulverização foliar, para obtenção de melhores resultados. Esses achados corroboram a literatura existente, indicando que o silício atua fortalecendo as plantas e melhorando a absorção de água e nutrientes, mesmo em condições de estresse salino. Assim, o uso de silício pode ser uma estratégia promissora para a cultura do maracujazeiro em áreas afetadas pela salinidade, promovendo um crescimento mais eficiente.

4 CONCLUSÃO

A irrigação com água salinizada, com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, prejudica significativamente o crescimento de mudas de maracujazeiro ‘BRS Sol do Cerrado’. Todavia, a aplicação de silício, seja diretamente no solo, por pulverização foliar ou pela combinação das duas formas, alivia os efeitos da salinidade nas plantas, promovendo um crescimento mais favorável.

REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 414-420, 2009.
- COSTA, B. N. S.; DIAS, G. D. M. G.; COSTA, I. D. J. S.; ASSIS, F. A. D.; SILVEIRA, F. A. D.; PASQUAL, M. Effects of silicon on the growth and genetic stability of passion fruit. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 503-511, 2016.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 275-284, 2006.
- DINIZ, G. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SOUZA, L. P.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, M. N. V. Physiological indices and growth of ‘Gigante Amarelo’ passion fruit under salt stress and silicate fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 12, p. 814-821, 2020.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FAROUK, S.; ELHINDI, K. M.; ALOTAIBI, M. A. Silicon supplementation mitigates salinity stress on *Ocimum basilicum* L. via improving water balance, ion homeostasis, and antioxidant defense system. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 206, p. 111396, 2020.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: UPF, 2004. 528p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em : <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas>>. Acesso em: 07 jun. 2024.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

MARSCHNER, P. Mineral nutrition of higher plants. 3 ed. **San Diego: USA, Elsevier®**, 2012. 651p.

MESQUITA, F. O.; BATISTA, R. O.; ALVES, J. M.; SOUTO, A. G. L.; PEDROSA, T. D.; MESQUITA, E. F. Uso de biofertilizantes y aguas salinas en la formación de plántulas de frutas de pasión amarilla. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 2, p. e8768, 2023.

MIYAKE, R. T. M.; FURLANETO, F. P. B.; NARITA, N.; TAKATA, W. H. S.; CRESTE, J. E. Economic evaluation of different types of nutritional management in yellow passion fruit vines (*Passiflora edulis* Sims.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 11, p. 1572-1577, 2016.

MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; CRUZ, A. L.; NASCIMENTO, B. S.; MENEZES, E. P.; COELHO FILHO, M. A. Propagation of yellow passion fruit seedlings by cutting, grafting and seeds under salt stress. **Bioscience Journal**, v. 38, p. e38062, 2022.

MUHAMMAD, H. M. D.; ABBAS, A.; AHMAD, R. Fascinating role of silicon nanoparticles to mitigate adverse effects of salinity in fruit trees: a mechanistic approach. **Silicon**, v. 14, p. 8319-8326, 2022.

NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NOBRE, R. G.; ARAÚJO, J. B.; CARVALHO, K. M. P.; BEZERRA, I. L.; SILVA, L. A.; SOUZA, M. S. M.; RODRIGUES FILHO, R. A. Quality of yellow passion fruit seedlings under saline water irrigation and salicylic acid concentrations. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e11879, 2024.

NÓBREGA, J. S.; LOPES, M. F. Q.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, W. E. Crescimento e eficiência fotoquímica em mudas de maracujazeiro submetidas em níveis de salinidade e adubação foliar. **Ensaio e Ciência**, v. 25, n. 5, p. 570-577, 2022.

PARÉS, J.; ARIZALETA, M.; SANABRIA, M. E.; GARCÍA, G. Efecto de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y grosor foliar en plantas de *Carica papaya* L. **Acta Botánica Venezolana**, v. 31, n. 1, p. 27-34, 2008.

PEREIRA, Z. C.; CRUZ, J. M. A.; CORRÊA, R. F.; SANCHES, E. A.; CAMPELO, P. H.; BEZERRA, J. A. Passion fruit (*Passiflora* spp.) pulp: a review on bioactive properties, health benefits and technological potential. **Food Research International**, v. 166, p. 112626, 2023.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451p.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013.

SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P.; SANTOS, A. S. The initial growth of passion fruit plant irrigated with saline water and the application of biostimulants. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, p. 357-363, 2018.

SÁ, J. R.; TOLEDO, F. H. S. F.; MARIÑO, Y. A.; SOARES, C. R. F. S.; FERREIRA, E. V. O. Growth and nutrition of *Passiflora edulis* submitted to saline stress after silicon application. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 1, p. e-057, 2021.

SANTOS, J. B. **Produção e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina**. 1999. 57p. Monografia. (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.

SANTOS, P. A. R. D.; FREITAS, E. C. S. D.; PAIVA, H. N. D. Growth and Quality of Leucochloron incuriale Seedlings Subjected to Liming and Phosphorus. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 3, p. 1-9, 2019.

SHAHID, S. A.; ZAMAN, M.; HENG, L. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem. In: Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. **CHAM: Springer**, 2018. p. 43-53.

SILVA, J. G.; BARROS, G. N. S.; NOBRE, R. G. Fontes de adubação orgânica e níveis salinos no crescimento inicial de maracujazeiro. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 4, p. 58-66, 2018.

SINGH, P.; KUMAR, V.; SHARMA, A. Interaction of silicon with cell wall components in plants: a review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 15, n. 2, p. 480-497, 2023.

SOUKUP, M.; MARTINKA, M.; BOSNIĆ, D.; ČAPLOVIČOVÁ, M.; ELBAUM, R.; LUX, A. Formation of silica aggregates in sorghum root endodermis is predetermined by cell wall architecture and development. **Annals of botany**, v. 120, n. 5, p. 739-753, 2017.

SOUTO, A. G. L.; MELO, E. N.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, A. P. P.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, G. S.; BATISTA, R. O.; GHEYI, H. R.; FÁTIMA, R. T.; MESQUITA, E. F.; SOUZA, G. L. F.; SILVA, G. R.; SILVA, D. V.; MESQUITA, F. O.; OLIVEIRA, P. V. C. Water-retaining polymer and planting pit size on chlorophyll index, gas exchange and yield of sour passion fruit with deficit irrigation. **Plants**, v. 13, n. 2, p. 235, 2024.

TUNA, A. L.; KAYA, C.; HIGGS, D.; MURILLO-AMADOR, B.; AYDEMIR, S.; GIRGIN, A. R. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 62, n. 1, p. 10-16, 2008.

AGRADECIMENTOS

Gostaria, em primeiro lugar, de expressar minha gratidão a Deus por ter me proporcionado a oportunidade de estudar, compreender e aplicar de forma racional os conhecimentos na área das ciências agrônômicas. Agradeço também por me fortalecer diante das adversidades enfrentadas durante minha permanência no CCHA – UEPPB.

À minha amada família, especialmente aos meus pais, Claudinê e Francisca, e aos meus queridos avós, bem como à minha irmã Gabrielly, quero expressar minha gratidão pelo carinho, suporte, estímulo e compreensão ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Vocês representaram a base sólida, o refúgio seguro e a fonte de inspiração nos momentos mais desafiadores. Agradeço por apostarem em mim sempre e por me mostrarem a importância genuína da união familiar. À minha afilhada Lauany e a Pedro Lucas, que são a minha maior fonte de inspiração. À minha melhor amiga e parceira nessa jornada, Orquídea Suassuna Maia, que me ensinou o verdadeiro sentido da amizade e do apoio recíproco. Tenho uma gratidão eterna por cada um de vocês. Aos amigos e colegas, agradeço pelo incentivo constante e pelo apoio incondicional ao longo do caminho.

Quero expressar minha profunda gratidão à Dra. Lays Klécia Silva Lins, minha orientadora, e ao Dr. Evandro Franklin de Mesquita, meu coorientador, pelas oportunidades, orientações, paciência e apoio que me foram concedidos ao longo deste trabalho. Seus ensinamentos, estímulo à busca pela excelência e disposição para me auxiliar em todas as fases da pesquisa foram fundamentais para a realização deste projeto. Agradeço por terem confiado em meu potencial e por proporcionarem uma experiência acadêmica tão enriquecedora.

Aos meus coautores, Dr. Rennan Fernandes Pereira e Esp. Caio da Silva Sousa, agradeço pela valiosa colaboração, trabalho em equipe e ideias compartilhadas durante a pesquisa e realização deste projeto. Destaco a dedicação, profissionalismo e amizade de cada um. Trabalhar juntos foi uma experiência incrivelmente enriquecedora que me permitiu evoluir e amadurecer como pesquisadora.

Gostaria de expressar minha gratidão à Universidade Estadual da Paraíba pela chance de aprimorar meus estudos em uma instituição de ensino de elevado padrão. Quero também agradecer à biblioteca setorial prof. José de Sá Cavalcante pela disponibilidade de um extenso acervo de publicações, periódicos e demais recursos de pesquisa que foram fundamentais para o progresso deste projeto acadêmico.

Muito obrigada!