



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS - CCHA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS - DAE**  
**CAMPUS IV - CATOLÉ DO ROCHA**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**LUAN CORDEIRO DE SOUZA BARBOSA**

**FORMAS DE APLICAÇÃO DO SILÍCIO PARA MITIGAR O ESTRESSE SALINO  
EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

**CATOLÉ DO ROCHA, PB**

**2024**

LUAN CORDEIRO DE SOUZA BARBOSA

**FORMAS DE APLICAÇÃO DO SILÍCIO PARA MITIGAR O ESTRESSE SALINO  
EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

Trabalho de conclusão de curso (artigo) apresentado à coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Conservação do solo e da água

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá

**Coorientador:** Dr. Paulo Cássio Alves Linhares

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.

B238f Barbosa, Luan Cordeiro de Souza.  
Formas de aplicação de silício para mitigar estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo [manuscrito] / Luan Cordeiro de Souza Barbosa. - 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. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA".

"Coorientação: Prof. Dr. Paulo Cássio Alves Linhares, Campus IV".

1. Passiflora edulis L.. 2. Salinidade. 3. Silicato. 4. 'SCS437 Catarina'. I. Título

21. ed. CDD 634.81

LUAN CORDEIRO DE SOUZA BARBOSA

FORMAS DE APLICAÇÃO DE SILÍCIO PARA MITIGAR ESTRESSE SALINO EM  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

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 Bacharel em  
Agronomia

Aprovada em: 22/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Francisco Vanies da Silva Sá** (\*\*\*.547.234-\*\*), em **22/12/2024 11:43:50** com chave **289b65fcc07311efaa0e1a1c3150b54b**.
- **Luderlândio de Andrade Silva** (\*\*\*.120.474-\*\*), em **23/12/2024 09:30:47** com chave **bc73c6a0c12911efb8f41a1c3150b54b**.
- **Edivan da Silva Nunes Júnior** (\*\*\*.960.441-\*\*), em **08/01/2025 10:56:34** com chave **5eea00d4cdc811efa67306adb0a3afce**.

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/](https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Folha de Aprovação do Projeto Final

**Data da Emissão:** 15/02/2025

**Código de Autenticação:** d7116f



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que foi essencial nos momentos difíceis, a mim pela força e coragem durante toda caminhada, a toda minha família pelo apoio incondicional, e ao meu orientador e equipe de pesquisa pelo apoio e incentivo.

### **EPIGRAFE**

*“A melhor forma de prever o futuro, é criá-lo.”*

*Peter Drucker*

## LISTA DE FIGURAS DOS APÊNDICES

- APÊNDICE A.** Casa de Vegetação, local do experimento (1), Solo coletado, destorroado e peneirado (2), Enchimento dos sacos de polietileno (3) e identificação dos sacos de acordo com o croqui experimental (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. 22
- APÊNDICE B.** Organização dos sacos de polietileno de acordo com o croqui experimental (1), Silicato de Cálcio pesado em 3,5g nos sacos de polietileno (2), Silicato de Cálcio nos sacos de polietileno para fundação (3) e Homogenização do solo + Silicato de Cálcio (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. 23
- APÊNDICE C.** Irrigação realizada a partir de lisimetria (1), Plantas emergidas aos 15 dias após semeadura (2), Aplicação de macro e micronutrientes (3) e Aplicação de Silicato de Potássio aos 51 dias após semeadura (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. 24
- APÊNDICE D.** Plantas de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ com tamanho comercial ideal para análises (1), Análises de trocas gasosas realizada durante as 06:00 e 10:00 (2), Medição da altura de planta (AP) com auxílio de régua graduada (3) e Medição de diâmetro de caule (DC) com auxílio de paquímetro digital (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. 25

## LISTA DE TABELAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> | Análise química e física do solo utilizado no experimento.   | 13 |
| <b>Tabela 2.</b> | Caracterização química do fertilizante foliar Liqui-Plex Fruit®.   | 14 |
| <b>Tabela 3.</b> | Teste F e Teste de Tukey para altura de planta (AP, em cm), diâmetro do caule (DC, em mm), número de folhas (NF, unidade), massa seca da parte aérea (MSPA, em g), massa seca da raiz (MSR, em g) e massa seca total (MST, em g) de mudas de maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' submetidas ao estresse salino e aplicação de silicato de cálcio e de potássio.  | 16 |
| <b>Tabela 4.</b> | Teste F e Teste de Tukey para fotossíntese líquida (AN, em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs, em $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e transpiração (E, em $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), índice de clorofila a (ChlA), clorofila b (ChlB) e clorofila total (ChlT) de mudas de maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' submetidas ao estresse salino e aplicação de silicato de cálcio e de potássio. | 18 |



## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMO</b> .....   | 10 |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                       | 10 |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                  | 11 |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                          | 12 |
| 2.1 Área experimental.....                                  | 12 |
| 2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....            | 13 |
| 2.3 Condução experimental .....                             | 13 |
| 2.4 Variáveis analisadas: Crescimento e trocas gasosas..... | 15 |
| 2.5 Análise estatística .....                               | 15 |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                      | 16 |
| <b>4. CONCLUSÕES</b> .....                                  | 18 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                    | 18 |
| <b>APÊNDICES</b> .....                                      | 21 |
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....                                 | 26 |

## FORMAS DE APLICAÇÃO DO SILÍCIO PARA MITIGAR O ESTRESSE SALINO EM MUDAS MARACUJAZEIRO AMARELO

### FORMS OF SILICON APPLICATION TO MITIGATE SALT STRESS IN YELLOW PASSION FRUIT SEEDLINGS

Luan Cordeiro de Souza Barbosa<sup>\*</sup>  
Francisco Vanies da Silva Sá<sup>\*\*</sup>  
Paulo Cássio Alves Linhares<sup>\*\*\*</sup>

#### RESUMO

O maracujazeiro é uma das fruteiras promissoras para a região Nordeste. Porém, sua produção pode ser limitada pela salinidade da água de irrigação. Com isso, objetivou-se avaliar formas de aplicação do silício para mitigar o estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo. O delineamento experimental usado foi o de inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos: T1: CEa 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Testemunha); T2: CEa 2,5 dS m<sup>-1</sup>; T3: CEa 2,5 dS m<sup>-1</sup> + 3,5 g de CaSiO<sub>3</sub> (via solo); T4: CEa 2,5 dSm<sup>-1</sup> + 2,2 mL de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (via foliar) e 6 repetições. A adubação silicatada aplicada via solo foi de 3,5 g por planta e a adubação foliar foi de 2,2 mL/L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, dividida em duas aplicações de 5 mL e 7,5 mL. As plantas foram cultivadas em sacos plásticos com 1 dm<sup>3</sup> de Neossolo Flúvico e aos 65 dias foram avaliadas quanto a altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração, índice de clorofila a, b e total, massa seca da parte aérea, da raiz e total. A irrigação com água de 2,5 dS m<sup>-1</sup> diminui o crescimento, acúmulo de biomassa, as trocas gasosas foliares e os pigmentos fotossintetizantes do maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina'. Aplicação de silicato de cálcio via solo melhora as trocas gasosas foliares do maracujazeiro, porém aplicação de silicato de potássio melhora as trocas gasosas foliares e o índice de clorofila a do maracujazeiro sob estresse salino. O silício ligado a potássio aplicado via folha é mais adequado para o maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' sob estresse salino.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* L., Salinidade, Silicato, 'SCS437 Catarina'.

#### ABSTRACT

Passion fruit is one of the most promising fruit crops for the Northeast region. However, among other factors, its production is limited by the salinity of the irrigation water. This study evaluated ways of applying silicon to mitigate salt stress in yellow passion fruit seedlings. The experimental design used was completely randomized and consisted of four treatments: T1: ECa 0.3 dS m<sup>-1</sup> (Control); T2: ECa 2.5 dS m<sup>-1</sup>; T3: ECa 2.5 dS m<sup>-1</sup> + 3.5 g CaSiO<sub>3</sub> (via soil); T4: ECa 2.5 dS m<sup>-1</sup> + 2.2 mL K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (via foliar) and 6 replications. The concentration applied via soil was 3.5 g per plant, and the concentration via foliar application was 2.2 mL L<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, divided into 5 mL and 7.5 mL applications. The plants were grown in plastic bags with 1 dm<sup>3</sup> of Neossolo Flúvico. At 65 days, they were assessed for plant height, stem diameter, number of leaves, net photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, chlorophyll a, b,

<sup>\*</sup> Graduando em Agronomia, luan.barbosa@aluno.uepb.edu.br

<sup>\*\*</sup> Agrônomo, Mestre em Manejo de Solo e Água e Doutor em Engenharia Agrícola e em Fitotecnia. vanies\_agronomia@hotmail.com / vanies@servidor.uepb.edu.br

<sup>\*\*\*</sup> Licenciado em Ciências Agrárias, Mestre em Fitotecnia e Doutor em Fisiologia Vegetal. paulo.uepb.ca@gmail.com / paulo.linhares@aluno.uepb.edu.br

total index, dry mass of the aerial part, root, and total. Irrigation with water of  $2.5 \text{ dS m}^{-1}$  reduces growth, biomass accumulation, leaf gas exchange, and photosynthetic pigments in the yellow passion fruit cv. 'SCS437 Catarina'. The application of calcium silicate via soil improved leaf gas exchange in passion fruit, but the application of potassium silicate improved leaf gas exchange and the chlorophyll index of passion fruit under saline stress. Potassium-bound silicon applied via the leaf is more suitable for yellow passion fruit cv. 'SCS437 Catarina' under salt stress.

**Keywords:** *Passiflora edulis* L., Salinity, Silicate, 'SCS437 Catarina'.

## 1. INTRODUÇÃO

*Passiflora edulis* é uma planta trepadeira perene pertencente à família Passifloraceae. Existem 18 gêneros na família Passifloraceae que consistem em 530 espécies, das quais 50-60 espécies são comestíveis. Existem dois tipos de maracujá envolvidos na cultura global, que são o maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) (Nor et al., 2022). Em quase todos os estados brasileiros o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) destaca-se como frutífera de expressiva importância socioeconômica. Ademais, o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial da fruta, obtendo em 2023 uma produção de 711.278 toneladas das quais 505.461 toneladas foram produzidas na região nordeste (Oliveira, 2015; IBGE, 2023).

O maracujazeiro é uma das fruteiras promissoras para a região Nordeste, devido à sua adaptação edafoclimáticas, em termos de solo, temperatura, umidade relativa do ar e pela preferência e aceitação de seus frutos para o consumo in natura e para a indústria de polpa de frutas no mercado interno (PIRES et al., 2008). Todavia, ao se tratar da região Nordeste tem-se que mais de 60% do seu território são ocupados por áreas com clima semiárido (MEDEIROS et al., 2012) caracterizado por haver baixas precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação ocasionando, naturalmente, um déficit hídrico, o que limita o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

De acordo com Sá et al. (2013), a água salina tem dificultado a atividade agrícola, uma vez que, na maioria dos casos, afeta o desenvolvimento das plantas em virtude de sua concentração na solução do solo. Sendo assim, segundo Ayers & Westcot (1999), o efeito da salinidade da água é variável entre espécies, entre genótipos e entre fases de desenvolvimento da mesma, o que permite dizer que a identificação de materiais tolerantes pode ser uma alternativa ao uso de águas salinas, aumentando a disponibilidade hídrica na região semiárida.

A presença de água salina tem prejudicado a prática agrícola, pois frequentemente impacta o crescimento das plantas devido à alta concentração de sais na solução do solo. O

elevado nível de salinidade no solo pode limitar a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, ao influenciar negativamente o potencial osmótico da solução do solo (SÁ et al. 2013). Entre as preferências para reduzir os efeitos negativos da salinidade nas plantas, destacam-se os silicatos, como o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ), que ajuda a aumentar a tolerância das plantas ao estresse hídrico e salino, pois promovem a integridade e a estabilidade da membrana celular (KAFI; RAHIMI, 2011; NEVES et al., 2019; SOUZA et al., 2020) e o silicato de potássio ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ), reduzindo a absorção de sódio e aumentando a absorção de potássio, melhorando a arquitetura das raízes, o crescimento das plantas, a fotossíntese e as relações hídricas (HAFEZ et al., 2021), aplicado ao maracujazeiro amarelo.

A pesquisa de Souza et al. (2020) demonstrou que o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ) pode ser uma ferramenta valiosa para mitigar os efeitos adversos da salinidade em culturas como o maracujazeiro amarelo. Ao fortalecer as estruturas celulares, essa substância confere às plantas maior tolerância a condições de estresse hídrico e salino, conforme corroborado por Kafi e Rahimi (2011) e Neves et al. (2019). No entanto, embora os resultados sejam promissores, há uma lacuna na literatura quanto à utilização de outras fontes e formas de silício na agricultura, especialmente quando associadas ao potássio. Estudos como o de Ashraf et al. (2010) e Shen et al. (2010) indicam que o silício pode otimizar a nutrição mineral das plantas, reduzindo a absorção de íons tóxicos como o sódio e promovendo a captação de potássio, o que sugere um potencial sinérgico entre esses elementos.

A hipótese da pesquisa é que a forma de silício, ligado a cálcio ou a potássio, influencia na tolerância do maracujazeiro a salinidade. Com isso, objetivou-se avaliar formas de aplicação do silício para mitigar o estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área experimental**

A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação, na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campus IV, Catolé do Rocha - PB, localizado pelos pontos de coordenadas geográficas  $6^{\circ}20'38''$  de latitude sul,  $37^{\circ}44'48''$  a oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 275 m. O tipo climático é BSh (muito seco, com a estação chuvosa no verão estendendo-se até o outono), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

## 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental usado foi o de inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos: T1: CEa 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Testemunha); T2: CEa 2,5 dS m<sup>-1</sup>; T3: CEa 2,5 dS m<sup>-1</sup> + 3,5 g de CaSiO<sub>3</sub> (via solo); T4: CEa 2,5 dSm<sup>-1</sup> + 2,2 ml de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (via foliar) e 6 repetições. Para adubação via foliar utilizou-se o silicato de potássio (K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), por meio do produto comercial Prosilicon®, com 1,31 g mL<sup>-1</sup> densidade e contendo 10% de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>) e 10% de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O). A concentração aplicada foi de 2,2 mL L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, e a partir desta solução foram pulverizados com borrifador manual 50 mL por muda (SÁ et al., 2015), sendo dividido em duas aplicações de 5 mL e 7,5 mL, gerenciadas no 35° e 50° dias após a semeadura. A adubação silicatada via solo foi realizada com o silicato de cálcio puro para análise (CaSiO<sub>3</sub>), que apresenta características químicas de 10-25% de óxido de cálcio (CaO) e 75-90% de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>). A aplicação foi realizada ao redor do caule das mudas com 3,5 g por planta de CaSiO<sub>3</sub>; conforme recomendação de Souza et al. (2020), a dose foi aplicada em fundação.

## 2.3 Condução experimental

As sementes foram adquiridas em casa comercial provenientes do comercio local. A semeadura foi realizada em sacos de polietileno com capacidade de 1 dm<sup>3</sup> litros, utilizando inicialmente quatro sementes, após a emergência foi realizado desbaste deixando uma planta por saco.

O solo utilizado foi um Neossolo Flúvico coletado de uma área virgem da fazenda experimental do Campus IV - UEPB. As amostras de solos foram coletadas na camada de 0,0 - 30,0 cm, destorroadas, peneiradas (4 mm) e caracterizadas quanto aos atributos físicos e químicos seguindo metodologia da EMBRAPA (2009) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise química e física do solo utilizado no experimento.

| pH                           | MO<br>(%) | P<br>---(mg dm <sup>-33+</sup> )    | K <sup>++</sup>                                       | Na <sup>++</sup> | Ca <sup>2+2</sup> <sub>2+</sub> | Mg <sup>2+2+</sup> | Al <sup>3+3</sup> <sub>+</sub> | H+Al | CTC    | V         | PST |
|------------------------------|-----------|-------------------------------------|---|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|------|--------|-----------|-----|
|                              |           |                                     | ----- (cmol <sub>ccc</sub> dm <sup>-33+</sup> ) ----- |                  |                                 |                    |                                |      |        | --- % --- |     |
| 6,5                          | 9,7       | 156,8                               | 6   | 1,1              | 5,78                            | 0,95               | 0                              | 1,2  | 7,44   | 86        | 1,3 |
| CEes<br>dS m <sup>-1-1</sup> |           | Ds<br>kg dm <sup>-3-3</sup>         | Areia   |                  |                                 | Silte              |                                |      | Argila |           |     |
|                              |           | ----- (g kg <sup>-1-1</sup> ) ----- |   |                  |                                 |                    |                                |      |        |           |     |
| 0,35                         |           | 1,53                                | 691,82  |                  |                                 | 192,57             |                                |      | 115,60 |           |     |

MO - Matéria orgânica; CEes - condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Ds - Densidade do solo.

A fertilização com macronutrientes foi adaptada de Novais et al., (1991) e dividida em quatro aplicações, com 25% da dose total, realizadas em conjunto com a irrigação aos 30, 37,

44 e 51 dias após a semeadura. No total, foram aplicados 50 mg de N, 127 mg de  $P_2O_5$ , 75 mg de  $K_2O$ , 29 mg de Ca, 18 mg de Mg e 30 mg  $SO_4^-$  por  $dm^{-3}$  de solo, seguindo a recomendação do laboratório de pesquisa. As fontes de nutrientes foram: Fosfato Monoamônico (MAP), nitrato de cálcio, cloreto de cálcio, sulfato de Magnésio, sulfato de potássio e cloreto de potássio. A adubação com micronutrientes foi realizada via foliar com o fertilizante Liqui-Plex Fruit<sup>®</sup>, aos 35 e 45 dias após a semeadura na proporção de 3 ml  $L^{-1}$  de calda, seguindo a recomendação do fabricante (Tabela 2).

**Tabela 2** - Caracterização química do fertilizante foliar Liqui-Plex Fruit<sup>®</sup>.

| N                             | Ca    | S     | B     | Cu   | Mn    | Mo   | Zn <sup>++</sup> | C.O. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------------------|------|
| ----- g L <sup>-1</sup> ----- |       |       |       |      |       |      |                  | %    |
| 73,50                         | 14,70 | 78,63 | 14,17 | 0,74 | 73,50 | 1,47 | 73,50            | 2,45 |

N - Nitrogênio; Ca - Cálcio; S - Enxofre; B - Boro; Cu - Cobre; Mn - Manganês; Mo - Molibdênio; Zn - Zinco; C.O. - carbono orgânico.

A água de baixa salinidade foi obtida de um poço raso com condutividade elétrica de 0,3 dS  $m^{-1}$ . A água de alta salinidade foi obtida pela adição dos sais a água do poço de NaCl,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  e  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , sendo aplicado desde o início do experimento, na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS et al., 2003), obedecendo a relação entre a condutividades elétrica (CEa) e concentração ( $mmol_c L^{-1} = CE \times 10$ ), extraída de Rhoades et al. (1992).

Após o preparo do solo, foi realizada uma irrigação de modo a deixá-lo próximo à máxima retenção de água, e as irrigações subsequentes foram realizadas usando o turno de rega de dois dias de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação (FL) de 15%. O volume aplicado foi estimado em parcela adicional, a partir da média de consumo hídrico de 4 plantas, uma por tratamento. O volume aplicado ( $V_a$ ) por planta foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior ( $L_a$ ) aplicada menos a média de drenagem ( $D$ ), dividido pelo número de plantas ( $n$ ), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{L_a - D}{n(1 - FL)} \quad \text{Eq1.}$$

## 2.4 Variáveis analisadas: Crescimento e trocas gasosas

As trocas gasosas das mudas de maracujazeiro foram avaliadas aos 65 dias após a semeadura entre 6h00 e 10h00. As avaliações foram feitas nas folhas totalmente expandidas situadas no terço superior de cada planta, com analisador de gases por infravermelho de fluxo aberto (IRGA) (CIRAS-3, PP System, Amesbury, MA, EUA), com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e vaz\u00e3o de ar de 400  $\text{mL min}^{-1}$  no n\u00edvel atmosf\u00e9rico de  $\text{CO}_2$ , de modo a obter a fotoss\u00edntese l\u00edquida (AN) em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , transpira\u00e7\u00e3o (E) em  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (gs) em  $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Ap\u00f3s as an\u00e1lises de trocas gasosas, as mudas foram avaliadas quanto ao teor de pigmentos fotossintetizantes. Para a medi\u00e7\u00e3o da clorofila as avalia\u00e7\u00f5es foram feitas nas folhas totalmente expandidas situadas no terço superior de cada planta utilizado o Clor\u00f3filog port\u00e1til da marca Falker, modelo CFL 1030, no qual trabalha com tr\u00eas comprimentos de onda: dois emitidos dentro da banda do vermelho, pr\u00f3ximo ao pico de cada tipo de clorofila ( $\lambda = 635$  e  $660$  nm) e outro no infravermelho pr\u00f3ximo ( $\lambda = 880$ nm). O resultado \u00e9 dado em IFC - \u00edndice de clorofila Falker (Falker, 2008). Com isso, foram obtidos os IFC para clorofila a (ChlA), clorofila b (ChlB) e clorofila total (ChlT).

Ap\u00f3s an\u00e1lise fisiol\u00f3gica as plantas foram medidas quanto \u00e0 altura, di\u00e2metro do caule e n\u00famero de folhas. A altura das mudas foi mensurada utilizando r\u00e9gua graduada partindo-se do solo at\u00e9 a inser\u00e7\u00e3o do meristema apical, sendo os dados expressos em cm. O di\u00e2metro do caule das mudas foi determinado por meio de paqu\u00edmetro digital a 1 cm da superf\u00edcie do solo; as leituras foram expressas em mm. O n\u00famero de folhas foi determinado por meio da contagem simples das folhas verdes totalmente expandidas de cada planta. Ap\u00f3s as an\u00e1lises de crescimento, as mudas foram coletadas e seccionadas em parte a\u00e9rea e raiz e acondicionados em sacos de papel do tipo Kraft, colocadas em estufa com circula\u00e7\u00e3o de ar for\u00e7ada a 65 °C at\u00e9 atingirem peso constante e pesadas em balan\u00e7a anal\u00edtica (0,0001 g), para obten\u00e7\u00e3o da massa seca da parte a\u00e9rea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), sendo os resultados expressos em g por planta.

## 2.5 An\u00e1lise estat\u00edstica

Os dados obtidos foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste 'F' ao n\u00edvel de 5% de signific\u00e2ncia e, quando significativos, foi aplicado o teste de Tukey ao n\u00edvel de 5% de signific\u00e2ncia para compara\u00e7\u00e3o das m\u00e9dias, utilizando-se o software estat\u00edstico SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos tratamentos para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 3). O aumento da salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (T1, controle) para 2,5 dS m<sup>-1</sup> (T2) diminuiu em 55,80%, 32,93%, 31,15%, 69,50%, 81,16% e 72,35% a AP, DC, NF, MSPA, MSR e MST das mudas de maracujazeiro, respectivamente. Nessas variáveis a aplicação de silício via solo (T3, CaSiO<sub>3</sub>) e via foliar (T4, K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) não mitigou o efeito da salinidade sobre as mudas de maracujazeiro, sendo obtido valores semelhantes ao tratamento T2.

**Tabela 3** - Teste F e Teste de Tukey para altura de planta (AP, em cm), diâmetro do caule (DC, em mm), número de folhas (NF, unidade), massa seca da parte aérea (MSPA, em g), massa seca da raiz (MSR, em g) e massa seca total (MST, em g) de mudas de maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' submetidas ao estresse salino e aplicação de silicato de cálcio e de potássio.

| Teste F   |         |         |         |         |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FV        | AP      | DC      | NF      | MSPA    | MSR     | MST     |
| Trat      | 0,000** | 0,000** | 0,002** | 0,000** | 0,000** | 0,000** |
| Teste LSD |         |         |         |         |         |         |
| T1        | 21,27 a | 3,55 a  | 10,17 a | 2,00 a  | 0,69 a  | 2,69 a  |
| T2        | 9,40 b  | 2,39 b  | 7,00 b  | 0,61 b  | 0,13 b  | 0,74 b  |
| T3        | 10,43 b | 2,52 b  | 8,00 b  | 0,68 b  | 0,12 b  | 0,80 b  |
| T4        | 9,43 b  | 2,51 b  | 7,17 b  | 0,65 b  | 0,14 b  | 0,79 b  |

\*\*, \* e ns correspondem a significativo a 0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente. FV – Fontes de variação; Trat – tratamento; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – 0,3 dS m<sup>-1</sup>, T2 – 2,5 dS m<sup>-1</sup>, T3 – 2,5 dS m<sup>-1</sup> + silicato de cálcio via solo, e T4 - 2,5 dSm<sup>-1</sup> + silicato de potássio via foliar.

O elevado nível de salinidade no solo irrigado com água salina pode limitar a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, ao influenciar negativamente o potencial osmótico da solução do solo (SÁ et al. 2013). De acordo com Oliveira et al. (2015), o aumento da salinidade da água de irrigação reduz a emergência, o crescimento e o acúmulo de matéria seca de mudas de maracujazeiro amarelo BRS Gigante Amarelo, principalmente quando irrigadas em níveis salinidade da água superiores a 1,5 dS m<sup>-1</sup>. A literatura mostra vários trabalhos em que há diminuição do crescimento do maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (BRS GA1) sob estresse salino (DINIZ et al., 2020; SOUZA et al., 2020; FATIMA et al., 2023). No entanto, há poucas informações em mudas da cultivar 'SCS437 Catarina' sob estresse salino,



sendo limitado a fase de germinação e crescimento inicial (PAIVA et al., 2024; TÁRTARI et al., 2024).

No presente trabalho, foi verificado que altura, diâmetro do caule, número de folhas e massa seca da parte aérea, da raiz e total da cultivar 'SCS437 Catarina' foram reduzidas pela salinidade de 2,5 dS m<sup>-1</sup>. No estudo de Souza et al. (2020), a aplicação de silicato de cálcio mitiga o estresse salino no BRS GA1 irrigado com água de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, no entanto, ele não foi eficaz para mitigar o estresse salino na cultivar 'SCS437 Catarina'. Em estudos de campos avaliando a BRS GA1, BRS Sol do Cerrado e 'SCS437 Catarina', Paiva et al. (2024) observaram que o BRS GA1 é mais tolerante a salinidade que a cultivar 'SCS437 Catarina', quando exposto a 3,5 dS m<sup>-1</sup>. Com isso, a baixa tolerância a salinidade da 'SCS437 Catarina' comprometeu a eficácia da adubação solicitada. Assim, o silício não induziu a redução da absorção de íons tóxicos, como o sódio (Na<sup>+</sup>), e não promoveu o aumento da absorção de potássio (K<sup>+</sup>), o que seria atribuído ao seu papel estimulante nas atividades metabólicas, fisiológicas e estruturais das plantas (SHEN et al., 2010; NEVES et al., 2019).

Houve efeito significativo dos tratamentos para fotossíntese líquida (*AN*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*) ao nível de 1% de probabilidade e ao nível de 5% de probabilidade para os índices de clorofila a (*ChlA*), clorofila b (*ChlB*) e clorofila total (*ChlT*) (Tabela 4). O aumento da salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (T1, controle) para 2,5 dS m<sup>-1</sup> (T2) diminuiu em 17,45%, 38,82%, 28,36%, 25,84, 32,27% e 31,73% a *AN*, *gs*, *E*, *ChlA*, *ChlB* e *ChlT* das mudas de maracujazeiro, respectivamente. No entanto, a aplicação de silício via solo (T3, CaSiO<sub>3</sub>) e via foliar (T4, K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) mitigou o efeito da salinidade sobre as trocas gasosas foliares das mudas de maracujazeiro, sendo obtido valores semelhantes ao tratamento controle (T1) (Tabela 4).

A aplicação do silicato de cálcio via solo (T3) melhorou a *AN*, *gs* e *E*, das mudas de maracujazeiro em 46,91%, 39,84% e 30,69% em relação ao estresse salino sem silício (T2), respectivamente (Tabela 4). Já a aplicação do silicato de potássio via foliar (T4) melhorou a *AN*, *gs*, *E* e *ChlA* das mudas de maracujazeiro em 39,05%, 73,80%, 49,60% e 14,29% em relação ao estresse salino sem silício (T2), respectivamente (Tabela 4). O uso de silicatos de cálcio e potássio ajudam a aumentar a tolerância das plantas ao estresse hídrico e salino, pois promovem a integridade e a estabilidade da membrana celular (KAFI; RAHIMI, 2011; NEVES et al., 2019). Dessa forma, é possível conservar os pigmentos e melhorar estabilidade fotossintética da planta sobre estresse. A aplicação de silicato de potássio aumentou o teor de clorofila *a* e junto com as melhorias na condutância estomática favoreceram ao incremento da atividade fotossintética das mudas de maracujazeiro cv. 'SCS437 Catarina' sob estresse salino.

Paiva et al. (2024) também constataram que o aumento da salinidade de 0,5 para 2,7 dS m<sup>-1</sup> diminui o conteúdo de clorofila a e as trocas gasosas do maracujazeiro cv. 'SCS437 Catarina'. Assim, é possível melhorar a performance fotossintética do maracujazeiro cv. 'SCS437 Catarina' irrigado com água salina com aplicação de silicato de potássio.

**Tabela 4** - Teste F e Teste de Tukey para fotossíntese líquida (AN, em  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs, em mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e transpiração (E, em mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), índice de clorofila a (ChlA), clorofila b (ChlB) e clorofila total (ChlT) de mudas de maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' submetidas ao estresse salino e aplicação de silicato de cálcio e de potássio.

| FV         | Teste F  |         |         |         |          |        |
|------------|----------|---------|---------|---------|----------|--------|
|            | AN       | gs      | E       | ChlT    | ChlA     | ChlB   |
| Tratamento | 0,000**  | 0,000** | 0,000** | 0,012*  | 0,038*   | 0,047* |
| Teste LSD  |          |         |         |         |          |        |
| T1         | 15,67 ab | 0,23 a  | 5,57 a  | 43,53 a | 31,15 a  | 9,42 a |
| T2         | 12,93 b  | 0,14 b  | 3,99 b  | 29,72 b | 23,10 b  | 6,38 b |
| T3         | 19,00 a  | 0,20 ab | 5,22 a  | 30,70 b | 24,35 b  | 6,33 b |
| T4         | 17,98 a  | 0,25 a  | 5,97 a  | 31,57 b | 26,40 ab | 6,95 b |

\*\* , \* e <sup>NS</sup> correspondem a significativo a 0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente. FV – Fontes de variação; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – 0,3 dS m<sup>-1</sup>, T2 – 2,5 dS m<sup>-1</sup>, T3 – 2,5 dS m<sup>-1</sup> + silicato de cálcio via solo, e T4 - 2,5 dSm<sup>-1</sup> + silicato de potássio via foliar.

#### 4. CONCLUSÕES

A irrigação com água de 2,5 dS m<sup>-1</sup> diminui o crescimento, acúmulo de biomassa, as trocas gasosas foliares e os pigmentos fotossintetizantes do maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina'. Aplicação de silicato de cálcio via solo melhora as trocas gasosas foliares do maracujazeiro, porém aplicação de silicato de potássio melhora as trocas gasosas foliares e o índice de clorofila a do maracujazeiro sob estresse salino. O silício ligado a potássio aplicado via folha é mais adequado para o maracujazeiro amarelo cv. 'SCS437 Catarina' sob estresse salino.

#### REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711–728, 2013.

ASHRAF, M.; RAHMATULLAH; AFZAL, M.; AHMED, R.; MUJEEB, F.; SARWAR, A.; ALI, L. Alleviation of detrimental effects of NaCl by silicon nutrition in salt-sensitive and

salt-tolerant genotypes of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Plant and Soil**, v. 326, p.381-391, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.

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, p. 814-821, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.

FATIMA, R. T.; LIMA, G. S.; SOARES, L.A.A.; VELOSO, L. L. S. A.; SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N.; SILVA, F. A.; NOBREGA, J. S.; FERREIRA, J. T. A.; PEREIRA, W. E. Salicylic acid concentrations and forms of application mitigate water stress in sour passion fruit seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e270865, 2023.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

IBGE. **Produção de Maracujá**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023.

HAFEZ, E.M.; OSMAN, H.S.; EL-RAZEK, U.A.A.; ELBAGORY, M.; OMARA, A.E.-D.; EID, M.A.; GOWAYED, S.M. Foliar-Applied Potassium Silicate Coupled with Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Improves Growth, Physiology, Nutrient Uptake and Productivity of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Irrigated with Saline Water in Salt-Affected Soil. **Plants**, v. 10, p. 894, 2021.

KAFI, M.; RAHIMI, Z. Efeito da salinidade e do silício nas características da raiz, crescimento, estado hídrico, conteúdo de prolina e acúmulo de íons de beldroegas (*Portulaca oleracea* L.). **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 57, p. 341–347, 2011.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 103p. 2012.

NEVES, J. M. G.; AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; NEVES, J. C. L.; ROCHA, G. C.; BARBOSA, E. A. Silicon and boron mitigate the effects of water deficit on sunflower. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 175-182, 2019.

NOR, S. M., DING, P., SAKIMIN, S. Z., ISMAIL, A., ABAS, F. Passion Fruit—A Potential Crop for Exploration in Malaysia: A Review. **Tropical Agricultural Science**, v. 45, p. 761–780, 2022.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. (org.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p.189-254.

OLIVEIRA, F. A., LOPES, M. Â. C., SÁ, F. V. S., NOBRE, R. G., MOREIRA, R. C. L., SILVA, L. A., PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 471–478, 2015.

PAIVA, F. J. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SOUZA, W. B. B.; SOARES, L. A. A.; TORRES, R. A. F.; GHEYI, H. R.; SILVA, L. A.; SÁ, F. V. S.; SÁ, V. K. N. O.; SILVA, S. T. A.; FÁTIMA, R. T.; FERNANDES, P. D.; ALMEIDA, A. K. C. The effects of irrigation water salinity on the synthesis of photosynthetic pigments, gas exchange, and photochemical efficiency of sour passion fruit genotypes. **Plants**, v. 12, p. 3894, 2023.

PIRES, A. A; MONNERAT, P. H; MARCIANO, C.R; PINHO, L. G. R; ZAMPIROLI, P. D; ROSA, R. C. C; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, Q. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO. 1992. 133p. (Irrigation and Drainage Paper, 48)

SÁ, F. V. S.; ARAUJO, J. L.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA NETO, A. N. Influence of silicon in papaya plant growth. **Científica**, v. 43, p. 77-83, 2015.

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

SHEN, X. et al. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. **Journal of Plant Physiology**, v. 167, p. 1248–1252, 2010.

SOUZA, T. M. A.; MENDONÇA, V.; SÁ, F. V. S.; SILVA, M. J.; DOURADO, C. S. T. Calcium silicate as salt stress attenuator in seedlings of yellow passion fruit cv. BRS GA1. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 509-517, 2020.

TÁRTARI, G. G.; SCHWARZ, S. F.; STRASSBURGER, A. S.; PETRY, H. B.; SCHNEIDER, L. A.; EBELING, L. H. S. Germination and development of passion fruit seedlings under saline and water stresses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, p. 03278, 2024.

## APÊNDICES

(1)



(2)



(3)



(4)



**APÊNDICE A.** Casa de Vegetação, local do experimento (1), Solo coletado, destorroado e peneirado (2), Enchimento dos sacos de polietileno (3) e identificação dossacos de acordo com o croqui experimental (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. Setor de Fruticultura - EAC/CCHA – UEPB, Catolé do Rocha, PB. Fonte: do autor (2024).

(1)



(2)



(3)



(4)



**APÊNDICE B.** Organização dos sacos de polietileno de acordo com o croqui experimental (1), Silicato de Cálcio pesado em 3,5g nos sacos de polietileno (2), Silicato de Cálcio nos sacos de polietileno para fundação (3) e Homogenização do solo + Silicato de Cálcio (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. Setor de Fruticultura - EAC/CCHA – UEPB, Catolé do Rocha, PB. Fonte: do autor (2024).

(1)



(2)



(3)



(4)



**APÊNDICE C.** Irrigação realizada a partir de lisimetria (1), Plantas emergidas aos 15 dias após semeadura (2), Aplicação de macro e micronutrientes (3) e Aplicação de Silicatode Potássio aos 51 dias após semeadura (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. 'SCS 437 Catarina' e salinidade. Setor de Fruticultura - EAC/CCHA – UEPB, Catolé do Rocha, PB. Fonte: do autor (2024).



(1)



(2)



(3)



(4)



**APÊNDICE D.** Plantas de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ com tamanho comercial ideal para análises (1), Análises de trocas gasosas realizada durante as 06:00 e 10:00 (2), Medição da altura de planta (AP) com auxílio de régua graduada (3) e Medição de diâmetro de caule (DC) com auxílio de paquímetro digital (4), no experimento de maracujazeiro amarelo cv. ‘SCS 437 Catarina’ e salinidade. Setor de Fruticultura - EAC/CCHA – UEPB, Catolé do Rocha, PB. Fonte: do autor (2024).

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me proporcionado o dom da vida, saúde e muita força para eu chegar até aqui.

Aos meus pais Giovania e Luciano Barbosa que me educaram com todos os atributos necessários para ser o homem que sou e, não só eles, mas toda a minha família por sempre acreditar em mim.

À instituição UEPB – CAMPUS – IV – Catolé do Rocha, PB, pela oportunidade da realização deste trabalho. E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a minha formação.

Ao professor Francisco Vanies da Silva Sá, pelo apoio e paciência, por todos os ensinamentos, todas as oportunidades que me concedeu, por sempre acreditar em mim, pelos incentivos e compreensão, tenho-lhe muita gratidão.

Ao Dr. Paulo Cássio Alves Linhares pela orientação e auxílio na condução do experimento.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (INCTAgriS) pelo apoio financeiro.

Ao Grupo de Inovação e Pesquisa em Agricultura Irrigada (GIPAI), pelo apoio durante o desenvolvimento do trabalho de conclusão do curso.

Aos amigos Alcides, Alexandre, Beatriz, Carlos Vinicius, Denilson, Denny, Diany, Faruque, Gabriel, Maurício, Mayanna, Rita, Vanies, e todos os demais que tem parcela significativa na minha carreira pelo apoio, companheirismo, compreensão, paciência que tiveram comigo, e por todos os conselhos nos momentos difíceis do curso e por sempre acreditarem que eu seria capaz de chegar até aqui.

Agradeço a banca examinadora, por aceitar participar deste momento.

Agradeço também a todos os professores e funcionários da instituição.

A todos os demais familiares. E a todos meus colegas que fiz durante a graduação.

**Muito obrigado!**