



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento, componentes produtivos,  
fisiologia e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo**

**GLEYSE LOPES FERNANDES DE SOUZA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento, componentes produtivos,  
fisiologia e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo**

**GLEYSE LOPES FERNANDES DE SOUZA**

*Sob a Orientação do Professor*

**Italo Herbert Lucena Cavalcante**

*e Coorientação*

**Francisco Thiago Coelho Bezerra**

Dissertação submetida como requisito para  
obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**,  
no Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia.

Areia, PB  
Maio de 2021

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
--------------------------------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento, componentes produtivos, fisiologia e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo**

**AUTORA: GLEYSE LOPES FERNANDES DE SOUZA**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora

---

Ítalo Herbert Lucena Cavalcante. Dr. CCA/UFPB  
(Orientador)

---

Karla dos Santos Melo de Sousa. Dra.  
(Examinadora)

---

Marlene Alexandrina Ferreira Bezerra. Dra. CCA/UFPB  
(Examinadora)

Data da realização: 31 de maio de 2021.

Presidente da Comissão Examinadora  
Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante  
Orientador

## **DEDICO**

### *A Deus*

Obrigada por todo amor e cuidado ao longo de toda minha vida, por permitir te sentir.

### *Ao meu eterno orientador Lourival Ferreira Cavalcante (In memoriam)*

Esse trabalho mais teu que meu, tão idealizado pelo senhor. Obrigada por tantos ensinamentos acadêmicos e por ter me ensinado tanto com sua essência repleta de simplicidade, humildade, honestidade, vontade, força e alegria.

### *Aos meus pais*

Genilda Lopes Fernandes de Souza e Genilson Fernandes de Souza, por todo amor e dedicação a mim oferecidos, essenciais na formação de quem sou e na realização dos meus sonhos. AMO VOCÊS.

“Por onde for o teu passo, que lá esteja o teu coração.”

(Pe. Fábio de Melo)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigada por tanto amor e cuidado. Eu te sinto.

Ao Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, obrigada por ter escolhido me orientar, me sentia muito feliz e abençoada por ser sua orientada, principalmente por conhecer uma pessoa de tamanha grandeza humana, com essência de espírito linda. Quem convivia comigo sabia a tamanha admiração que eu tinha pelo senhor. Nos momentos compartilhados meus olhos e ouvidos eram total atenção a tudo que o senhor falava, porque tudo era repleto de tantos ensinamentos, além de ser momentos de tanta alegria, que eu dizia “como o senhor é engraçado” e o senhor dava uma gargalhada. Obrigada por me afirmar os caminhos a seguir como profissional e ser humano. O senhor uma vez disse que a defesa seria difícil porque seria online e seria só eu e o senhor um do lado do outro para defender, não tenho sua presença física, mas espiritualmente se encontra presentes e dentro do meu coração. “Menina Gleyse”, como o senhor me chamava, é grata por ter tido sua ajuda no caminho para conquistar seus sonhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos e obtenção do título de Mestre.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao meu coorientador Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra, por construir comigo essa dissertação, por ter compartilhado tanto dos seus conhecimentos. Seus ensinamentos repercutiram em mim, para sempre importantes na minha vida. Obrigada por ter me acolhido desde o primeiro dia que pisei no PPGA, me apoiado antes mesmo sem ser meu coorientador. Minha gratidão a você é imensurável. Você é um ser humano admirável. Deus abençoe você, sua esposa e seu filho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Italo Herbert Lucena Cavalcante, filho do meu eterno orientador Lourival Ferreira Cavalcante, muito obrigada por me acolher, me orientando na finalização e defesa da Dissertação. Grata pelos conhecimentos partilhados, por toda sua ajuda.

Aos membros da Banca examinadora, Karla dos Santos Melo de Sousa e Marlene Alexandrina Ferreira Bezerra, pelas contribuições neste trabalho.

Aos meus orientadores da graduação Gualter Guenther Costa da Silva e Ermelinda Maria Mota Oliveira, vocês acreditaram, me apoiaram e sonharam comigo, obrigada pela enorme contribuição para eu me encontrar onde me encontro. Vocês são muito especiais para mim.

Aos meus sobrinhos Glauber Lopes e Samuel Lopes, vocês são luz na minha vida. Amo vocês.

Aos meus irmãos Glaucio Lopes Fernandes de Souza e Gleidson Lopes Fernandes de Souza. Amo vocês.

A minha irmã de coração, Erica Azevedo, obrigada por todo apoio, incentivo e acreditar tanto em mim.

A minha amiga Alícia Araújo, que nessa fase se fez muito presente, obrigada por todas as conversas e orientações, foi um apoio emocional muito importante.

A todos da minha família (avós, tios e tias, primos e primas, padrinhos e madrinhas, cunhadas).

Ao amigo e companheiro de pesquisa Rafael Ramos de Moraes, pelos momentos, conhecimentos compartilhados e ajuda na execução do trabalho.

Aos membros da equipe LOFECA, que tive a oportunidade de conhecer e trabalhar junto, Ana Paula Pereira do Nascimento, Edinete Nunes de Melo, Antônio Gustavo de Luna Solto grata pela amizade e ajuda na execução deste trabalho.

A Zezinho e todos os que trabalham na propriedade do Prof. Lourival, pela contribuição essencial nas atividades de campo.

A amigo Rafael Zarate, muito obrigada por sua grande e verdadeira amizade, grata por toda ajuda nas análises laboratoriais, momentos e conhecimentos compartilhados.

A Isadora Medeiros, Alaíne Cunha, Joyce Naiara e Marília Hortência obrigada pela amizade e cuidado, os dias morando com vocês foram muito especiais.

A todos os amigos construídos durante a pós-graduação, aos já mencionados e aos a seguir, Carol, Beatriz Torres, Fábio, Annie Maia, Assys Mota, Pricilla Jales, Josevan, Adjair, Ana Jéssica, Maria Luíza, Karla Daniele, Khyson, João Paulo, Paulo, Roberto, Whesley, Jordânia, Jackson, Guilherme, Pedro, Edson, William, Nonato, Albert, Jaciele, com certeza com cada um de vocês pude viver momentos especiais.

*Enfim, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, alguns que só por me fazer bem foi de enorme e essencial contribuição.*



Souza, Gleyse Lopes Fernandes de. M.Sc. Universidade Federal da Paraíba. Maio de 2021. **Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento, componentes produtivos, fisiologia e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo.** Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (Orientador). Francisco Thiago Coelho Bezerra (Coorientador).

## APRESENTAÇÃO

O experimento foi conduzido no município de Remígio, Paraíba, Brasil. Solo da área experimental é um Neossolo Regolítico eutrófico. Com o objetivo de avaliar fontes orgânicas e cálcio como mitigadores da salinidade da água de irrigação nos aspectos de crescimento, componentes produtivos, fisiologia e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida no esquema fatorial 2 x (2 x 2), relativo à condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>), parcela principal, e as subparcelas às combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Os resultados referentes ao crescimento e componentes produtivos encontram-se no capítulo I (Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento e componentes produtivos do maracujazeiro-amarelo), p. 1 -36; os aspectos fisiológicos no capítulo II (Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio na fisiologia do maracujazeiro-amarelo ), p. 37 - 77 , e pós-colheita dos frutos no capítulo III (Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento e qualidade do maracujá amarelo), p. 78 - 112.

Souza, Gleyse Lopes Fernandes de. M.Sc. Universidade Federal da Paraíba. Maio de 2021. **Water salinity, organic sources and calcium in growth, productive components, physiology and postharvest of yellow passion fruit.** Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (Advisor). Francisco Thiago Coelho Bezerra (Co-Advisor).

## PRESENTATION

The experiment was carried out in the municipality of Remígio, Paraíba, Brazil. Soil in the experimental area is an eutrophic Regolitic Neosol. Aiming to evaluate organic sources and calcium as mitigators of the salinity of irrigation water in the aspects of growth, productive components, physiology and post-harvest of yellow passion fruit. The treatments were organized in a split plot in a 2 x (2 x 2) factorial scheme, related to the electrical conductivity of the irrigation water (0.3 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>), the main plot, and the subplots to the combinations of matter organic (bovine manure and sisal residue – *Agave sisalana*) and calcitic fertilization (without and 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium). The results referring to the growth and productive components are found in chapter I (water salinity, organic sources and calcium in the growth and productive components of yellow passion fruit), p. 1 -36; the physiological aspects in chapter II (Water salinity, organic sources and calcium in the physiology of yellow passion fruit), p. 37 - 77 , and post-harvest of fruits in chapter III (Water salinity, organic sources and calcium on the growth and quality of yellow passion fruit), p. 78 - 112.

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

- Figura 1.1** Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) (B) durante a realização do experimento. .... **6**
- Figura 1.2** Crescimento em diâmetro do caule do maracujazeiro-amarelo ajustado aos modelos de Richards, Logístico e Gompertz para cada tratamento. .... **14**
- Figura 1.3** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o parâmetro K do modelo de Gompertz de crescimento em diâmetro do caule em maracujazeiro-amarelo, em resposta a fonte de matéria orgânica (A) e adubação com cálcio (B). .... **17**
- Figura 1.4** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o período do transplante das mudas à poda da haste principal (A) e secundária (B) do maracujazeiro-amarelo em resposta à salinidade da água de irrigação..... **19**
- Figura 1.5** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o índice de amadurecimento precoce do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **22**
- Figura 1.6** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o número de frutos acumulado por planta do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **24**
- Figura 1.7** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a massa média do fruto de maracujazeiro-amarelo em resposta a salinidade da água de irrigação. .... **25**
- Figura 1.8** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a produção acumulada de frutos por planta do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **26**
- Figura 1.9** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a produtividade acumulada do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **28**

## Capítulo II

- Figura 2.1** Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) (B) durante a realização do experimento. .... **42**
- Figura 2.2** Adaptação da folha ao escuro por 30' com presilhas..... **48**
- Figura 2.3** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a índices de clorofila *a* em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta as fonte de matéria orgânica (A) e adubação com cálcio (B). .... **50**
- Figura 2.4** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a índices de clorofila *b* em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio (B). .... **51**
- Figura 2.5** Valores médios  $\pm$  erro padrão para relação *Cl<sub>a</sub>/Cl<sub>b</sub>* (A) em reposta a salinidade da água de irrigação e índice de clorofila total (B) em resposta a adubação com cálcio, em folhas de maracujazeiro-amarelo ..... **52**
- Figura 2.6** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a Fluorescência máxima (A) variável (B), Eficiência quântica do fotossistema II (C) e razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (D) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fontes de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **55**
- Figura 2.7** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a dissipação fotoquímica em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta à interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (A) e fonte de matéria orgânica (B). .... **59**
- Figura 2.8** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a dissipação não-fotoquímica em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação..... **59**
- Figura 2.9** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a taxa de transporte de elétrons em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fontes de matéria orgânica e adubação com cálcio. .... **61**
- Figura 2.10** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a condutância (g<sub>s</sub>) e resistência estomática (r<sub>s</sub>) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A e C) adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B e D). .... **64**

<b>Figura 2.11</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a concentração interna de gás carbônico (Ci) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação.....	<b>66</b>
<b>Figura 2.12</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a transpiração (E) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio e fontes de matéria orgânica (B).....	<b>67</b>
<b>Figura 2.13</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a assimilação líquida de gás carbônico em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B).....	<b>69</b>
<b>Figura 2.14</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a eficiência instantânea do uso da água em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta a salinidade da água de irrigação.....	<b>70</b>
<b>Figura 2.15</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta à interação fontes de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação.....	<b>71</b>

### Capítulo III

<b>Figura 3.1</b> Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ETo) (B) durante a realização do experimento. ....	<b>83</b>
<b>Figura 3.2</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para o diâmetro transversal e longitudinal, em resposta à interação fontes de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A e B) e diâmetro transversal e índice de formato de fruto, em resposta à interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (C e D), de frutos de maracujazeiro-amarelo .....	<b>91</b>
<b>Figura 3.3</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a espessura da casca de frutos de maracujazeiro-amarelo , em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B), firmeza da casca de frutos de maracujazeiro-amarelo , em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (C) e adubação com cálcio (D). ....	<b>93</b>
<b>Figura 3.4</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a rendimento do suco de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio (B), rendimento de casca e de sementes de frutos de	

maracujazeiro-amarelo (C e D) em resposta a salinidade da água de irrigação e número de sementes por fruto de maracujazeiro-amarelo , em resposta a fonte de matéria orgânica (E). .....	<b>95</b>
<b>Figura 3.5</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a acidez titulável na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação salinidade da água de irrigação, fonte de orgânica e adubação com cálcio. ....	<b>99</b>
<b>Figura 3.6</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para vitamina C na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação adubação com cálcio e fonte de matéria orgânica....	<b>101</b>
<b>Figura 3.7</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para açúcares redutores, em resposta à interação dose de cálcio e salinidade da água de irrigação (A) e fonte de matéria orgânica (B), açúcares não-redutores, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (C) e açúcares solúveis totais, em resposta a fonte de matéria orgânica (D) e adubação com cálcio (E) na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo . ....	<b>102</b>
<b>Figura 3.8</b> Valores médios $\pm$ erro padrão para a condutividade elétrica do suco de frutos de maracujazeiro-amarelo , em resposta a interação adubação com cálcio e fonte de matéria orgânica. ....	<b>104</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

- Tabela 1.1** Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento. ....7
- Tabela 1.2** Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento. ....8
- Tabela 1.3** Composição química da água utilizada para irrigação. ....11
- Tabela 1.4** Estimativas dos parâmetros A, B, K e M dos modelos não linear do tipo sigmoidal ajustados ao crescimento em diâmetro de maracujazeiro-amarelo e seus respectivos avaliadores critérios (QMR – quadrado médio do resíduo; AIC – valor do critério de Akaike; BIC – valor do critério de informação Bayesiano; DMA – desvio médio absoluto e;  $R^2_{aj}$  – coeficiente de determinação ajustado) para cada tratamento avaliado. ....15
- Tabela 1.5** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os parâmetros “A” e “K” do modelo Gompertz ajustado ao crescimento em diâmetro do caule, período do transplantio à poda da haste principal (PHP) e à poda da haste secundária (PHS) do maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).....16
- Tabela 1.6** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os índices de cultivo concentrado (IC) e amadurecimento precoce (IE), número de frutos por planta (NF), massa média do fruto (MMF), produção por planta (PP) e produtividade do maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).....20

### Capítulo II

- Tabela 2.1** Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento. ....43
- Tabela 2.2** Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento. ....44
- Tabela 2.3** Composição química da água utilizada para irrigação. ....47

<b>Tabela 2.4</b> Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os índices foliares de clorofila a (ICLa), b (ICLb) e total (ICLt) e relação entre ICLa/ICLb em folhas de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).....	<b>49</b>
<b>Tabela 2.5</b> Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para fluorescência mínima (Fo), máxima (Fm) e variável (Fv) da clorofila a, eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (Fv/Fo), dissipação fotoquímica (qP), dissipação não-fotoquímica (qN) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de maracujazeiro-amarelo , em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).....	<b>54</b>
<b>Tabela 2.6</b> Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para temperatura foliar (T, °C) , condutância estomática ( $g_s$ , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), resistência estomática ( $r_s = \text{m}^{-2} \text{s mol}^{-1}$ ), concentração interna de gás carbônico ( $C_i$ , $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico ( $C_i/C_e$ ), transpiração ( $E$ , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), assimilação líquida de gás carbônico ( $A$ , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência no uso da água ( $EUA = A/E$ ), eficiência instantânea do uso da água ( $EiU_a = g_s/A$ ), eficiência instantânea de carboxilação ( $EiC = A/C_i$ ) e em maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C). .....	<b>62</b>

### Capítulo III

<b>Tabela 3.1</b> Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento. ....	<b>84</b>
<b>Tabela 3.2</b> Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento. ....	<b>85</b>
<b>Tabela 3.3</b> Composição química da água utilizada para irrigação. ....	<b>88</b>
<b>Tabela 3.4</b> Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), índice de formato de fruto ( $IF = DL/DT$ ), espessura média da casca ( $E_c$ ), firmeza da casca ( $F_c$ ), rendimento de casca, suco e semente (RC; RSUCO; RSEM) e número de semente (NSEM), em frutos de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C). ....	<b>90</b>



**Tabela 3.5** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação entre SS e AT (SS/AT), vitamina C (Vit C), açúcares redutores (AR), açúcares não-redutores (ANR) e açúcares solúveis totais (AST) e condutividade elétrica do suco (CE), em frutos de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).....**97**

# Sumário

## Capítulo I

### Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento e componentes produtivos do maracujazeiro-amarelo

RESUMO.....	2
ABSTRACT .....	3
1.1 INTRODUÇÃO .....	4
1.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
1.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa .....	6
1.2.2 Tratamentos e Delineamento experimental .....	7
1.2.3 Instalação e Manejo da Cultura .....	8
1.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas.....	8
1.2.3.2 Manejo da adubação .....	9
1.2.3.3 Irrigação .....	10
1.2.4 Variáveis Analisadas .....	11
1.2.5 Análises Estatísticas.....	13
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
1.3.1 Crescimento.....	14
1.3.1.1 Parâmetro A.....	16
1.3.1.2 Parâmetro K.....	17
1.3.1.3. Período do transplântio à poda da haste principal e secundária .....	18
1.3.2 Componentes de produção.....	20
1.3.2.1 Índice de cultivo concentrado.....	20
1.3.2.2 Índice de amadurecimento precoce.....	21
1.3.2.3 Número de frutos por planta .....	23
1.3.2.4 Massa média do fruto .....	25
1.3.2.5 Produção por planta.....	26
1.3.2.6 Produtividade.....	27
1.4 CONCLUSÕES.....	30
1.5 REFERÊNCIAS .....	31

## Capítulo II

<b>Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio na fisiologia do maracujazeiro-amarelo</b>	
<b>RESUMO</b> .....	<b>38</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>39</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>42</b>
<b>2.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa</b> .....	<b>42</b>
<b>2.2.2 Tratamentos e Delineamento</b> .....	<b>44</b>
<b>2.2.3 Instalação e Manejo da Cultura</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.3.2 Manejo da adubação</b> .....	<b>46</b>
<b>2.2.3.3 Irrigação</b> .....	<b>46</b>
<b>2.2.4 Variáveis Analisadas</b> .....	<b>47</b>
<b>2.2.5 Análises Estatísticas</b> .....	<b>48</b>
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>2.3.1 Índices foliares de clorofila</b> .....	<b>49</b>
<b>2.3.2 Fluorescência da clorofila</b> .....	<b>53</b>
<b>2.3.2.1 Fluorescência máxima, variável, eficiência quântica do fotossistema II e razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos</b> .....	<b>54</b>
<b>2.3.2.2 Dissipação fotoquímica (qP) e não fotoquímica (qN)</b> .....	<b>58</b>
<b>2.3.2.3 Taxa de transporte de elétrons</b> .....	<b>60</b>
<b>2.3.3 Trocas gasosas</b> .....	<b>62</b>
<b>2.3.3.1 Condutância e resistência estomáticas</b> .....	<b>63</b>
<b>2.3.3.2 Concentração interna de gás carbônico</b> .....	<b>65</b>
<b>2.3.3.3 Transpiração</b> .....	<b>67</b>
<b>2.3.3.4 Assimilação líquida de gás carbônico</b> .....	<b>68</b>
<b>2.3.3.5 Eficiência instantânea no uso da água</b> .....	<b>69</b>
<b>2.3.3.6 Eficiência instantânea de carboxilação</b> .....	<b>70</b>
<b>2.4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>72</b>
<b>2.5 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>

## Capítulo III

### Crescimento e qualidade do maracujá amarelo de cultivo irrigado com água salina, fontes orgânicas e cálcio

<b>RESUMO.....</b>	<b>79</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>80</b>
<b>3.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2.2 Tratamentos e Delineamento .....</b>	<b>85</b>
<b>3.2.3 Instalação e Manejo da Cultura .....</b>	<b>86</b>
<b>3.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas.....</b>	<b>86</b>
<b>3.2.3.2 Manejo da adubação .....</b>	<b>87</b>
<b>3.2.3.3 Irrigação .....</b>	<b>87</b>
<b>3.2.4 Variáveis Analisadas .....</b>	<b>88</b>
<b>3.2.5 Análises Estatísticas.....</b>	<b>89</b>
<b>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>3.3.1 Qualidade Física dos Frutos .....</b>	<b>90</b>
<b>3.3.2.1 Diâmetros e formato do fruto .....</b>	<b>91</b>
<b>3.3.2.2 Espessura da casca e firmeza de fruto .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.2.3 Rendimento de suco, casca, semente e número de sementes .....</b>	<b>94</b>
<b>3.3.2 Qualidade Físico-Química dos Frutos .....</b>	<b>97</b>
<b>3.3.2.4 Sólidos solúveis.....</b>	<b>98</b>
<b>3.3.2.5 Acidez titulável.....</b>	<b>98</b>
<b>3.3.2.6 Relação SS/AT.....</b>	<b>99</b>
<b>3.3.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH).....</b>	<b>100</b>
<b>3.3.2.9 Açúcares redutores, não redutores e totais .....</b>	<b>102</b>
<b>3.3.2.10 Condutividade elétrica do suco .....</b>	<b>103</b>
<b>3.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>105</b>
<b>3.5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>106</b>



## **Capítulo I**

### **Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento e componentes produtivos do maracujazeiro-amarelo**

## RESUMO

O excesso de sais na água de irrigação compromete o crescimento e rendimento de muitas culturas agrícolas, assim, faz-se necessárias a adoção de estratégias de manejo que permitam seu uso na atividade agrícola. Portanto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a aplicação de cálcio, para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação, no crescimento e componentes produtivos do maracujazeiro-amarelo. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida no esquema fatorial 2 x (2 x 2), relativo à condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>), parcela principal, e as subparcelas às combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Foram avaliados os períodos do transplântio à poda da haste principal e secundária, crescimento em diâmetro caulinar, índices de cultivo concentrado e de amadurecimento precoce, número de frutos por planta, massa média do fruto, produção por planta e produtividade. O aumento da condutividade elétrica da água de 0,3 para 4,5 dS m<sup>-1</sup> reduz o crescimento, os componentes produtivos e a produtividade do maracujazeiro-amarelo em até 65% (26 t ha<sup>-1</sup>). Para o maracujazeiro-amarelo a adubação orgânica com esterco bovino ou resíduo de sisal pode ser realizada sob irrigação com água não salina, mas sob irrigação com água salina não se deve adubar com esterco bovino em associação com cálcio. aplicação de esterco bovino e resíduo de sisal para elevar a matéria orgânica do solo para 40 g kg<sup>-1</sup> ou aplicação 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio via calcário, não mitiga os efeitos da salinidade da água sob o crescimento e componentes de produção do maracujazeiro-amarelo.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis*. Água salina. Calcário. Esterco bovino. Resíduo de sisal.

## ABSTRACT

The excess of salts in irrigation water compromises the growth and yield of many agricultural crops, thus, it is necessary to adopt management strategies that allow its use in agricultural activity. Therefore, the present research was developed with the objective of evaluating the application of organic sources associated with the application of calcium, to mitigate the effects of irrigation water salinity, on the growth and productive components of yellow passion fruit. The treatments were organized in a split plot in a 2 x (2 x 2) factorial scheme, related to the electrical conductivity of the irrigation water (0.3 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>), the main plot, and the subplots to the combinations of matter organic (bovine manure and sisal residue – *Agave sisalana*) and calcitic fertilization (without and 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium). The periods from transplanting to pruning of the main and secondary stem, growth in stem diameter, concentrated cultivation and early ripening indices, number of fruits per plant, average fruit weight, production per plant and yield were evaluated. The increase in the electrical conductivity of water from 0.3 to 4.5 dS m<sup>-1</sup> reduces the growth, productive components and productivity of yellow passion fruit by up to 65% (26 t ha<sup>-1</sup>). For the yellow passion fruit, organic fertilization with cattle manure or sisal residue can be performed under irrigation with non-saline water, but under irrigation with saline water, it should not be fertilized with cattle manure in association with calcium. application of cattle manure and sisal residue to raise soil organic matter to 40 g kg<sup>-1</sup> or application of 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium via limestone, does not mitigate the effects of water salinity on the growth and production components of passion fruit -yellow.

**Key-words:** *Passiflora edulis*. Saline water. Limestone. Bovine manure. Sisal residue.



## 1.1 INTRODUÇÃO

Em 2019 o Brasil produziu 602.651 toneladas de maracujá em 41.800 ha e com rendimento médio de 14,3 t ha<sup>-1</sup>, sendo a Região Nordeste responsável por 64% da produção nacional, mas com produtividade média de 13,4 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2019). Entretanto, o potencial da cultura é de mais de 50 t ha<sup>-1</sup>, produzidas por cultivares melhoradas geneticamente sob tecnologias apropriadas a cada região de cultivo (JESUS et al., 2017). Mesmo assim, o maracujazeiro tem proporcionado ao pequeno e médio produtor uma opção economicamente viável, constituindo uma alternativa entre as frutíferas devido o retorno mais rápido do investimento (MELETTI, 2011; FALEIRO; JUNQUEIRA; COSTA, 2016).

No Nordeste, um dos fatores limitantes ao cultivo irrigado do maracujazeiro tem-se a qualidade química da água que, de acordo com Cavalcante et al. (2012), são de salinidade elevada para a agricultura podendo ser superiores a 3,0 dS m<sup>-1</sup>, valor que segundo Ayres & Westcot (1999) está acima do limite tolerado pelo maracujazeiro-amarelo, reduzindo o seu crescimento (FREIRE et al., 2012; DIAS et al., 2013; SOUZA et al., 2016) e os componentes produtivos, tais como a massa média do fruto (DIAS et al., 2012; SOUZA et al. 2018), a produção por planta (BEZERRA et al., 2019, 2020) e a produtividade (NUNES et al., 2017; BEZERRA et al., 2020).

Dentre as estratégias de manejo que podem possibilitar o uso de água salina na agricultura, tem-se a aplicação de fontes de matéria orgânica, fertilizantes químicos de baixo índice salino e corretivos agrícolas (LACERDA et al., 2016). A aplicação de matéria orgânica melhora as características físicas e aumenta a fertilidade do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007; CAVALCANTE et al., 2016), com redução da condutividade elétrica, da porcentagem de sódio trocável e aumento da dinâmica da água no solo (CAVALCANTE et al., 2016).

O esterco bovino é a fonte de matéria orgânica mais usada no cultivo do maracujazeiro-amarelo, mas há outros subprodutos da indústria com potencial de uso, como o resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana*) que em algumas áreas produtoras é tradicionalmente usado como cobertura e incorporado às covas ou leiras como fonte de carbono orgânico (LEÃO et al., 2006; ANDRADE et al., 2012). Esse resíduo, devido a produção do sisal ser predominantemente no Nordeste brasileiro e o Brasil produzir o equivalente a 42% no mundo (FAO, 2019; IBGE, 2019), pode ser uma alternativa viável ao cultivo do maracujazeiro-amarelo.

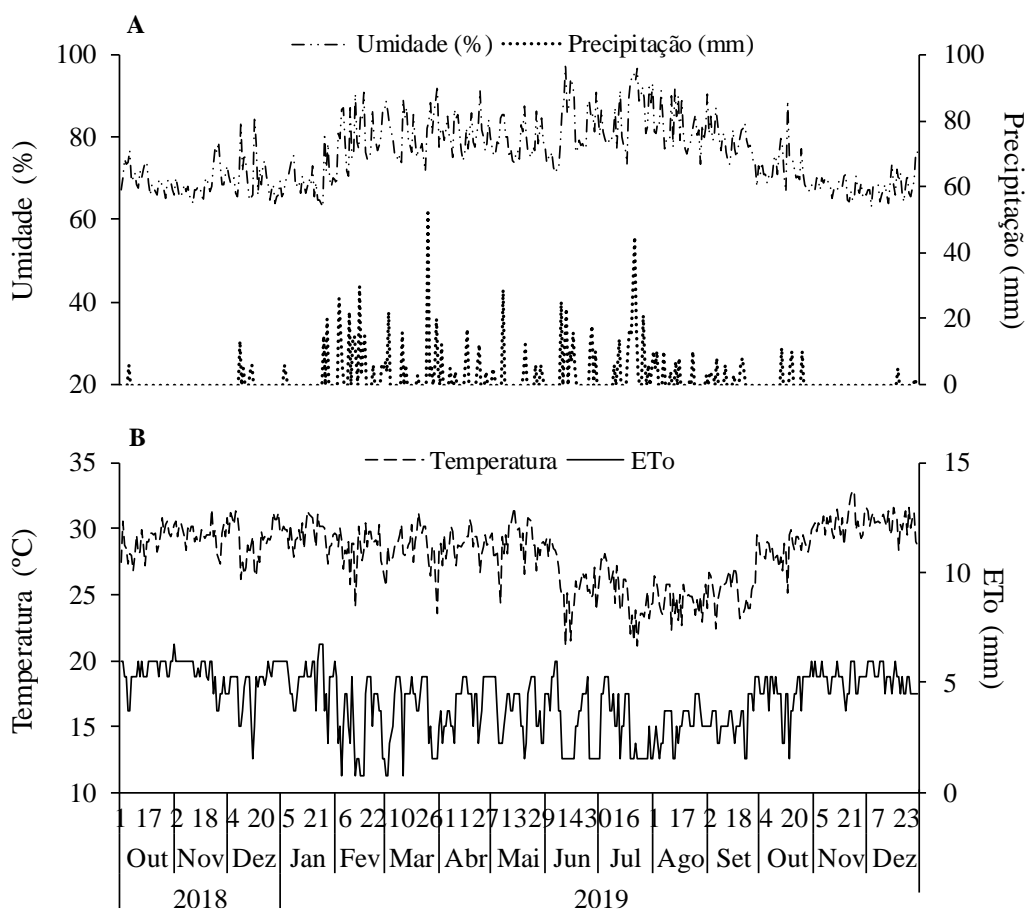
A eficiência da adubação orgânica pode ser melhorada ao se associar a adubação calcítica, pois possibilita a ativação da decomposição microbiana da matéria orgânica (CAVALCANTE et al., 2016). Outro efeito está em mitigar os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação, já que valores adequados de cálcio no apoplasto aumentam a seletividade dos transportadores de  $K^+$  e minimiza a absorção de  $Na^+$  (TAIZ et al., 2017), contribuindo na manutenção da relação  $K^+/Na^+$  que é indicativo da tolerância à salinidade (MUNNS & TESTER, 2008). Nesse sentido, a aplicação de cálcio possibilita a obtenção de maior número de frutos, produção por planta e produtividade tanto sob o uso de água não salina quanto salina (BEZERRA et al., 2019, 2020) pois pode reduzir a concentração foliar de sódio no maracujazeiro-amarelo (BEZERRA et al., 2021).

Portanto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a aplicação de cálcio para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação no crescimento e componentes produtivos do maracujazeiro-amarelo.

## 1.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 1.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

O experimento foi conduzido, entre outubro de 2018 e janeiro de 2020, no Sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil. O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (ALVARES et al., 2013). Os dados meteorológicos (Figura 1.1) de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados em Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm®, enquanto pluviosidade e a evaporação em pluviômetro e tanque classe 'A', respectivamente.



**Figura 1.1** Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ETo) (B) durante a realização do experimento.

O Solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileira de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), é Neossolo Regolítico eutrófico. As amostras do solo foram coletadas aleatoriamente nas camadas de 0–20 e 20–40 cm de profundidade do perfil, postas para secarem à sombra e, em seguida, passadas em peneiras de 2 mm de malha para posterior caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos, empregando as metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017) sendo os resultados apresentados na Tabela 1.1.

**Tabela 1.1** Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento.

Fertilidade <sup>1</sup>	Camada (cm)		Salinidade <sup>2</sup>	Camada (cm)		Física <sup>3</sup>	Camada (cm)	
	0–20	20–40		0–20	20–40		0–20	20–40
pH em água	6,3	6,2	pHes	6,33	6,23	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	869	825
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,06	1,59	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,25	4,50	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	65	67
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,96	0,94	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	9,50	1,25	Arg. (g kg <sup>-1</sup> )	66	108
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,10	0,11	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,99	0,71	Ada (g kg <sup>-1</sup> )	25	51
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	0,03	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,91	1,94	GF (%)	62,1	52,8
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,15	2,67	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,14	1,41	Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	1,30	1,37
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,19	1,25	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	Dp (kg dm <sup>-3</sup> )	2,62	2,69
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05	0,05	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,50	0,49
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,34	3,92	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	U (g kg <sup>-1</sup> ):		
V (%)	64,37	68,11	CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,18	0,16	-0,010 Mpa	90	96
PST (%)	0,90	0,77	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	0,83	1,15	-0,033 Mpa	44	52
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,88	6,25	UPs (g kg <sup>-1</sup> )	190,0	210,0	-1,500 Mpa	17	28
MOS (g kg <sup>-1</sup> )	6,21	5,48	Classificação	SNS	SNS	Ad (g kg <sup>-1</sup> )	73	68

<sup>1</sup>pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K<sup>+</sup> (potássio) e Na<sup>+</sup> (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio) e Al<sup>3+</sup> (alumínio) com extrator KCl 1 M; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na<sup>+</sup>/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

<sup>2</sup>CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (sulfato); CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (carbonato); HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (bicarbonato); Cl<sup>-</sup> (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na<sup>+</sup>/[0,5(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)]<sup>0,5</sup>; UPs = umidade da pasta de saturação;

<sup>3</sup>Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ada (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ada)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

## 1.2.2 Tratamentos e Delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida utilizando o esquema fatorial 2 x (2 x 2), adotando-se a condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) na parcela principal, enquanto as subparcelas foram constituídas de combinações entre matéria

orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e com 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e as subparcelas foram formadas por duas plantas cada. As fontes orgânicas foram analisadas quimicamente (Tabela 1.2) conforme Embrapa (2009).

**Tabela 1.2** Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento.

Fonte orgânica	pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	---	-----			g kg <sup>-1</sup>	-----		
EB	8,81	8,30	2,80	10,40	8,20	5,00	0,79	1,80
RS	9,48	18,50	3,70	12,00	70,50	13,60	0,61	3,10
Fonte orgânica	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C	MO	C/N
	-----			mg kg <sup>-1</sup>	-----			g kg <sup>-1</sup>
EB	21,30	8,00	9.941,00	250	58,00	159,10	274,28	19:1
RS	83,80	15,00	3.367,00	225	83,00	112,30	193,60	6:1

C (carbono), M.O (matéria orgânica), C/N (relação entre carbono e nitrogênio). Seguindo metodologia proposta por Embrapa (2009). Teores Totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); N - Método do Kjeldahl; CO - Método Walkley – Black.

A quantidade de cada fonte de matéria orgânica a ser aplicada foi calculada visando aumentar o teor médio na camada de 0–40 cm do solo de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para ambas as fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura. Os 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio aplicado foi baseada na dose empregada por Bezerra et al. (2020) e considerações de Yamada e Abdalla (2007), sendo que na presente pesquisa utilizou-se o corretivo calcário calcítico (35,2% CaO, 25% Ca<sup>2+</sup>, 3,3% MgO), sendo necessário 480 kg ha<sup>-1</sup> ou 287 g por planta dessa fonte de cálcio, distribuída 40% na fundação (115 g planta<sup>-1</sup>) e o restante em quatro aplicações de 15% cada (43 g planta<sup>-1</sup>) aos 70, 100, 130 e 160 dias após o transplântio das mudas.

## 1.2.3 Instalação e Manejo da Cultura

### 1.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas

As covas, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, foram abertas distanciadas de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas nas linhas, com densidade de 1.666 planta ha<sup>-1</sup>. Em seguida, foram preparadas com uma mistura do material de solo dos primeiros 20 cm das covas,

juntamente com respectiva fonte matéria orgânica e calcário calcítico. A matéria orgânica, constou de 50% na preparação das covas e o restante no início da floração das plantas em volumes de 13 L de esterco bovino e 18 L de resíduo de sisal, com os respectivos percentuais de unidade, 27,92% e 32,84%. As dosagens de matéria orgânica foram obtidas empregando a equação abaixo (NASCIMENTO et al., 2015), para elevação do teor de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para as duas fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura.

$$D_{EA} = (D_{MOA} - D_{MOE}) \times 0,5 \times V_c \times U \times ds / TMOI$$

Onde:

$D_{EA}$  = dose de matéria orgânica a ser aplicada por cova (g cova<sup>-1</sup>);

$D_{MOA}$  = dose de matéria orgânica a ser alcançada no solo (g kg<sup>-1</sup>);

$D_{MOE}$  = dose de matéria orgânica existente no solo (g kg<sup>-1</sup>)

$V_c$  = capacidade volumétrica média da cova (dm<sup>3</sup>);

$ds$  = densidade média do solo na camada de 0–40 cm (kg dm<sup>-3</sup>);

$U$  = umidade em massa do solo (kg água kg solo<sup>-1</sup>);

$TMOI$  = Teor de matéria orgânica de cada insumo (g kg<sup>-1</sup>).

Aos 30 dias antes do transplântio das mudas (DAT) foram incorporados 20 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 g de K por cova na forma de fosfato monoamônico (MAP, 44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% N) e sulfato de potássio (50% K<sub>2</sub>O e 18% S).

O transplântio das mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims Flavicarpa Deg.) acesso Guinezinho foi feito em 01 de outubro de 2018. No dia do transplântio, a altura média das mudas era 26,7 cm, diâmetro médio de 4,67 mm e estavam com 3 pares de folhas completamente expandidas, com desvios padrões de 8,52cm; 0,82mm e 1,34, respectivamente. As plantas foram transplântadas para covas e conduzidas em haste única, tutoradas até o sistema de sustentação em espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

### 1.2.3.2 Manejo da adubação

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010) de forma adaptada, com maior parcelamento da aplicação de calcário calcítico e aplicado por cova, distribuído 40%

na fundação e o restante em quatro aplicações de 15%, as adubações nitrogenadas foram realizadas com ureia (45% N), descontando o N presente no fosfato monoamônico - MAP (44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11% N) e potássica com sulfato de potássio (50% K<sub>2</sub>O; 18% S), foram realizadas mensalmente na proporção de 1N:1K aplicando-se 12,5 g de N e 12,5 g de K aos 30 dias após o transplântio (DAT), 25 g aos 60 DAT, 37,54 g aos 90 DAT, 25 g aos 120 e 150 DAT e 50 g aos 180, 210, 240 e 300 DAT. A adubações fosfatadas com fosfato monoamônico (MAP - 44% P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 11% N) em cobertura, foram realizadas aplicando-se 20g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAT e 41,7 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 180, 210, 240 e 300 DAT. A cada dois meses por via foliar (MARTINEZ e ARAÚJO, 2001), foram feitas pulverizações com o fertilizante comercial Niphokam<sup>®</sup> contendo 5,0% (N); 8,0% (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 5,0% (K<sub>2</sub>O); 1,0% (Mg); 0,50% (B); 0,20% (Cu); 0,50% (Mn); 1,00% (Zn).

A adubação no segundo ciclo com NK continuou na razão de 1N:1K, com 12,5 g de N e 12,5 g de K fornecido imediatamente após a poda e mensalmente, até dois meses antes do final da colheita (15/01/2020), o fósforo foi aplicado na dosagem de 20 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta<sup>-1</sup>, juntamente com o nitrogênio e potássio.

### 1.2.3.3 Irrigação

O manejo de irrigação foi baseado na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), calculada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e o coeficiente de cultivo em cada fenofase (k<sub>c</sub>) e coeficiente de redução (k<sub>r</sub>) de área (ET<sub>c</sub> = ET<sub>o</sub> x k<sub>c</sub> x k<sub>r</sub>). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe 'A' (ET) pelo coeficiente de tanque (ET<sub>o</sub> = ET x 0,75) conforme Allen et al. (2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,4 até os primeiros 60 dias após o transplântio das mudas (DAT); 0,6 dos 60 aos 80 DAT; 0,96 dos 80 aos 110 DAT, quando as plantas estavam em plena floração; 1,17 dos 110 DAT até a metade do crescimento dos frutos e 1,02 até o final da colheita (FREIRE et al., 2011). O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (STEDUTO et al., 2012).

Na irrigação utilizou-se quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h<sup>-1</sup> trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (condutividade elétrica da água de irrigação - CE<sub>ai</sub> de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto que a água salina (CE<sub>ai</sub> de 4,5 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado com 96% de pureza na

água não salina, acondicionada em caixas plásticas com capacidade para 3 m<sup>3</sup>. A composição da água usada no experimento encontra-se na Tabela 1.3.

Os tratamentos com água salina foram iniciados 30 dias após o transplante das mudas. Após foram irrigadas com água salina e adicionada 10% a mais à lâmina de irrigação, para a lixiviação do excesso de sais do ambiente radicular das plantas (AYERS; WESTCOT, 1999).

**Tabela 1.3** Composição química da água utilizada para irrigação.

pH	CEai	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	RAS	Classificação
6,10	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----						(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>		C1S1	
	0,30	0,65	0,27	1,88	0,28	1,87	0,00	0,17	0,51	2,77	

CEai = Condutividade elétrica da água; RAS = Razão de adsorção de sódio (Na<sup>+</sup>[(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)/2])<sup>1/2</sup>; C1S1 = Risco baixo da água salinizar e de sodificar o solo.

Os tratamentos culturais de prevenção contra plantas competitivas, pragas e doenças foram feitos conforme as necessidades, seguindo a demanda da cultura e recomendações de Pires et al. (2011).

#### 1.2.4 Variáveis Analisadas

Foi realizada a avaliação mensal do diâmetro caulinar a 10 cm acima do nível solo, com paquímetro digital. O crescimento biométrico da haste principal em altura foi avaliado registrando o período entre o transplante e à poda da haste principal (PHP), quando as plantas cresceram 10 cm acima da espaldeira ou arame de sustentação, e tiveram o broto terminal podado para emissão de dois ramos secundários. O crescimento da haste secundária foi registrado do período do transplante à poda dos ramos secundários (PHS), para estímulo da emissão dos ramos produtivos.

Os dados de diâmetro foram ajustados a modelos de crescimento do tipo sigmoidal como descritos abaixo:

$$\text{Richards, } \hat{y} = A[1 - Be^{-kt}]^M$$

$$\text{Logístico, } \hat{y} = \frac{A}{1 + Be^{-kt}}$$

$$\text{Gompertz, } \hat{y} = Ae^{-Be^{-kt}}$$

A= diâmetro assintótico, ou seja, diâmetro na fase adulta;

B= é a constante de integração, para modular a curva de crescimento;

K=índice de maturidade, determina a eficiência de crescimento;



$M$  = é constante do modelo de Richards;  
 $t$  = idade em dias.

A escolha do modelo para a interpretação dos parâmetros em função dos tratamentos foi através dos seguintes critérios: QMR – quadrado médio do resíduo; valor do critério de Akaike (1974); BIC – valor do critério de informação Bayesiano (SCHWARZ et al., 1978); DMA - desvio médio absoluto e  $R^2_{aj}$  – coeficiente de determinação ajustado.

Aos 145 dias após o transplante das mudas (22 de fevereiro de 2019), iniciou-se a colheita da primeira safra, realizadas três vezes por semana, até 06 de maio de 2019; a colheita da segunda safra iniciou-se 209 dias após o fim da primeira colheita, no dia 29 de novembro de 2019 e foi até dia 15 de janeiro de 2020. A determinação da produtividade foi realizada de forma acumulada durante todo o período produtivo da cultura acima descrito. Os frutos foram colhidos quando apresentavam no mínimo 40% de coloração da casca amarela, pois segundo Rinaldi et al. (2018) quando a casca apresenta 30% ou mais de amarelecimento, os frutos são capazes de completar o amadurecimento. Com os dados semanais de produtividade foram determinados índices de amadurecimento precoce (IE) e de cultivo concentrado (IC) calculados conforme equações 1 e 2, respectivamente (Khanizadeh e Fanous, 1992).

$$IE = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i}{D_i} \right) / n \quad 1$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, n$ ;

$n$  = número de colheitas;

$Y_i$  = rendimento da colheita;

$D_i$  = número de dias desde o início da colheita ao final da colheita.

A equação 2 foi usada para calcular o índice de cultivo concentrado (IC) (Khanizadeh e Fanous, 1992).

$$IC = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2 / n}}{n} \quad 2$$

Sendo:

$i = 1, 2, \dots, n,$

$n =$  número de colheitas,

$Y_i =$  rendimento percentual na  $i$ -colheita,

$Y =$  média do rendimento percentual para número colheitas.

A partir das colheitas foram determinados: número de frutos por planta (NF), por meio da divisão do total de frutos pelo número de plantas na subparcela; massa médias de frutos (MMF), pela razão entre a massa total de frutos e número de frutos na subparcela, com resultados expressos em grama; produção por planta (PP) pela multiplicação do número de frutos por planta pela massa média do fruto; produtividade total (PT), através do produto da produção por planta e número de plantas por hectare, dividido por 1000, sendo expressa em  $t\ ha^{-1}$ .

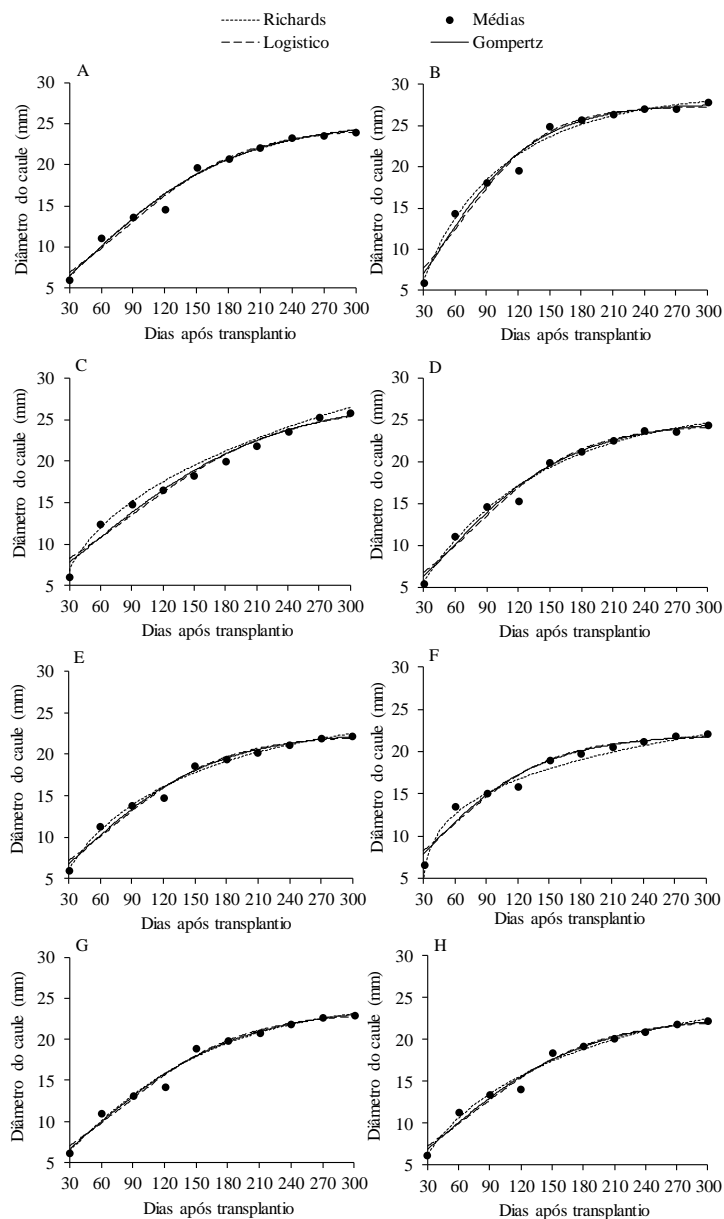
### **1.2.5 Análises Estatísticas**

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ) e, em seguida, a análise de variância utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para verificar os efeitos dos fatores e as interações. As análises foram realizadas no software SAS<sup>®</sup> University Edition.

## 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1.3.1 Crescimento

O crescimento em diâmetro, avaliados dos 30 aos 300 dias após o transplante, foram ajustados aos modelos Richards, Logístico e Gompertz para cada tratamento (Figura 1.2).



CEai (dS m <sup>-1</sup> )	----- 0,3 -----				----- 4,5 -----			
Fonte orgânica	Esterco bovino		Resíduo de sisal		Esterco bovino		Resíduo de sisal	
Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )	0	120	0	120	0	120	0	120
Figura	A	B	C	D	E	F	G	H

**Figura 1.2** Crescimento em diâmetro do caule do maracujazeiro-amarelo ajustado aos modelos de Richards, Logístico e Gompertz para cada tratamento.

De acordo com os avaliadores, QMR – quadrado médio do resíduo; AIC – valor do critério de Akaike; BIC – valor do critério de informação Bayesiano; DMA – desvio médio absoluto e; R<sup>2</sup><sub>aj</sub> – coeficiente de determinação ajustado, o crescimento em diâmetro do maracujazeiro-amarelo, melhor se ajustou ao modelo Gompertz (Tabela 1.4). Com esse modelo, estima-se que a assíntota (maior valor) para o diâmetro estava entre 22,09 e 27,81 mm (parâmetro A), com taxa de crescimento de 0,0099 à 0,0190 (parâmetro K) e coeficientes de determinação ajustado – R<sup>2</sup><sub>aj</sub>. entre 0,9752 e 0,9838.

**Tabela 1.4** Estimativas dos parâmetros A, B, K e M dos modelos não linear do tipo sigmoidal ajustados ao crescimento em diâmetro de maracujazeiro-amarelo e seus respectivos avaliadores críticos (QMR – quadrado médio do resíduo; AIC – valor do critério de Akaike; BIC – valor do critério de informação Bayesiano; DMA – desvio médio absoluto e; R<sup>2</sup><sub>aj</sub> – coeficiente de determinação ajustado) para cada tratamento avaliado.

Tratamento	Modelo	Parâmetros				Avaliadores				
		A	B	K	M	QMR	AIC	BIC	DMA	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub> .
1	Richards	25,55	0,3245	0,0117	5,2953	6,6451	195,1	203,5	0,5412	0,9816
	Logístico	24,49	4,3095	0,0178	-	6,5043	193,3	200,1	0,5721	0,9810
	Gompertz	25,31	1,9763	0,0127	-	6,4668	193,1	199,8	0,5344	0,9821
2	Richards	28,95	1,2141	0,0108	0,7396	6,7197	195,5	203,9	0,5635	0,9848
	Logístico	27,33	5,3873	0,0250	-	7,1486	197,1	203,8	0,8063	0,9725
	Gompertz	27,68	2,4242	0,0190	-	6,8068	195,1	201,9	0,6811	0,9795
3	Richards	62,54	1,0098	0,0005	0,4223	8,2296	193,3	201,8	0,7009	0,9935
	Logístico	26,73	3,3594	0,0137	-	7,1413	197,0	203,8	0,8249	0,9674
	Gompertz	27,81	1,7101	0,0099	-	6,8575	195,4	202,2	0,7254	0,9752
4	Richards	26,63	1,0469	0,0085	0,9328	13,6799	223,9	232,4	0,5147	0,9859
	Logístico	24,39	4,7041	0,0196	-	13,5656	222,7	229,5	0,6573	0,9795
	Gompertz	25,01	2,1313	0,0143	-	13,4020	222,2	229,0	0,5462	0,9838
5	Richards	25,65	1,0843	0,0056	0,5796	5,9938	190,9	199,4	0,3553	0,9880
	Logístico	22,29	3,6443	0,0184	-	6,1011	190,7	197,5	0,5986	0,9782
	Gompertz	22,80	1,8255	0,0137	-	5,9666	189,8	196,6	0,4841	0,9832
6	Richards	38,14	1,0149	0,0005	0,2650	2,8623	161,4	169,8	0,7891	0,9816
	Logístico	21,84	2,9994	0,0200	-	3,5415	169,0	175,7	0,7040	0,9537
	Gompertz	22,09	1,6726	0,0159	-	3,3276	166,5	173,2	0,6061	0,9631
7	Richards	24,87	0,6991	0,0096	1,8117	8,1103	203,0	211,5	0,4462	0,9834
	Logístico	23,34	3,8703	0,0172	-	7,9505	201,3	208,1	0,5346	0,9819
	Gompertz	24,11	1,8521	0,0123	-	7,9007	201,1	207,8	0,4636	0,9835
8	Richards	26,87	1,0567	0,0046	0,5728	4,8738	182,7	191,1	0,4437	0,9812
	Logístico	22,44	3,4516	0,0169	-	4,9445	182,3	189,1	0,6631	0,9740
	Gompertz	23,08	1,7431	0,0124	-	4,8446	181,5	188,3	0,5266	0,9778

O parâmetro A não sofreu efeito significativo de nenhum dos fatores, já o parâmetro K sofreu efeito isolado da matéria orgânica e do cálcio. O período do transplântio à poda da haste principal e secundária sofreram influência apenas da condutividade elétrica da água de irrigação (Tabela 1.5).

**Tabela 1.5** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os parâmetros “A” e “K” do modelo Gompertz ajustado ao crescimento em diâmetro do caule, período do transplântio à poda da haste principal (PHP) e à poda da haste secundária (PHS) do maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

FV	GL	Parâmetros do modelo de crescimento		PHP	PHS
		A	K <sup>♦</sup>		
Bloco	3	12,578 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	69,427 <sup>**</sup>	109,153 <sup>ns</sup>
CEai	1	68,709 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	116,281 <sup>**</sup>	402,570 <sup>*</sup>
Resíduo a	3	17,963	0,012	1,687	30,716
MO	1	2,045 <sup>ns</sup>	0,052 <sup>*</sup>	40,500 <sup>ns</sup>	180,500 <sup>ns</sup>
C	1	0,351 <sup>ns</sup>	0,080 <sup>*</sup>	24,500 <sup>ns</sup>	6,125 <sup>ns</sup>
MO x C	1	5,620 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	75,031 <sup>ns</sup>	164,258 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1	10,640 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	40,500 <sup>ns</sup>	8,000 <sup>ns</sup>
CEai x C	1	0,257 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,500 <sup>ns</sup>	0,281 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C	1	10,340 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	52,531 <sup>ns</sup>	56,445 <sup>ns</sup>
Resíduo b	18	9,427	0,010	37,975	74,178
CVa (%)		16,98	22,99	2,28	5,90
CVb (%)		12,30	21,42	10,81	9,16
Média		24,96	0,015	57	94

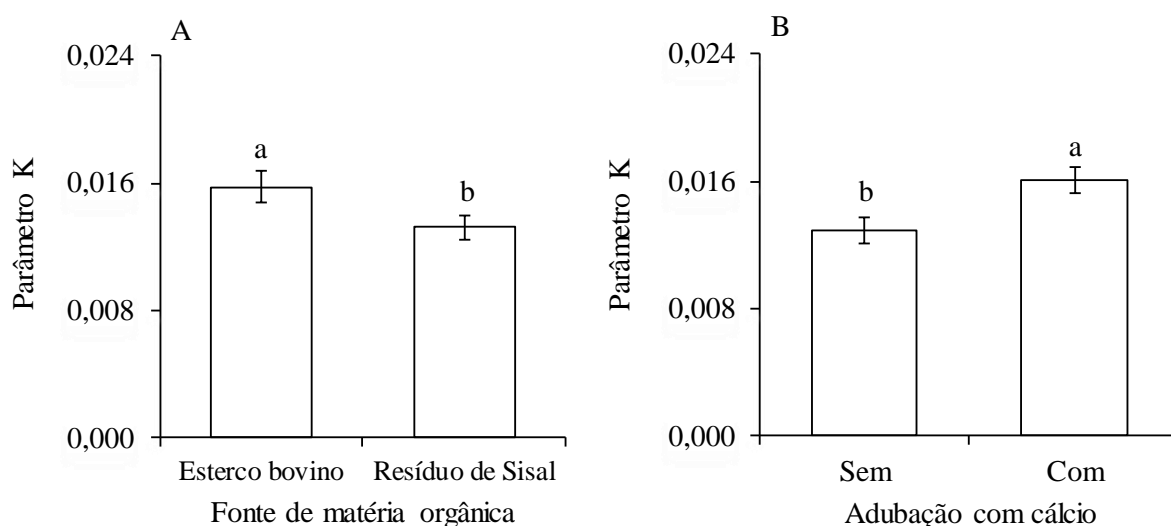
GL - Grau de liberdade; <sup>♦</sup>Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; <sup>ns</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

### 1.3.1.1 Parâmetro A

O parâmetro A, crescimento máximo em diâmetro do caule, não sofreu interferência de nenhuma das fontes de variação, com média de 24,96 mm (Tabela 1.4).

### 1.3.1.2 Parâmetro K

O uso esterco bovino proporcionou maior valor K, 0,016, em comparação ao resíduo de sisal com média de 0,013, superioridade de 23% com esterco (Figura 1.3A). Quando sob aplicação de cálcio os valores do parâmetro K foi de 0,016, superior em 23% em comparação ao valor obtido sem esse nutriente (Figura 1.3B).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.3** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o parâmetro K do modelo de Gompertz de crescimento em diâmetro do caule em maracujazeiro-amarelo, em resposta a fonte de matéria orgânica (A) e adubação com cálcio (B).

O parâmetro k, corresponde à taxa de crescimento (BURKHART; TOMÉ, 2012) ou índice de maturidade, determinando a eficiência de crescimento em que quanto maior mais rápido é a velocidade de crescimento da planta. Assim, conforme se verifica na figura 1.3A e B, o uso de esterco bovino ou cálcio proporcionaram maior eficiência de crescimento.

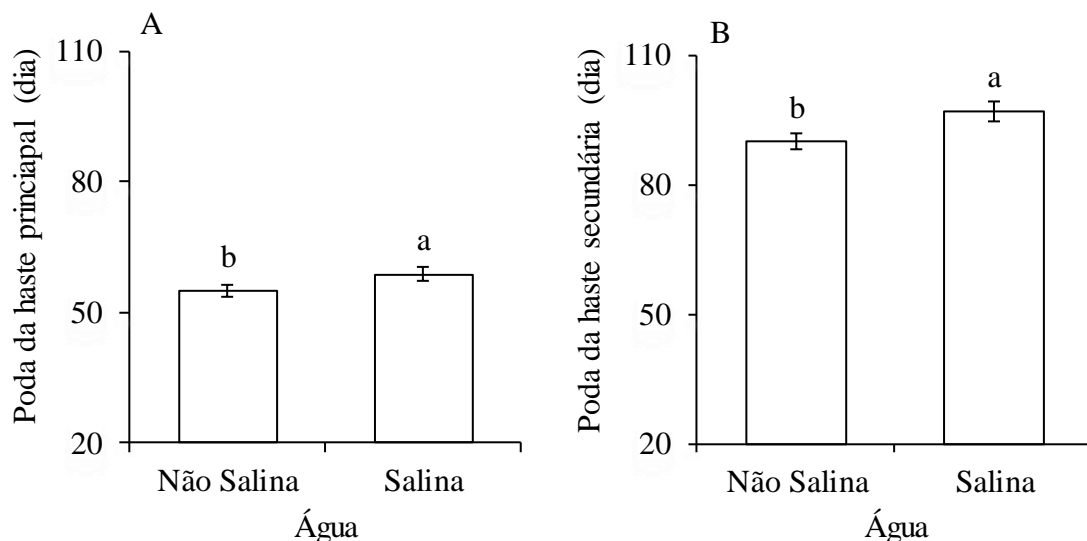
A baixa relação C/N possibilita a rápida mineralização da matéria orgânica (Conte et al., 2019). Como o resíduo de sisal (RS) possuía relação C/N inferior à do esterco bovino (Tabela 1.2), então, possivelmente, promoveu maiores e mais rápidas alterações químicas do solo, dentre as características alteradas se tem o pH que segundo Rosa et al. (2018) a faixa adequada ao cultivo do maracujazeiro é valores entre 5,0 e 6,0, mas como o pH do solo já se

encontrava próximo a essa faixa com pH de 6,3, possivelmente tenha sido elevado para valores inadequados, já que Lacerda et al. (2016) em substrato contendo apenas solo ou resíduo de sisal, para produção de mudas de sabiá, o pH foi 5,7 e 9,3, respectivamente, e todos os substratos contendo resíduo de sisal o pH foi elevado para valores superiores a 8,1.

Com relação ao efeito positivo da adubação com cálcio (Figura 1.3B) verifica-se que o solo tinha relação inicial Ca:Mg de 1:1, e possivelmente a adubação calcítica tenha melhorado essa relação, e conseqüentemente a absorção de nutrientes. Nesse sentido, o equilíbrio no fornecimento de cálcio e magnésio deve ser mantido devido o antagonismo entre eles, ou seja, o excesso de cálcio pode reduzir a absorção de magnésio (SALVADOR et al., 2011; MARSCHNER, 2012), a relação Ca:Mg adequada, na solução do solo, é de 3:1 para manter o equilíbrio no teor foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e potássio, enquanto que a menor quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  em relação ao  $\text{Mg}^{2+}$  reduz a absorção de  $\text{K}^+$  (SALVADOR et al., 2011).

#### **1.3.1.3. Período do transplantio à poda da haste principal e secundária**

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 para 4,5  $\text{dS m}^{-1}$  retardou o crescimento das plantas, com o período para poda haste principal passando de 55 para 59 dias e a poda da haste secundária de 90 para 97 dias, portanto com atrasos de quatro e sete dias, respectivamente (Figura 1.4A eB). Sob irrigação com água não salina o crescimento da haste principal e secundária foram de 4,24 e 4,57  $\text{cm dia}^{-1}$  respectivamente, enquanto que sob o maior nível salino foi reduzido a 3,95 e 4,21  $\text{cm dia}^{-1}$  respectivamente.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.4** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o período do transplantio das mudas à poda da haste principal (A) e secundária (B) do maracujazeiro-amarelo em resposta à salinidade da água de irrigação.

Atrasos para a poda da haste principal com o aumento da salinidade também foram verificados por Freire et al. (2012) e Dias et al. (2013), com o acesso Guinezinho, e por Souza et al. (2016), BRS GA1 - Gigante Amarelo, sendo de 12, 6 e 4 dias, respectivamente. Para a poda da haste secundária atraso de 9 dias foi registrado por Freire et al. (2012). O excesso de sais na água compromete a divisão e expansão celular, por provocar redução da absorção de água, pela diminuição do potencial osmótico, e também ocasiona toxicidade pelo excesso de íons, dentre eles o de  $\text{Na}^+$ , portanto o déficit hídrico interfere diretamente no crescimento vegetativo (MUNNS & TESTER, 2008; DIAS et al. 2016; TAIZ et al. 2017). O atraso no crescimento poderá resultar em início de produção mais tardio e, conseqüentemente, o retorno econômico também será postergado.



### 1.3.2 Componentes de produção

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação, matéria orgânica e cálcio foi significativa para o índice de amadurecimento precoce, número de frutos por planta, produção por planta e produtividade (Tabela 1.6). Enquanto, para a massa média do fruto obteve-se efeito apenas da condutividade elétrica da água de irrigação e o índice de cultivo concentrado sem efeito significativo dos fatores.

**Tabela 1.6** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os índices de cultivo concentrado (IC) e amadurecimento precoce (IE), número de frutos por planta (NF), massa média do fruto (MMF), produção por planta (PP) e produtividade do maracujazeiro-amarelo (PT) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

FV	GL	IC <sup>1*</sup>	IE <sup>1*</sup>	NF	MMF <sup>1*</sup>	PP	PT
Bloco	3	0,120 <sup>ns</sup>	2,660 <sup>ns</sup>	178,604 <sup>ns</sup>	2,628 <sup>ns</sup>	6,093 <sup>ns</sup>	16,912 <sup>ns</sup>
CEai	1	0,008 <sup>ns</sup>	177,253*	5253,125*	7,483*	468,520**	1300,105**
Resíduo a	3	0,063	8,972	310,187	0,574	13,242	36,754
MO	1	0,024 <sup>ns</sup>	0,424 <sup>ns</sup>	112,500 <sup>ns</sup>	2,291 <sup>ns</sup>	3,358 <sup>ns</sup>	9,319 <sup>ns</sup>
C	1	0,081 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	648,000*	4,718 <sup>ns</sup>	17,805 <sup>ns</sup>	49,418 <sup>ns</sup>
MO x C	1	0,019 <sup>ns</sup>	30,662 <sup>ns</sup>	8,000 <sup>ns</sup>	1,784 <sup>ns</sup>	1,512 <sup>ns</sup>	4,197 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1	0,006 <sup>ns</sup>	10,365 <sup>ns</sup>	338,000 <sup>ns</sup>	12,710 <sup>ns</sup>	79,073**	219,472**
CEai x C	1	0,001 <sup>ns</sup>	61,947*	420,500 <sup>ns</sup>	6,580 <sup>ns</sup>	4,856 <sup>ns</sup>	13,478 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C	1	0,079 <sup>ns</sup>	167,277**	3240,125**	3,108 <sup>ns</sup>	147,368**	409,028**
Resíduo b	18	0,033	13,394	107,048	5,341	4,560	12,656
CVa (%)		15,87	9,76	26,69	1,00	22,32	22,33
CVb (%)		11,50	11,93	15,68	3,04	13,10	13,10
Média		0,11	8,87	66 frutos	250,53 g	16,30 kg	27,15 t ha <sup>-1</sup>

GL- Grau de liberdade; <sup>1</sup>Dados transformados na função  $\log(x + 1)$  por não se ajustar à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ); \*Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; <sup>ns</sup>, \* e \*\*: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

#### 1.3.2.1 Índice de cultivo concentrado

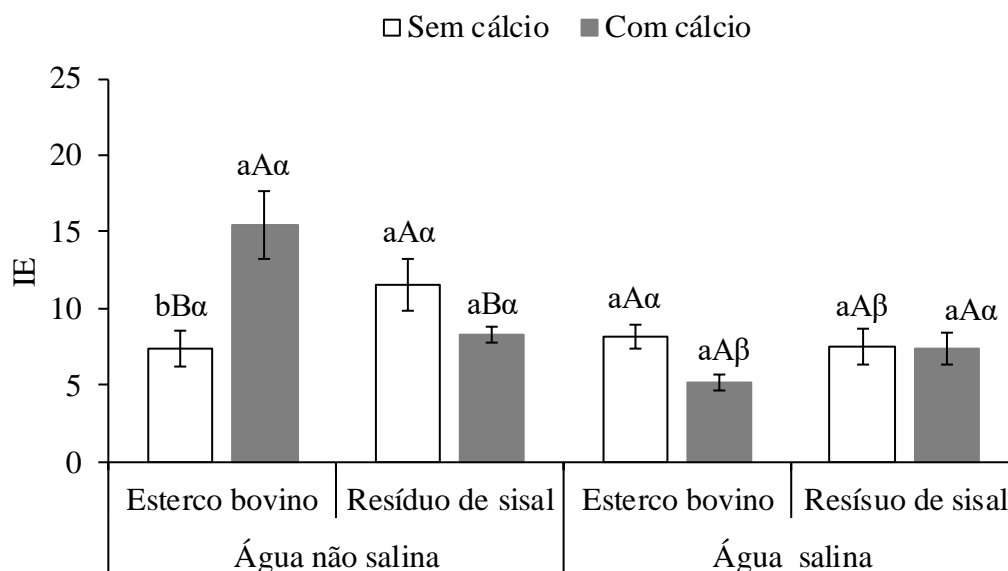
O índice de cultivo concentrado do maracujazeiro-amarelo foi, em média, 0,16 com erro padrão de 0,004, mas não foi afetado por nenhum dos fatores ou interações (Tabela 6). Esse índice informa a distribuição da produção durante a safra, quanto maior o índice mais a

produção se encontra concentrada, com redução do número de colheitas e conseqüentemente do custo de produção (KHANIZADEH e FANOUS, 1992). Bezerra et al. (2020) também não obteve inferência isolada e da interação dos fatores condutividade elétrica da água de irrigação e doses de cálcio sobre o índice de cultivo concentrado do maracujazeiro-amarelo cv. BRS GA1.

O fato de o período de produção não ter diferido entre os tratamentos pode ser atribuído, segundo Faleiro et al. (2020), ao estímulo à floração ser dependente de dias longos (> 11 horas de luz) e altas temperaturas (> 20 ° C) para o maracujazeiro. Assim, possivelmente a fenologia reprodutiva é mais afetada pela hora luz e temperatura, que pela nutrição e estresse abióticos, dentre eles a salinidade da água de irrigação.

#### **1.3.2.2 Índice de amadurecimento precoce**

A maior média do índice de amadurecimento precoce foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina e adubadas com esterco bovino e cálcio (15,5), sendo reduzido ao se irrigar com água salina (66%), adubação com resíduo de sisal (46%) ou não se aplicar cálcio (53%) (Figura 1.5). A maior redução proporcionada pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 66% nas plantas adubadas com esterco bovino e cálcio. Em relação as fontes orgânicas e ao cálcio observou-se efeito apenas sob irrigação com água não salina. Sem adubação calcítica, o esterco bovino proporcionou redução de 37% em relação ao resíduo de sisal, enquanto esse adubo orgânico na presença dessa adubação mineral reduziu o índice em 46%. Ganho com aplicação de cálcio foi obtida apenas sob esterco bovino, sendo de 112%, não havendo efeito sob resíduo de sisal.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fontes de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.5** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o índice de amadurecimento precoce do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio.

O índice de maturação precoce representa o intervalo entre o plantio e a produção, em que quanto maior o índice mais precoce é o cultivo, ou seja, mais rápido o início da produção e retorno econômico (KHANIZADEH; FANOUS, 1992). Tem-se que os fatores em estudo interferiram na precocidade do pomar sem afetar a distribuição da produção. A inibição do crescimento sob uso de água salina, com atraso para poda da haste principal e secundária, consequentemente atrasa o início da produção e colheita (Figura 1.5). Bezerra et al. (2020) também constataram atraso na colheita do maracujazeiro-amarelo em função do aumento da salinidade.

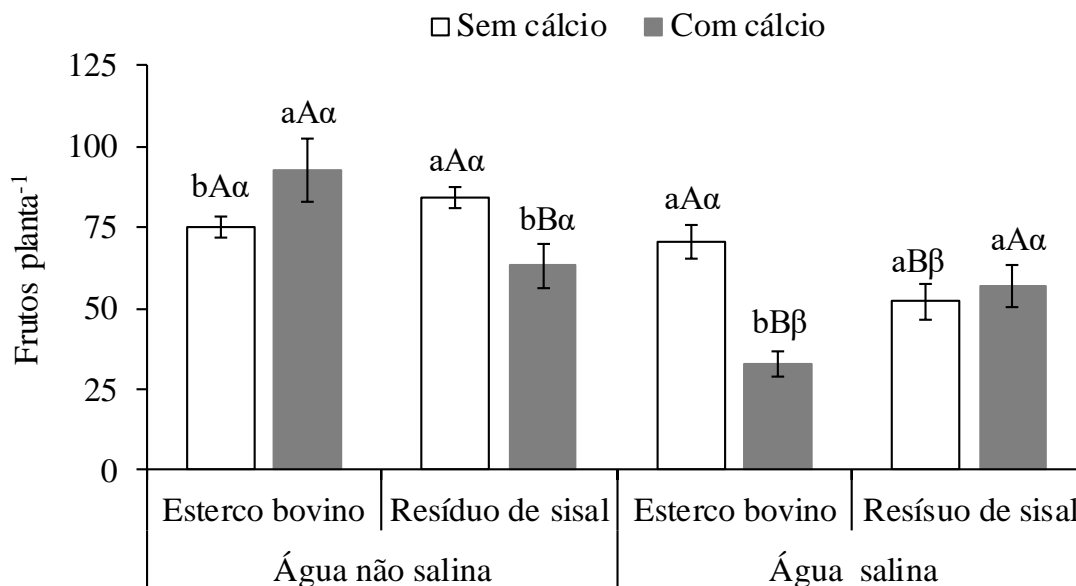
O esterco bovino é fonte de nutrientes e aplicado junto com  $\text{Ca}^{2+}$  possibilitou maior índice de amadurecimento precoce do maracujazeiro-amarelo, possivelmente devido maior disponibilidade de nutrientes. Porém, o mesmo não se observa quando combinado resíduo de sisal e  $\text{Ca}^{2+}$ . Aplicação de calcário na dosagem ideal além do fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , corrige o pH, aumenta a CTC e atividade biológica do solo, melhorando as condições para mineralização da matéria orgânica e consequente disponibilidade nutrientes (SOUSA et al. 2007).

Porém, além do cálcio adicionado via calcário o resíduo de sisal possuía elevada quantidade de cálcio, 760% superior a quantidade presente no esterco bovino, aliado a isso uma baixa relação C/N também inferior à do esterco bovino, a baixa relação C/N possibilita a rápida mineralização e conseqüente rápida disponibilização de nutrientes as plantas (CONTE et al., 2019), com isso possivelmente tenha ocorrido um excesso na disponibilidade de  $\text{Ca}^{2+}$ , além da possível alteração do pH que era de 6,3, valor próximo as faixa estabelecida como adequada por Rosa et al. (2018) que afirmam que o pH entre 5,0 e 6,0 é adequado para o cultivo do maracujazeiro, para valores inadequados

Apesar do cálcio exercer ação positiva na floculação das argilas com cargas negativas, exercer melhorias na fertilidade e nas condições físicas do solo, a aplicação de doses elevadas pode provocar desbalanceamento na disponibilidade nutrientes (SANTOS, CAVALCANTE & VITAL, 2010), e interferir na relação Ca:Mg, que na solução do solo, deve ser de 3:1 (SALVADOR et al., 2011), antes da implantação do experimento era 1:1, mas pode ter sido alterada para relação superior a 3:1, além da relação antagônica do  $\text{Ca}^{2+}$  com  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

### **1.3.2.3 Número de frutos por planta**

A maior média acumulada de frutos por planta foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e cálcio (92), sendo reduzido ao se irrigar com água salina (64%), adubar com resíduo de sisal (31%) ou não se aplicar cálcio (18%) (Figura 1.6). A maior redução proporcionada pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 64% nas plantas adubadas com esterco bovino e cálcio. Em relação às fontes orgânicas e ao cálcio observou-se efeito sob irrigação com água não salina e salina com efeito da matéria orgânica associada à salinidade, sob uso de água salina, enquanto sob adubação com cálcio o resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino proporcionou ganho de 70%, já sem adubação calcítica o resíduo de sisal reduziu o número de frutos em 26%. Sob água não salina e aplicação de cálcio, o número de frutos foi inferior em 31% quando se utilizou resíduo de sisal ao invés do esterco bovino. O único ganho de 23% e a maior perda de 53% com aplicação de cálcio, foi sob associação com esterco bovino e irrigação com água não salina e salina, respectivamente, já a adubação calcítica com resíduo de sisal associado a irrigação com água não salina provocou redução de 25%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fontes de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

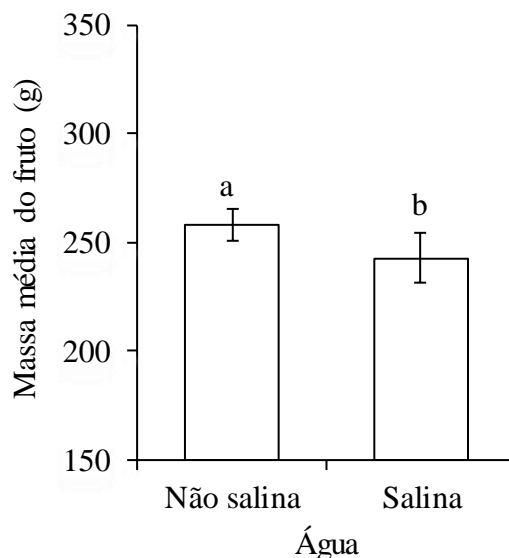
**Figura 1.6** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o número de frutos acumulado por planta do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio.

Bezerra et al. (2020) também obtiveram redução do número de frutos por planta do maracujazeiro com o aumento da salinidade água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m<sup>-1</sup>, mas quando utilizaram água não salina o número de frutos não diferiu quanto a aplicação de cálcio, mas sob irrigação com água salina (4,0 dS m<sup>-1</sup>) o cálcio promoveu aumento na quantidade de frutos, com no máximo 67 frutos sob aplicação de 53 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, dose a partir da qual o número de frutos foi reduzido sob a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio foi produzido 45 frutos por planta. Pacheco et al. (2017) com a aplicação de 24 L esterco bovino por planta de maracujazeiro o número de frutos obtidos foi superior a 80 frutos planta<sup>-1</sup>.

Provavelmente, ocorreu desequilíbrio nutricional, já que ocorre competição entre sódio e cálcio pelos sítios de absorção de potássio (BEZERRA et al. 2021) e antagonismo entre Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, pois elevadas concentrações de um desses elementos no solo, afeta a absorção do outro e, conseqüentemente, provoca deficiência nutricional nas plantas e compromete a produtividade (MARSCHNER, 2012).

### 1.3.2.4 Massa média do fruto

A massa média do maracujá, considerando as duas safras, foi reduzida em 6% quando as plantas foram irrigadas com água salina que passaram a ter, em média, 243 g (Figura 1.7).



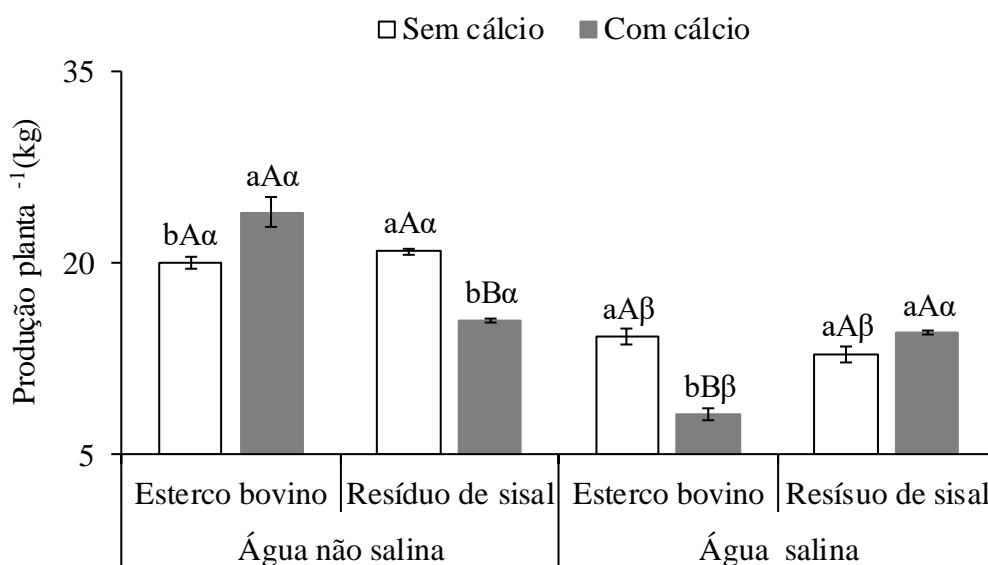
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.7** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a massa média do fruto de maracujazeiro-amarelo em resposta a salinidade da água de irrigação.

A massa dos frutos, em plantios comerciais, varia de 150 a 300 g (FALEIRO et al., 2020), portanto os valores estão dentro do padrão estabelecido em cutivos comerciais, mesmo com a redução registrada ao irrigar com água salina. Reduções na massa média do fruto com o aumento da salinidade da água de irrigação foram também observadas por Dias et al. (2012) de 191,29 para 141,46g e por Souza et al. (2018) de 221,26 para 200,92g, sob irrigação com água não salina (0,5 e 0,3 dS  $m^{-1}$ ) e salina (4,5 e 4,0 dS  $m^{-1}$ ), com reduções de 26 e 9,2%, respectivamente. O excesso de sais reduz o potencial osmótico da água, e compromete a absorção de água pela planta, ocasionando déficit (TAIZ et al. 2017), com consequente redução do tamanho do fruto, já que o crescimento e alongamento dos tecidos vegetais dependem do turgor exercido pela água nas células do fruto (YAHIA et al., 2018)

### 1.3.2.5 Produção por planta

A maior produção acumulada por planta ( $24 \text{ kg planta}^{-1}$ ) foi obtida ao se irrigar com água não salina, sob aplicações de esterco bovino e de cálcio (Figura 1.8). A irrigação com água salina diminuiu a produção por planta em 67% e 30% das plantas sob esterco bovino com e sem aplicação de cálcio, reduziu também nas sob uso de resíduo de sisal e sem cálcio em 38%; já ao se adubar com resíduo de sisal e cálcio não se obteve efeito negativo da salinidade, com média de  $14,5 \text{ kg planta}^{-1}$ . O efeito da matéria orgânica está associada à salinidade, mas apenas quando se aplicou cálcio, obtendo-se ganho de 50% e perda de 47% ao se utilizar esterco bovino em relação ao resíduo de sisal quando irrigadas com água não salina e salina, respectivamente. Verificou-se efeito do cálcio, quando irrigado com água não salina, com incremento e redução de 20 e 24% nas associações com esterco bovino e resíduo de sisal, respectivamente, enquanto que sob irrigação com água salina a produção foi reduzida em 43% quando se aplicou cálcio juntamente ao esterco bovino.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fontes de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.8** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a produção acumulada de frutos por planta do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio.

A produção por planta acumulada, no período de 16 meses, quando irrigado com água não salina foram superiores às reportadas por Bezerra et al. (2019) com a cultivar ‘BRS Gigante

Amarelo' em experimento conduzindo por 8 meses e por Aguiar et al. (2017) com acesso Guinezinho no período 14 meses.

Quando sob água salina obteve-se valores de produção acumulada próximo ao obtido por Bezerra et al. (2019) com a cultivar 'BRS Gigante Amarelo', que também verificaram redução da produção por planta do maracujazeiro-amarelo com aumento da salinidade da água de irrigação, que passou de 14,7 para 12,1 kg planta<sup>-1</sup>, sob condutividades elétricas da água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Aguiar et al. (2017) alcançaram maior produção do acesso Guinezinho, 9,41 kg planta<sup>-1</sup>, sob dose de 40% biofertilizante bovino em água de irrigação, aplicados mensalmente em volume constante de 5 L planta<sup>-1</sup>, incremento de da produção de 120% quando comparado a não aplicação.

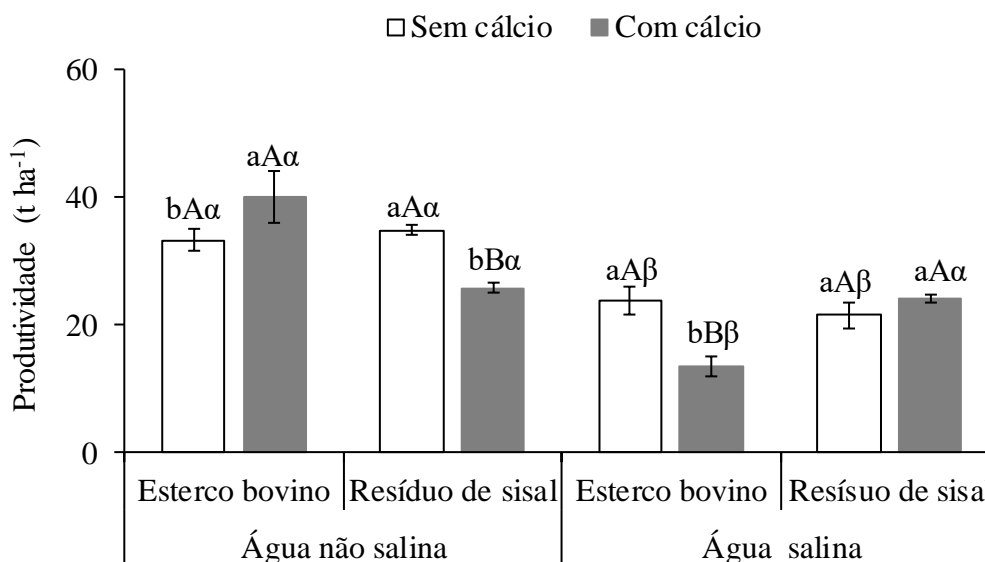
Quanto ao uso de cálcio, Bezerra et al. (2019) sob água salina e covas não revestidas a produção por planta aumentou até a dose de 59 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, com produção de 14,4 kg planta, já a partir da dose de 59 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio ocorreu redução da produção por planta. No presente estudo a dose de 120 kg Ca<sup>2+</sup> provocou incrementos e reduções da produção por planta em associação com esterco bovino e resíduo de sisal, já quando em associação com água salina resultou em reduções da produção, considerando os teores de Ca<sup>2+</sup> presentes nas fontes orgânicas mais o adicionado via calcário, possivelmente ocorreu um excesso de cálcio, ocasionando desequilíbrio nutricional, que impacta na produção por planta. O desequilíbrio nas proporções de nutrientes pode resultar em deficiência ou excesso de nutrientes (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

### **1.3.2.6 Produtividade**

A maior produtividade acumulada (40 t ha<sup>-1</sup>) foi obtida ao se irrigar com água não salina, sob aplicações de esterco bovino e de cálcio (Figura 1.9). A irrigação com água salina reduziu a produtividade em 65% e 27% das plantas sob esterco bovino com e sem aplicação de cálcio, reduziu também nas sob uso de resíduo de sisal e sem cálcio em 37%, já ao se adubar com resíduo de sisal e cálcio não se obteve efeito negativo da salinidade, com média de 25 t ha<sup>-1</sup>. Observa-se também que o efeito da matéria orgânica está associado à salinidade, mas apenas quando se aplicou cálcio, obtendo-se ganho de 54% e perda de 42% ao se utilizar esterco bovino em relação ao resíduo de sisal quando irrigadas com água não salina e salina, respectivamente. O cálcio afetou a produtividade quando a planta foi irrigada com água não salina, com incremento e redução de 21 e 26% nas associações com esterco bovino e resíduo de sisal,



respectivamente, enquanto que sob irrigação com água salina a produção foi reduzida em 42% quando se aplicou cálcio juntamente ao esterco bovino.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fontes de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.9** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a produtividade acumulada do maracujazeiro-amarelo em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio.

Bezerra et al. (2020) com maracujazeiro-amarelo cv. BRS GA1 e densidade 1666 plantas ha<sup>-1</sup>, sob irrigação com água não salina a produtividade passou de 19,8 t ha<sup>-1</sup> para 25,3 t ha<sup>-1</sup> quando se aplicou 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, mas sob irrigação com água salina (4,0 dS m<sup>-1</sup>), o aumento do rendimento foi até a dose de 58 kg ha<sup>-1</sup>, com a produtividade de 23,8 t ha<sup>-1</sup> de maracujá. Bezerra et al. (2019, 2020, 2021) avaliaram doses de cálcio e uso de água salina sobre os clorofila, fluorescência, troca de gases e produção, componentes de produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo e recomendaram aplicar 60 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, via nitrato de cálcio, para mitigar os efeitos da salinidade.

Considerando a composição do adubo orgânico, com elevada concentração de cálcio e baixa relação C/N do resíduo do sisal, que em combinação com aplicação de cálcio proporcionou efeitos negativos tanto sob uso de água não salina quanto salina, e também o efeito negativo quando associado esterco bovino, cálcio e água salina, tem-se possivelmente

um desequilíbrio nutricional em função do excesso de cálcio como já mencionando. Larbi et al. (2020) constataram que a aplicação de  $\text{CaCl}_2$  em alta dose ( $4,44 \text{ g L}^{-1}$ ) com alto nível de salinidade ( $\text{CEa} = 14,6 \text{ dS m}^{-1} \text{ NaCl}$ ) não foi eficiente para melhorar a maioria dos parâmetros estudados em *Olea europaea* L. cv. Arbequina I18 e afirma que é fundamental considerar o tipo de fonte e dosagem do fertilizante quando aplicado em condições salinas.

Além do desequilíbrio nutricional tem-se um possível aumento da pressão osmótica do solo, pois Feigin (1995) afirma que aumentar as dosagens de fertilizantes pode funcionar para irrigação com água de baixo teor salino, entretanto, associada a água de alta salinidade, a concentração de íons antagonistas necessária é muito alta e provoca um aumento acentuado na pressão osmótica da solução do solo, que agrava o estresse imposto pelos íons de salinidade. O aumento da pressão osmótica atinge níveis que a absorção de água pela planta fica comprometida (DIAS et al. 2016), estresse osmótico não específico causa déficits de água e efeitos iônicos específicos devido acumulação de íons tóxicos, que interferem na absorção de nutrientes e causam citotoxicidade (TAIZ et al. 2017).

A produtividade mesmo sob água salina na maioria dos tratamentos os valores são superiores a produtividade nacional e da região Nordeste, que em 2019 foram de  $14,3 \text{ t ha}^{-1}$  e  $13,4 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente (IBGE, 2019). A produtividade média de  $40 \text{ t ha}^{-1}$ , sob água não salina, esterco bovino e cálcio, se aproximou do potencial da cultura, que segundo Jesus et al. (2017) pode ser superior a  $50 \text{ t ha}^{-1}$ , produzidas por cultivares melhoradas geneticamente sob tecnologias apropriadas a cada região de cultivo.

## 1.4 CONCLUSÕES

O aumento da condutividade elétrica da água de 0,3 para 4,5 dS m<sup>-1</sup> reduz o crescimento, os componentes produtivos e a produtividade do maracujazeiro-amarelo em até 65% (26 t ha<sup>-1</sup>);

Para o maracujazeiro-amarelo a adubação orgânica com esterco bovino ou resíduo de sisal pode ser realizada sob irrigação com água não salina, mas sob irrigação com água salina não se deve adubar com esterco bovino em associação com cálcio;

A aplicação de esterco bovino e resíduo de sisal para elevar a matéria orgânica do solo para 40 g kg<sup>-1</sup> ou aplicação 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio via calcário, não mitiga os efeitos da salinidade da água sob o crescimento e componentes de produção do maracujazeiro-amarelo.

## 1.5 REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. V. M.; Cavalcante, L. F.; Salva, R. M.; Dantas, T. A. G.; Santos, E. C. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 136-148, 2017.
- Akaike, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on automatic control**, Ieee, v. 19, n 6, p. 716-723, 1974.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. DE M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711-728, 2013.
- Andrade, R.; Ornelas, J.; Brandão, W. Situação atual do sisal na Bahia e suas novas possibilidades de utilização e aproveitamento. **Comunicação SEAGRI**, p. 14-19, 2012.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Silva, A. R.; Oliveira, F. F.; Medeiros, S. A. S. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**; v. 11, n. 2, p. 319-329, 2019.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Pereira, W. E.; Neto, E. C. N. O cálcio como mitigador de salinidade dos componentes de produção de maracujá cultivadas em foscas protegidas. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 500-508, 2020.
- Bezerra, M.A.; Cavalcante, L.F.; Bezerra, F.T.; Pereira, W.E.; de Oliveira, F.F.; & Silva, A.R. Cálcio na nutrição mineral do maracujá-amarelo cultivado em caroço forrado e com água salina1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , v. 25, n. 4, pág. 256-263, 2021.
- Borges, A. L.; Souza, L. DE S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141),4p. 2010.
- Burkhardt, H. E.; Tomé, M. Modeling forest trees and stands. Dordrecht: Springer, 2012.
- Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. A.; Gheyi, H. G.; Cavalcante, I. H. L.; Santos, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. *In*: Cavalcante, L. F. (Ed.). **O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra, 2012. cap. 1, p. 17-66.

Cavalcante, L. F.; Santos, C. J. O.; Holanda, J. S.; Lima Neto, J. A.; Souto, A. G. L.; Dantas, T. A. G. Produção de maracujazeiro amarelo no solo com calcário e potássio sob irrigação com água salina. **Irriga**, v. 23, n. 4, p. 727-740, 2018.

Cavalcante, L. F.; Santos, R. V.; Hernandez, F. F. F.; Ghey, H. R.; Dias, T. J.; Nunes, J. C.; Lima, G. S. Recuperação de solos afetados por sais. *In: In: Ghey, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 28, p. 461-477.

Conte, O.; Debiasi, H.; franchini, J. C.; Balbinot Junior, A. A. Manejo do solo. *In: Oliveira, A. B.; Leite, R. M. V. B.; Balbinot Junior, A. A.; Seixas, C. D. S.; Kern, H. S. Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília. Embrapa, 2019. P. 82-83.

Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. *In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Lima, J. C. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, MG. 2007. P. 205-274.

Dias, N. S.; Blanco, F. F.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; Sousa Neto, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeito dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. *In: In: Ghey, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 11, p. 151-162

Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Freire, J. L. O.; Nascimento, J. A. M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2905-2918, 2012.

Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Freire, J. L. O.; Souto, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 657p.

Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Costa, A. M. (Ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.

Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Jesus, O. N.; Cenci, S. A.; Machado, C. F.; Rosa, R. C. C.; Costa, A. M.; Junqueira, K. P.; Junghans, T. G. Maracuyá: *Passiflora edulis* Sims. *In: Carlosama, A. R.; Faleiro, F. G.; Morera, M. P.; Costa, A. M. Pasifloras: especies cultivadas en el mundo*. Brasília: Embrapa Cerrados, Cap. 1, 2020. P. 15-28.

FAOSTAT. Área colhida, rendimento e produção de sisal no Brasil e no mundo. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

Feigin, A., 1985. Fertilization management of crops irrigated with saline water. In: D. Pasternak and A. San Pietro (eds.), **Biosalinity inaction, Bioproduction with saline water**. Nijhoff, the Hague, pp. 285.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Souto, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Vieira, M. S. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. **Holos**, v. 28, n. 4, p. 55-68, 2012.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 16 jan. 2021.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

Jesus, O. N.; Faleiro, F. G.; Junqueira, K. P.; Girardi, E. A.; Rosa, R. C. C.; Petry, H. B. Cultivares comerciais de maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Brasil. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. (Eds.). **Maracujá do cultivo à comercialização**. Brasília: Embrapa, Cap. 3, 2017. p. 39-58.

Khanizadeh, S.; Fanous, M. A. Mathematical indices for comparing small fruit crops for harvest time and trait similarity. **HortScience**, v. 27, n. 4, p. 346-348, 1992.

Lacerda, C. F.; Costa, R. N. T.; Bezerra, M. A.; Neves, A. L. R.; Sousa, G. G.; Gheyi, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. *In:* In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 21, p. 337-352.

Lacerda, M. R. B.; Passos, M. A.; Rodrigues, J. J. V.; Barreto, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

Larbi, A.; Kchaou, H.; Gaaliche, B.; Gargouri, K.; Boulal, H.; Morales, F. Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants. **Scientia Horticulturae**, v. 260, p. 108912, 2020.

Leão, A.; Sartor, S. M.; Caraschi, J. C. Natural fibers based composites – technical and social issues. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 448, 161-177. 2006 doi: 10.1080/15421400500388088

Malavolta, E. **Manual de nutrição de plantas**. 1. ed. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

Marschner, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651 p.

Martinez, H. E.P.; Araújo, R. Da C. A. Nutrição E Adubação. In: Bruckner, C. H.; Picanso, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 163-188, 2001.

Meletti, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, p.83-91. 2011.

Meurer, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas. *In*: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Lima, J. C. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG. 2007. P. 66-86.

Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, v. 59, p. 651-681, 2008.

Nascimento, J. A. M.; Souto, J. S.; Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. T.; Mendonça, V.; Junior, A. M. A.; Silva Medeiros, S. A. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 224-229, 2015.

Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Souza, J. T. A.; Almeida, D. J.; Oresca, D.; Fernandes, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 168-183, 2017.

Pacheco, A. L. V.; Pagliarini, M. F.; de Freitas, G. B.; Santos, R. H. S.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. Mineral composition of pulp and production of the yellow passion fruit with organic and conventional fertilizers. **Food chemistry**, v. 217, p. 425-430, 2017.

Pires, M. D. M.; José, A. R.; Conceição, A. O. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. **Ilhéus, Brasil. Editus**, p. 237, 2011.

Rinaldi, M. M.; Costa, A. M.; Sussel, A. A. B.; Dianese, A. C. Colheita e Pós-colheita de Passifloras *In*: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília, DF. 2018. Cap. 9, p. 132 – 140.

Rosa, R. C. C.; Oliveira, J. S.; Faleiro, F. G. Preparo do Solo e Tratos Culturais do Maracujazeiro *In*: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF. 2018.

Salvador, J. T.; Carvalho, T. C.; Lucchesi, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.9, p.27-32, 2011. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i1.11060>

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. Dos; Oliveira, V. A. De; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. De; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. De. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3<sup>a</sup> ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

Schwarz, G. Estimando a dimensão de um modelo. *Anais de estatísticas*, v. 6, n. 2, pág. 461-464, 1978.

Silva, I. R.; Mendonça, E. S. Matéria Orgânica Do Solo. *In*: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Lima, J. C. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG. 2007. P. 275-374.

Sousa, D. M. G.; Miranda, L. N.; Oliveira, S. A. Acidez do solo e sua Correção. *In*: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Lima, J. C. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG. 2007. P. 205-274.

Souza, J. T. A.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Bezerra, F. T. C.; Nunes, J. A. S.; Silva, A. R.; Oresca, D.; Cavalcante, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 32, p. 2994-3003, 2016.

Souza, J. T. A.; Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. A. S.; Pereira, W. E.; Freire, J. L. O. Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.8, p.535-540, 2018.

Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.



Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 858 p.

Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.

Yahia, E. M.; Gardea-Béjar, A.; Ornelas-Paz, J. de J.; Maya-Meraz, I. O.; Rodríguez-Roque, M. J.; Rios-Velasco, C.; Ornelas-Paz j.; Salas-Marina, M. A. Preharvest Factors Affecting Postharvest Quality. **Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities**, pág. 99-128, 2019.

Yamada, T.; Abdalla, S. R. S. Informações recentes para otimização da produção agrícola. **International Plant Nutrition Institute-IPNI. Informações Agronômicas. N°117**, 2007.

## **Capítulo II**

### **Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio na fisiologia do maracujazeiro-amarelo**

## RESUMO

Dentre os fatores de estresses abióticos, a salinidade da água é o que mais limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das plantas por provocar modificações fisiológicas em plantas sensíveis à salinidade, como é o caso do maracujazeiro-amarelo. Assim, o experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a adubação com cálcio para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os aspectos fisiológicos do maracujazeiro-amarelo. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida no esquema fatorial 2 x (2 x 2), relativo à condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>), parcela principal, e as subparcelas às combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Quando as plantas estavam em plena floração foi avaliados índices foliares de clorofila, a cinética da fluorescência e as trocas gasosas. Salinidade da água, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio interferem na fisiologia do maracujazeiro-amarelo. Deve-se irrigar o maracujazeiro-amarelo com água não salina, devido reduções na fotossíntese com o aumento da condutividade elétrica da água de 0,3 para 4,5 dS m<sup>-1</sup>. No cultivo do maracujazeiro-amarelo pode-se aplicar tanto esterco bovino quanto resíduo de sisal, mas sob irrigação com água salina não se recomenda o uso de esterco bovino associado com calcário. A adubação com cálcio (120 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de calcário calcítico, em maracujazeiro-amarelo é recomendada quando associada a adubação com esterco bovino e irrigação com água não salina. Esterco bovino, resíduo de sisal ou aplicação 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio não mitiga os efeitos do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sob a fisiologia do maracujazeiro-amarelo.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis*. Água salina. Calcário. Matéria orgânica. Aspectos fisiológicos.

## ABSTRACT

Among the abiotic stress factors, water salinity is the one that most limits plant growth, development and productivity by causing physiological changes in plants sensitive to salinity, such as yellow passion fruit. Thus, the experiment was carried out with the objective of evaluating the application of organic sources associated with calcium fertilization to mitigate the effects of irrigation water salinity on the physiological aspects of yellow passion fruit. The treatments were organized in a split plot in a 2 x (2 x 2) factorial scheme, related to the electrical conductivity of the irrigation water (0.3 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>), the main plot, and the subplots to the combinations of matter organic (bovine manure and sisal residue – *Agave sisalana*) and calcitic fertilization (without and 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium). When the plants were in full bloom, leaf chlorophyll indices, fluorescence kinetics and gas exchange were evaluated. Water salinity, organic matter source and calcium fertilization interfere in the physiology of yellow passion fruit. The yellow passion fruit should be irrigated with non-saline water, due to reductions in photosynthesis with the increase in the electrical conductivity of the water from 0.3 to 4.5 dS m<sup>-1</sup>. In the cultivation of yellow passion fruit, both bovine manure and sisal residue can be applied, but under irrigation with saline water, the use of bovine manure associated with limestone is not recommended. Fertilization with calcium (120 kg ha<sup>-1</sup>), in the form of calcitic limestone, in yellow passion fruit is recommended when combined with fertilization with cattle manure and irrigation with non-saline water. Bovine manure, sisal residue or application of 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium does not mitigate the effects of increased electrical conductivity of irrigation water on yellow passion fruit physiology.

**Key words:** *Passiflora edulis*. Saline water. Limestone. Organic matter. Physiological aspects.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá (FALEIRO et al., 2020). Dos 41.800 ha de área plantada com maracujazeiro-amarelo no Brasil, 68,65% encontra-se na região Nordeste, também responsável pela maior produção (IBGE, 2019), mas produtividade inferior ao potencial produtivo da cultura, que segundo Jesus et al. (2017) que é de mais de 50 t ha<sup>-1</sup>. A espécie precisa de temperatura acima de 15° C (ideal entre 23 e 25°) e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (FALEIRO et al., 2020), mas as chuvas na região semiárida apresentam irregularidade espaço-temporal, e a associação ao excesso de sais nas águas disponíveis pode comprometer a atividade agrícola (BEZERRA et al., 2020),

Em regiões com períodos de seca prolongados o maracujazeiro pode produzir satisfatoriamente desde que utilize irrigação complementar (FALEIRO et al., 2020), porém tem-se a salinidade da água, como um dos fatores promotores de estresses abióticos que mais limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade por induzir modificações fisiológicas na planta (FREIRE et al., 2014). Segundo Ayers & Westcot (1999) a água com condutividade elétrica (CEa) maior que 3,0 dS m<sup>-1</sup> para irrigação é classificada como severamente restrita, ou seja, acima do limite tolerado pelas plantas de valor comercial, dentre elas o maracujazeiro-amarelo.

O excesso de sais estimula a atividade enzimática da clorofilase que degrada moléculas dos pigmentos fotossintetizantes (MUNNS E TESTER, 2008; FREIRE et al., 2013), reduz a fluorescência máxima (Fm) (BAKER, 2008) e, a fluorescência variável da clorofila 'a' (FREIRE et al., 2014), altera valores de eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (Fv/Fo) (ROHÁČEK, 2002), reduz condutância estomática (FREIRE et al., 2014; NUNES et al., 2017; SILVA et al., 2019; LIMA et al., 2020), concentração interna de gás carbônico (NUNES et al. 2017), transpiração (NUNES et al., 2017; ANDRADE et al., 2019; LIMA et al., 2020) e assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (BEZERRA et al., 2019).

Uma das alternativas para mitigação do estresse causado pelo excesso de sais às plantas é o uso de condicionadores orgânicos, com resultados satisfatórios na mitigação desse estresse (FREIRE et al., 2016; LACERDA et al., 2016), pois promovem aumento na capacidade de troca catiônica (CTC) (ROSA et al., 2018). O esterco bovino é o mais comum condicionador orgânico de solo, já muito aplicado nos cultivos agrícolas, tem-se também o resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana*), que segundo Leão et al. (2006) e Andrade et al. (2012) em algumas

áreas produtoras, tem sido tradicionalmente usado como cobertura e incorporado às covas ou leiras como fonte de carbono orgânico.

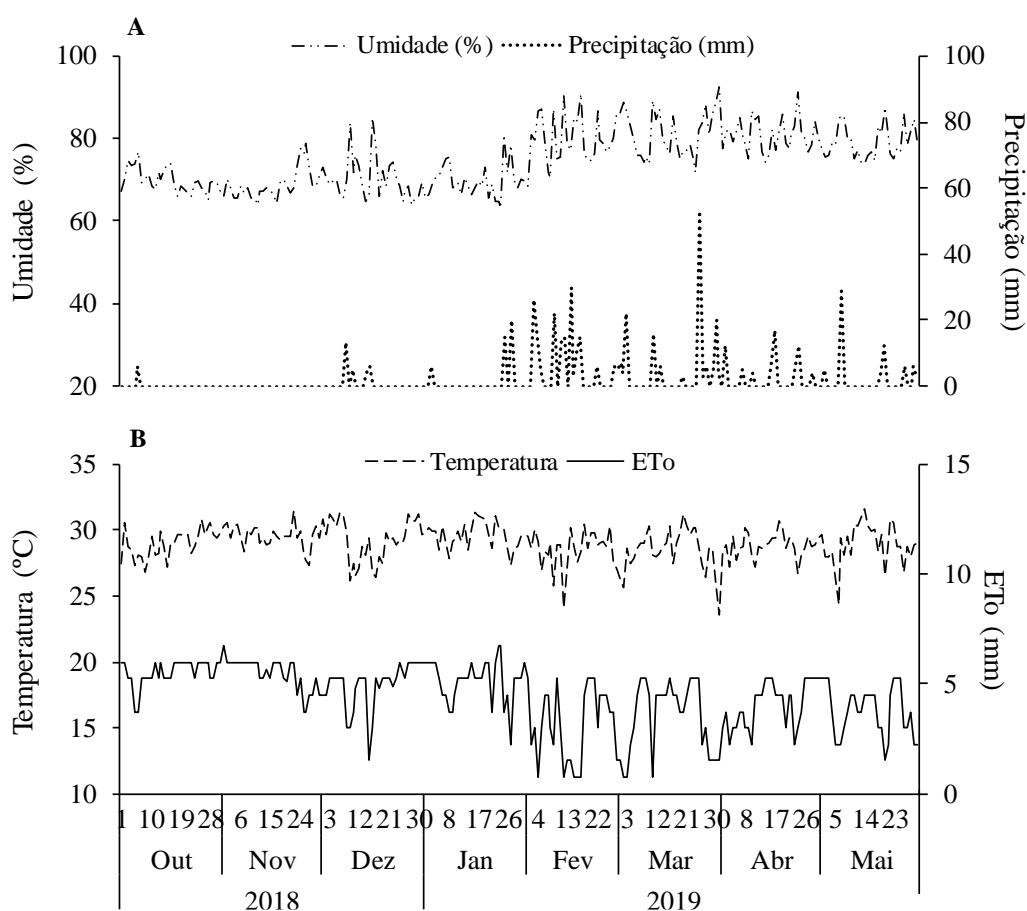
Outra possibilidade de convívio com os efeitos adversos da salinidade da água é a fertilização acertiva com cálcio, inclusive para o maracujazeiro-amarelo (BEZERRA et al., 2019), já que esse nutriente ativa diversas proteínas quinases e fosfatase que regulam a expressão gênica, uma função, portanto, essencial na integração das rotas de resposta ao estresse, pois minimiza a absorção de  $\text{Na}^+$  (TAIZ et al., 2017), além de exercer efeito sinérgico com o nitrogênio, o que contribui para o aumento da síntese de clorofila de plantas em geral (ORTEGA E MALAVOLTA, 2012, a aplicação de cálcio por Cavalcante et al. (2014; 2015) nas foliar via nitrato e cloreto cálcio e por Bezerra et al. (2021) no solo via nitrato de cálcio, resultaram em aumento no teor foliar de nitrogênio em maracujazeiro-amarelo.

Assim, o experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a adubação com cálcio para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os aspectos fisiológicos do maracujazeiro-amarelo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

O experimento foi conduzido, entre outubro de 2018 e maio de 2019, no Sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil. O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (ALVARES et al., 2013). Os dados meteorológicos (Figura 3.1) de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados em Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm®, enquanto pluviosidade e a evaporação em pluviômetro e tanque classe 'A', respectivamente.



**Figura 2.1** Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ETo) (B) durante a realização do experimento.

O Solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileira de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), é Neossolo Regolítico eutrófico. As amostras do solo foram coletadas aleatoriamente nas camadas de 0–20 e 20–40 cm de profundidade do perfil, postas para secarem à sombra e, em seguida, passadas em peneiras de 2 mm de malha para posterior caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos, empregando as metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017) sendo os resultados apresentados na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1** Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento.

Fertilidade <sup>1</sup>	Camada (cm)		Salinidade <sup>2</sup>	Camada (cm)		Física <sup>3</sup>	Camada (cm)	
	0–20	20–40		0–20	20–40		0–20	20–40
pH em água	6,3	6,2	pHes	6,33	6,23	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	869	825
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,06	1,59	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,25	4,50	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	65	67
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,96	0,94	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	9,50	1,25	Arg. (g kg <sup>-1</sup> )	66	108
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,10	0,11	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,99	0,71	Ada (g kg <sup>-1</sup> )	25	51
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	0,03	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,91	1,94	GF (%)	62,1	52,8
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,15	2,67	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,14	1,41	Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	1,30	1,37
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,19	1,25	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	Dp (kg dm <sup>-3</sup> )	2,62	2,69
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05	0,05	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,50	0,49
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,34	3,92	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	U (g kg <sup>-1</sup> ):		
V (%)	64,37	68,11	CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,18	0,16	-0,010 MPa	90	96
PST (%)	0,90	0,77	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	0,83	1,15	-0,033 MPa	44	52
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,88	6,25	UPs (g kg <sup>-1</sup> )	190,0	210,0	-1,500 MPa	17	28
MOS (g kg <sup>-1</sup> )	6,21	5,48	Classificação	SNS	SNS	Ad (g kg <sup>-1</sup> )	73	68

<sup>1</sup>pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K<sup>+</sup> (potássio) e Na<sup>2+</sup> (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio) e Al<sup>3+</sup> (alumínio) com extrator KCl 1 M; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na<sup>+</sup>/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

<sup>2</sup>CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (sulfato); CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (carbonato); HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (bicarbonato); Cl<sup>-</sup> (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na<sup>+</sup>/[0,5(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)]<sup>0,5</sup>; UPs = umidade da pasta de saturação;

<sup>3</sup>Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ada (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ada)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp – Ds)/Dp.



## 2.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida utilizando o esquema fatorial 2 x (2 x 2), adotando-se a condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) na parcela principal, enquanto as subparcelas foram constituídas de combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e com 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e as subparcelas foram formadas por duas plantas cada. As fontes orgânicas foram analisadas quimicamente (Tabela 2.2) conforme Embrapa (2009).

**Tabela 2.2** Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento.

Fonte orgânica	pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	---	----- g kg <sup>-1</sup> -----						
EB	8,81	8,30	2,80	10,40	8,20	5,00	0,79	1,80
RS	9,48	18,50	3,70	12,00	70,50	13,60	0,61	3,10
Fonte orgânica	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C	MO	C/N
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				----- g kg <sup>-1</sup> -----			---
EB	21,30	8,00	9.941,00	250	58,00	159,10	274,28	19:1
RS	83,80	15,00	3.367,00	225	83	112,30	193,60	6:1

C (carbono), M.O (matéria orgânica), C/N (relação entre carbono e nitrogênio). Seguindo metodologia proposta por Embrapa (2009). Teores Totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); N - Método do Kjeldahl; CO - Método Walkley – Black.

A quantidade de cada fonte de matéria orgânica a ser aplicada foi calculada visando aumentar o teor médio na camada de 0–40 cm do solo de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para ambas as fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura. Os 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio aplicado foi baseada na dose empregada por Bezerra et al. (2020) e considerações de Yamada e Abdalla (2007), sendo que na presente pesquisa utilizou-se o corretivo calcário calcítico (35,2% CaO, 25% Ca<sup>2+</sup>, 3,3% MgO), sendo necessário 480 kg ha<sup>-1</sup> ou 287 g por planta dessa fonte de cálcio, distribuída 40% na fundação (115 g planta<sup>-1</sup>) e o restante em quatro aplicações de 15% cada (43 g planta<sup>-1</sup>) aos 70, 100, 130 e 160 dias após o transplantio das mudas.

## 2.2.3 Instalação e Manejo da Cultura

### 2.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas

As covas, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, foram abertas distanciadas de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas nas linhas, com densidade de 1.666 planta ha<sup>-1</sup>. Em seguida, foram preparadas com uma mistura do material de solo dos primeiros 20 cm das covas, juntamente com respectiva fonte matéria orgânica e calcário calcítico. A matéria orgânica, constou de 50% na preparação das covas e o restante no início da floração das plantas em volumes de 13 L de esterco bovino e 18 L de resíduo de sisal, com os respectivos percentuais de unidade, 27,92% e 32,84%. As dosagens de matéria orgânica foram obtidas empregando a equação abaixo (NASCIMENTO et al., 2015), para elevação do teor de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para as duas fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura.

$$D_{EA} = (D_{MOA} - D_{MOE}) \times 0,5 \times V_c \times U \times ds / TMOI$$

Onde:

$D_{EA}$  = dose de matéria orgânica a ser aplicada por cova (g cova<sup>-1</sup>);

$D_{MOA}$  = dose de matéria orgânica a ser alcançada no solo (g kg<sup>-1</sup>);

$D_{MOE}$  = dose de matéria orgânica existente no solo (g kg<sup>-1</sup>)

$V_c$  = capacidade volumétrica média da cova (dm<sup>3</sup>);

$ds$  = densidade média do solo na camada de 0–40 cm (kg dm<sup>-3</sup>);

$U$  = umidade em massa do solo (kg água kg solo<sup>-1</sup>);

$TMOI$  = Teor de matéria orgânica de cada insumo (g kg<sup>-1</sup>).

Aos 30 dias antes do transplântio das mudas (DAT) foram incorporados 20 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 g de K por cova na forma de fosfato monoamônico (MAP, 44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% N) e sulfato de potássio (50% K<sub>2</sub>O e 18% S).

O transplântio das mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims Flavicarpa Deg.) acesso Guinezinho foi feito em 01 de outubro de 2018. No dia do transplântio, a altura média das mudas era 26,7 cm, diâmetro médio de 4,67 mm e estavam com 3 pares de folhas completamente expandidas, com desvios padrões de 8,52cm; 0,82mm e 1,34, respectivamente. As plantas foram transplântadas para covas e conduzidas em haste única, tutoradas até o sistema

de sustentação em espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

### **2.2.3.2 Manejo da adubação**

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010) de forma adaptada, com maior parcelamento da aplicação de calcário calcítico e aplicado por cova, distribuído 40% na fundação e o restante em quatro aplicações de 15%, as adubações nitrogenadas foram realizadas com ureia (45% N), descontando o N presente no fosfato monoamônico - MAP (44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11% N) e potássica com sulfato de potássio (50% K<sub>2</sub>O; 18% S), foram realizadas mensalmente na proporção de 1N:1K aplicando-se 12,5 g de N e 12,5 g de K aos 30 dias após o transplântio (DAT), 25 g aos 60 DAT, 37,54 g aos 90 DAT, 25 g aos 120 e 150 DAT e 50 g aos 180 e 210 DAT. A adubações fosfatadas com fosfato monoamônico (MAP - 44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11% N) em cobertura, foram realizadas aplicando-se 20g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAT e 41,7 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 180 e 210 DAT. A cada dois meses por via foliar (MARTINEZ e ARAÚJO, 2001), foram feitas pulverizações com o fertilizante comercial Niphokam<sup>®</sup> contendo 5,0% (N); 8,0% (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 5,0% (K<sub>2</sub>O); 1,0% (Mg); 0,50% (B); 0,20% (Cu); 0,50% (Mn); 1,00% (Zn).

A adubação no segundo ciclo com NK continuou na razão de 1N:1K, com 12,5 g de N e 12,5 g de K fornecido imediatamente após a poda e mensalmente, até dois meses antes do final da colheita (15/01/2020), o fósforo foi aplicado na dosagem de 20 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta<sup>-1</sup>, juntamente com o nitrogênio e potássio.

### **2.2.3.3 Irrigação**

O manejo de irrigação foi baseado na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), calculada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e o coeficiente de cultivo em cada fenofase (kc) e coeficiente de redução (kr) de área (ET<sub>c</sub> = ET<sub>o</sub> x kc x kr). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe 'A' (ET) pelo coeficiente de tanque (ET<sub>0</sub> = ET x 0,75) conforme Allen et al. (2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,4 até os primeiros 60 dias após o transplântio das mudas (DAT); 0,6 dos 60 aos 80 DAT; 0,96 dos 80 aos 110 DAT, quando as plantas estavam em plena floração; 1,17 dos 110 DAT até a metade do crescimento dos frutos e 1,02 até o final da colheita (FREIRE et al., 2011).

O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (STEDUTO et al., 2012).

Na irrigação utilizou-se quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h<sup>-1</sup> trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (condutividade elétrica da água de irrigação - CEai de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto que a água salina (CEai de 4,5 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado com 96% de pureza na água não salina, acondicionada em caixas plásticas com capacidade para 3 m<sup>3</sup>. A composição da água usada no experimento encontra-se na Tabela 2.3.

Os tratamentos com água salina foram iniciados 30 dias após o transplântio das mudas. Após foram irrigadas com água salina e adicionada 10% a mais à lâmina de irrigação, para a lixiviação do excesso de sais do ambiente radicular das plantas (AYERS; WESTCOT, 1999).

**Tabela 2.3** Composição química da água utilizada para irrigação.

pH	CEai	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	RAS	Classificação
6,10	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----						(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>		C1S1	
	0,30	0,65	0,27	1,88	0,28	1,87	0,00	0,17	0,51	2,77	

CEai = Condutividade elétrica da água; RAS = Razão de adsorção de sódio (Na<sup>+</sup>[(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)/2])<sup>1/2</sup>; C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> = Risco baixo da água salinizar e de sodificar o solo.

Os tratamentos culturais de prevenção contra plantas competitivas, pragas e doenças foram feitos conforme as necessidades, seguindo as recomendações de Pires et al. (2011).

#### 2.2.4 Variáveis Analisadas

Quando as plantas estavam em plena floração, 132 dias após o transplântio, foram determinadas as variáveis fisiológicas, medidas em uma folha da planta, sendo a terceira folha do ramo central que continha botões florais, medidas no total de duas folhas por parcela. Nas regiões distal, mediana e proximal à base do lóbulo dessas folhas determinaram-se os índices foliares de clorofila *a*, clorofila *b*, relação clorofila *b/a* e clorofila total, utilizando medidor portátil (clorofiLOG, FalKer®).

Nas mesmas folhas, após adaptação ao escuro por 30' com presilhas foi determinada fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) da clorofila *a*, eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), relação entre rendimentos quânticos de produtos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (Fv/Fo), e nas folhas

adaptadas ao claro determinou-se dissipação fotoquímica (qP), dissipação não fotoquímica (qN) e taxa de transporte de elétrons (ETR) (ROHÁČEK, 2002). As trocas gasosas, condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), resistência estomática ( $r_s = \text{m}^2 \text{s mol}^{-1}$ ), concentração interna de gás carbônico ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ ), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico ( $C_i/C_e$ ), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), assimilação líquida de gás carbônico ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência no uso da água ( $\text{EUA} = A/E \mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ ), eficiência instantânea no uso da água ( $\text{EiUA} = A/g_s \mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$ ), eficiência instantânea de carboxilação ( $\text{EiC} = A/C_i, \text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), e temperatura foliar ( $T$ ,  $^\circ\text{C}$ ), tanto as medidas de fluorescência quanto de trocas gasosas foram determinadas com analisador portátil de gás por infravermelho – IRGA (modelo LI-6400XT, LI-COR<sup>®</sup>, Nebraska, USA) com fluxo de ar de  $300 \text{ mL min}^{-1}$  e fonte de luz aclopada de  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , medições realizadas das 7h às 9h. Figura 2.2 mostra a forma de adaptação da folha ao escuro.



Foto: Rafael Morais

**Figura 2.2** Adaptação da folha ao escuro por 30' com presilhas.

### 2.2.5 Análises Estatísticas

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ) e, em seguida, a análise de variância utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para verificar os efeitos dos fatores e as interações. As análises foram realizadas no software SAS<sup>®</sup> University Edition.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Índices foliares de clorofila

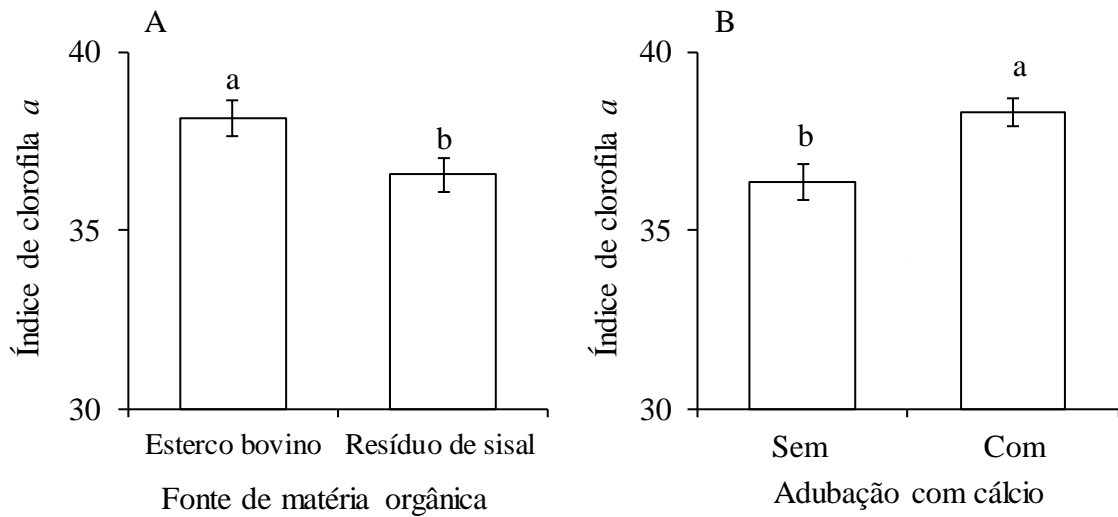
O índice foliar de clorofila *b* (ICL*b*) e a relação ICL*a*/ICL*b* sofreram interferência significativa da condutividade elétrica da água de irrigação, enquanto os índices foliares de clorofila *a* (ICL*a*), *b* (ICL*b*) e total (ICL*t*) responderam às doses de cálcio, já a matéria orgânica interferiu, apenas, sobre os índices foliares de clorofila *a* (ICL*a*) (Tabela 2.4).

**Tabela 2.4** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para os índices foliares de clorofila *a* (ICL*a*), *b* (ICL*b*) e total (ICL*t*) e relação entre ICL*a*/ICL*b* em folhas de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

Fonte de Variação	GL	ICL <i>a</i>	ICL <i>b</i>	ICL <i>a</i> /ICL <i>b</i> <sup>1♦</sup>	ICL <i>t</i>
Bloco	3	3,396 <sup>ns</sup>	3,424 <sup>**</sup>	3,012 <sup>*</sup>	0,159 <sup>ns</sup>
CEai	1	0,798 <sup>ns</sup>	6,520 <sup>**</sup>	2,241 <sup>*</sup>	11,801 <sup>ns</sup>
Resíduo a	3	1,907	0,040	0,200	1,721
MO	1	20,178 <sup>*</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	1,218 <sup>ns</sup>	20,355 <sup>ns</sup>
C	1	30,139 <sup>**</sup>	12,779 <sup>*</sup>	0,784 <sup>ns</sup>	81,955 <sup>**</sup>
MO x C	1	4,745 <sup>ns</sup>	6,927 <sup>ns</sup>	1,157 <sup>ns</sup>	23,025 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1	0,012 <sup>ns</sup>	0,222 <sup>ns</sup>	0,128 <sup>ns</sup>	0,121 <sup>ns</sup>
CEai x C	1	0,000 <sup>ns</sup>	0,114 <sup>ns</sup>	0,029 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C	1	0,602 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	0,296 <sup>ns</sup>
Resíduo b	18	3,219	1,797	0,599	7,316
CV (a)		3,70	1,40	2,52	2,54
CV (b)		4,80	9,39	4,37	5,24
Média		37,34	14,28	2,63	51,63

GL- Grau de liberdade; <sup>1</sup>Dados transformados na função  $\log(x + 1)$  por não se ajustar à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ); <sup>♦</sup>Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; <sup>ns</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

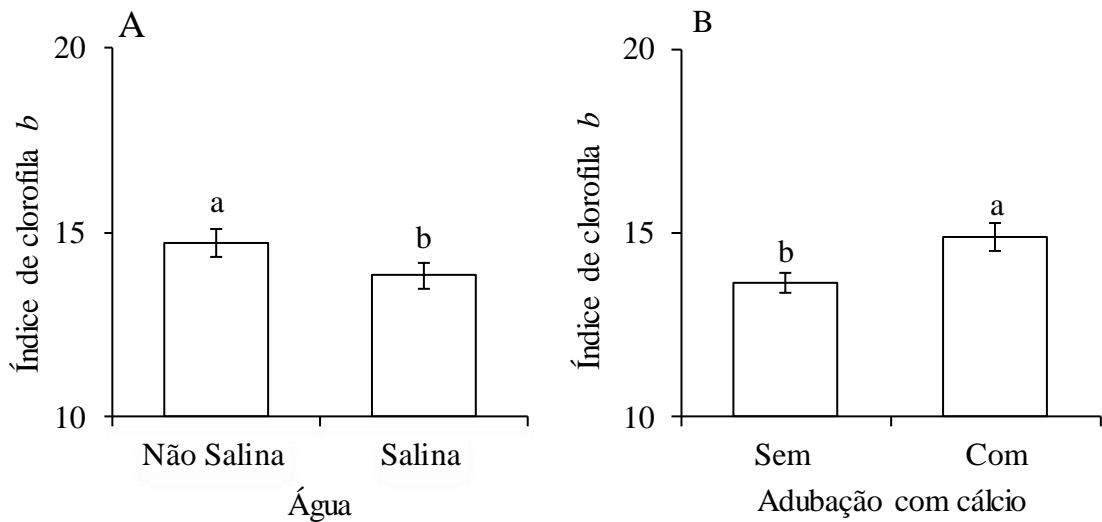
O índice de clorofila *a* sob adubação com resíduo de sisal foi de 36,6, portanto com redução de 4% em comparação ao valor obtido quando adubado com esterco bovino (Figura 2.3A). Por outro lado, a adubação calcítica promoveu incremento de 5% no índice de clorofila *a*, quando comparado a não adubação com com cálcio, elevando o valor para 38,31 (Figura 2.3B).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.3** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a índices de clorofila *a* em folhas de maracujazeiro-amarelo , em resposta as fonte de matéria orgânica (A) e adubação com cálcio (B).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o índice de clorofila *b* para 13,83, redução de 6% (Figura 2.4A). A adubação calcítica promoveu incremento de 9%, elevando o valor para 14,91 (Figura 2.4B).

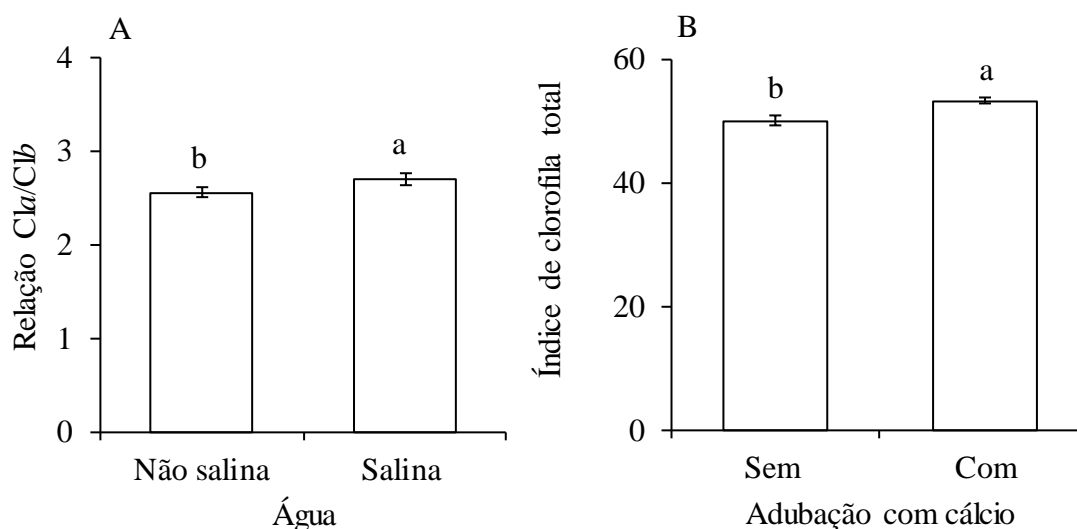


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.4** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a índices de clorofila *b* em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio (B).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação aumentou a razão  $Cl_a/Cl_b$  para 2,71, aumento de 6% (Figura 2.5A). O índice de clorofila total foi aumentado com a adubação calcítica, que promoveu incremento de 6%, elevando o valor para 53,23 (Figura 2.5B). Bezerra et al. (2019) também obtiveram aumentos de 4,5, 10,3 e 6,3% nos teores de clorofila *a*, *b* e total, respectivamente, em maracujazeiro-amarelo, cultivar “BRS Gigante amarelo” em função da adubação calcinada usando como fonte o nitrato de cálcio. O cálcio tem ação sinérgica com N (ORTEGA e MALAVOLTA, 2012), e as plantas requerem o elemento mineral nitrogênio em maiores quantidades, que é constituinte de muitos componentes celulares vegetais, incluindo a clorofila (TAIZ et al. 2017), Cavalcante et al. (2014; 2015) e Bezerra et al. (2021) observaram aumento do teor de nitrogênio foliar em maracujazeiro tratado com doses de cálcio, aplicado via foliar e solo, respectivamente.





Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.5** Valores médios  $\pm$  erro padrão para relação Cl a/Cl b (A) em resposta a salinidade da água de irrigação e índice de clorofila total (B) em resposta a adubação com cálcio, em folhas de maracujazeiro-amarelo .

A diferença no índice de clorofila *a* em função das fontes orgânicas ocorreu possivelmente em função da diferença na constituição da fonte de matéria orgânica usada, pois o resíduo de sisal apresenta maior teor de cálcio e menor relação C/N que o esterco bovino. Uma relação C/N baixa resulta na rápida mineralização (CONTE et al. 2019), portanto, possivelmente, tem-se uma maior e mais rápida disponibilidade  $\text{Ca}^{2+}$  pelo resíduo de sisal, que segundo Ortega e Malavolta (2012) é o elemento que pode exercer efeito sinérgico com o nitrogênio e contribuir para o aumento da síntese de clorofila. Porém existe antagonismo entre  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (SALVADOR et al., 2011; MARSCHNER, 2012) e o  $\text{Mg}^{2+}$  faz parte da estrutura em anel da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017), portanto, é necessário um equilíbrio entre esses nutrientes. Nesse sentido, Salvador et al. (2011) concluíram que relação Ca:Mg de 3:1 na solução do solo mantém equilíbrio no teor foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e potássio em plantas de soja.

A redução do índice de clorofila *b* com o aumento da salinidade resultou consequentemente no aumento da relação Cl a/Cl b. Cavalcante et al. (2011) avaliando teores de clorofila em macacujazeiro sob aumento da salinidade da água, no início da segunda floração, obtiveram redução nos teores de clorofila *a*, *b*, e na relação entre clorofila *a* e *b*, de 37,2; 25,6 e 12,6%, respectivamente, com a redução da clorofila *a* contribuindo mais com a redução da relação Cl a/Cl b. Por outro lado, Bezerra et al. (2019) no início da primeira floração não obteve

efeito da salinidade da água sobre o índice de clorofila *b*. O excesso de sais estimula a atividade enzimática da clorofilase que degrada moléculas do pigmento fotossintetizante e induz a destruição estrutural dos cloroplastos, assim provocando um desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação (MUNNS E TESTER, 2008; FREIRE et al., 2013)

### **2.3.2 Fluorescência da clorofila**

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio foi significativa para fluorescência máxima ( $F_m$ ) e fluorescência variável ( $F_v$ ) da clorofila *a*, eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II ( $F_v/F_o$ ); a dissipação não fotoquímica ( $q_N$ ) sofreu efeito da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e matéria orgânica; a interação condutividade elétrica da água de irrigação e cálcio foi significativa para dissipação fotoquímica ( $q_P$ ) e taxa de transporte de elétrons (ETR), a dissipação fotoquímica ( $q_P$ ) sofreu também o efeito isolado da matéria orgânica, enquanto fluorescência mínima ( $F_o$ ) não respondeu aos efeitos de nenhuma das fontes de variação e nem das interações entre elas (Tabela 2.5).

**Tabela 2.5** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para fluorescência mínima (Fo), máxima (Fm) e variável (Fv) da clorofila a, eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (Fv/Fo), dissipação fotoquímica (qP), dissipação não-fotoquímica (qN) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

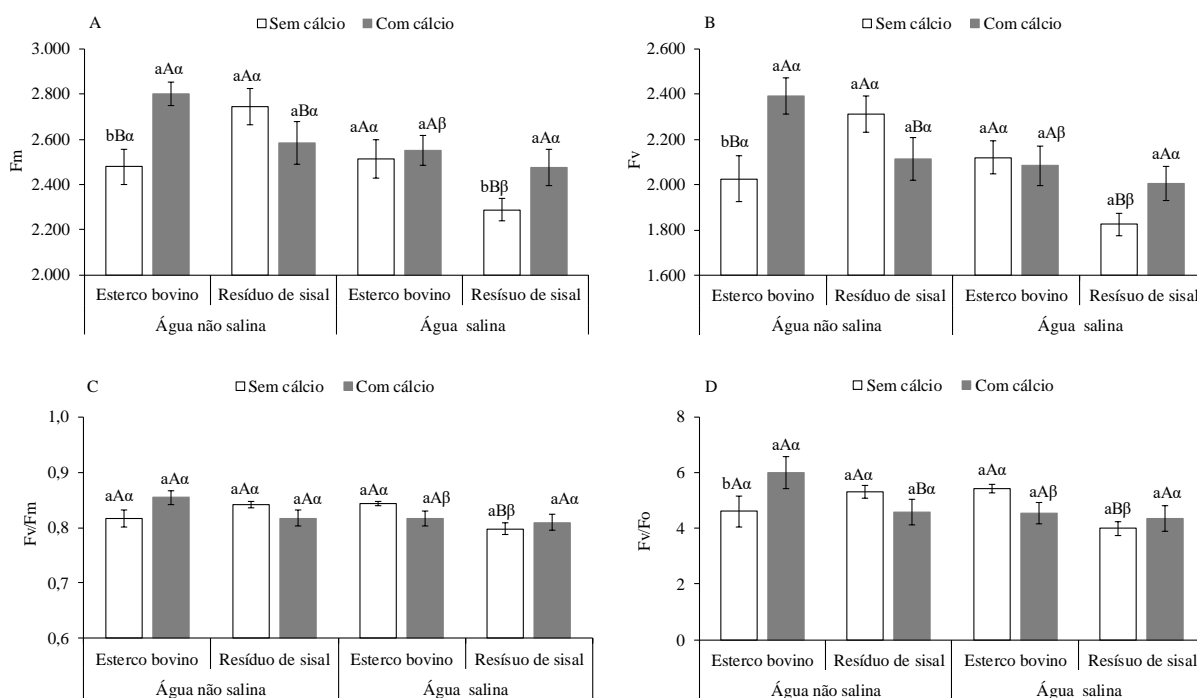
Fonte de Variação	GL	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm <sup>♦</sup>	Fv/Fo	qP <sup>♦</sup>	qN	ETR
Bloco	3	195,733 <sup>ns</sup>	83843 <sup>*</sup>	89330 <sup>ns</sup>	0,573 <sup>ns</sup>	0,623 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	263,510 <sup>ns</sup>
CEai	1	395,817 <sup>ns</sup>	305010 <sup>**</sup>	327381 <sup>*</sup>	1,893 <sup>*</sup>	2,434 <sup>*</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	0,050 <sup>ns</sup>	465,617 <sup>ns</sup>
Resíduo a	3	79,252	8420,201	9786,865	0,073	0,146	0,001	0,008	395,012 <sup>ns</sup>
MO	1	7709,267 <sup>ns</sup>	30519 <sup>ns</sup>	68906 <sup>ns</sup>	2,124 <sup>ns</sup>	2,677 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>*</sup>	0,073 <sup>**</sup>	235,830 <sup>ns</sup>
C	1	2572,694 <sup>ns</sup>	72773 <sup>*</sup>	47980 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	67,478 <sup>ns</sup>
MO x C	1	125,165 <sup>ns</sup>	55834 <sup>ns</sup>	61246 <sup>ns</sup>	0,249 <sup>ns</sup>	0,397 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	339,086 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1	393,529 <sup>ns</sup>	61299 <sup>ns</sup>	71515 <sup>ns</sup>	0,833 <sup>ns</sup>	0,406 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,043 <sup>*</sup>	117,663 <sup>ns</sup>
CEai x C	1	4170,134 <sup>ns</sup>	1973,09 <sup>ns</sup>	406,308 <sup>ns</sup>	0,445 <sup>ns</sup>	0,698 <sup>ns</sup>	0,030 <sup>**</sup>	0,018 <sup>ns</sup>	1150,159 <sup>**</sup>
CEai x MO x C	1	10149 <sup>ns</sup>	201906 <sup>**</sup>	302589 <sup>**</sup>	4,978 <sup>*</sup>	5,655 <sup>*</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	27,343 <sup>ns</sup>
Resíduo b	18	3808,123	14508	19638	0,696	0,785	0,003	0,008	80,883 <sup>ns</sup>
CV (a)		2,00	3,59	4,69	1,04	7,87	8,55	16,88	17,84
CV (b)		13,88	4,71	6,64	3,21	18,26	14,80	16,88	8,07
Média		444,68	2554,60	2109,93	0,82	4,85	0,37	0,53	111,40

GL- Grau de liberdade; <sup>♦</sup>Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; ns, \* e \*\*: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

### 2.3.2.1 Fluorescência máxima, variável, eficiência quântica do fotossistema II e razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos

A maior média de fluorescência máxima (Fm) da clorofila *a* foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e cálcio (2800), sendo reduzidas ao se irrigar com água salina (9%), adubar com resíduo de sisal (8%) ou não se aplicar cálcio (12%) (Figura 2.6A). A maior redução pelo o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 17% nas plantas adubadas com resíduo de sisal, mas sem cálcio. Em relação às fontes orgânicas e ao cálcio observa-se efeito sob irrigação com água não salina e salina. Com efeito da matéria orgânica associada à salinidade, sem cálcio o resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino proporcionou aumento de 11% e redução de 9%, sob água não salina e salina, respectivamente, já com adubação calcítica e água não salina o resíduo de sisal

reduziu em 12%. Os aumentos obtidos com aplicação de cálcio foram de 13 e 8% sob associação com esterco bovino e resíduo de sisal e irrigação com água não salina e salina, respectivamente, já a adubação calcítica com resíduo de sisal associado à irrigação com água não salina provocou redução de 6%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fonte de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.6** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a Fluorescência máxima (A) variável (B), Eficiência quântica do fotossistema II (C) e razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II (D) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fontes de matéria orgânica e adubação com cálcio.

A maior média de fluorescência máxima variável (Fv) da clorofila *a* foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e cálcio (2393), sendo reduzida ao se irrigar com água salina (13%), adubação com resíduo de sisal (12%) ou não se fornecer cálcio (15%) (Figura 2.6B). A maior redução pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 18%, nas plantas adubadas com resíduo de sisal e sem cálcio. Em relação às fontes orgânicas observou-se efeito sob irrigação com água não salina e salina, e quanto ao cálcio efeito apenas quando associado a água não salina. Com efeito da matéria orgânica associada à salinidade, sem cálcio o resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino

proporcionou aumento e redução de 14%, sob água não salina e salina respectivamente, já com adubação calcítica e água não salina o resíduo de sisal reduziu em 12%. Com efeito da aplicação de cálcio, apenas, sob associação com esterco bovino e irrigação com água não salina, em que a aplicação promoveu aumento de 18%.

A maior média de eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e cálcio (0,85), reduzida ao se irrigar com água salina em (3,5%) (Figura 2.6C). A maior redução pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 5% nas plantas adubadas com resíduo de sisal e sem cálcio. Em relação as fontes orgânicas observaram-se efeito somente sob irrigação com água salina. O resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino, proporcionou redução de 5% quando sob água salina e sem cálcio. Não se obteve efeito do cálcio.

A maior média da razão entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos concorrentes no fotossistema II ( $F_v/F_o$ ) foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e cálcio (6), reduzida ao se irrigar com água salina (24%) ou adubar com resíduo de sisal (8%) (Figura 2.6D). A maior redução pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 25% nas plantas adubadas com resíduo de sisal e sem cálcio. Em relação as fontes orgânicas observaram-se efeito sob irrigação com água não salina e salina, e efeito do cálcio apenas sob água não salina. Com e sem cálcio, o resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino proporcionou reduções de 24 e 26%, sob água não salina e salina respectivamente. O único efeito observado para adubação calcítica foi o aumento 30% quando aplicado cálcio em associação ao esterco bovino e irrigação com água não salina.

A redução da fluorescência máxima ( $F_m$ ) da clorofila *a* indica estresse (Baker, 2008), portanto o aumento da salinidade resultou em estresse às plantas. O estresse salino aumenta a atividade enzimática da clorofilase, que degrada as moléculas do pigmento fotossintetizante e ocasiona destruição estrutural dos cloroplastos (MUNNS; TESTER, 2008), assim com impacto direto na fotossíntese. Entretanto, diferentemente do presente estudo, no trabalho de Freire et al. (2014) no início da floração do maracujazeiro-amarelo o aumento da salinidade água de irrigação para 4,5 dS  $m^{-1}$  não interferiu na  $F_m$ , mas reduziu a  $F_v$  em 9,6%, enquanto Bezerra et al. (2019) durante a fase de floração do maracujazeiro-amarelo BRS GA1 - Gigante Amarelo, registraram que o aumento da salinidade da água para 4,0 dS  $m^{-1}$  não interferiu na  $F_m$  e  $F_v$ .

Fluorescência variável interfere na capacidade da planta em transferir energia dos elétrons das moléculas de pigmento para a formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida (Fdr) e, conseqüentemente, na capacidade de assimilação de CO<sub>2</sub> na fase bioquímica da fotossíntese (BAKER, 2008).

A maior redução da Fm e Fv pela água salina quando associada ao resíduo de sisal, ocorre possivelmente por este insumo, possivelmente, ter contribuído ainda mais com o aumento da salinidade do solo, pois Lacerda et al. (2006) concluíram que com o uso de 100% resíduo de sisal como substrato ou misturado com solo e pó de coco, para a produção de mudas de sabiá, os substratos contendo resíduo de sisal tiveram os valores de condutividade elétrica (CE) elevados.

Quanto às fontes de matéria orgânica avaliadas, as diferenças nas suas constituições químicas e na relação C/N colaboram para impactarem de formas distintas na Fm e Fv, já que o resíduo de sisal apresentava relação C/N inferior à do esterco bovino, o que possivelmente proporcionou rápida disponibilização de nutrientes, favorecendo a fotossíntese. Por outro lado, quando associado à adubação com cálcio o esterco bovino proporcionou maior Fm e Fv que o resíduo de sisal, provavelmente um resultado de desequilíbrios nas proporções de nutrientes, pois de acordo com Dechen & Nachtigall (2007) se faz necessário o equilíbrio nas proporções dos nutrientes fornecidos às plantas, pois o desequilíbrio pode resultar em deficiência ou excesso de nutrientes na planta.

Deve-se destacar ainda que o excesso de cálcio reduz a absorção de magnésio (SALVADOR et al., 2011; MARSCHNER, 2012), afetando o índice de clorofila *a*, pois o Mg<sup>2+</sup> faz parte da estrutura em anel da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017). Entretanto, a aplicação de cálcio, desde que em quantidade adequada, mitiga os efeitos negativos da salinidade, pois segundo Egea et al. (2018) é necessário manter uma proporção adequada de Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> em tecidos em crescimento permitindo o crescimento da planta sob condições de estresse salino.

Especialmente os valores da eficiência quântica do fotossistema II (Fv / Fm) indicam se a planta se encontra ou não em estresse, pois a redução dos valores indica estresse (BAKER, 2008), mas valores da relação entre rendimentos quânticos de processos fotoquímicos e não fotoquímicos (Fv/Fo) também são indicadores de situações de estresse (ROHÁČEK, 2002), destacando-se que quanto maior a relação Fv/Fo mais energia foi utilizada na dissipação fotoquímica. Valores de Fv/Fm de 0,80-0,86 e de Fv/Fo de 4-6 indicam que as plantas não estão estressadas (ROHÁČEK, 2002). Portanto, considerando o critério acima, de acordo com os

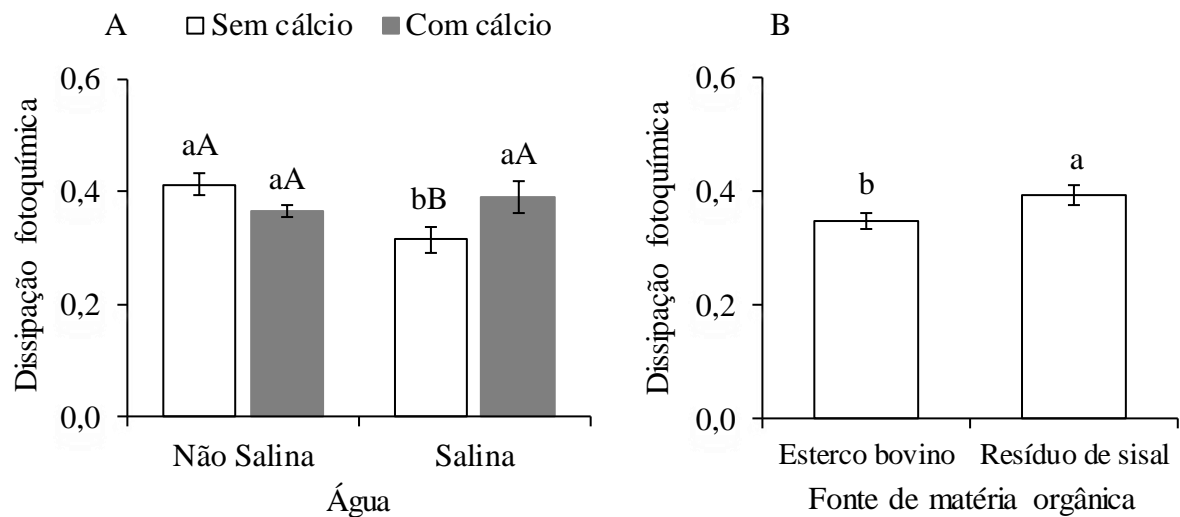
valores obtidos no presente trabalho, mesmo com as reduções provocadas pela salinidade da água, e os menores valores proporcionados pelo resíduo de sisal sob água salina, as plantas não estavam estressadas. Bezerra et al. (2019) não registraram efeito do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sobre sobre Fv/Fm e Fv/Fo, enquanto Freire et al. (2014) concluíram que o incremento no teor salino da água até o início da floração reduziu a Fv/Fm de 0,82 para 0,77, mas mesmo com a redução, o valor de 0,77 se encontra muito próximo a faixa de valores de Fv/Fm mencionadas anteriormente, que considera a planta não estressada.

Bezerra et al. (2019) não observaram efeito da salinidade da água sobre Fv/Fm e Fv/Fo, mas o aumento da dose de cálcio via nitrato de cálcio de 0 a 70 kg ha<sup>-1</sup> aumentou de 0,77 para 0,79 e de 3,4 para 3,9, respectivamente, com redução a partir da dose de 70 kg ha<sup>-1</sup>. A água salina reduziu o valor de Fv/Fo principalmente quando associado ao resíduo de sisal, possivelmente, devido à constituição química do resíduo de sisal que pode ter potencializado o efeito da água salina, por dosagem de cálcio elevada, já que segundo Feigin (1995) a concentração muito alta de íons fornecidas via adubação associada a água de alta salinidade provoca aumento acentuado na pressão osmótica da solução do solo, que agrava o estresse imposto pelos íons de salinidade.

Mesmo com as reduções de Fv/Fo os valores estão dentro da faixa em que se considera a planta não estressada (4 – 6), conforme Roháček (2002).

### **2.3.2.2 Dissipação fotoquímica (qP) e não fotoquímica (qN)**

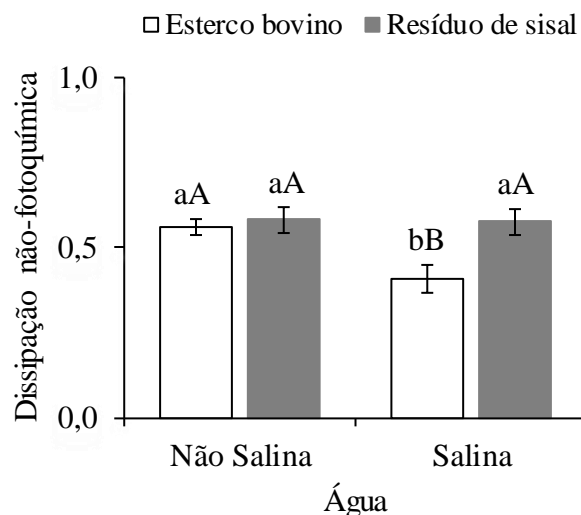
A dissipação fotoquímica foi reduzida para 0,32, redução de 22% quando irrigada com água salina e ausência da adubação calcítica. Quando sob irrigação com água salina a aplicação de cálcio aumentou a dissipação fotoquímica em 22%, com valor de 0,39 (Figura 2.7A). A aplicação de resíduo de sisal promoveu maior dissipação fotoquímica em comparação ao esterco bovino, com superioridade de 13% (Figura 2.7B).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio ou fonte de matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.7** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a dissipação fotoquímica em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (A) e fonte de matéria orgânica (B).

A água salina em associação ao esterco bovino reduziu a dissipação não-fotoquímica (qN) em 27%, inclusive com maior qN 41% maior quando aplicado resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino (Figura 2.8).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.8** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a dissipação não-fotoquímica em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação.

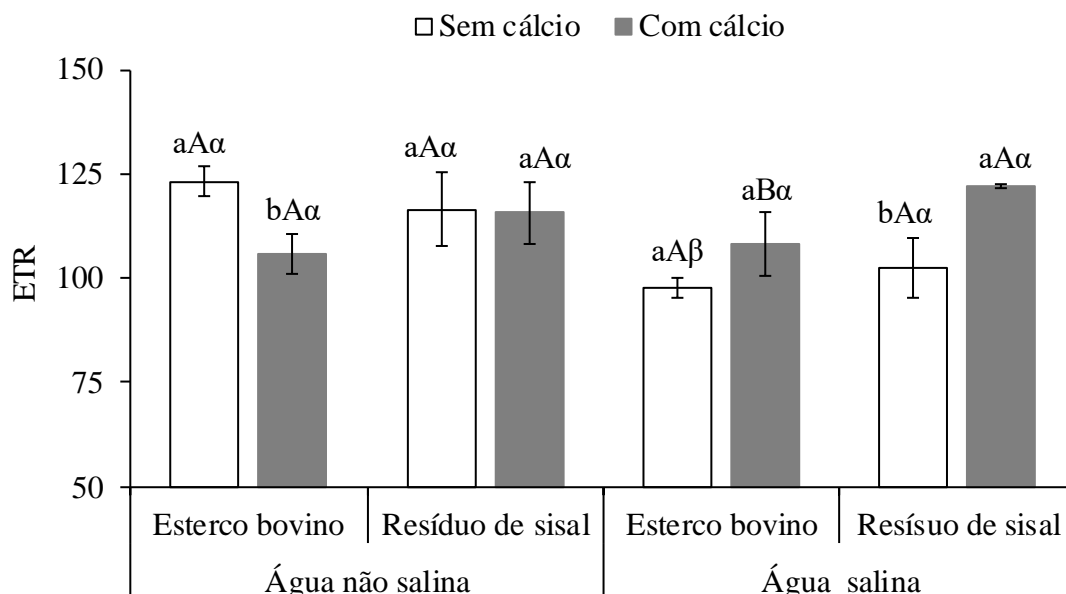


A determinação da fluorescência da clorofila é baseada no pressuposto de que a energia luminosa absorvida pelas moléculas de clorofila pode ser dissipada por três diferentes vias, competitivas e interligadas: dissipação fotoquímica (fotossíntese); dissipação não fotoquímica (emissão de calor); ou reemissão em um comprimento de onda maior que o absorvido pelas clorofilas a fluorescência (TAIZ et al., 2017).

A maior dissipação fotoquímica quando sob uso de resíduo de sisal pode ter ocorrido pela quantidade considerável de cálcio em sua constituição (Figura 2.7B), uma vez que o cálcio pode exercer efeito sinérgico com o nitrogênio, o que contribui para o aumento da síntese de clorofila (ORTEGA e MALAVOLTA, 2012) e, paralelamente, Bezerra et al. (2021) observaram aumento do teor de nitrogênio foliar em maracujazeiro com a aplicação de nitrato de cálcio, até dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> cálcio. Em complemento, os componentes celulares vegetais são constituídos por nutrientes, e o nitrogênio é um dos constituintes da clorofila (TAIZ et al., 2017), e a integridade da clorofila irá influenciar na dissipação fotoquímica, não fotoquímica e fluorescência. Por outro lado, a associação do resíduo de sisal e água salina aumentou a dissipação não fotoquímica, talvez por esse resíduo ter colaborado com efeito negativo da água salina, já que Lacerda et al. (2006) obtiveram aumento da condutividade elétrica (CE) de todos os substratos que continham resíduo de sisal.

### **2.3.2.3 Taxa de transporte de elétrons**

A maior taxa de transporte de elétrons (ETR) foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água não salina em associação com esterco bovino e sem cálcio (123), sendo reduzida ao se irrigar com água salina (20%) e aplicar cálcio (14%) (Figura 2.9). A maior e única redução proporcionada pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação foi de 20% nas plantas adubadas com esterco bovino e sem cálcio. Em relação às fontes orgânicas houve efeito da irrigação com água salina, e efeito do cálcio sob irrigação com água não salina e salina. Com cálcio o resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino, proporcionou aumento de 13% sob água salina. Sob aplicação de esterco bovino e irrigação com água salina a aplicação de cálcio reduziu em 14% a ETR, já ao utilizar resíduo de sisal e irrigação com água salina a adubação com cálcio aumentou o a ETR em 20%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fonte de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.9** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a taxa de transporte de elétrons em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta aos fatores salinidade da água de irrigação, fontes de matéria orgânica e adubação com cálcio.

Maiores taxas de transporte de elétrons são desejadas, como as obtidas nas plantas sob irrigação com água não salina em associação com esterco bovino sem aplicação de cálcio ou com resíduo sisal sem e como cálcio e, também sob água salina em associação com resíduo de sisal e cálcio, já que a excitação da clorofila no sistema de transporte de elétrons PSII + PSI pela luz induz a formação de ATP e NADPH, que serão consumidos pelo ciclo de Calvin-Benson para a redução do  $\text{CO}_2$  atmosférico a carboidratos (TAIZ et al. 2017). Portanto, danos a clorofila *a* irão resultar em menor ETR, e reduções na ETR irão influenciar diretamente a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ . Como já mencionado, segundo Ortega e Malavolta (2012) o elemento pode exercer efeito sinérgico com o nitrogênio e contribuir para o aumento da síntese de clorofila. Porém o excesso de cálcio pode contribuir para redução da absorção de magnésio, em razão do antagonismo entre  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , elevadas concentrações de um desses elementos no solo, afeta a absorção do outro (SALVADOR et al., 2011; MARSCHNER, 2012), afetando o índice de clorofila *a*, já que  $\text{Mg}^{2+}$  faz parte da estrutura em anel da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017).

### 2.3.3 Trocas gasosas

As trocas gasosas para condutância estomática ( $g_s$ ), resistência estomática ( $r_s$ ), transpiração (E), assimilação líquida de gás carbônico (A) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) foram afetados pela interação condutividade elétrica da água de irrigação e matéria orgânica, já a interação condutividade elétrica da água de irrigação e cálcio foi significativa para condutância estomática ( $g_s$ ), resistência estomática ( $r_s$ ), concentração interna de gás carbônico ( $C_i$ ) e assimilação líquida de gás carbônico (A); a interação matéria orgânica e cálcio foi significativa apenas para transpiração (E); a eficiência instantânea de carboxilação (EiUA) sofreu interferência apenas do cálcio, enquanto temperatura foliar (T) não respondeu aos efeitos de nenhuma das fontes de variação e nem das interações entre elas (Tabela 2.6).

**Tabela 2.6** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para temperatura foliar (T, °C), condutância estomática ( $g_s$ , mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), resistência estomática ( $r_s$  = m<sup>-2</sup> s mol<sup>-1</sup>), concentração interna de gás carbônico ( $C_i$ , μmol mol<sup>-1</sup>), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico ( $C_i/C_e$ ), transpiração (E, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), assimilação líquida de gás carbônico (A, μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), eficiência no uso da água (EUA = A/E), eficiência instantânea do uso da água (EiUa =  $g_s/A$ ), eficiência instantânea de carboxilação (EiC = A/ $C_i$ ) e em maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

Fonte de Variação	de GL	T	$g_s$	$r_s$	$C_i$	$C_i/C_e$	E	A	EUA <sup>1*</sup>	EiUA	EiC <sup>*</sup>
Bloco	3	4,824 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	1,060 <sup>ns</sup>	308,109 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	1,621 <sup>ns</sup>	13,358*	3,588 <sup>ns</sup>	54,573 <sup>ns</sup>	0,654*
CEai	1	1,438 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,425 <sup>ns</sup>	1728,586 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	2,754 <sup>ns</sup>	0,339 <sup>ns</sup>	0,573 <sup>ns</sup>	49,892 <sup>ns</sup>	0,120 <sup>ns</sup>
Resíduo a	3	6,871	0,0005	0,243	220,432	0,006	0,542	0,604	1,027	73,355	0,039
MO	1	2,285 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	585,830 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	1,521 <sup>ns</sup>	1,640 <sup>ns</sup>	1,404 <sup>ns</sup>	153,287 <sup>ns</sup>	0,432 <sup>ns</sup>
C	1	3,308 <sup>ns</sup>	0,012**	5,510**	825,206 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	5,137**	10,621*	2,959 <sup>ns</sup>	577,275**	0,195 <sup>ns</sup>
MO x C	1	0,616 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,599 <sup>ns</sup>	544,003 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	6,359**	0,840 <sup>ns</sup>	0,093 <sup>ns</sup>	61,433 <sup>ns</sup>	0,264 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1	2,166 <sup>ns</sup>	0,019**	8,246**	238,613 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	17,426**	59,545**	5,815 <sup>ns</sup>	187,111 <sup>ns</sup>	0,632*
CEai x C	1	0,884 <sup>ns</sup>	0,018**	7,557**	1300,816*	0,002 <sup>ns</sup>	0,617 <sup>ns</sup>	69,120**	0,047 <sup>ns</sup>	133,344 <sup>ns</sup>	0,204 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C	1	4,410 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	329,487 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,408 <sup>ns</sup>	8,435 <sup>ns</sup>	2,141 <sup>ns</sup>	101,803 <sup>ns</sup>	0,093 <sup>ns</sup>
Resíduo b	18	1,397	0,0006	0,225	220,113	0,002	0,596	2,021	1,391	54,573	0,139
CV (a)		8,33	10,16	10,49	6,02	12,29	13,51	4,67	5,62	11,20	8,91
CV (b)		3,75	11,13	10,09	6,02	7,10	14,16	8,54	6,54	9,66	16,84
Média		31,47	0,22	4,70	246,46	0,63	5,45	16,64	2,76	76,48	0,07

GL- Grau de liberdade; <sup>1</sup>Dados transformados na função log (x + 1) por não se ajustar à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (p > 0,05); \*Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; ns, \* e \*\*: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

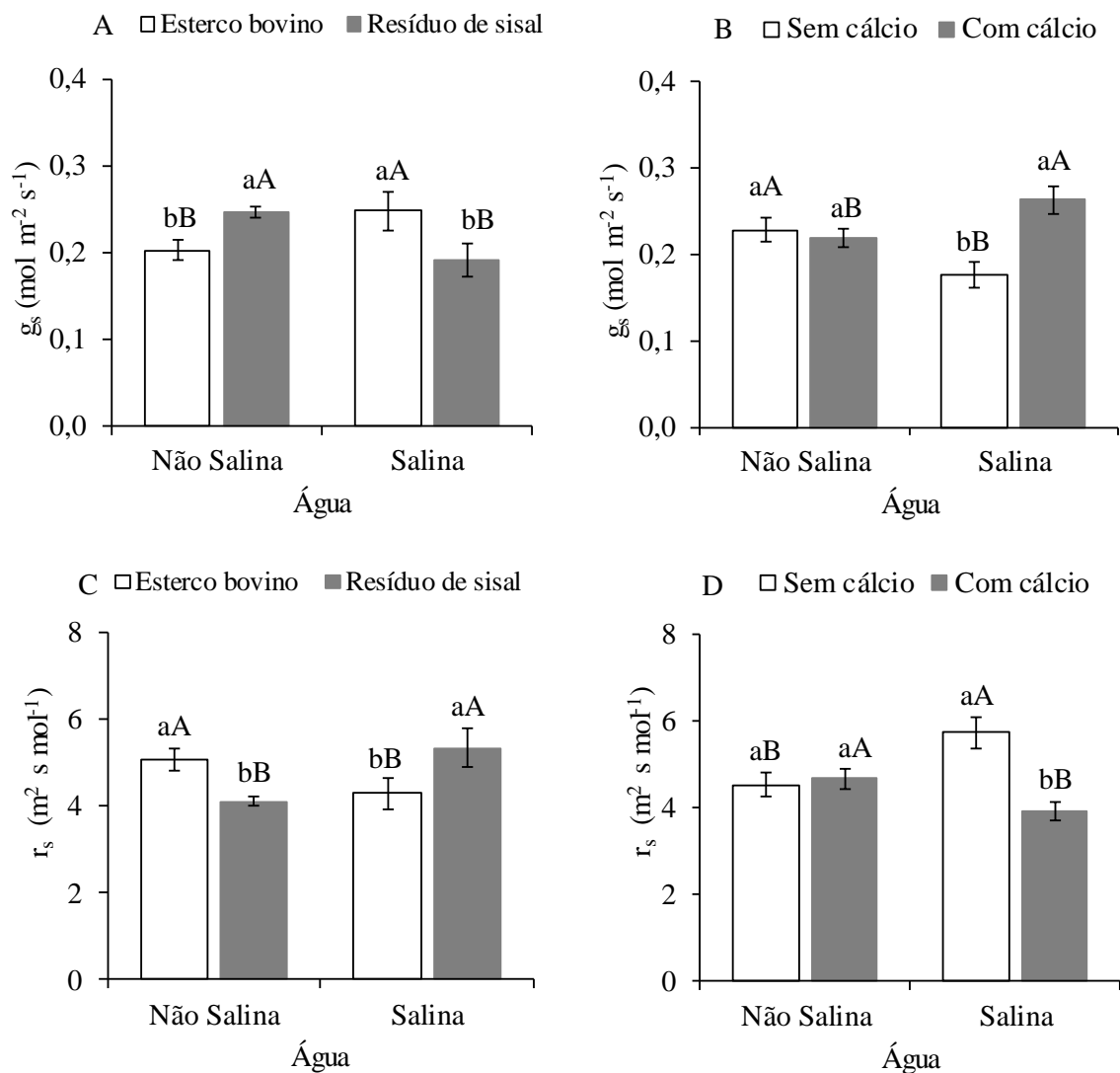
### 2.3.3.1 Condutância e resistência estomáticas

Sob irrigação com água não salina a maior condutância estomática ( $g_s$ ) ( $0,246 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi obtida ao se utilizar resíduo de sisal, superioridade 22% em relação ao uso de esterco bovino, enquanto que sob irrigação com água salina os valores obtidos para  $g_s$  sob esterco bovino foi superior em 29%, ao comparar aos valores obtidos com uso de resíduo de sisal. O aumento da salinidade da água de irrigação aumentou e reduziu em 22% a  $g_s$ , quando associada ao esterco bovino e resíduo de sisal, respectivamente (Figura 2.10A).

Já a resistência estomática, sob irrigação com água não salina a menor resistência estomática ( $r_s$ ) ( $4,09 \text{ m}^{-2} \text{ s mol}^{-1}$ ) foi obtida ao se utilizar resíduo de sisal, inferioridade de 19%, respectivamente, quando comparado ao esterco bovino; enquanto que sob irrigação com água salina os valores obtidos para  $r_s$  sob esterco bovino foi inferior em 20% ao comparar aos valores obtidos com uso de resíduo de sisal. O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu em 16% e aumentou em 31% a  $r_s$ , quando associada ao esterco bovino e resíduo de sisal, respectivamente (Figura 2.10C).

A aplicação de cálcio possibilitou aumento da  $g_s$  para  $0,263 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  apenas, quando associado a água salina, aumento de 49%, já o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu em 23% e aumentou em 20% a  $g_s$  quando combinado sem e com aplicação de cálcio, respectivamente (Figura 2.10B).

A resistência estomática ( $r_s$ ) foi reduzida para  $3,91 \text{ m}^{-2} \text{ s mol}^{-1}$ , pela aplicação de cálcio quando associado a água salina, redução 32%, enquanto o aumento da salinidade da água de irrigação aumentou em 27% e reduziu em 16% a resistência estomática quando sem e com aplicação de cálcio, respectivamente (Figura 2.10D).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica ou níveis de cálcio e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

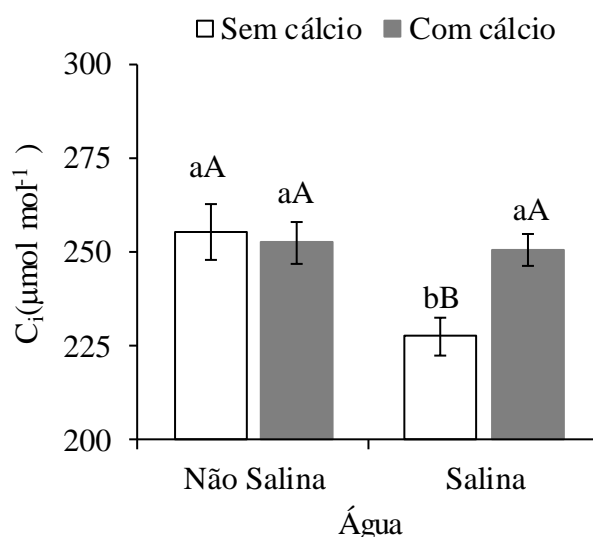
**Figura 2.10** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a condutância ( $g_s$ ) e resistência estomática ( $r_s$ ) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A e C) adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B e D).

Freire et al. (2014) em trabalho com maracujazeiro-amarelo em início de floração, Nunes et al. (2017) com maracujazeiro-amarelo, Silva et al. (2019) em mudas de maracujazeiro e Lima et al. (2020) com maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ aos 40 dias após a semeadura e registraram  $g_s$  reduzida com o aumento da salinidade da água de irrigação. Ocorre competição entre sódio e cálcio pelos sítios de absorção de potássio (BEZERRA et al. 2021), e a osmorregulação da abertura e fechamento dos estômatos está associada as concentrações de  $K^+$  e sacarose (TAIZ et al., 2017). A maior  $g_s$  e menor  $r_s$  sob uso de esterco bovino quando

comparado ao resíduo sisal, o resíduo de sisal possivelmente contribuiu para o aumento da salinidade do solo e do pH, já que Lacerda et al. (2006) obtiveram aumento da condutividade elétrica (CE) e pH acima de 8,0 em substratos contendo resíduo de sisal. Bezerra et al. (2019) no início da primeira floração do maracujazeiro-amarelo registraram aumento da  $g_s$  e redução da  $r_s$  com o aumento da dose cálcio até 50 e 49 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O cálcio pode ativar a expressão gênica ligando-se diretamente a fatores de transcrição e também ativar proteínas quinases e fosfatase que regulam a expressão gênica, seja por fatores de transcrição fosforilantes (ativadores) ou desfosforilantes (inibidores), vastas redes celulares de proteínas quinases e fosfatase exercem um papel essencial na integração das rotas de resposta ao estresse (TAIZ et al., 2017), assim, sob irrigação com água salina o cálcio colaborou com a adaptação da planta as condições de estresse, por proporcionar aumento da  $g_s$  redução da  $r_s$  sob irrigação com água salina.

#### **2.3.3.2 Concentração interna de gás carbônico**

A maior concentração interna de gás carbônico foi obtida com o uso de esterco bovino e irrigação com água não salina (255,11), com redução de 11% ao se irrigar com água salina. A aplicação de cálcio possibilitou aumento de 10% na concentração interna de gás carbônico em plantas irrigadas com água salina (Figura 2.11).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre dose de cálcio e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

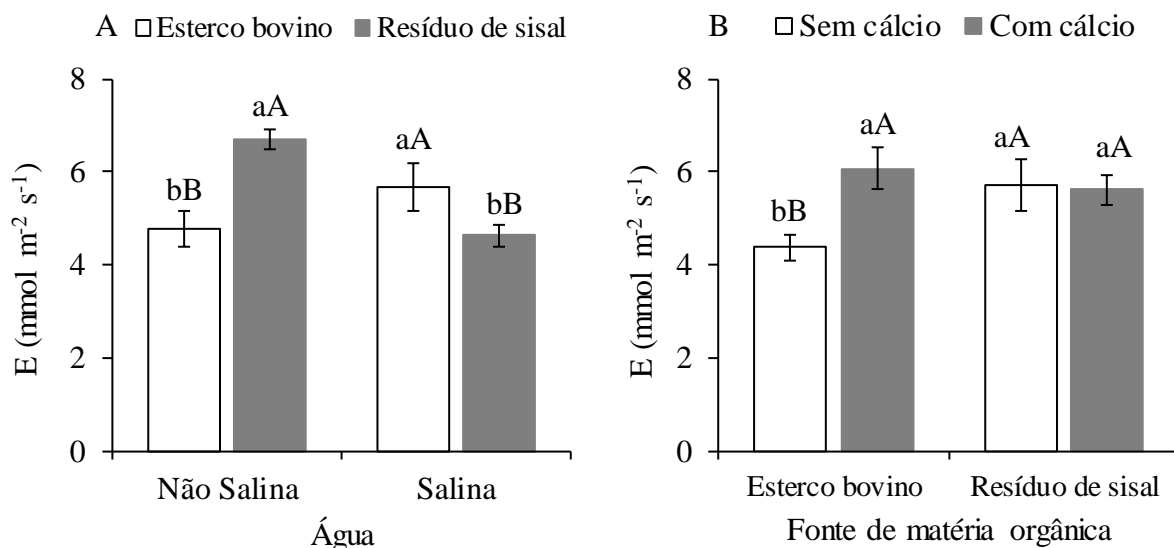
**Figura 2.11** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a concentração interna de gás carbônico ( $C_i$ ) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação.

Assim como observado no presente trabalho, Nunes et al. (2017) além de observar redução da  $g_s$  obtiveram também redução da concentração interna de gás carbônico concluindo que a maior salinidade da água inibiu a concentração interna de carbono em 14,8% em relação às irrigadas com água não salina, com respectivos valores de 148,90 e 174,67  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ . A redução da  $g_s$  restringe a difusão de  $\text{CO}_2$  para a célula, enquanto o fechamento estomático restringe a entrada de  $\text{CO}_2$  no mesófilo da folha (MUNNS & TESTER 2008).

A aplicação de cálcio mitigou o efeito da salinidade água, com aumento da  $g_s$  e redução  $r_s$  que proporcionou maior concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Figura 2.11), decréscimo na resistência através da abertura estomática facilita a maior entrada de  $\text{CO}_2$ . Enquanto  $C_i$  sofreu interferência da interação dose de cálcio e salinidade da água, a relação entre concentração interna e externa de gás carbônico ( $C_i/C_e$ ) não sofreu interferência de nenhum dos fatores em estudo. Nesse sentido, Berry & Bownton (1982) reportam que em plantas  $C_3$ , que é o caso do maracujazeiro-amarelo, a relação entre a concentração interna e externa de dióxido de carbono deve estar entre 0,6 e 0,8, valores decrescentes são decorrentes de uma limitação estomática aumentada. No presente estudo, a relação foi de 0,63, assim sem limitação da fotossíntese.

### 2.3.3.3 Transpiração

Quando irrigado com água não salina a maior transpiração (E) foi obtida ao utilizar resíduo de sisal (6,69) quando comparado ao esterco bovino com superioridade de 40%, enquanto que sob irrigação com água salina ocorreu o contrário, sob esterco bovino a E (5,67) superou em 22% quando comparado aos valores obtidos com uso de resíduo de sisal. O aumento da salinidade da água de irrigação aumentou em 19% e reduziu em 31% a E quando associada ao esterco bovino e resíduo de sisal, respectivamente (Figura 2.12A). A aplicação de cálcio possibilitou aumento da E apenas quando associado ao esterco bovino (aumento de 30%), enquanto as fontes orgânicas diferiram somente quando não associadas à aplicação de cálcio, com superioridade de 30% na transpiração quando aplicado resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino (Figura 2.12B).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica (A) ou níveis de cálcio (B) e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (A) ou fonte de matéria orgânica (B), não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.12** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a transpiração (E) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio e fontes de matéria orgânica (B).

Os resultados da literatura são incongruentes quanto aos efeitos da salinidade na E do maracujazeiro-amarelo, já que Lima et al. (2020) em estudo com maracujazeiro 'BRS Rubi do Cerrado' aos 40 dias após a semeadura, Nunes et al. (2017) com maracujazeiro-amarelo BRS

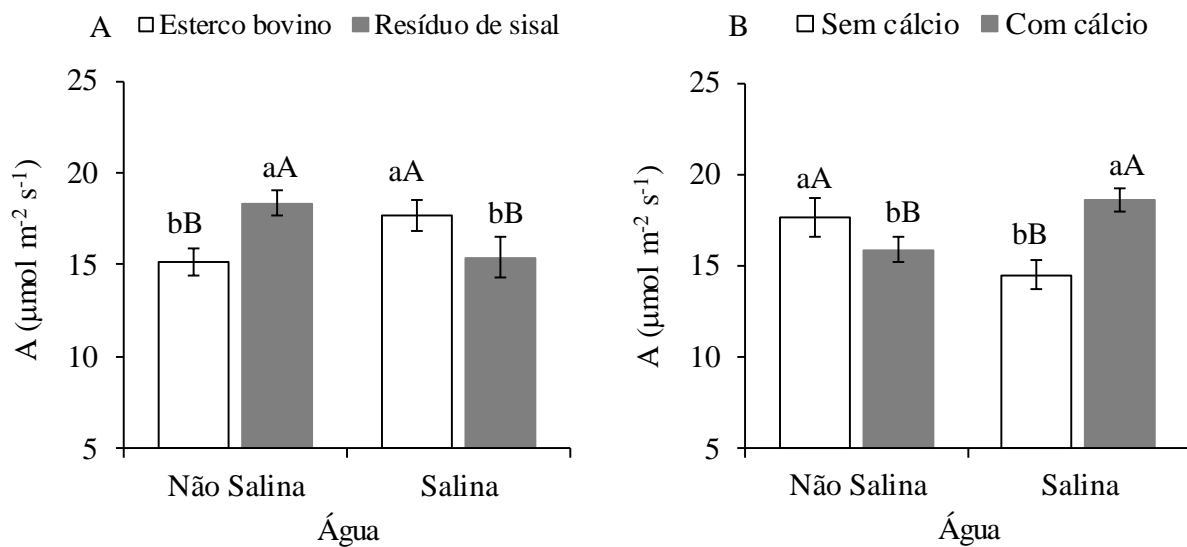


Gigante amarelo e Andrade et al. (2019) trabalhando com maracujazeiro-amarelo com avaliação aos 60 e 90 dias após o transplante obtiveram redução da E com o aumento da salinidade da água de irrigação; por outro lado Freire et al. (2014) e Bezerra et al. (2019) não observaram interferência da salinidade da água de irrigação sobre a transpiração.

A transpiração em resposta a interação matéria orgânica e salinidade da água de irrigação comportou-se da mesma forma que  $g_s$  em resposta a interação dos mesmos fatores, portanto a maior  $g_s$  resultou em maior transpiração (Figura 2.12). O efeito negativo da associação de resíduo de sisal com cálcio sob água salina, possivelmente ocorreu devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas plantas, em especial pela elevada concentração de cálcio e baixa relação C/N do resíduo do sisal, em que Larbi et al. (2020) constataram que a aplicação de  $\text{CaCl}_2$  em alta dose ( $4,44 \text{ g L}^{-1}$ ) com alto nível de salinidade ( $\text{CEa} = 14,6 \text{ dS m}^{-1} \text{ NaCl}$ ) não melhorou a maior parte dos parâmetros estudados em *Olea europaea* L. cv. Arbequina I18, e concluiu que é importante considerar o tipo de fonte e dosagem do fertilizante quando aplicado sob condições salinas. Aumentar dose de fertilizantes associada a água de alta salinidade, pode aumentar a concentração de íons e provoca um aumento acentuado na pressão osmótica da solução do solo, com consequente agravamento do estresse imposto pelos íons de salinidade (FEIGIN, 1995).

#### **2.3.3.4 Assimilação líquida de gás carbônico**

Sob água não salina a maior assimilação líquida de gás carbônico (A) foi obtida ao utilizar resíduo de sisal quando comparado ao esterco bovino com superioridade de 21%, enquanto que sob irrigação com água salina obteve-se resultado contrário, sob esterco bovino a A superou em 15% comparado aos valores obtidos com uso de resíduo de sisal. O aumento da salinidade da água de irrigação aumentou em 17% e reduziu em 20% a A quando associada ao esterco bovino e resíduo de sisal, respectivamente (Figura 2.13A). A aplicação de cálcio reduziu em 14% e aumentou a assimilação líquida de gás carbônico em 28% sob uso de água não salina e salina, respectivamente. A utilização da água salina reduziu 18% e aumentou em 17% a A quando associado a não aplicação de cálcio e com cálcio, respectivamente (Figura 2.13B).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica ou níveis de cálcio e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

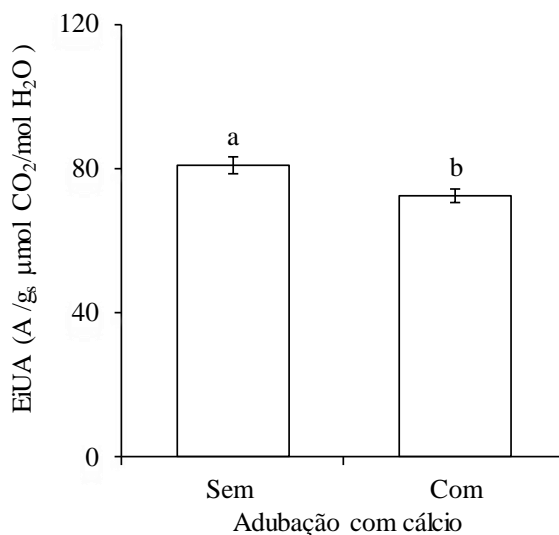
**Figura 2.13** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a assimilação líquida de gás carbônico em folhas de maracujazero-amarelo, em resposta a interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B).

Os seguinte autores avaliando maracujazeiro-amarelo, Nunes et al. (2017) e Bezerra et al. (2019) em pleno florescimento, Andrade et al. (2019) aos 60 e 90 dias após o transplântio e Lima et al. (2020) ao 40 dias após a semeadura, constataram redução da assimilação líquida de CO<sub>2</sub> em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Além da redução com o aumento da salinidade, Bezerra et al. (2019) concluíram que a cada aumento de 10 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, sob água irrigação não salina (0,3 dS m<sup>-1</sup>) houve redução em 1,2% na assimilação líquida de gás carbônico, mas sem efeito quando associado a irrigação com água salina. O estômato regula as trocas gasosas (água e CO<sub>2</sub>) (TAIZ et al., 2017), mas Lima et al. (2020) afirma que quando não ocorre redução na concentração intercelular de CO<sub>2</sub> na cavidade subestomática, a redução da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> pode estar relacionada à ação de fatores de origem não estomática. Mas o que se verifica na presente pesquisa é redução da concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, portanto tem-se redução da condutância estomática.

### 2.3.3.5 Eficiência instantânea no uso da água

Eficiência instantânea no uso da água (EiUA) foi reduzida pela a aplicação de cálcio para 72,23, redução de 10% (Figura 2.14). O fechamento dos estômatos, ocasiona redução na

transpiração foliar e conseqüentemente, menor perda de água (TAIZ et al., 2017), mas como sob irrigação com água salina o cálcio proporcionou maior  $g_s$  e menor  $r_s$ , conseqüentemente teve-se maior perda água e conseqüentemente menor EiUA.



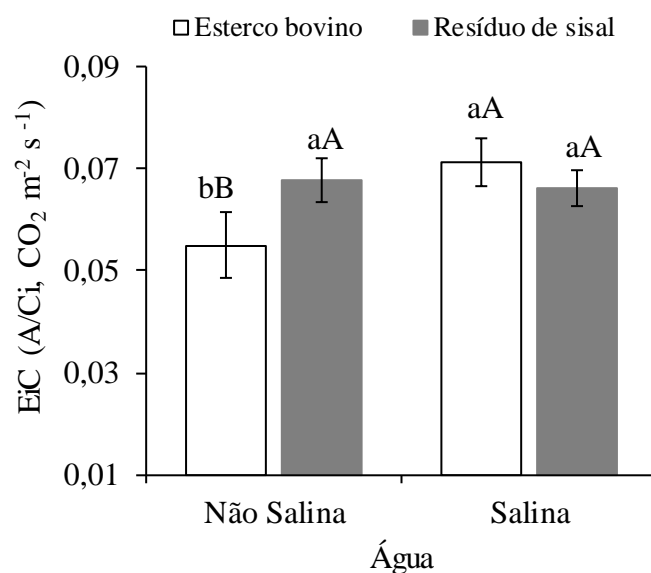
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.14** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a eficiência instantânea do uso da água em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta a salinidade da água de irrigação.

Bezerra et al. (2019) trabalhando com maracujazeiro observaram que a cada aumento de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  cálcio, durante a irrigação com água não salina ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), ocorreu redução na eficiência do uso da água em 1,3%. No presente estudo não se registrou efeito isolado nem da interação de nenhuma das fontes de variação sobre EUA, enquanto EiUA que considera  $A/g_s$  foi reduzida sob aplicação de cálcio.

### 2.3.3.6 Eficiência instantânea de carboxilação

Sob o uso de água não salina a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) foi maior quando sob a utilização de resíduo de sisal, valor superior em 22% quando comparado a utilização de esterco bovino. A utilização de água salina promoveu aumento da EiC apenas quando associado ao esterco bovino, aumento de 29% (Figura 2.15).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 2.15** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em folhas de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação fontes de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação.

A maior eficiência instantânea de carboxilação ocorre em função da maior A. O esterco bovino colaborou para maiores taxas de fotossíntese sob água salina, possivelmente, pelo suprimento adequado de nutrientes.

## 2.4 CONCLUSÕES

Deve-se irrigar o maracujazeiro-amarelo com água não salina, devido reduções na fotossíntese com o aumento da condutividade elétrica da água de 0,3 para 4,5 dS m<sup>-1</sup>;

No cultivo do maracujazeiro-amarelo pode-se aplicar tanto esterco bovino quanto resíduo de sisal, mas sob irrigação com água salina não se recomenda o uso de esterco bovino associado com calcário;

A adubação com cálcio (120 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de calcário calcítico, em maracujazeiro-amarelo é recomendada quando associada a adubação com esterco bovino e irrigação com água não salina.

Esterco bovino, resíduo de sisal ou aplicação 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio não mitiga os efeitos do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sob a fisiologia do maracujazeiro-amarelo.

## 2.5 REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. DE M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711-728, 2013.
- Andrade, E. M.; Lima, G. S. D.; de Lima, V. L.; Silva, S. S. D.; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.
- Andrade, R.; Ornelas, J.; Brandão, W. Situação atual do sisal na Bahia e suas novas possibilidades de utilização e aproveitamento. **Comunicação SEAGRI**, p. 14-19, 2012.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Baker, N. R. (2008). Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1), 89-113. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759>
- Berry, J. A.; Downton, W. J. S. (1982). Environmental regulation of photosynthesis. In Govindjee (Ed.), **Photosynthesis: Development, carbon metabolism, and plant productivity** (Vol. II). Cambridge: Academic Press.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Silva, A. R.; Oliveira, F. F.; Medeiros, S. A. S. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**; v. 11, n. 2, p. 319-329, 2019.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Pereira, W. E.; Neto, E. C. N. O cálcio como mitigador de salinidade dos componentes de produção de maracujá cultivadas em foscas protegidas. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 500-508, 2020.
- Bezerra, M.A.; Cavalcante, L.F.; Bezerra, F.T.; Pereira, W.E.; de Oliveira, F.F.; & Silva, A.R. Cálcio na nutrição mineral do maracujá-amarelo cultivado em caroço forrado e com água salina<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , v. 25, n. 4, pág. 256-263, 2021.
- Cavalcante, L. F.; Dias, T. J.; Nascimento, R.; Freire, J. L. D. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 699-705, 2011.

Cavalcante, L. F.; Lopes, E.; Diniz, A. A.; Seabra Filho, G. Q.; Dantas, T. A. G.; Nunes, J. C. N. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 69-80, 2014.

Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. de O.; Nunes, J. C.; Diniz, A. A.; Lima Neto, A. J. de; Souto, A. G. de L.; Souza, J. T. A. de. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v.36, p.35-49, 2015

Cavalcante, L. F.; Santos, R. V.; Hernandez, F. F. F.; Ghey, H. R.; Dias, T. J.; Nunes, J. C.; Lima, G. S. Recuperação de solos afetados por sais. *In:* In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 28, p. 461-477.

Conte, O.; Debiasi, H.; franchini, J. C.; Balbinot Junior, A. A. Manejo do solo. *In:* Oliveira, A. B.; Leite, R. M. V. B.; Balbinot Junior, A. A.; Seixas, C. D. S.; Kern, H. S. **Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília. Embrapa, 2019. P. 82-83.

Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. *In:* Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Lima, J. C. **Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG. 2007. P. 205-274.

Egea, I.; Pineda, B.; Ortíz-Atienza, A.; Plasencia, F. A.; Drevensek, S.; García-Sogo, B.; Yuste-Lisbona, F. J.; Barrero-Gil, J.; Atarés, A.; Flores, F. B.; Barneche, F.; Angosto, T.; Capel, C.; Salinas, J.; Vriezen, W.; Esch, E.; Bowler, C.; Bolarín, M. C.; Moreno, V.; Lozano, R. The SICBL10 calcineurin B-like protein ensures plant growth under salt stress by regulating Na<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> homeostasis. **Plant Physiology**, v. 176, n. 2, p. 1676-1693, 2018.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 657p.

Feigin, A., 1985. Fertilization management of crops irrigated with saline water. *In:* D. Pasternak and A. San Pietro (eds.), **Biosalinity inaction, Bioproduction with saline water**. Nijhoff, the Hague, pp. 285.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Dantas, M. M. M.; Silva, A. G.; Henriques, J. S.; Zuza, J. F. C. Estresse salino e uso de biofertilizantes como mitigadores dos sais nos componentes morfofisiológicos e de produção de glicófitas. **Revista Principia**, v. 29, p. 29-38, 2016.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Nascimento, R.; Rebequi, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Souto, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

Freire, J. L.O.; Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Lima Neto, A. J. D. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 16 jan. 2021.

Jesus, O. N.; Faleiro, F. G.; Junqueira, K. P.; Girardi, E. A.; Rosa, R. C. C.; Petry, H. B. Cultivares comerciais de maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Brasil. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. (Eds.). **Maracujá do cultivo à comercialização**. Brasília: Embrapa, Cap. 3, 2017. p. 39-58.

Lacerda, C. F.; Costa, R. N. T.; Bezerra, M. A.; Neves, A. L. R.; Sousa, G. G.; Gheyi, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 21, p. 337-352.

Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 11, p. 151-162.

Lacerda, M. R. B.; Passos, M. A.; Rodrigues, J. J. V.; Barreto, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

Larbi, A.; Kchaou, H.; Gaaliche, B.; Gargouri, K.; Boulal, H.; Morales, F. Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants. **Scientia Horticulturae**, v. 260, p. 108912, 2020.

Leão, A.; Sartor, S. M.; Caraschi, J. C. Natural fibers based composites – technical and social issues. **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, 448, 161-177. 2006 doi: 10.1080/15421400500388088



- Lima, G. S. D.; Fernandes, C. G. J.; Soares, L. A. D. A.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, 33(1), 184-194, 2020.
- Marschner, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651 p.
- Martinez, H. E.P.; Araújo, R. Da C. A. Nutrição E Adubação. In: Bruckner, C. H.; Picanso, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 163-188, 2001.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. **Rev. Plant Biol.**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- Nascimento, J. A. M.; Souto, J. S.; Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. T.; Mendonça, V.; Junior, A. M. A.; Silva Medeiros, S. A. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 224-229, 2015.
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Souza, J. T. A.; Almeida, D. J.; Oresca, D.; Fernandes, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 168-183, 2017.
- Ortega, A. E., & Malavolta, E. (2012). Los más recientes micronutrientes vegetales. International Plant Nutrition Institute, 7, 16-25.
- Pires, M. D. M.; José, A. R.; Conceição, A. O. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. **Ilhéus, Brasil. Editus**, p. 237, 2011.
- Rosa, R. C. C.; Oliveira, J. S.; Faleiro, F. G. Preparo do Solo e Tratos Culturais do Maracujazeiro In: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF. 2018. Cap. 9, p. 132 – 140.
- Roháček, K. (2002). Chlorophyll fluorescence parameters: The definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, 40(1), 13-29. <https://doi.org/10.1023/A:1020125719386>
- Salvador, J. T.; Carvalho, T. C.; Lucchesi, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.9, p.27-32, 2011. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i1.11060>

- Santos, H. G. dos.; Jacomine, P. K. T. Anjos, L. H. C. dos.; Oliveira, V. A. de.; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de.; Araujo Filho, J. C. de.; Oliveira, J. B. de.; Cunha, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.
- Silva, A. A. R. D., Lima, G. S. D., Azevedo, C. A. V. D., Gheyi, H. R., Souza, L. D. P., & Veloso, L. L. D. S. A. Trocas gasosas e crescimento de mudas de maracujazeiro sob estresse salino e peróxido de hidrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, 2019.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 858 p.
- Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.
- Yamada, T.; Abdalla, S. R. S. Informações recentes para otimização da produção agrícola. **International Plant Nutrition Institute-IPNI. Informações Agronômicas. N°117**, 2007.

## **Capítulo III**

### **Salinidade hídrica, fontes orgânicas e cálcio no crescimento e qualidade do maracujá amarelo**

## RESUMO

A utilização da água salina para irrigação impacta o rendimento e qualidade dos frutos, assim faz-se necessárias práticas de cultivo que elevem a produtividade, mas sem perdas da qualidade física e físico-química dos frutos. Assim, o objetivo com este experimento foi avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a adubação com cálcio para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os aspectos físicos e físico-químicos de frutos do maracujazeiro-amarelo. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida no esquema fatorial 2 x (2 x 2), relativo à condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>), parcela principal, e as subparcelas às combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Os frutos foram colhidos quando apresentavam no mínimo 40% de coloração da casca amarela, para avaliação física e físico-química, diâmetro longitudinal e transversal, índice de formato do fruto, espessura da casca, firmeza (N), rendimento de casca, suco e semente, número de sementes, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), conteúdo de ácido ascórbico, açúcares totais, redutores e não-redutores, condutividade elétrica do suco. Independente da salinidade da água, da fonte de matéria orgânica e da adubação com cálcio as características físico-químicas dos frutos produzidos encontram-se de acordo com os padrões do mercado para consumo de frutas in natura e para indústria, exceto o rendimento em polpa que ficou abaixo dos padrões. A qualidade física dos frutos de maracujazeiro é comprometida quando as plantas são irrigadas com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. O resíduo de sisal aumenta a porcentagem de açúcares totais, enquanto que a aplicação de cálcio promove redução desses valores.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis*. Água salina. Matéria orgânica. Calcário. Pós-colheita.

## ABSTRACT

The use of saline water for irrigation impacts the yield and quality of the fruits, so cultivation practices that increase productivity are necessary, but without loss of physical and physicochemical quality of the fruits. Thus, the objective of this experiment was to evaluate the application of organic sources associated with calcium fertilization to mitigate the effects of irrigation water salinity on the physical and physicochemical aspects of yellow passion fruit fruits. The treatments were organized in a split plot in a 2 x (2 x 2) factorial scheme, related to the electrical conductivity of the irrigation water (0.3 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>), the main plot, and the subplots to the combinations of matter organic (bovine manure and sisal residue – *Agave sisalana*) and calcitic fertilization (without and 120 kg ha<sup>-1</sup> of calcium). Fruits were harvested when they had at least 40% yellow skin color, for physical and physicochemical evaluation, longitudinal and transversal diameter, fruit shape index, skin thickness, firmness (N), peel yield, juice and seed, number of seeds, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), soluble solids/titratable acidity (SS/TA) ratio, ascorbic acid content, total sugars, reducing and non-reducing, electrical conductivity of the juice. Regardless of the salinity of the water, the source of organic matter and the calcium fertilization, the physicochemical characteristics of the fruits produced are in accordance with market standards for fresh fruit consumption and for industry, except for the pulp yield that was below standards. The physical quality of passion fruit is compromised when plants are irrigated with water with an electrical conductivity of 4.5 dS m<sup>-1</sup>. The sisal residue increases the percentage of total sugars, while the application of calcium promotes a reduction in these values.

**Key-words:** *Passiflora edulis*. Saline water. Organic matter. Limestone. Post-harvest.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A região nordeste entre 2015 e 2019 apresentou redução da área produtiva de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims) em 23%, mas com aumentos no rendimento de 9%, embora ainda inferiores à média nacional (IBGE, 2019). Assim sendo necessárias práticas de cultivo que elevem a produtividade, mas sem perda da qualidade dos frutos (DIAS et al., 2012), que considere atributos qualitativos externos e internos (FREIRE et al., 2010).

O maracujazeiro é muito exigente em água (ROSA et al., 2018), porém na região semiárida além da irregularidade espaço-temporal das chuvas, tem-se o excesso de sais nas águas (CAVALCANTE et al., 2012; FREIRE et al., 2014a; BEZERRA et al., 2020), o que leva produtores utilizar fontes hídricas comprometidas pelo excesso de sais (NASCIMENTO et al., 2015a), que impacta no rendimento e na qualidade da produção do maracujazeiro-amarelo (DIAS et al., 2011).

O excesso de sais na água de irrigação promove redução do potencial osmótico água, o que compromete a absorção de água pela planta (TAIZ et al. 2017), com consequente redução do tamanho do fruto, já que o crescimento e alongamento dos tecidos vegetais dependem do turgor exercido pela água nas células do fruto (YAHIA et al., 2018), além de ocasionar toxicidade iônica e desequilíbrio da absorção dos nutrientes que afetam a qualidade dos frutos (DIAS et al., 2012).

A água salina compromete a qualidade física e físico-química dos frutos, reduz os diâmetros longitudinal e transversal (DIAS et al., 2012; FREIRE et al., 2014b), espessura da casca (Freire et al., 2010; DIAS et al., 2012), firmeza (FREIRE et al. 2010), o rendimento de suco e teor de vitamina C (DIAS et al. 2012), sólidos solúveis (MORAIS et al., 2020), pH e razão sólidos solúveis e acidez titulável (DIAS et al., 2011; FREIRE et al., 2010, 2014a), e aumenta a acidez titulável (FREIRE et al., 2010; DIAS et al., 2011).

Nesse sentido, é de extrema importância considerar cada fator de manejo que possa contribuir para maximizar a qualidade da fruta destinada ao mercado *in natura* ou para indústria, principalmente aqueles relacionados ao manejo da fertilidade do solo, irrigação (BENKEBLIA e TENNANT et al., 2011; YAHIA et al., 2018) e salinidade da água (DIAS et al., 2011). Aplicação de compostos orgânicos aos solos é uma das alternativas para mitigar os efeitos depressivos da salinidade às plantas (DIAS et al., 2012) A matéria orgânica aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) (ROSA et al., 2018), reduz condutividade elétrica,

porcentagem de sódio trocável (PST) e aumenta a dinâmica da água no solo (CAVALCANTE et al., 2016).

Considerando a afirmação de Nascimento et al. (2015a) que deve-se utilizar técnicas e insumos de fácil manuseio, baixo custo para o produtor e que seja ambientalmente correto, tem o esterco bovino e o resíduo de sisal disponíveis na região e de custo acessível, o esterco bovino já bastante utilizado, sendo uma excelente fonte de matéria orgânica e nutrientes, e o resíduo do desfibramento do sisal, segundo Leão et al. (2006) e Andrade et al. (2012) tem uso mais recente em áreas produtoras.

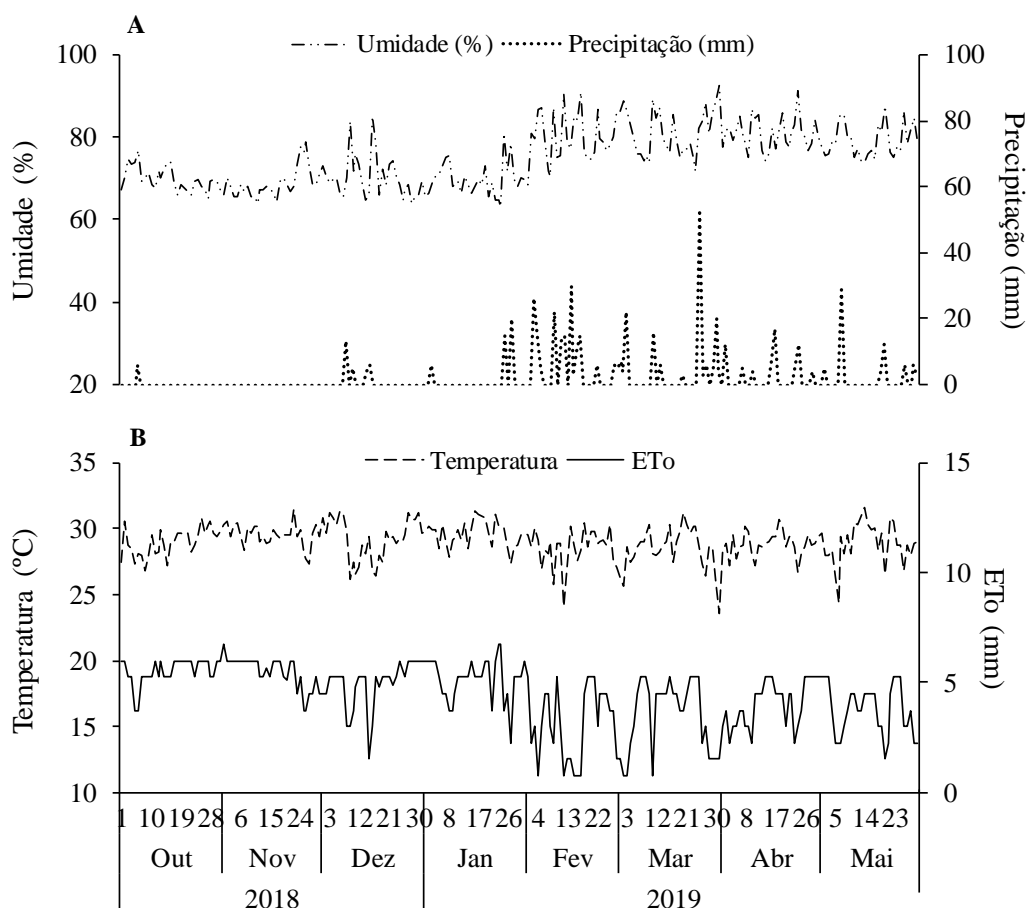
A aplicação de cálcio é outra opção para mitigar os efeitos negativos da água salina na produção de maracujazeiro (BEZERRA et al., 2020), pois o cálcio ativa diversas proteínas quinases e fosfatases que exercem um papel essencial na integração das rotas de resposta ao estresse que minimiza a absorção de  $\text{Na}^+$ , que em concentrações mais altas podem ter um efeito nocivo sobre o metabolismo celular (TAIZ et al., 2017), que causa toxicidade iônica e consequente redução da qualidade dos frutos (DIAS et al. 2012). O cálcio ainda promove aumento do teor de vitamina C, vida de armazenamento pós-colheita, amadurecimento retardado, aumento firmeza e redução da respiração e da produção de etileno (BENKEBLIA E TENNANT et al., 2011).

Assim, o objetivo com este experimento foi avaliar a aplicação de fontes orgânicas associada a adubação com cálcio para mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os aspectos físicos e físico-químicos de frutos do maracujazeiro-amarelo.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Caracterização do Local da Pesquisa

O experimento foi conduzido, entre outubro de 2018 e maio de 2019, no Sítio Macaquinhos (07° 00' 08" de latitude Sul, 35° 47' 58" longitude a oeste de Greenwich e 564 m de altitude), município de Remígio, Paraíba, Brasil. O município está inserido na zona climática, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' que significa clima tropical com chuvas no período de março a agosto (ALVARES et al., 2013). Os dados meteorológicos (Figura 3.1) de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados em Datalogger modelo HT-70 da Instrutherm®, enquanto pluviosidade e a evaporação em pluviômetro e tanque classe 'A', respectivamente.



**Figura 3.1** Valores médios diários de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (A), temperatura média do ar e evapotranspiração de referência (ETo) (B) durante a realização do experimento.



O Solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileira de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), é Neossolo Regolítico eutrófico. As amostras do solo foram coletadas aleatoriamente nas camadas de 0–20 e 20–40 cm de profundidade do perfil, postas para secarem à sombra e, em seguida, passadas em peneiras de 2 mm de malha para posterior caracterização dos atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos, empregando as metodologias compiladas por Teixeira et al. (2017) sendo os resultados apresentados na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos do Neossolo Regolítico eutrófico, antes da implantação do experimento.

Fertilidade <sup>1</sup>	Camada (cm)		Salinidade <sup>2</sup>	Camada (cm)		Física <sup>3</sup>	Camada (cm)	
	0–20	20–40		0–20	20–40		0–20	20–40
pH em água	6,3	6,2	pHes	6,33	6,23	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	869	825
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,06	1,59	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,25	4,50	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	65	67
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,96	0,94	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	9,50	1,25	Arg. (g kg <sup>-1</sup> )	66	108
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,10	0,11	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,99	0,71	Ada (g kg <sup>-1</sup> )	25	51
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	0,03	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,91	1,94	GF (%)	62,1	52,8
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,15	2,67	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,14	1,41	Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	1,30	1,37
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,19	1,25	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	Dp (kg dm <sup>-3</sup> )	2,62	2,69
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05	0,05	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,50	0,49
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,34	3,92	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,50	5,00	U (g kg <sup>-1</sup> ):		
V (%)	64,37	68,11	CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,18	0,16	-0,010 MPa	90	96
PST (%)	0,90	0,77	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	0,83	1,15	-0,033 MPa	44	52
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,88	6,25	UPs (g kg <sup>-1</sup> )	190,0	210,0	-1,500 MPa	17	28
MOS (g kg <sup>-1</sup> )	6,21	5,48	Classificação	SNS	SNS	Ad (g kg <sup>-1</sup> )	73	68

<sup>1</sup>pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K<sup>+</sup> (potássio) e Na<sup>2+</sup> (sódio) com extrator Mehlich 1; Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio) e Al<sup>3+</sup> (alumínio) com extrator KCl 1 M; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na<sup>+</sup>/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

<sup>2</sup>CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo); SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (sulfato); CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (carbonato); HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (bicarbonato); Cl<sup>-</sup> (cloreto); RAS (razão de adsorção de sódio) = Na<sup>+</sup>/[0,5(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)]<sup>0,5</sup>; UPs = umidade da pasta de saturação;

<sup>3</sup>Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ada (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ada)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp – Ds)/Dp.

### 3.2.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida utilizando o esquema fatorial 2 x (2 x 2), adotando-se a condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) na parcela principal, enquanto as subparcelas foram constituídas de combinações entre matéria orgânica (esterco bovino e resíduo de sisal – *Agave sisalana*) e adubação calcítica (sem e com 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e as subparcelas foram formadas por duas plantas cada. As fontes orgânicas foram analisadas quimicamente (Tabela 3.2) conforme Embrapa (2009).

**Tabela 3.2** Caracterização química do esterco bovino (EB) e do resíduo de sisal (RS) utilizados no experimento.

Fonte orgânica	pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	---	-----			g kg <sup>-1</sup> -----		-----	
EB	8,81	8,30	2,80	10,40	8,20	5,00	0,79	1,80
RS	9,48	18,50	3,70	12,00	70,50	13,60	0,61	3,10
Fonte orgânica	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C	MO	C/N
	-----			mg kg <sup>-1</sup> -----		-----g kg <sup>-1</sup> -----		---
EB	21,30	8,00	9.941,00	250	58,00	159,10	274,28	19:1
RS	83,80	15,00	3.367,00	225	83	112,30	193,60	6:1

C (carbono), M.O (matéria orgânica), C/N (relação entre carbono e nitrogênio). Seguindo metodologia proposta por Embrapa (2009). Teores Totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); N - Método do Kjeldahl; CO - Método Walkley – Black.

A quantidade de cada fonte de matéria orgânica a ser aplicada foi calculada visando aumentar o teor médio na camada de 0–40 cm do solo de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para ambas as fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura. Os 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio aplicado foi baseada na dose empregada por Bezerra et al. (2020) e considerações de Yamada e Abdalla (2007), sendo que na presente pesquisa utilizou-se o corretivo calcário calcítico (35,2% CaO, 25% Ca<sup>2+</sup>, 3,3% MgO), sendo necessário 480 kg ha<sup>-1</sup> ou 287 g por planta dessa fonte de cálcio, distribuída 40% na fundação (115 g planta<sup>-1</sup>) e o restante em quatro aplicações de 15% cada (43 g planta<sup>-1</sup>) aos 70, 100, 130 e 160 dias após o transplantio das mudas.

### 3.2.3 Instalação e Manejo da Cultura

#### 3.2.3.1 Preparo da área e transplântio das mudas

As covas, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, foram abertas distanciadas de 2 m entre linhas e 3 m entre plantas nas linhas, com densidade de 1.666 planta ha<sup>-1</sup>. Em seguida, foram preparadas com uma mistura do material de solo dos primeiros 20 cm das covas, juntamente com respectiva fonte matéria orgânica e calcário calcítico. A matéria orgânica, constou de 50% na preparação das covas e o restante no início da floração das plantas em volumes de 13 L de esterco bovino e 18 L de resíduo de sisal, com os respectivos percentuais de unidade, 27,92% e 32,84%. As dosagens de matéria orgânica foram obtidas empregando a equação abaixo (NASCIMENTO et al., 2015b), para elevação do teor de 5,8 para 40 g kg<sup>-1</sup> para as duas fontes orgânicas, tomando o esterco bovino como referência pois o mesmo é o mais utilizado na agricultura.

$$D_{EA} = (D_{MOA} - D_{MOE}) \times 0,5 \times V_c \times U \times ds / TMOI$$

Onde:

$D_{EA}$  = dose de matéria orgânica a ser aplicada por cova (g cova<sup>-1</sup>);

$D_{MOA}$  = dose de matéria orgânica a ser alcançada no solo (g kg<sup>-1</sup>);

$D_{MOE}$  = dose de matéria orgânica existente no solo (g kg<sup>-1</sup>)

$V_c$  = capacidade volumétrica média da cova (dm<sup>3</sup>);

$ds$  = densidade média do solo na camada de 0–40 cm (kg dm<sup>-3</sup>);

$U$  = umidade em massa do solo (kg água kg solo<sup>-1</sup>);

$TMOI$  = Teor de matéria orgânica de cada insumo (g kg<sup>-1</sup>).

Aos 30 dias antes do transplântio das mudas (DAT) foram incorporados 20 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 g de K por cova na forma de fosfato monoamônico (MAP, 44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% N) e sulfato de potássio (50% K<sub>2</sub>O e 18% S).

O transplântio das mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims Flavicarpa Deg.) acesso Guinezinho foi feito em 01 de outubro de 2018. No dia do transplântio, a altura média das mudas era 26,7 cm, diâmetro médio de 4,67 mm e estavam com 3 pares de folhas completamente expandidas, com desvios padrões de 8,52cm; 0,82mm e 1,34, respectivamente. As plantas foram transplantadas para covas e conduzidas em haste única, tutoradas até o sistema

de sustentação em espaldeira simples constituída de um arame liso nº 12 instalado na altura de 2,2 m no topo das estacas.

### **3.2.3.2 Manejo da adubação**

A adubação seguiu as recomendações de Borges e Souza (2010) de forma adaptada, com maior parcelamento da aplicação de calcário calcítico e aplicado por cova, distribuído 40% na fundação e o restante em quatro aplicações de 15%, as adubações nitrogenadas foram realizadas com ureia (45% N), descontando o N presente no fosfato monoamônico - MAP (44%  $P_2O_5$ , 11% N) e potássica com sulfato de potássio (50%  $K_2O$ ; 18% S), foram realizadas mensalmente na proporção de 1N:1K aplicando-se 12,5 g de N e 12,5 g de K aos 30 dias após o transplântio (DAT), 25 g aos 60 DAT, 37,54 g aos 90 DAT, 25 g aos 120 e 150 DAT e 50 g aos 180 e 210 DAT. A adubações fosfatadas com fosfato monoamônico (MAP - 44%  $P_2O_4$ , 11% N) em cobertura, foram realizadas aplicando-se 20g de  $P_2O_5$  aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAT e 41,7 g de  $P_2O_5$  aos 180 e 210 DAT. A cada dois meses por via foliar (MARTINEZ e ARAÚJO, 2001), foram feitas pulverizações com o fertilizante comercial Niphokam<sup>®</sup> contendo 5,0% (N); 8,0% ( $P_2O_5$ ); 5,0% ( $K_2O$ ); 1,0% (Mg); 0,50% (B); 0,20% (Cu); 0,50% (Mn); 1,00% (Zn).

A adubação no segundo ciclo com NK continuou na razão de 1N:1K, com 12,5 g de N e 12,5 g de K fornecido imediatamente após a poda e mensalmente, até dois meses antes do final da colheita (15/01/2020), o fósforo foi aplicado na dosagem de 20 g de  $P_2O_5$  por planta<sup>-1</sup>, juntamente com o nitrogênio e potássio.

### **3.2.3.3 Irrigação**

O manejo de irrigação foi baseado na evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), calculada pelo produto da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o coeficiente de cultivo em cada fenofase ( $kc$ ) e coeficiente de redução ( $kr$ ) de área ( $ET_c = ET_o \times kc \times kr$ ). A evapotranspiração de referência foi obtida pelo produto das leituras de evaporação do tanque classe 'A' ( $ET$ ) pelo coeficiente de tanque ( $ET_o = ET \times 0,75$ ) conforme Allen et al. (2006). Os coeficientes de cultivo foram 0,4 até os primeiros 60 dias após o transplântio das mudas (DAT); 0,6 dos 60 aos 80 DAT; 0,96 dos 80 aos 110 DAT, quando as plantas estavam em plena floração; 1,17 dos 110 DAT até a metade do crescimento dos frutos e 1,02 até o final da colheita (FREIRE et al., 2011).

O coeficiente de redução foi baseado na diminuição da área de molhamento da irrigação localizada (STEDUTO et al., 2012).

Na irrigação utilizou-se quatro gotejadores por planta, com controle de perda de carga hidráulica, vazão individual de 10 L h<sup>-1</sup> trabalhando na pressão de serviço de 0,15 MPa. A água não salina (condutividade elétrica da água de irrigação - CEai de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e razão de adsorção de sódio de 0,56 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>) foi bombeada de manancial de superfície, enquanto que a água salina (CEai de 4,5 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida pela diluição de NaCl não iodado com 96% de pureza na água não salina, acondicionada em caixas plásticas com capacidade para 3 m<sup>3</sup>. A composição da água usada no experimento encontra-se na Tabela 3.3.

Os tratamentos com água salina foram iniciados 30 dias após o transplântio das mudas. Após foram irrigadas com água salina e adicionada 10% a mais à lâmina de irrigação, para a lixiviação do excesso de sais do ambiente radicular das plantas (AYERS; WESTCOT, 1999).

**Tabela 3.3** Composição química da água utilizada para irrigação.

pH	CEai	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	RAS	Classificação
6,10	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----						(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>		C1S1	
	0,30	0,65	0,27	1,88	0,28	1,87	0,00	0,17	0,51	2,77	

CEai = Condutividade elétrica da água; RAS = Razão de adsorção de sódio (Na<sup>+</sup>[(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)/2])<sup>1/2</sup>; C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> = Risco baixo da água salinizar e de sodificar o solo.

Os tratos culturais de prevenção contra plantas competitivas, pragas e doenças foram feitos conforme as necessidades, seguindo as recomendações de Pires et al. (2011).

### 3.2.4 Variáveis Analisadas

Aos 145 dias após o transplântio das mudas (22 de fevereiro de 2019), iniciou-se a colheita da primeira safra, realizadas três vezes por semana, até 06 de maio de 2019, para a realização das avaliações físicas e físico-químicas, ao final da primeira safra, foram colhidos três frutos por parcela, visualmente selecionados quando apresentavam no mínimo 40% de coloração da casca amarela, visto que segundo Rinaldi et al. (2018) quando a casca apresenta 30% ou mais de amarelecimento, os frutos colhidos nestas condições são capazes de completar o seu amadurecimento. Foram conduzidos ao Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. As análises físicas consistiram da avaliação do diâmetro longitudinal e transversal (mm), determinados com

paquímetro digital, índice de formato do fruto pela relação entre os diâmetros longitudinal e transversal da fruta, espessura da casca na zona central do fruto também com paquímetro, firmeza (N) por meio de penetrômetro de bancada Magness Taylor Pressure Tester®, massa de casca, suco e semente (g) utilizando balança semianalítica e realização de cálculo para obtenção da relação percentual de cada componente com a massa do fruto e número de sementes por contagem. As análises físico-químicas consistiram de sólidos solúveis (%) (SS) determinados através da leitura direta com refratômetro de bancada; acidez titulável (%) (AT), por titulometria, com utilização de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína; potencial hidrogeniônico (pH), utilizando potenciômetro digital; relação SS/AT, com a divisão dos índices de SS por AT; conteúdo de ácido ascórbico ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  de polpa) determinado por titulometria com solução de 2,6 diclo-fenol-indofenol a 0,02%; açúcares totais, redutores e não-redutores (%), por titulometria, utilizando solução de Fehling A e B com indicador azul de metileno (INSTITUTO ADOLFO LUTZ-IAL, 2005); e condutividade elétrica do suco ( $\text{dS m}^{-1}$ ) realizada com a imersão de eletrodo de condutivímetro digital de bancada em 50 ml de suco.

### **3.2.5 Análises Estatísticas**

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ) e, em seguida, a análise de variância utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para verificar os efeitos dos fatores e as interações. As análises foram realizadas no software SAS® University Edition.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Qualidade Física dos Frutos

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e matéria orgânica foi significativa para diâmetro longitudinal e transversal ( $D_L$  e  $D_T$ ), espessura e firmeza da casca ( $E_c$  e  $F_c$ ) e rendimento de suco (RSUCO), já a interação e condutividade elétrica da água de irrigação e cálcio foi significativa para diâmetro ( $D_T$ ), índice de formato de fruto (IF) e espessura de casca ( $E_c$ ), enquanto rendimento de casca e de sementes (RC e RSEM) sofreram efeito isolado da salinidade da água de irrigação e número de sementes (NSEM) da matéria orgânica (Tabela 3.4).

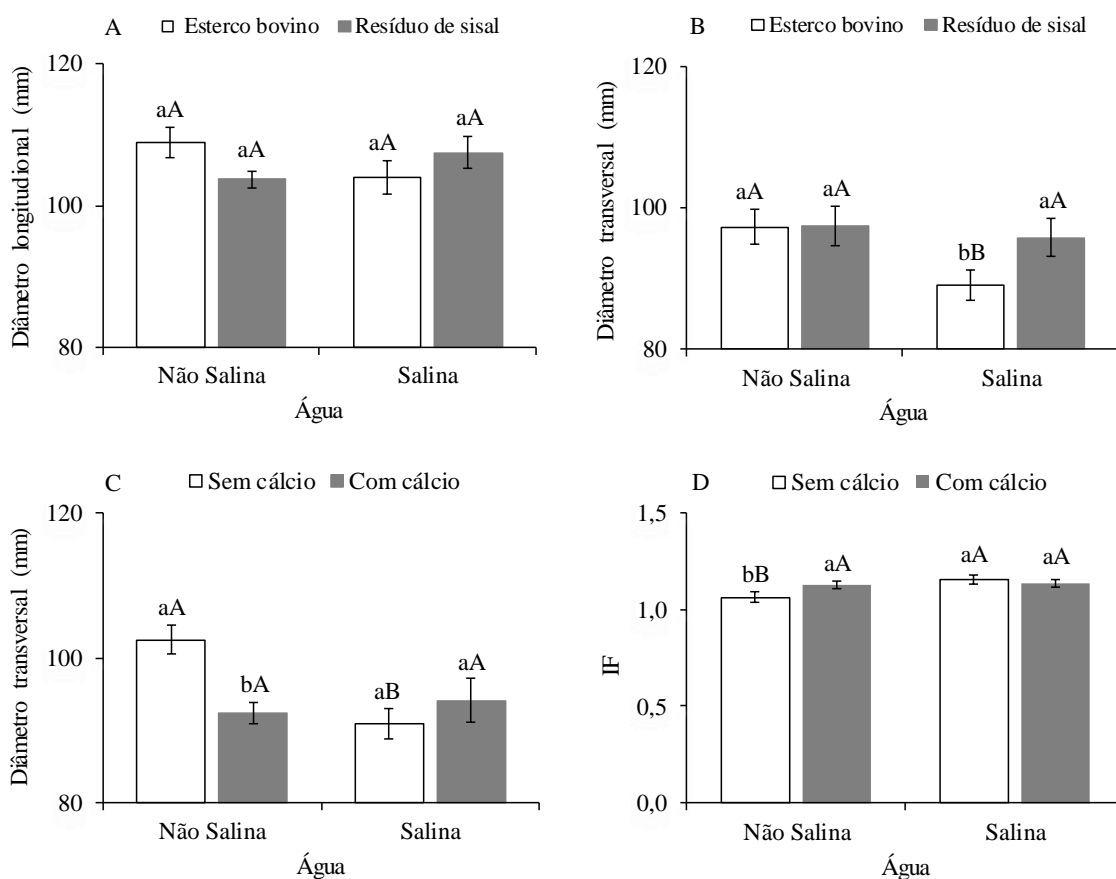
**Tabela 3.4** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), índice de formato de fruto (IF = DL/DT), espessura média da casca ( $E_c$ ), firmeza da casca ( $F_c$ ), rendimento de casca, suco e semente (RC; RSUCO; RSEM) e número de semente (NSEM), em frutos de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

Fonte de Variação	de	GL	$D_L$	$D_T$	IF	$E_c^{1*}$	$F_c^{1*}$	RC	RSUCO	RSEM	NSEM
Bloco	3		8,131 <sup>ns</sup>	158,996 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>**</sup>	6,385 <sup>ns</sup>	10,168 <sup>ns</sup>	16,855 <sup>**</sup>	8,389 <sup>ns</sup>	1,532 <sup>ns</sup>	8162,225 <sup>ns</sup>
CEai	1		2,883 <sup>ns</sup>	193,564 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>**</sup>	21,556 <sup>ns</sup>	158,189 <sup>**</sup>	99,884 <sup>**</sup>	57,971 <sup>**</sup>	5,666 <sup>*</sup>	494,376 <sup>ns</sup>
Resíduo a	3		66,634	52,977	0,0003	0,383	3,336	0,565	1,327	0,270	13060
MO	1		5,038 <sup>ns</sup>	92,480 <sup>*</sup>	0,019 <sup>*</sup>	9,327 <sup>*</sup>	200,161 <sup>**</sup>	3,191 <sup>ns</sup>	4,421 <sup>ns</sup>	0,100 <sup>ns</sup>	27508 <sup>**</sup>
C	1		17,254 <sup>ns</sup>	96,451 <sup>*</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	1,181 <sup>*</sup>	50,884 <sup>**</sup>	19,650 <sup>ns</sup>	40,527 <sup>*</sup>	3,737 <sup>ns</sup>	480,500 <sup>ns</sup>
MO x C	1		31,055 <sup>ns</sup>	2,891 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,352 <sup>ns</sup>	15,763 <sup>ns</sup>	49,889 <sup>ns</sup>	17,967 <sup>ns</sup>	7,977 <sup>ns</sup>	13032 <sup>ns</sup>
CEai x MO	1		149,472 <sup>*</sup>	85,079 <sup>*</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	6,054 <sup>*</sup>	91,376 <sup>**</sup>	33,288 <sup>ns</sup>	41,631 <sup>*</sup>	0,466 <sup>ns</sup>	12290 <sup>ns</sup>
CEai x C	1		70,501 <sup>ns</sup>	357,335 <sup>**</sup>	0,016 <sup>*</sup>	0,124 <sup>**</sup>	0,026 <sup>ns</sup>	1,684 <sup>ns</sup>	5,534 <sup>ns</sup>	1,113 <sup>ns</sup>	12013 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C	1		41,213 <sup>ns</sup>	11,994 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	1,600 <sup>ns</sup>	7,091 <sup>ns</sup>	3,409 <sup>ns</sup>	5,744 <sup>ns</sup>	0,303 <sup>ns</sup>	2274,376 <sup>ns</sup>
Resíduo b	18		30,065	18,168	0,002	0,737	5,108	12,008	7,566	1,469	2985,375
CV (a)			7,685	7,666	1,546	1,96	3,42	1,14	4,40	6,41	26,407
CV (b)			5,174	4,489	3,992	2,71	4,23	5,27	10,50	14,94	12,626
Média			105,98	94,95	1,12	9,09	50,13	65,69	26,20	8,11	432,76

GL- Grau de liberdade; <sup>1</sup>Dados transformados na função  $\log(x + 1)$  por não se ajustar à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ); \*Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; ns, \* e \*\*: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

### 3.3.2.1 Diâmetros e formato do fruto

Para o diâmetro longitudinal houve interação matéria orgânica e condutividade elétrica da água de irrigação, mas as médias não diferiram entre si (Figura 3.2A). O menor diâmetro transversal (DT) foi registrado sob uso de esterco bovino associado a irrigação com água salina (89,1mm), inferior aos obtidos ao se irrigar com água não salina (8%) ou se adubar com resíduo de sisal e irrigar com água salina (7%) (Figura 3.2B). Observa-se efeito com cálcio apenas sob irrigação com água não salina, sem aplicação de cálcio o DTe o índice de formato do fruto (IF) foram 102,5 mm e 1,06, com a aplicação de cálcio o DT foi reduzido 10% e o IF aumentado em 7%, já quanto a salinidade da água tem efeito quando sem aplicação de cálcio, que o uso de água salina reduziu DT em 12% e aumentou IF em 9%. (Figura 3.2C e D).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio ou fonte de matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.2** Valores médios  $\pm$  erro padrão para o diâmetro transversal e longitudinal, em resposta à interação fontes de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A e B) e diâmetro transversal e índice de formato de fruto, em resposta à interação adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (C e D), de frutos de maracujazeiro-amarelo.



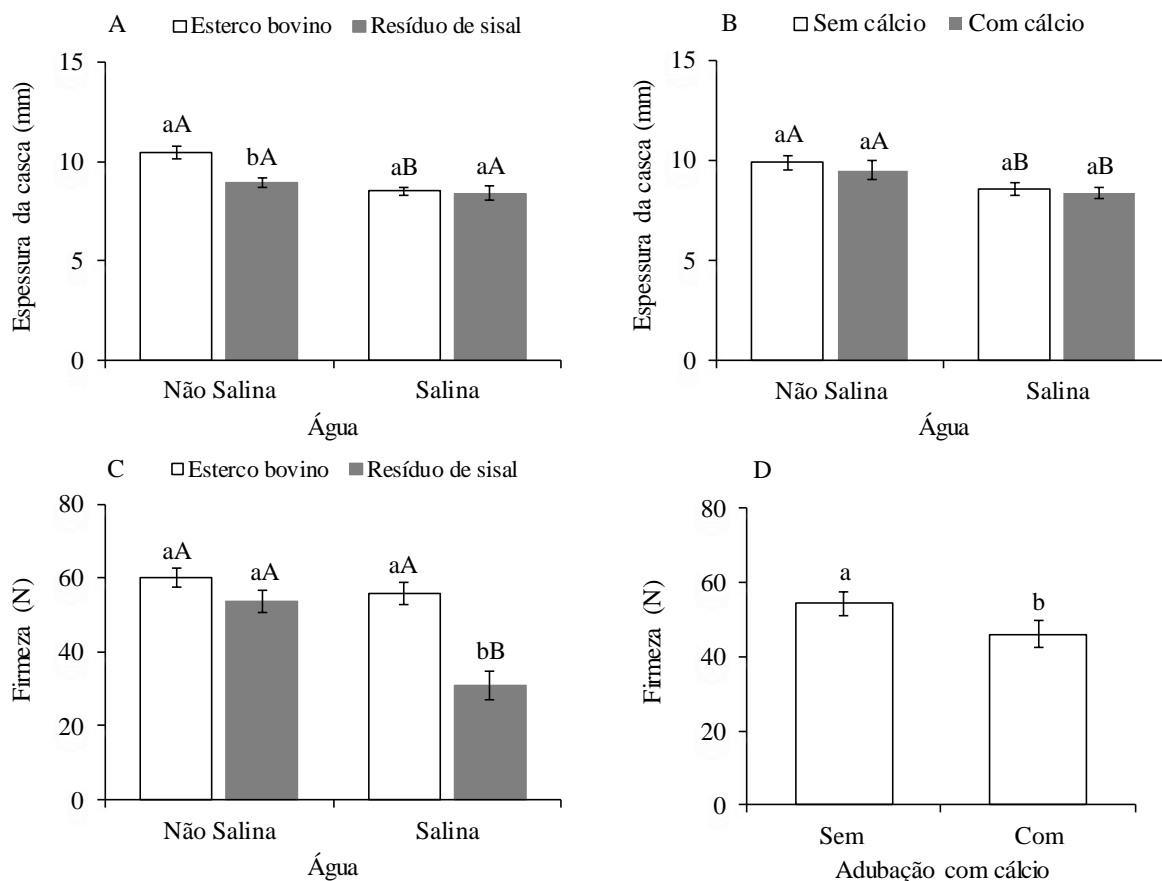
Os valores obtidos, independentemente do tratamento, são semelhantes aos obtidos por Aguiar et al. (2017), trabalhando maracujazeiro-amarelo acesso guinezinho, com os respectivos valores de diâmetro longitudinal e transversa 1101,1 e 85,6 mm, mas superiores aos obtidos por Dias et al. (2012) e Freire et al. (2014b), ambos sob água salina e não salina, embora todos os trabalhos citados também tenham apresentado valores reduzidos com o aumento da salinidade da água para 4,5 dS m<sup>-1</sup>. De acordo com a Ceagesp (2001), considerando o diâmetro transversal, o fruto se enquadra na classe 5 (com diâmetro superior a 85 mm). O potencial osmótico água é reduzido pelo excesso de sais, o que compromete a absorção de água pela planta (TAIZ et al., 2017), com redução do tamanho do fruto, pois o crescimento e alongamento dos tecidos vegetais dependem do turgor exercido pela água nas células do fruto (YAHIA et al., 2018), mas mesmo com redução do diâmetro dos frutos pelo aumento da salinidade da água de irrigação, se enquadraram na classe 5, que de acordo com Ferreira e Antunes (2019) frutos que se enquadram nas classes 4 e 5, são ótimos para comercialização.

A redução do diâmetro transversal pela aplicação de cálcio ou irrigação com água salina resultou em aumentos dos índices de formato do fruto, com índices de 1,13 e 1,16 respectivamente, mas independentemente do tratamento todos foram superiores a 1,0, o que é desejável, pois são frutos mais oblongos (FORTALEZA et al., 2005; FARIAS et al., 2007), característica importante, principalmente, aos destinados à indústria, por apresentarem cerca de 10% a mais de suco em relação aos frutos redondos (FORTALEZA et al., 2005). Aguiar et al. (2017) obtiveram IF de 1,18; os seguintes autores registraram redução do IF com aumento da salinidade da água de irrigação, Dias et al. (2012) de 1,18 para 1,09 e Freire et al. (2014b) de 1,29 para 1,09.

### **3.3.2.2 Espessura da casca e firmeza de fruto**

A maior espessura de casca (10,5 mm) foi obtida sob irrigação com água não salina em associação com esterco bovino, já a aplicação de resíduo de sisal em associação com água não salina reduziu em 15% a espessura da casca (Figura 3.3A). A maior firmeza (60,16N) foi registrada sob irrigação com água não salina em associação com esterco bovino; sob irrigação com água salina a aplicação de resíduo de sisal reduziu em 44% a firmeza da casca em comparação a valor obtido sob uso de esterco bovino (Figura 3.3C). O aumento da salinidade da água reduziu a espessura da casca para 8,6 e 8,4mm, correspondendo a reduções de 13 e 11%, quando associado sem e com aplicação de cálcio, respectivamente. (Figura 3.3B). Quanto

ao efeito isolado do cálcio para firmeza de fruto, obteve-se maior firmeza (54,3) sem a aplicação de cálcio com redução de 15% para frutos adubados com cálcio (Figura 3.3D).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio ou fonte de matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.3** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a espessura da casca de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio e salinidade da água de irrigação (B), firmeza da casca de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (C) e adubação com cálcio (D).

Aguiar et al. (2017) avaliaram três genótipos de maracujazeiro e observaram para o acesso Guinezinho espessura de casca de 8,37mm, resultado inferior ao registrado na presente pesquisa quando sob esterco bovino e água não salina a espessura foi de 10,5 mm. Conforme a Figura 3.3B a espessura de casca foi reduzida pela água salina, como também registrado nos trabalhos de Freire et al. (2010) de 8,15 para 7,11mm e no de Dias et al. (2012) que reduziu de 11,8 para 8,7mm. O resíduo de sisal reduziu a espessura dos frutos em plantas irrigadas com água não salina. Possivelmente o resíduo de sisal tenha colaborado com o aumento da salinidade

do solo, pois Lacerda et al. (2006) obteve aumento da condutividade elétrica (CE) de substratos contendo resíduo de sisal.

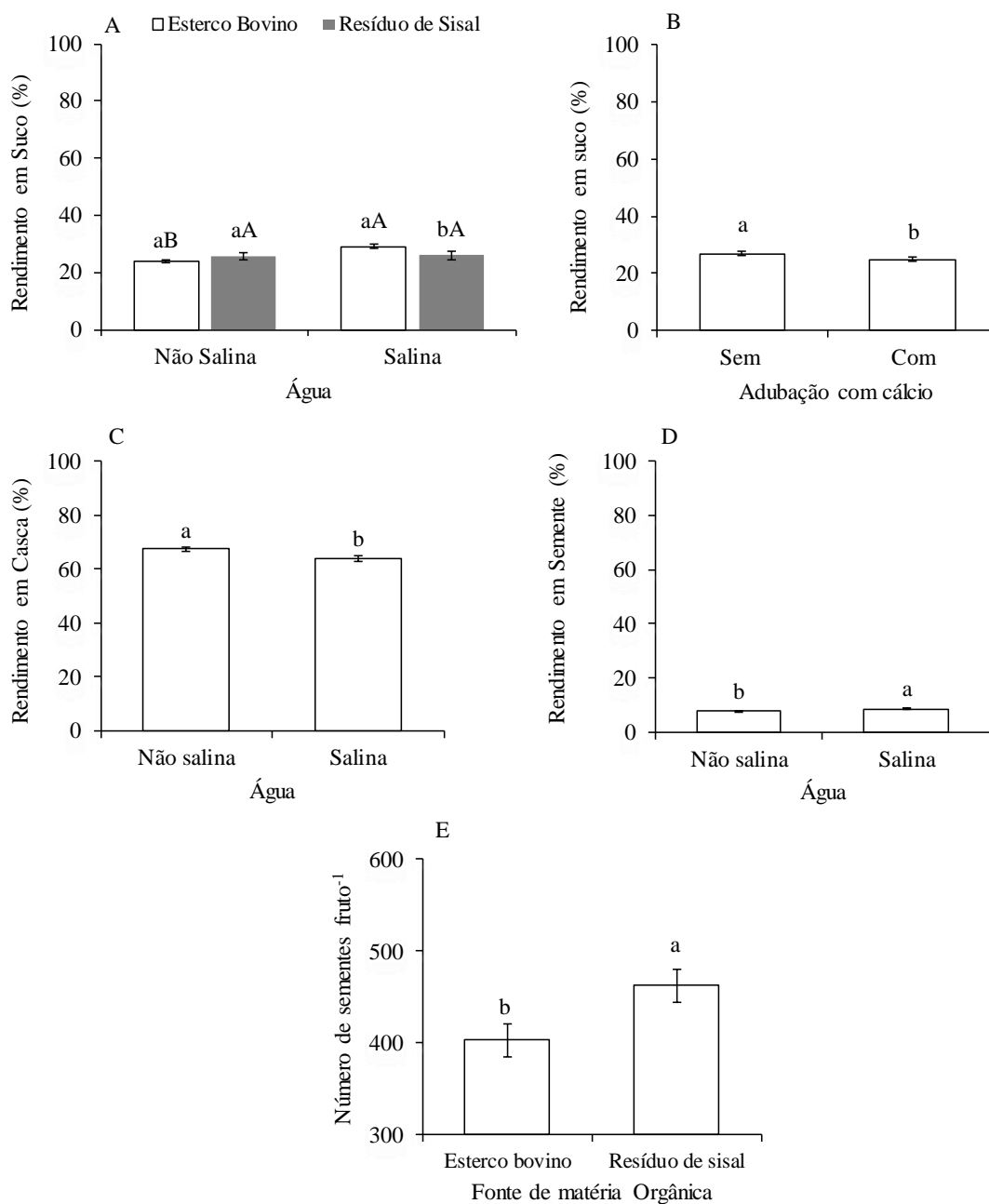
Em comparação aos resultados disponíveis na literatura, Dias et al. (2012) obtiveram comportamento contrário ao da espessura de casca contido na Figura 3.3B, ou seja, com aumento de 65,3 para 99,6 N quando irrigado com água salina; Freire et al. (2010) constataram que a água salina reduziu a firmeza que passou de 93,5 para 88,17; e Freire et al. (2014b) em avaliação de frutos do acesso Guinezinho observaram que a firmeza variou de 96,5 a 101,7 Newtons (N) nos frutos de plantas irrigadas com água não salina e de 100,7 a 111,0 nos tratamentos com água salina, valores bastante superiores ao da presente pesquisa.

O cálcio exerce papel estrutural/apoplástico, destacado-se que o  $\text{Ca}^{2+}$  se liga a grupos ácidos de lipídeos da membrana (fosfo e sulfolipídeos) e a ligações cruzadas entre pectinas (TAIZ et al., 2017). Elevados aportes de K e Ca permitiram Cárdenas et al. (2019) obterem maior firmeza de frutos de amora-preta (*Rubus glaucus* Benth.). Huang et al. (2020) avaliou a aplicação de fertilizante potássico via solo no efluxo de  $\text{Ca}^{2+}$  dos protoplastos pulpare de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) e a fertilização potássica reduziu o efluxo de  $\text{Ca}^{2+}$  nas células pulpare e conseqüentemente aumentou a firmeza da polpa. Porém na presente pesquisa a quantidade de cálcio aplicada pode ter sido alta. Aplicação de doses elevadas de cálcio pode resultar em desbalanceamento na disponibilidade nutrientes (SANTOS et al., 2016) e relação antagonica com  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

### 3.3.2.3 Rendimento de suco, casca, semente e número de sementes

A maior porcentagem de suco em reposta a interação condutividade elétrica da água de irrigação e matéria orgânica foi observada quando se irrigou com água salina e esterco bovino, 29% que foi reduzida para 26% ao aplicar resíduo de sisal e para 24% ao irrigar com água não salina (Figura 3.4A), já sob irrigação com água não salina o rendimento de suco não diferiu quando a fontes de matéria orgânica (Figura 3.4A).

O rendimento de suco foi reduzido para 25% quando se aplicou cálcio, redução percentual de 7% em comparação ao rendimento de suco sem aplicação de cálcio (Figura 3.4B). O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o rendimento da casca de 67 para 64% e aumentou o percentual de sementes de 8 para 9% (Figura 3.4C e D).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre fonte de matéria orgânica (A e E), níveis de cálcio (B) ou condutividade elétrica da água de irrigação (C e D) e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.4** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a rendimento do suco de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (A) e adubação com cálcio (B), rendimento de casca e de sementes de frutos de maracujazeiro-amarelo (C e D) em resposta a salinidade da água de irrigação e número de sementes por fruto de maracujazeiro-amarelo, em resposta a fonte de matéria orgânica (E).

Os valores de rendimento em suco, independentemente do tratamento foram inferiores aos obtidos por Dias et al. (2012) com *Passiflora edulis* e Freire et al. (2014b) com o acesso Guinezinho. Freire et al. (2014a) também constataram aumento do rendimento de suco com aumento da salinidade da água de irrigação para 4.50 dS m<sup>-1</sup> e Bezerra et al. (2017) observaram sob água não salina, menor rendimento de polpa com aplicação de 66 kg ha<sup>-1</sup> cálcio, enquanto que sob irrigação com água salina menor rendimento sob dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio.

O menor rendimento de suco quando comparado aos outros trabalhos ocorreu possivelmente pelo maior rendimento de casca, que foram superiores aos obtidos por Dias et al. (2012) e também com superioridade no rendimento de sementes. Aguiar et al. (2017) avaliando frutos de acesso Guinezinho, obtiveram sob a menor dose de biofertilizante rendimento de casca de 42,73% e de polpa de 58,31%, enquanto que sob a maior dose de biofertilizante o rendimento de casca foi de 58,12% e de polpa de 41,99%. Considerando que Segundo Haendler (1965), os maracujás utilizados no processamento industrial devem apresentar rendimento em suco superior a 33%, independentemente do tratamento todos os rendimentos ficaram a baixo da exigência da indústria.

O número de sementes fruto<sup>-1</sup> foi maior em função do uso de resíduo de sisal (462 sementes), com superioridade de 15% ao valor obtido quando se adubou com esterco bovino (Figura 3.4E). Quanto aos efeitos do manejo no número de sementes por fruto, Freire et al. (2010) obteve aumento do número de sementes com aumento da salinidade de 370 para 442 e Nascimento et al. (2015a) e com aumento da dose de biofertilizante, incremento no número de sementes de 394 para 537. O resíduo de sisal apresentou superioridade de 32% no teor fósforo em comparação ao esterco bovino e possivelmente isso tenha contribuído para o maior número de sementes, já que Kano et al. (2012) e Batistella Filhøe et al. (2013) observaram aumentos lineares do número de sementes com o aumento da dose de fósforo aplicada. Comparativamente, o número de sementes dos frutos sob aplicação de esterco bovino foi próximo aos valores obtidos por Ferreira e Antunes (2019) que avaliaram frutos de maracujazerio comercializados na CEAGESP – Bauru – SP, e registraram número de sementes por fruto variando de 359 a 417.

### 3.3.2 Qualidade Físico-Química dos Frutos

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação, matéria orgânica e cálcio foi significativa para acidez titulável (AT) e a interação condutividade elétrica da água de irrigação e cálcio para açúcares redutores (AR) que também sofreu efeito isolado da matéria orgânica. Já açúcares não redutores (ANR) sofreu interferência da interação condutividade elétrica da água de irrigação e matéria orgânica, a interação matéria orgânica e cálcio foi significativa para vitamina C (Vit C) e condutividade elétrica do suco (CE), enquanto açúcares totais (AST) sofreu efeito isolado da matéria orgânica e do cálcio (Tabela 3.5).

**Tabela 3.5** Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação entre SS e AT (SS/AT), vitamina C (Vit C), açúcares redutores (AR), açúcares não-redutores (ANR) e açúcares solúveis totais (AST) e condutividade elétrica do suco (CE), em frutos de maracujazeiro-amarelo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), fonte de matéria orgânica (MO) e adubação com cálcio (C).

Fonte de Variação	de	GL	SS	AT <sup>1</sup> *	pH	SS/AT <sup>1</sup> *	Vit C	AR	ANR	AST	CE <sup>1</sup> *
Bloco		3	3,687 <sup>ns</sup>	3,922 <sup>ns</sup>	0,056 <sup>ns</sup>	0,249 <sup>ns</sup>	17,635 <sup>ns</sup>	0,150 <sup>ns</sup>	2,377 <sup>ns</sup>	2,145 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>ns</sup>
CEai		1	0,002 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,923 <sup>ns</sup>	18,584 <sup>ns</sup>	0,081 <sup>ns</sup>	1,789 <sup>ns</sup>	5,630 <sup>ns</sup>	0,426 <sup>ns</sup>
Resíduo a		3	0,696	2,305	0,099	3,004	8,967	0,048	1,897	1,358	0,306
MO		1	2,420 <sup>ns</sup>	2,284 <sup>**</sup>	0,044 <sup>ns</sup>	1,300 <sup>ns</sup>	7,869 <sup>ns</sup>	4,364 <sup>**</sup>	0,0641 <sup>ns</sup>	3,390*	0,148 <sup>ns</sup>
C		1	5,335 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,470 <sup>ns</sup>	16,287*	2,462*	0,203 <sup>ns</sup>	4,077*	1,911*
MO x C		1	0,980 <sup>ns</sup>	0,208 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	1,909 <sup>ns</sup>	23,722*	0,110 <sup>ns</sup>	0,251 <sup>ns</sup>	0,029 <sup>ns</sup>	3,928 <sup>**</sup>
CEai x MO		1	0,980 <sup>ns</sup>	1,448*	0,018 <sup>ns</sup>	8,388 <sup>ns</sup>	3,202 <sup>ns</sup>	1,416 <sup>ns</sup>	5,187*	1,182 <sup>ns</sup>	0,099 <sup>ns</sup>
CEai x C		1	4,500 <sup>ns</sup>	3,358 <sup>**</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,621 <sup>ns</sup>	0,981 <sup>ns</sup>	1,694*	0,444 <sup>ns</sup>	0,403 <sup>ns</sup>	0,777 <sup>ns</sup>
CEai x MO x C		1	1,620 <sup>ns</sup>	12,931 <sup>**</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	2,650 <sup>ns</sup>	3,975 <sup>ns</sup>	0,075 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,170 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>
Resíduo b		18	1,582	0,257	0,017	2,001	3,041	0,379	0,362	0,531	0,391
CV (a)			6,452	7,060	9,392	8,56	12,045	5,532	55,54	18,10	2,30
CV (b)			9,727	2,357	3,892	7,00	7,015	15,546	24,26	11,315	2,60
Média			12,93	3,78	3,35	3,39	24,86	3,96	2,48	6,44	4,73

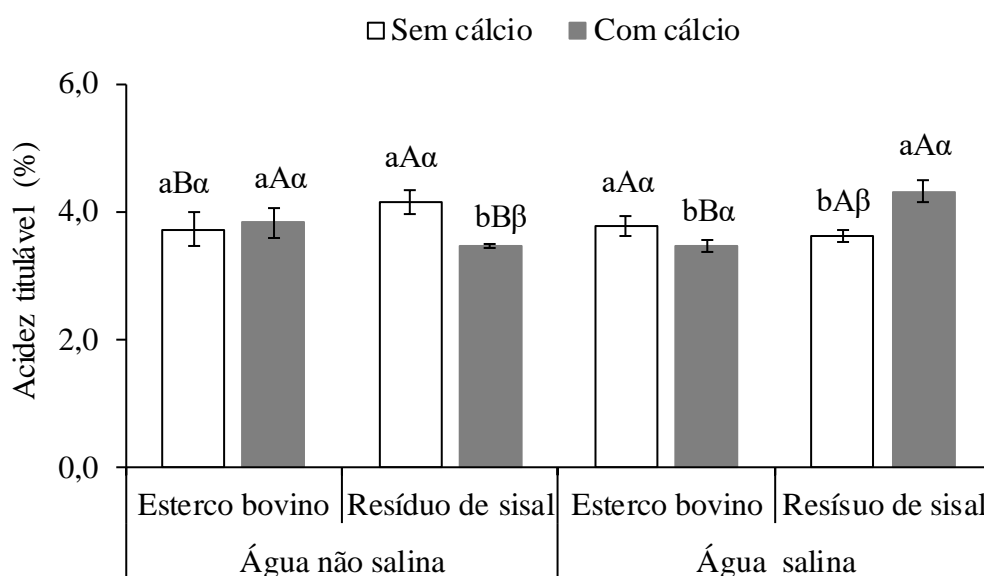
GL- Grau de liberdade; <sup>1</sup>Dados transformados na função log (x + 1) por não se ajustar à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (p > 0,05); \*Valores de Quadrado Médio multiplicado por 1.000; ns, \* e \*\*: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

#### **3.3.2.4 Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis não foi afetado pela condutividade elétrica da água, fonte de matéria orgânica e adubação com cálcio, com média de 12,93 °Brix. Morais et al. (2020) constataram que água salina não prejudicou o teor de sólidos em frutos do acesso Guinezinho e Bezerra et al. (2017) também não verificaram efeitos da salinidade da água ou adubação com cálcio sobre os sólidos solúveis em frutos do maracujazeiro-amarelo cv. BRS Gigante Amarelo. O valor obtido é próximo aos valores obtidos por Nascimento et al. (2015a) e Morais et al. (2020) em frutos do acesso Guinezinho, sob água não salina e água com condutividade elétrica de 3,4 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. O valor obtido é superior aos 11 °Brix determinado como teor mínimo de sólidos solúveis em frutos de maracujazeiro-amarelo, conforme regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maracujá (BRASIL, 2018).

#### **3.3.2.5 Acidez titulável**

A maior média de acidez titulável (AT) foi obtida quando as plantas foram irrigadas com água salina e adubadas com resíduo de sisal e cálcio (4,31%), com redução ao se irrigar com água não salina (20%), adubar com esterco bovino (20%) ou não se aplicar cálcio (16%) (Figura 3.5). O único aumento na AT pelo aumento da salinidade água foi sob associação com resíduo de sisal e cálcio, que promoveu incremento de 3,46 para 4,31%. Em relação às fontes orgânicas e ao cálcio observa-se efeito sob irrigação com água não salina e salina (Figura 3.5). Sob irrigação com água não salina e sem adubação calcítica a aplicação de resíduo de sisal proporcionou maior AT (4,13%) que quando sob uso de esterco bovino, valor superior em 11%, já com a adubação calcítica tem-se o efeito da matéria orgânica associada à salinidade, sob água não salina maior AT quando sob esterco bovino (3,82%) e sob água salina maior AT quando sob uso de resíduo de sisal (4,31%), valores superiores em 10 e 25%. A aplicação de cálcio reduziu AT em 16 e 8%, para o valor de 3,46%, em associação com resíduo de sisal ou esterco bovino, sob água não salina e salina, respectivamente, enquanto que associado ao resíduo de sisal sob irrigação com água salina a aplicação de cálcio aumentou a AT para 4,31%, aumento de 20%.



Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre doses de cálcio, maiúsculas entre fonte de matéria orgânica e gregas entre salinidade da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.5** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a acidez titulável na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação salinidade da água de irrigação, fonte de orgânica e adubação com cálcio.

Os valores obtidos estão compatíveis com os obtidos por Dias et al. (2011) sob água não salina, e com os obtidos por Morais et al. (2020) sob água salina, em que os valores variaram de 3,29 e 3,71% e Sousa et al. (2020) sob água não salina, com valores que variaram de 3,1 a 4,5%. Todos os valores obtidos estão adequados ao consumo, uma vez que superam o valor mínimo de 2,5 g 100 g<sup>-1</sup> ou 2,5% exigido pelo regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maracujá (BRASIL, 2018) e com a maioria dos valores próximos ao intervalo de 2,5 e 3,5 que conforme Matsura e Folegatti (2002) são adequados para frutos de maracujazeiro destinados à produção de suco concentrado e armazenamento da polpa.

### 3.3.2.6 Relação SS/AT

Igualmente ao SS a relação SS/AT não foi alterada pelos fatores em estudo, mesmo com a alteração da AT, a média da razão SS/AT foi 3,39. No trabalho de Bezerra et al. (2017) no qual dentre os fatores estudados estavam salinidade da água com aumento para 4,0 dS m<sup>-1</sup> e doses de cálcio, a relação SS/AT não respondeu as fontes de variação, com média de 3,4. Ferreira e Antunes (2019) avaliaram frutos de maracujazeiro de quatro regiões produtoras do



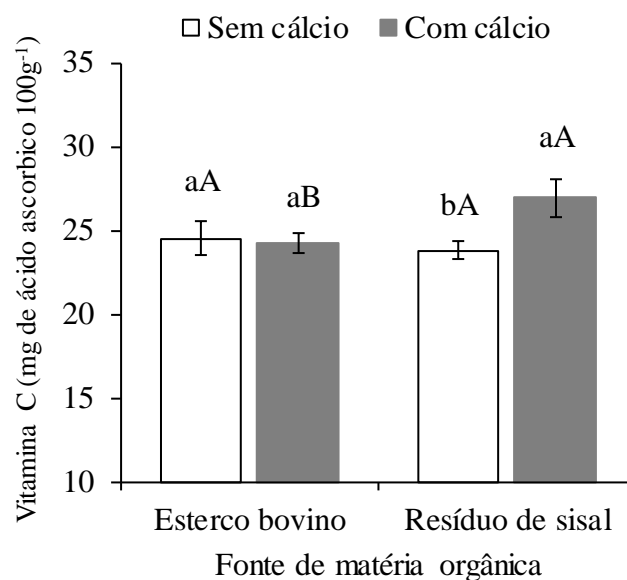
centro-oeste paulista comercializados na CEAGESP – Bauru e os valores da relação variaram de 3,08 a 4,32. O valor da relação expressa o sabor do fruto, caráter doce-ácido (DIAS et al., 2011), o caráter doce-ácido, que quando maior a relação mais doce se encontra o fruto (SOUZA et al., 2020).

### **3.3.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH não diferiu quanto aos tratamentos, com média de 3,35, semelhante aos obtidos em frutos de maracujazeiro-amarelo por Dias et al. (2011), Freire et al. (2010), Freire et al. (2014a) e superior aos obtidos em frutos do acesso Guinezinho, por Nascimento et al. (2015a) que foi 2,99, Moraes et al. (2020) com 2,8 sob água salina e por Aguiar et al. (2017) com 2,77. O valor obtido se encontra adequado, pois é superior ao mínimo estabelecido pelo regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maracujá (BRASIL, 2018), que é de 2,7.

### **3.3.2.8 Teor de vitamina C**

O maior teor de vitamina C foi obtido quando adubado com resíduo de sisal e adubação com cálcio (26,93 mg 100g<sup>-1</sup>), valor superior aos obtidos sob uso de esterco bovino ou não aplicação de cálcio em 11 e 13%, respectivamente. O único efeito do cálcio foi o incremento 13% que provocou no teor de vitamina C quando associado ao resíduo de sisal (Figura 3.6).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio e maiúscula entre fonte de matéria orgânica, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

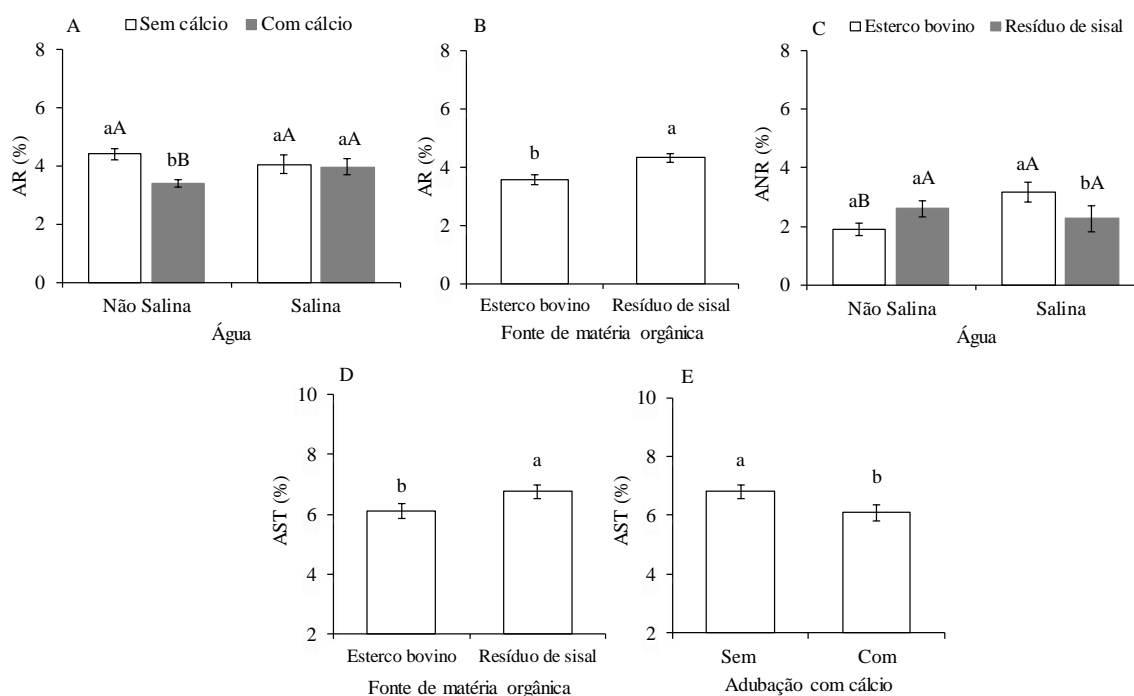
**Figura 3.6** Valores médios  $\pm$  erro padrão para vitamina C na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação adubação com cálcio e fonte de matéria orgânica.

No presente estudo possivelmente teve-se uma condição de estresse quando associado resíduo de sisal e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio, pois além do cálcio adicionando via calcário o resíduo de sisal apresenta grande porcentagem de cálcio em sua constituição (Tabela 3.2). Segundo Taiz et al. (2017) a maioria dos estresses resulta na produção de espécies reativas de oxigênio EROs, capazes de reagir rapidamente com uma diversidade de constituintes celulares e oxidáveis, estes incluem proteínas, DNA, RNA e lipídeos e também desencadear um processo autocatalítico de oxidação de membranas, que ocasiona degradação de organelas, da membrana plasmática e morte celular. O ácido ascórbico muito conhecido pelas propriedades antioxidantes, assim, evita que as plantas sofram danos oxidativos (KAUR e NAYYAR, 2014; TAIZ et al. 2017).

Os teores de vitamina C são semelhantes aos obtidos em frutos produzidos por plantas de maracujazeiro-amarelo e irrigadas com água salina (FREIRE et al., 2014a; AGUIAR et al.; 2017) e água não salina (NASCIMENTO et al., 2015a; SOUSA et al., 2020). Os valores de ácido ascórbico estão acima do admitido como adequado (20 mg de 100g<sup>-1</sup> de suco) para frutos de maracujazeiro (MATSURA & FOLEGATTI, 2002).

### 3.3.2.9 Açúcares redutores, não redutores e totais

O aumento da salinidade da água de irrigação provocou incremento no teor de açúcares redutores (AR) quando em associação com cálcio em 16%, com valor de 3,96%. A aplicação de cálcio reduziu AR para 3,40, sob água não salina, redução percentual de 23% (Figura 3.7A). O teor de AR ao adubar com resíduo de sisal foi de 4,33%, valor superior em 21% ao obtido sob uso de esterco bovino (Figura 3.7B). O maior valor de ANR foi ao se irrigar com água salina em associação com esterco bovino (3,16%), com redução ao se irrigar com água não salina (40,5%) ou adubar com resíduo de sisal (28%), sem diferença quanto a condutividade elétrica da água ao se adubar com resíduo de sisal ou entre a fonte orgânica sob uso de água não salina (Figura 3.7C). Os açúcares totais foram reduzidos ao se adubar com esterco bovino ou se aplicar cálcio em 10%, que passaram a ter em média, 6,1% (Figura 3.7D e E).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio ou fonte matéria orgânica e maiúscula entre níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

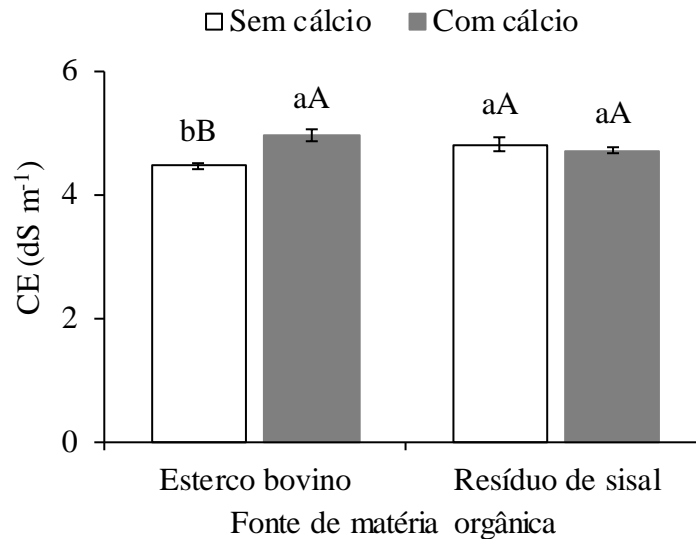
**Figura 3.7** Valores médios  $\pm$  erro padrão para açúcares redutores, em resposta à interação dose de cálcio e salinidade da água de irrigação (A) e fonte de matéria orgânica (B), açúcares não-redutores, em resposta à interação fonte de matéria orgânica e salinidade da água de irrigação (C) e açúcares solúveis totais, em resposta a fonte de matéria orgânica (D) e adubação com cálcio (E) na polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo .

Godoy et al. (2007) ao avaliarem 10 genótipos de maracujazeiro-amarelo do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, verificaram que as médias de AR, ANR e AST foram 3,9; 7,9 e 11,8, respectivamente, com valor de AR próximos aos obtidos no presente estudo, mas com superioridade no valor de ANR. Veras et al. (2000) avaliaram frutos de maracujazeiro-amarelo e obtiveram seguintes valores: 7,14 de AR, 2,43 de ANR e 9,84 de AST, com valor de AR superior e de ANR inferior aos obtidos na presente pesquisa.

Os açúcares são os principais componentes dos sólidos solúveis (GODOY et al., 2007) e teores de açúcares e ácidos são vitais para a palatabilidade do fruto (TAIZ et al., 2017). Segundo o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de Maracujá do Ministério da Agricultura o valor máximo de AST deve ser 18 (BRASIL, 2018) portanto os valores obtidos estão adequados.

### **3.3.2.10 Condutividade elétrica do suco**

A menor condutividade elétrica do suco de frutos do maracujazeiro-amarelo foi ao se adubar com esterco bovino e não aplicar cálcio (4,45), com aumento de 11% ao aplicar cálcio. As matérias orgânicas diferiram apenas quando sem aplicação de cálcio, em que adubação com resíduo de sisal aumentou a CE em 8% (Figura 3.8).



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre níveis de cálcio e maiúscula entre fonte de matéria orgânica, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.8** Valores médios  $\pm$  erro padrão para a condutividade elétrica do suco de frutos de maracujazeiro-amarelo, em resposta a interação adubação com cálcio e fonte de matéria orgânica.

Tanto a aplicação de cálcio em associação com esterco bovino ou aplicação de resíduo de sisal em comparação ao esterco bovino aumentou a condutividade elétrica do suco, considerando o alto teor de cálcio no resíduo de sisal, possivelmente, o aumento ocorre pelo aumento da concentração de ions de cálcio. A condutividade elétrica dos frutos de maracujazeiro-amarelo foi aumentada com aumento da frequência de adubação no trabalho de Dias et al. (2011), com valor médio de  $4,89 \text{ dS m}^{-1}$ .

### 3.4 CONCLUSÕES

Independente da salinidade da água, da fonte de matéria orgânica e da adubação com cálcio as características físico-químicas dos frutos produzidos encontram-se de acordo com os padrões do mercado para consumo de frutas *in natura* e para indústria, exceto o rendimento em polpa que ficou abaixo dos padrões;

A qualidade física dos frutos de maracujazeiro é comprometida quando as plantas são irrigadas com água de condutividade elétrica de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ;

O resíduo de sisal aumenta a porcentagem de açúcares totais, enquanto que a aplicação de cálcio promove redução desses valores.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. V. M. D.; Cavalcante, L. F.; Silva, R. M. D.; Dantas, T. A. G.; Santos, E. C. D. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 136-148, 2017.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. DE M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711-728, 2013.
- Andrade, R.; Ornelas, J.; Brandão, W. Situação atual do sisal na Bahia e suas novas possibilidades de utilização e aproveitamento. **Comunicação SEAGRI**, p. 14-19, 2012.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Batistella Filho, F.; Ferreira, M. E.; Vieira, R. D.; Cruz, M. C. P. D.; Centurion, M. A. P. D. C.; Sylvestre, T. D. B.; Ruiz, J. G. C. L. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 783-790, 2013.
- Benkeblia, N.; Tennant, D. P. F.; Jawandha, S. K.; & Gill, P. S. Preharvest and harvest factors influencing the postharvest quality of tropical and subtropical fruits. In: **postharvest biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. Woodhead Publishing, p. 112-142e. 2011.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Silva, A. R.; Oliveira, F. F.; Medeiros, S. A. S. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**; v. 11, n. 2, p. 319-329, 2019.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Pereira, W. E.; Neto, E. C. N. O cálcio como mitigador de salinidade dos componentes de produção de maracujá cultivadas em foscas protegidos. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 500-508, 2020.
- Bezerra, M.A.; Cavalcante, L.F.; Bezerra, F.T.; Pereira, W.E.; de Oliveira, F.F.; & Silva, A.R. Cálcio na nutrição mineral do maracujá-amarelo cultivado em caroço forrado e com água salina1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 4, pág. 256-263, 2021.
- Bezerra, M. A. F.; Medeiros, S. D. S.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; de Oliveira, F. F.; do Nascimento Neto, E. C. Produção e qualidade de maracujazeiro-amarelo sob salinidade da

água, adubação calcítica e revestimento das covas. *In: IV INOVAGRI International Meeting*, 2017.

Borges, A. L.; Souza, L. DE S. **Recomendação de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Comunicado Técnico, 141),4p. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maracujá. Brasília, DF: MAPA, 2018.

Cárdenas, D. M. M.; Cardona, W. A.; Muñoz, M. C. G.; Benavides, M. M. B. Relationship between variable doses of N, P, K and Ca and the physicochemical and proximal characteristics of andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.). **Scientia Horticulturae**, v. 256, p. 108528, 2019.

Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. A.; Gheyi, H. G.; Cavalcante, I. H. L.; Santos, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. *In: Cavalcante, L. F. (Ed.). O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água*. João Pessoa: Sal da Terra, 2012. cap. 1, p. 17-66.

Cavalcante, L. F.; Santos, R. V.; Hernandez, F. F. F.; Ghey, H. R.; Dias, T. J.; Nunes, J. C.; Lima, G. S. Recuperação de solos afetados por sais. *In: In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 28, p. 461-477.

CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Classificação do maracujá (*Passiflora edulis* Sims)**. São Paulo: Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens do Maracujá-Azedo. 2001.

Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Freire, J. L. D. O.; Do Nascimento, J. A.; Beckmann-Cavalcante, M. Z.; Dos Santos, G. P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 3, 2011.

Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; de Oliveira Freire, J. L.; & Nascimento, J. A. M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2905-2918, 2012.



Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 657p.

Farias, J.F.; Silva, L.J.B.; Araújo Neto, S.E.; Mendonça, V. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. *Revista Caatinga*, 20 (3): 196-202. 2007.

Ferreira, M. O.; Antunes, A. M. Qualidade de frutos de maracujá amarelo comercializados na CEAGESP-Bauru-SP. *Revista AgroFIB*, v. 1, n. 1, 2019.

Fortaleza, J.M.; Peixoto, J.R.; Junqueira, N.T.V.; Oliveira, A.T.; Rangel, L.E.P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27 (1): 124-127. 2005.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Nunes, J. C.; Cavalcante, Í. H. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T.; da Silva Brehm, M. A.; dos Santos, J. B. Physical characteristics of fruit of yellow passion fruit produced in soil with bio-fertilizer, mulching and saline water. *Idesia*, v. 32, n. 1, p. 71-78, 2014b.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T.; da Silva Brehm, M. A.; dos Santos, J. B. Qualidade do suco de maracujá amarelo com cultivo em diferentes fontes orgânicas e água salgada. *Idesia*, v. 32, n. 1, pág. 79-87, 2014a.

Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Souto, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

Godoy, R. C. B.; Ledo, C. A. D. S.; Santos, A. P.; Matos, E. L. S.; Lima, A. D. A. Waszczynskyj, N. Diversidade genética entre acessos de maracujazeiro amarelo avaliada pelas características físico-químicas dos frutos. *Ceres*, v. 54, n. 316, 2015.

Haendler, L. La passiflora: Sa composition chimique et ses possibilites de transformation. *Fruits*, 20: 235-245. 1965.

Huang, Y.; Qiu, L.; Wang, Y.; Yuan, Y.; Qu, H. Ca<sup>2+</sup> efflux is negatively correlated with apple firmness. *Scientia Horticulturae*, v. 270, p. 109439, 2020.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ª Edição. São Paulo, v.1, 371p. 2005.

Jesus, O. N.; Faleiro, F. G.; Junqueira, K. P.; Girardi, E. A.; Rosa, R. C. C.; Petry, H. B. Cultivares comerciais de maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Brasil. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. (Eds.). **Maracujá do cultivo à comercialização**. Brasília: Embrapa, Cap. 3, 2017. p. 39-58.

Kano, C.; Cardoso, A. I. I.; Bôas, R. L. V. Phosphorus rates on yield and quality of lettuce seeds. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 695-698, 2012

Kaur, R.; Nayyar, H. Ascorbic acid: a potent defender against environmental stresses. In: **Oxidative damage to plants**. Academic Press, 2014. p. 235-287.

Lacerda, M. R. B., Passos, M. A., Rodrigues, J. J. V., & Barreto, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

Leão, A.; Sartor, S. M.; Caraschi, J. C. Natural fibers based composites – technical and social issues. **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, 448, 161-177. 2006 doi: 10.1080/15421400500388088

Malavolta, E. **Manual de nutrição de plantas**. 1. ed. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

Martinez, H. E.P.; Araújo, R. Da C. A. Nutrição E Adubação. In: Bruckner, C. H.; Picanso, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 163-188, 2001.

MATSURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil, 23).

Morais, R. R.; Macêdo, J. P. S.; Cavalcante, L. F.; Lobo, J. T.; Souto, A. G. L.; Mesquita, E. F. Arranjo espacial e poda na produção e qualidade química de maracujá irrigado com água salina. **Irriga**, v. 25, n. 3, p. 549-561, 2020.

Marschner, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 651 p.

Nascimento, J. A. M., Cavalcante, L. F., Dantas, S. A. G., Silva, S. A., & Dias, T. J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015a.

Nascimento, J. A. M.; Souto, J. S.; Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. T.; Mendonça, V.; Junior, A. M. A.; Silva Medeiros, S. A. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 224-229, 2015b.

- Pires, M. D. M.; José, A. R.; Conceição, A. O. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. **Ilhéus, Brasil. Editus**, p. 237, 2011.
- Rinaldi, M. M.; Costa, A. M.; Sussel, A. A. B.; Dianese, A. C. Colheita e Pós-colheita de Passifloras *In: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília, DF. 2018. Cap. 9, p. 132 – 140.*
- Rosa, R. C. C.; Oliveira, J. S.; Faleiro, F. G. Preparo do Solo e Tratos Culturais do Maracujazeiro *In: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília, DF. 2018. Cap. 9, p. 132 – 140.*
- Santos, H. G. dos.; Jacomine, P. K. T. Anjos, L. H. C. dos.; Oliveira, V. A. de.; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de.; Araujo Filho, J. C. de.; Oliveira, J. B. de.; Cunha, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.
- Santos, R. V.; Cavalcante, L. F.; Vital, A. F. M.; Lacerda, C. F.; Souza, E. R.; Lima, G. S. Interação salinidade-fertilidade do solo. *In: Ghely, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016. Cap. 28, p. 461-477.*
- Sousa, B. A. A.; Bezerra, F. T. C.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, M. A. F.; Pereira, W. E.; Oliveira, I. C. S. Efeito da população e da fertilização organomineral na qualidade físico-química de frutos de '*Passiflora edulis*' cv. Guinezinho. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 2, pág. 308-318, 2020.
- Steduto, P.; Hsiao, T. C.; Fereres, E.; Raes, D. **Crop yield response to water**. Itália: FAO (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 66), 2012. 500p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 858 p.
- Teixeira, P. C.; Donagema, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p
- Veras, M. C. M.; Pinto, A. C. D. Q.; Meneses, J. B. D. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 959-966, 2000.
- Yahia, E. M.; Gardea-Béjar, A.; Ornelas-Paz, J. de J.; Maya-Meraz, I. O.; Rodríguez-Roque, M. J.; Rios-Velasco, C.; Ornelas-Paz j.; Salas-Marina, M. A. Preharvest Factors Affecting

Postharvest Quality. **Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities**,  
pág. 99-128, 2019.

Yamada, T.; Abdalla, S. R. S. Informações recentes para otimização da produção agrícola. **International Plant Nutrition Institute-IPNI. Informações Agronômicas. Nº117**, 2007.

