



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JAILSON BATISTA DA SILVA**

**FISIOLOGIA DO MARACUJAZEIRO BRS GA1 SOB ESTRATÉGIAS  
DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

**POMBAL - PB**

**2021**

**JAILSON BATISTA DA SILVA**

**FISIOLOGIA DO MARACUJAZEIRO BRS GA1 SOB ESTRATÉGIAS  
DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares

**POMBAL - PB  
2021**

S586f

Silva, Jailson Batista da.

Fisiologia do maracujazeiro BRS GA1 sob estratégias de irrigação com água salina e adubação potássica. / Jailson Batista da Silva. - Pombal, 2021.

44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Prof. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares."

Referências.

1. Maracujazeiro azedo. 2. Maracujazeiro BRS GA1. 3. Maracujazeiro azedo - fisiologia. 4. Maracujazeiro azedo - irrigação. 5. Irrigação - água salina. 6. Adubação potássica. I. Soares, Lauriane A. dos Anjos. II. Título.

CDU 634.776.3(043)

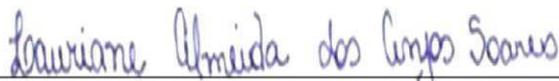
**JAILSON BATISTA DA SILVA**

**FISIOLOGIA DO MARACUJAZEIRO BRS GA1 SOB ESTRATÉGIAS DE  
IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

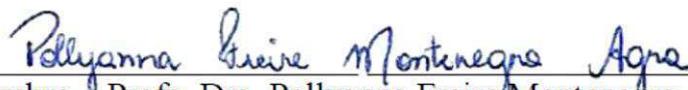
Trabalho de Conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Apresentada em: 24/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



Orientadora – Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – Profa. Dra. Pollyanna Freire Montenegro Agra  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – M. Sc. Francisco Wesley Alves Pinheiro  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

**POMBAL - PB  
2021**

À minha mãe Cleidiane Batista pelo exemplo de vida, dedicação, apoio, superação e amor incondicional.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade, pelo dom da vida, pela saúde, inteligência, humildade, pela força e coragem durante toda esta caminhada, além de iluminar meus caminhos mostrando-me sempre a trilha para se alcançar a felicidade;

Ao meu maior incentivo, minha rainha, minha mãe Cleidiane Batista e minha vó Maria de Fátima, por batalhar cada dia pela minha educação, me apoiar nos momentos mais difíceis, ser minha fortaleza quando mais preciso;

Ao meu pai Jaildo da Silva, aos meus irmãos José Cleiton e Jamilly Vitória, pelo apoio, incentivo e reconhecimento da importância dessa conquista;

A minha namorada Cleidiane Medeiros pela compreensão nos momentos de ausência, apoio, amizade, paciência e amor;

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela oportunidade de cursar a Graduação de bacharel em agronomia e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de auxílio financeiro e bolsa PIBIC/CNPq-UFCG;

Aos professores: Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Dr. Geovani Soares de Lima pela orientação, ensinamentos, apoio, compreensão, paciência e por acreditar no meu trabalho e desempenho, obrigado por tudo.

Aos meus amigos e companheiros de pesquisa Wesley Pinheiro, Rômulo, Saulo, Wesley Bruno, Charles, Pedro e a todos que fizeram e fazem parte da nossa equipe de pesquisa ao longo dessa caminhada contribuindo para que esse trabalho viesse a acontecer.

Aos meus colegas de turma que formamos uma verdadeira família passando por momentos tristes e felizes, meus sinceros agradecimentos a tudo que passamos Caio, Hemile, Rodrigo, Victória, Mylena, Ismar, Vicente, Raul e aos amigos fora da UFCG também, como Josimar nogueira, obrigado pela motivação e apoio, e a todos outros que fizeram parte dessa trajetória;

A todos os funcionários da UFCG: técnicos de Laboratórios, servidores gerais, secretários e diversos outros, muito obrigado;

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para que este trabalho se concretizasse, fazendo com que este sonho se tornasse realidade.

**OBRIGADO A TODOS!**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dados de temperatura média (A), precipitação e umidade relativa (B) durante o período experimental.....	20
<b>Figura 2.</b> Formação de mudas (A), abertura de covas e adubação de fundação(B), transplantio (C).	22
<b>Figura 3.</b> Esquema de condução e poda do maracujazeiro em sistema de espaldeira vertical, a poda da gema apical (A), condução dos ramos secundários (B), condução dos ramos secundários até 1,50 m (C) e conduzidos dos ramos terciários até 30 cm do solo (D).....	25
<b>Figura 4.</b> Polinização natural, Mamangava (A) e polinização artificial, manual (B).	26
<b>Figura 5.</b> Teores de clorofila <i>a</i> (A), clorofila <i>b</i> (B) e carotenoides (C) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.	29
<b>Figura 6.</b> Condutância estomática – <i>g<sub>s</sub></i> do maracujazeiro ‘BRS GA1’ em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio (A) e transpiração – <i>E</i> do maracujazeiro sob diferentes estratégias de manejo da salinidade da água (B) aos 113 DAT.....	31
<b>Figura 7.</b> Concentração interna de CO <sub>2</sub> – <i>C<sub>i</sub></i> do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água (A) e taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> – <i>A</i> em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio (B) aos 113 DAT.....	32
<b>Figura 8.</b> Eficiência instantânea no uso da água – <i>E<sub>i</sub>U<sub>A</sub></i> (A) e eficiência instantânea de carboxilação – <i>E<sub>i</sub>C<sub>i</sub></i> (B) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.....	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.....	21
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância referente à clorofila a ( <i>Cl a</i> ), clorofila b ( <i>Cl b</i> ) e carotenoides ( <i>Car</i> ) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.....	28
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância referente à condutância estomática ( <i>gs</i> ), transpiração ( <i>E</i> ), concentração interna de CO <sub>2</sub> ( <i>Ci</i> ), taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> ( <i>A</i> ), eficiência instantânea no uso da água ( <i>EiUA</i> ) e eficiência instantânea de carboxilação ( <i>EiCi</i> ) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio, aos 113 DAT.....	30

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. Geral .....	13
2.2. Específicos .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Aspectos gerais da cultura do maracujazeiro .....	14
3.2. Salinidade no maracujazeiro amarelo .....	15
3.3. Estratégias para o manejo de águas salinas .....	17
3.4. Adubação potássica como atenuador do estresse salino .....	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
4.1. Localização e caracterização da área experimental .....	20
4.2. Delineamento experimental e tratamentos .....	20
4.3. Preparo da área e coleta da amostra de solo .....	21
4.4. Formação de mudas e transplântio em campo .....	21
4.5. Aplicação dos tratamentos .....	23
4.6. Tratos culturais .....	24
4.6.1. Podas de formação .....	24
4.6.2. Polinização .....	25
4.6.3. Controle fitossanitário .....	26
4.7. Variáveis Analisadas .....	26
4.7.1. Concentração de pigmentos fotossintetizantes .....	26
4.9.2. Trocas gasosas .....	27
4.8. Análise estatística .....	27
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>36</b>

SILVA, J. B. da. **Fisiologia do maracujazeiro BRS GA1 sob estratégias de irrigação de água salina e adubação potássica**. 2021. 44f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

O uso de estratégias de manejo da salinidade da água e a adubação potássica é uma alternativa capaz de minimizar os efeitos deletérios do estresse salino sobre as plantas de maracujazeiro azedo. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e os pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1 em função da aplicação de água salina variando-se as fases de desenvolvimento e adubação potássica. A pesquisa foi conduzida em campo na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em São Domingos, PB, utilizando-se de um delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, cujos tratamentos foram constituídos pela combinação de dois fatores: estratégias de irrigação com águas salinas e duas doses de potássio (60 e 100% de K<sub>2</sub>O da recomendação de adubação para a cultura), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de três plantas, perfazendo o total de 144 unidades experimentais. No estabelecimento das estratégias de manejo foram utilizados dois níveis de salinidade, uma de baixa salinidade (CEa=1,3 dS m<sup>-1</sup>) e a outra com alta CEa (4,0 dS m<sup>-1</sup>). Os teores de clorofila *a*, clorofila *b*, condutância estomática e transpiração foliar do maracujazeiro ‘BRS GA1’ são reduzidas com irrigação com água de 4,0 dS m<sup>-1</sup> em todas as estratégias de manejo da salinidade. A adubação com 60% da recomendação de K<sub>2</sub>O atenuou o efeito do estresse salino na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e eficiência instantânea no uso da água do maracujazeiro ‘BRS GA1’. A aplicação sucessiva da água salina na fase vegetativa e de floração e na fase vegetativa e de frutificação é prejudicial aos teores de carotenoides e a concentração interna de CO<sub>2</sub> do maracujazeiro, independente da dose de K<sub>2</sub>O.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, potássio, osmoregulação.

SILVA, J. B. da. **Physiology of passion fruit BRS GA1 under saline water irrigation and potassium fertilization strategies.** 2021. 44f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agri-Food Science and Technology. Pombal, PB.

### **ABSTRACT**

The use of water salinity management strategies and potassium fertilization is an alternative capable of minimizing the deleterious effects of salt stress on sour passion fruit plants. In this context, the objective was to evaluate gas exchange and photosynthetic pigments of passion fruit cv. BRS GA1 depending on the application of saline water, varying the stages of development and potassium fertilization. The research was conducted in the field at the Experimental Farm 'Rolando Enrique Rivas Castellón', belonging to the Agro-Food Technology Science Center of the Federal University of Campina Grande, in São Domingos, PB, using a randomized block design, in 6 x 2 factorial scheme, whose treatments were constituted by the combination of two factors: irrigation strategies with saline water and two potassium doses (60 and 100% K<sub>2</sub>O of the fertilizer recommendation for the crop), with four replicates, with each plot consisting of 3 plants, making a total of 144 experimental units. The levels of chlorophyll a, chlorophyll b, stomatal conductance and leaf transpiration of 'BRS GA1' passion fruit are reduced with irrigation with water of 4.0 dS m<sup>-1</sup> in all salinity management strategies. Fertilization with 60% of the K<sub>2</sub>O recommendation attenuated the effect of saline stress on the CO<sub>2</sub> assimilation rate and instant efficiency in the use of passion fruit water 'BRS GA1'. The successive application of saline water in the vegetative and flowering phase and vegetative and fruiting is harmful to the carotenoid contents and the internal CO<sub>2</sub> concentration of the passion fruit, regardless of the K<sub>2</sub>O dose.

**Key words:** *Passiflora edulis* Sims, salt stress, potassium, osmoregulation.

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims.) é uma fruteira tropical cultivada de norte a sul do Brasil, sendo o maior produtor e consumidor mundial de maracujá amarelo e o terceiro suco mais produzido no país, destacando-se como um dos principais exportadores de seu suco, ao lado da Colômbia e do Equador (MARTINS et al., 2007; COSTA et al., 2009; FREIRE et al., 2014). De acordo com dados da IBGE (2019) a região de maior produção do país é a Nordeste, com produção de 382.739 toneladas em uma área colhida correspondente a 28.629 hectares, destacando-se os estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte com produtividade média de 168.457, 145.102, 21.430, 19.221, 9.967 e 8.334 toneladas, respectivamente.

Entretanto, a região Nordeste do Brasil é caracterizada por períodos prolongados de estiagens, devido à ocorrência de insuficiência hídrica envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos, principalmente no que diz respeito à presença de sais nos recursos hídricos decorrentes das características climáticas e geológicas da região (MEDEIROS et al., 2003). Dessa forma, a utilização de água salina na irrigação, surge como uma alternativa para suprir a demanda hídrica das culturas, principalmente no período de estiagem, quando os poços e açudes da região apresentam níveis de sais mais elevados na água (HOLANDA et al., 2010).

O uso de águas com altos teores de sais, pode induzir modificações fisiológicas nas plantas, comprometendo o crescimento e desenvolvimento, devido à diminuição do potencial osmótico na solução do solo podendo, também, ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, em razão da acumulação excessiva de certos íons nos tecidos vegetais, especialmente sódio, cloro e boro (CAVALCANTE et al., 2011; MGUIIS et al., 2012).

Contudo, a intensidade com que o estresse salino pode afetar as plantas depende de outros fatores, tais como espécie, cultivar, tipos de sais, intensidade e duração do estresse, manejo cultural e da irrigação, condições edafoclimáticas e adubação (MUNNS & TESTER, 2008). Desta forma, as águas salinas podem ser utilizadas para irrigação de culturas durante certa fase de desenvolvimento com pouca ou nenhuma redução no seu rendimento (ASHRAF & HARRIS, 2004). Soares et al. (2018) estudando os efeitos das estratégias de manejo da água salina em genótipos de algodoeiro naturalmente colorido variando-se as fases fenológicas da cultura, verificaram que a aplicação de água de elevada salinidade nas fases vegetativa e de floração proporcionou menores perdas no crescimento, acúmulo de fitomassa e na qualidade de fibra.

Outro fator de produção, que pode influenciar consideravelmente a produtividade das

culturas, isso por que o potássio está envolvido em importantes funções nos processos fisiológicos das plantas, como na ativação de enzimas, na abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, além de atuar na translocação de carboidratos e na síntese de proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Além disso, esse nutriente age como atenuante dos efeitos depressivos da salinidade da água sobre os cultivos (GURGEL et al., 2010; PRAZERES et al., 2015), devido as funções exercidas por este macronutriente no metabolismo vegetal, favorecendo a formação e translocação de carboidratos e o uso eficiente da água pela planta, equilibra a aplicação de nitrogênio (ARAÚJO et al., 2012).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar as trocas gasosas e os pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1 em função da aplicação de água salina variando-se as fases de desenvolvimento e adubação potássica.

### **2.2. Específicos**

- Avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos e as trocas gasosas do maracujazeiro submetido ao estresse salino e doses de potássio.
- Desenvolver estratégias de manejo para uso de água salina na irrigação do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1;
- Identificar uma dose de potássio capaz de atenuar os efeitos do estresse salino sobre a cultura do maracujazeiro amarelo.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Aspectos gerais da cultura do maracujazeiro**

O maracujazeiro é pertencente à família Passifloraceae, sendo registradas mais de 530 espécies para o gênero Passiflora, das quais mais de 150 são nativas do Brasil; entretanto, apenas 70 espécies produzem frutos comestíveis (SOUZA & MELETTI, 1997; CUNHA et al., 2002).

A planta do maracujazeiro é botanicamente caracterizada como uma planta perene, de crescimento contínuo, podendo atingir altura entre cinco a dez metros. O sistema radicular é do tipo pivoltante, pouco profundo, com maior volume de raízes concentrado entre 30 e 45 cm de profundidade, em um raio de 60 cm a partir do tronco (SOUSA, 2004). Com caule de seção circular é lenhoso na base e herbáceo no ápice (MELETTI & MAIA, 1999). Do caule surgem as gemas vegetativas, cada uma dando origem a uma folha e uma gavinha. As folhas são alternadas, e quando jovens a maioria delas têm forma ovalada. Na fase adulta podem ser trilobadas, com tamanhos e formas bem variados.

O aparecimento das primeiras gavinhas e dos ramos laterais é observado entre o 4º e 7º nó contado a partir da base, já o aparecimento das primeiras flores, ocorrem em uma posição compreendida entre o 24º e 25º nó (VASCONCELLOS & FILHO, 2000). As flores formadas nas axilas das folhas, as quais são hermafroditas, em geral com cinco estames e três estigmas, e exigem mais que 11 horas de luz para florescer (MARTINS, 1998), após o seu florescimento ocorre o processo de polinização natural ou artificial, ao qual dará a formação dos frutos.

A polinização natural é realizada por abelhas do gênero *Xylocopa*, conhecidas com o nome de mamangabas, mamangás, mangangavas, mangavas, mangangás, mamangavas ou abelhas carpinteiras (FREITAS et al., 2009). Por outro lado, polinização artificial é realizada com a interferência do homem utilizando técnicas de manejo para aumentar a produtividade. Essa técnica é realizada em áreas infestadas com pragas, em que o uso frequente de inseticidas é inevitável e, principalmente, em áreas em que os polinizadores naturais são escassos (VIANA et al., 2014). Dessa forma, os produtores conseguem obter frutos de melhor qualidade, alcançando maiores produtividades.

A produção nacional de frutos de maracujá, no ano de 2019, foi em torno de 593.429 mil toneladas em uma área de aproximadamente 41.584 mil hectares. Dessa produção, a região Nordeste do Brasil apresenta a maior quantidade de maracujá produzida, com 382.739

mil toneladas, e o estado do Ceará ocupa o segundo lugar na produção nacional de maracujá, ficando atrás apenas da Bahia, e a Paraíba se destaca como quinto maior produtor da região, com produtividade de 9.967 toneladas em área colhida de 1.073 hectares (IBGE, 2019). O maracujá (*P. edulis*) é a principal espécie comercial, é consumida principalmente pela qualidade de seus frutos. A polpa é empregada na elaboração de sucos e concentrados que atendem principalmente o segmento de bebidas e doces. As folhas são utilizadas no preparo de chás pelas propriedades calmantes (COSTA & TUPINAMBÁ, 2005).

O genótipo de maracujazeiro amarelo ‘BRS GA1’ caracteriza-se por possuir frutos em formato oblongo, com a base e o ápice ligeiramente achatados, pesando entre 120 e 350 g, rendimento de polpa em torno de 40% e teor de sólidos solúveis de 13 a 15 °Brix (SÁ et al., 2015).

### **3.2. Salinidade no maracujazeiro amarelo**

A qualidade da água de irrigação é um fator indispensável quando associada à produção agrícola, onde o uso de água salina na agricultura deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos. Entretanto, deve-se garantir o seu uso racional através de um manejo cuidadoso, e na aplicação de técnicas que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (RHOADES et al., 2000; CAVALCANTE et al., 2010).

As elevadas concentrações de sais diluídas na solução do solo têm efeito direto nas relações hídricas, diminuindo a capacidade de movimentação dos nutrientes pelas raízes devido à baixa absorção de água e nutrientes causados pelo efeito osmótico (ALVES et al., 2011). Com alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, quantificados nas folhas pela fluorescência inicial (F0), máxima (Fm) e variável (Fv) da clorofila a, além do rendimento quântico potencial (Fv/Fm), que indicam o funcionamento do fotossistema II (PSII), e conseqüentemente, da eficiência no uso da radiação fotoquímica na assimilação de carbono pelas plantas (CHA-UM & KIRMANEE, 2011).

Outro efeito marcante da salinidade é a toxicidade iônica provocada pelos íons cloreto, sódio e boro, sendo a toxicidade mais frequente provocada pelo cloreto, seguida do sódio e do boro, contudo, a toxidez provocada pelos íons sódio e cloreto são os mais evidentes em solos salinos (AYERS & WESTCOT, 1999; PEDROTTI et al., 2015). Após a absorção, estes íons que entram no fluxo de transpiração e, eventualmente, causam injúrias nas folhas, reduzindo o

crescimento ou influenciando negativamente na absorção de elementos essenciais (MUNNS, 2005). Quando as plantas são expostas à salinidade, o equilíbrio na absorção e transporte de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e de outros nutrientes minerais essenciais é interrompido ocasionando o desequilíbrio nutricional pelo efeito indireto (GARCIA et al., 2007). Essas informações são condizentes com os resultados obtidos por vários pesquisadores que ao estudarem níveis de água salinas nas plantas de maracujazeiro, também observaram influencia no desenvolvimento dessa cultura.

Araújo et al. (2013), em pesquisa sobre produção de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas, observaram que, a partir da concentração  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ , ocorreu redução do índice de velocidade de emergência e do crescimento inicial avaliado pela altura, diâmetro do caule, número de folhas, matérias frescas e secas da parte aérea. De forma semelhante, Oliveira et al. (2015) ao avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre mudas de maracujazeiro amarelo, também observaram que a partir de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  ocorreram efeitos deletérios no crescimento devido às alterações iônicas e hormonais nas plantas.

Andrade (2018) avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação ( $0,7$  a  $2,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) e aplicação exógena do peróxido de hidrogênio ( $0$  a  $60 \mu\text{M}$ ) no maracujazeiro variedade “Guinezinho” e observaram maior número de folhas nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  e aplicação de  $40 \mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Lima et al. (2020) ao estudarem os teores de pigmentos fotossintéticos o maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado irrigado com água de condutividade elétrica de  $0,3$  e  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  e duas doses de potássio –  $\text{K}_2\text{O}$  (50 e 100% da recomendação) em ambiente protegido, concluíram que a síntese de clorofila *a* foi significativamente reduzida com o uso de água de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Freire et al. (2010) ao avaliar os efeitos dos sais sobre a planta de maracujazeiro amarelo observaram que o aumento na concentração de sais refletiu-se em incremento de concentração interna de  $\text{CO}_2$ , mas reduziu a condutância estomática e a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ . Cavalcante et al. (2011) em pesquisa com maracujazeiro amarelo sob condições de estresse salino (CEa variando-se de  $0,5$  a  $3,80 \text{ dS m}^{-1}$ ), verificaram diminuição nos teores foliares de clorofila *a*, *b* e total. Segundo Dias et al. (2011) o aumento da concentração salina da água de irrigação ( $0,5$ ;  $1,5$ ;  $2,5$ ;  $3,5$  e  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) reduziu a produção dos frutos e número de frutos do maracujazeiro amarelo apresentando mais severidade a partir da CEa de  $2,5 \text{ dS}^{-1}$ . De acordo com os autores o declínio nos componentes de produção pode ser atribuído também às características físicas do solo como aumento da resistência mecânica à penetração das raízes com o aumento da salinidade da água de irrigação.

### 3.3. Estratégias para o manejo de águas salinas

A utilização de águas com altos teores de sais têm sido cada vez mais utilizada com sucesso, em cultivos irrigados, em sistemas agrícolas localizados em diversos países, especialmente quando há monitoramento constante da salinidade do solo e a adoção de práticas de manejo da água salina (KUSVURAN et al., 2010; ZONG et al., 2011). O uso de estratégias de manejo de águas salinas pode ajudar a melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo, reduzindo a concentração de sais que entra no ambiente radicular, reduzir o impacto nas plantas e melhorar a eficiência do uso da terra e da água (MURTAZA et al., 2006; LACERDA et al., 2011).

Segundo Barbosa et al. (2012) as estratégias não específicas são utilizadas em diferentes condições de cultivo, e podem aumentar a produtividade e o aproveitamento da terra tanto sob condições salinas quanto sob condições não salinas, por outro lado, as estratégias específicas são aquelas que estão diretamente relacionadas ao problema da salinidade, e que normalmente não se aplicam aos cultivos em condições não salinas. Contudo, as respostas das plantas à salinidade são dependentes de diversos fatores, tais como: variedade da espécie, estágio de desenvolvimento da cultura, o tempo de exposição aos íons, além das práticas de irrigação e adubação, condições edafoclimáticas (COSTA et al., 2013).

Todavia, devido a redução na disponibilidade dos recursos hídricos, é necessário buscar informações mais precisas sobre o uso eficiente da água destinada à irrigação, assim como também para o aproveitamento de águas classificadas como baixa qualidade, neste caso, águas com elevados teores de sais em solução (ALVES et al., 2011). Dessa forma, a realização de técnica do aproveitamento dessas águas com elevados teores de sais, torna-se uma alternativa de grande importância para o aumento da produtividade agrícola. Por outro lado, quando essa água é manejada de maneira inadequada, a irrigação pode causar danos a solo como: degradação, desertificação a abandono do mesmo. Neste sentido, devido a necessidade de se obter informações sobre a tolerância aos níveis de sais na água de irrigação utilizada nas culturas, alguns trabalhos foram realizados com intuito de fornecer informações mais precisas.

Dias et al. (2011) ao estudarem a qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas, observaram que o aumento salino das águas de irrigação resultou em perdas do rendimento em polpa, de sólidos solúveis, razão SS AT<sup>-1</sup> e de vitamina “C” do suco de maracujazeiro-amarelo. Por outro lado, Terceiro Neto et al. (2013), avaliando a produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de

salinidade crescente, observaram que o meloeiro é mais sensível à salinidade da água de irrigação nas fases de crescimento e floração, esses resultados observados por esses autores corroboram com os registrados por Aragão et al. (2009) e Dias et al. (2010), ao afirmarem que a salinidade elevada do solo, durante o período de floração, reduz tanto o peso médio dos frutos como o número de frutos por planta, ocorrendo, para este último, com maior intensidade.

### **3.4. Adubação potássica como atenuador do estresse salino**

O potássio ( $K^+$ ) é um dos macronutrientes que desempenha importantes funções nos processos fisiológicos, na osmorregulação, ativação enzimática e manutenção do potencial de membrana, além de estar envolvido na atividade de osmólitos inorgânicos, regulando assim a pressão do turgor das células vegetais, que controla a abertura dos estômatos e o crescimento do tubo polínico (AHANGER et al., 2017). O potássio contribui para a atividade fotossintética e subsequente translocação e metabolismo de carboidratos e, conseqüentemente, determina o rendimento e a qualidade da colheita (WANG et al., 2017).

Dessa forma, quando as plantas são submetidas às condições de estresse salino, o desequilíbrio nutricional devido à absorção excessiva de  $Na^+$ , tem provocado reduções na concentração de íons catiônicos, principalmente  $K^+$ , resultando em elevada relação entre o  $Na^+/K^+$  (CHATTERJEE et al., 2014). Isso ocorre devido ambos os íons terem propriedades físico-químicas semelhantes, como a valência e o raio iônico, de forma que o transportador não consegue distingui-los (SILVA & TREVIZAM, 2015).

A planta sob condições de estresse salino tem seu funcionamento metabólico e fisiológico comprometido, o que tem afetado todos os estágios de crescimento, incluindo os estágios fenológicos, vegetativo, formação da produção (SANTOS JUNIOR et al., 2016; DUTRA et al., 2017). Abbasi et al. (2015) observaram em plantas de milho sob condição de estresse salino associada à adubação potássica contribuiu para reduzir a relação  $Na^+/K^+$ , o que levou ao aumento na produção de biomassa, com maior conteúdo de clorofila, trocas gasosas e atividades de enzimas antioxidantes em todos os estágios de crescimento.

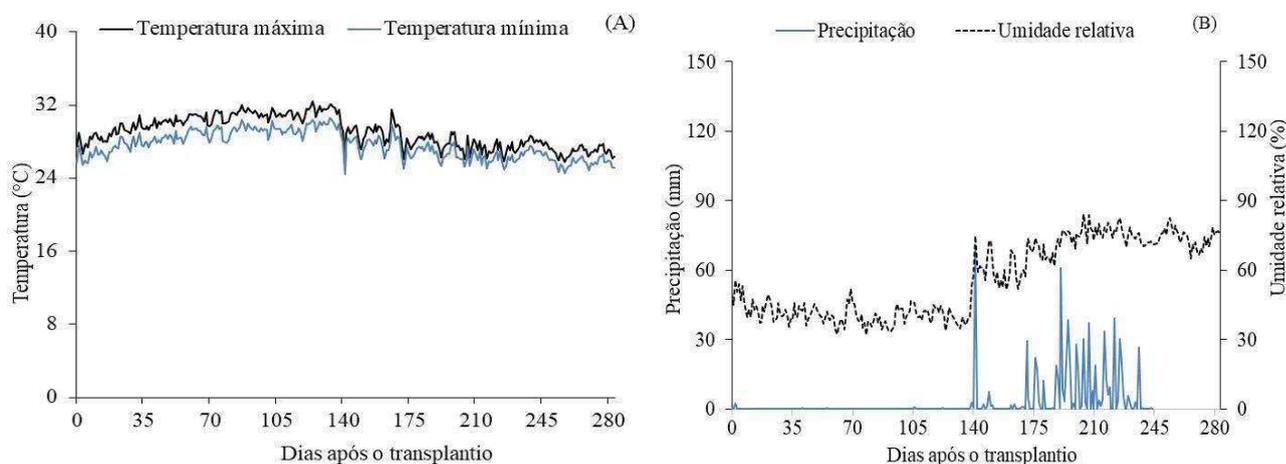
Kaya et al. (2007), trabalhando com meloeiro sob condições de salinidade e adição de prolina e nitrato de potássio, verificaram que a aplicação suplementar de  $KNO_3$  reduziu o efeito salino no crescimento das plantas, na produção de frutos e parâmetros fisiológicos, devido esse nutriente proporcionar aumento na relação  $K/Na$ ,  $Ca/Na$  e maior absorção de N. Já, Bard & Shafei (2002), avaliando os efeitos da salinidade da água em duas variedades de

trigo, constataram que incremento nas doses de K reduziram o efeito deletério do estresse salino sobre as plantas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido no período de agosto de 2019 a maio de 2020 em campo na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de São Domingos, Paraíba, PB, situado pelas coordenadas: 06°48’50” de latitude (S) e 37°56’31” de longitude (W), a uma altitude de 190 m. Os dados de temperatura média máxima e mínima, precipitação e umidade relativa estão dispostos na Figura 1.



**Figura 1.** Dados de temperatura máxima e mínima (A) e precipitação e umidade relativa (B) durante o período experimental.

### 4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, cujos tratamentos foram constituídos pela combinação de dois fatores: estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo - SE; irrigação com água de alta salinidade nas fases: vegetativa - VE; floração - FL; frutificação - FR; nas fases sucessivas vegetativa/floração - VE/FL; vegetativa/frutificação - VE/FR) e duas doses de potássio (60 e 100% de K<sub>2</sub>O da recomendação de Costa et al. (2008) de adubação para a cultura do maracujazeiro amarelo correspondendo a 345 g de K<sub>2</sub>O por planta ano), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de 3 plantas, perfazendo o total de 144 unidades experimentais. A área teve uma fileira de plantas ao redor como bordadura.

No estabelecimento das estratégias de manejo foram utilizados dois níveis de salinidade, expressos em termos de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), uma de baixa salinidade (1,3 dS m<sup>-1</sup>) proveniente de um poço artesiano situado na área experimental e a outra com alta CEa (4,0 dS m<sup>-1</sup>), foi obtido a partir da água de um segundo poço artesiano também situado na área experimental com CEa de 2,5 dS m<sup>-1</sup> onde foi adicionado NaCl, sem iodo, na água para obtenção do nível salino desejado nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: vegetativa VE - do transplântio até o surgimento do primórdio floral (50-113 DAT); floração FL - do surgimento do primórdio floral e o total desenvolvimento do botão floral (114-200 DAT); frutificação FR - da fecundação do botão floral até o surgimento dos frutos com manchas amarelas entremeadas (201-280 DAT).

#### 4.3. Preparo da área e coleta da amostra de solo

No preparo do solo foi realizada uma aração seguida de gradagem, visando o destorroamento e nivelamento da área. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico típico de textura areia franca. Antes do transplântio das mudas em campo, fez-se coleta de amostras simples de solo na camada de 0-40 cm e posteriormente foram misturadas para formar uma amostra composta, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme a metodologia propostas por Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

Características químicas									
pH H <sub>2</sub> O)	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	
(1:2,5)	dag kg <sup>-1</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....						
7,82	0,81	10,60	0,30	0,81	2,44	1,81	0,00	0,00	
.....Características químicas.....					.....Características físicas.....				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )		
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5 kPa <sup>2</sup>	
1,52	5,36	6,67	15,11	820,90	170,10	9,00	12,87	5,29	

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup>+H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>es</sub> - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; <sup>1,2</sup>referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

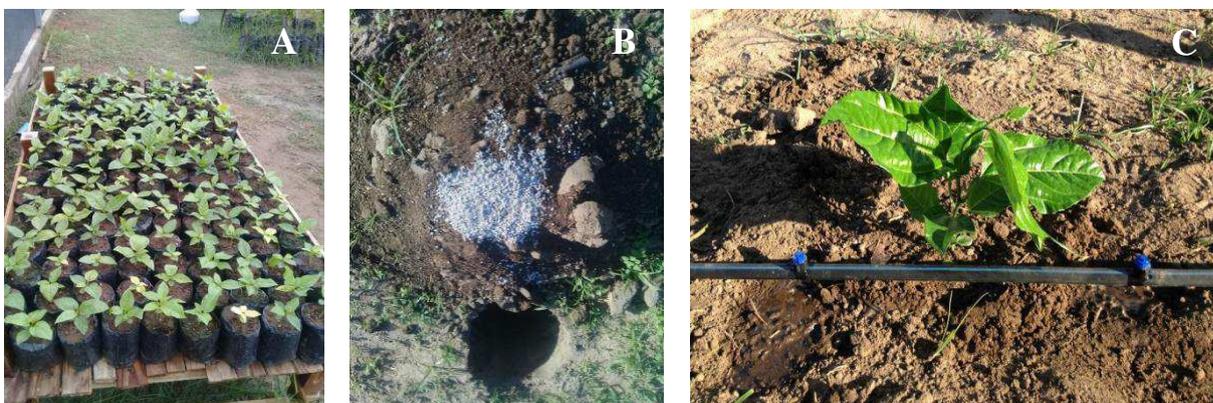
#### 4.4. Formação de mudas e transplântio em campo

A semeadura do maracujazeiro cv. BRS GA1 foi realizada em sacos plásticos com dimensões de 15 x 20 cm, com capacidade aproximadamente de 500 gramas, preenchidos com substrato, constituído da mistura de 84:15:1 (base volume) de solo, areia e esterco bovino

curtido, respectivamente; o solo foi autoclavado, visando eliminar os principais organismos que pudessem causar possíveis doenças nas plantas. Para obtenção das mudas foram semeadas duas sementes por saco. Foi realizado o desbaste, deixando-se apenas a planta com maior vigor, quando estas atingiram 10 cm de altura (Figura 2A).

Durante a formação das mudas as irrigações foram realizadas com água de baixa salinidade  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Realizaram-se as adubações com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando-se ureia, MAP e cloreto de potássio, como suas respectivas fontes.

Em seguida, realizou-se a abertura das covas manualmente, com auxílio de uma cavadeira, com espaçamento de 3 m entre fileiras e 3 m entre plantas. As covas foram feitas com dimensões  $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}$  (Figura 2B).. As mudas ficaram com a região do colo livre, evitando-se ao aprofundamento das mesmas e possíveis aparecimentos de doenças fúngicas. Após a abertura das covas, realizou-se a adubação de fundação com 20 L de esterco bovino e 50 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , utilizando superfosfato simples conforme recomendação de Costa et al. (2008). O transplântio das mudas para o campo ocorreu aos 65 dias após a semeadura (DAS), conforme a(Figura 2C).



**Figura 2.** Formação de mudas (A), abertura de covas e adubação de fundação(B), transplântio (C).

A adubação com nitrogênio e potássio teve início aos 30 dias após o transplântio (DAT) sendo realizadas mensalmente, utilizando-se a ureia como fonte de nitrogênio (45% de N) e como fonte de potássio o cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) de acordo com recomendação de Costa et al. (2008). Na fase de formação da cultura, utilizou-se 65 g de N por planta e nas fases de floração e frutificação foram aplicados 160 g de N por planta. Na dose de 100% de potássio foram aplicados 65 g de  $\text{K}_2\text{O}$  por planta na fase vegetativa e na fase

de floração e frutificação 280 g de K<sub>2</sub>O planta, já na de 60% de potássio foram aplicados 39 g de K<sub>2</sub>O por planta na fase vegetativa e na fase de floração e frutificação 168 g de K<sub>2</sub>O por planta.

A aplicação de micronutrientes teve início aos 30 DAT sendo realizada quinzenalmente através de um composto de Dripsol micro (Mg<sup>2+</sup> = 1,1%; B = 0,85 %; Cu (Cu-EDTA) = 0,5%; Fe (Fe-EDTA) = 3,4 %; Mn (Mn-EDTA) = 3,2%; Mo = 0,05%; Zn = 4,2%; Contém 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1 g L<sup>-1</sup>, via pulverização foliar aplicando em média 40 L por aplicação.

#### 4.5. Aplicação dos tratamentos

Durante o ciclo da cultura, a água de irrigação do tratamento de menor nível de condutividade elétrica (1,3 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente de um poço artesiano situado na Fazenda experimental do CCTA/UFCG; o nível de CEa de 4,0 dS m<sup>-1</sup> foi obtido a partir da água (CEa de 2,5 dS m<sup>-1</sup>) de um segundo poço artesiano também situado na área experimental do CCTA/UFCG. No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais, extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \text{ (mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Em que:

Q = quantidade de sais a ser adicionado (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m<sup>-1</sup>).

Foi utilizado sistema de irrigação localizada por gotejamento, utilizando-se tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade, de 16 mm nas linhas laterais com gotejadores de vazão 10 L h<sup>-1</sup>. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), a 15 cm do caule onde foi determinada a vazão média dos gotejadores como também coeficiente da uniformidade da aplicação da água. As plantas foram irrigadas diariamente, pela manhã, exceto em dias chuvosos, conforme estratégia adotada, sendo a lâmina estimada com base na evapotranspiração da cultura, de acordo com (BERNARDO et al., 2009), obtida pela Eq. 2:

$$\text{ETc} = \text{ETo} \times \text{Kc} \quad (2)$$

Em que:

ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia<sup>-1</sup>;

ETo - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith, mm d<sup>-1</sup>; e,

Kc - coeficiente de cultivo, adimensional.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi determinada diariamente a partir de dados climáticos coletados na Estação Meteorológica de São Gonçalo, localizada no município de Sousa – PB, sendo os dados utilizados para determinação a ET<sub>o</sub> pelo método de Penman-Monteith. Utilizou-se de um coeficiente de cultivo de 0,4 (50-113 DAT), 0,8 (114-198 DAT) e 1,2 (199-253 DAT), de acordo com a recomendação contida em Nunes et al. (2016).

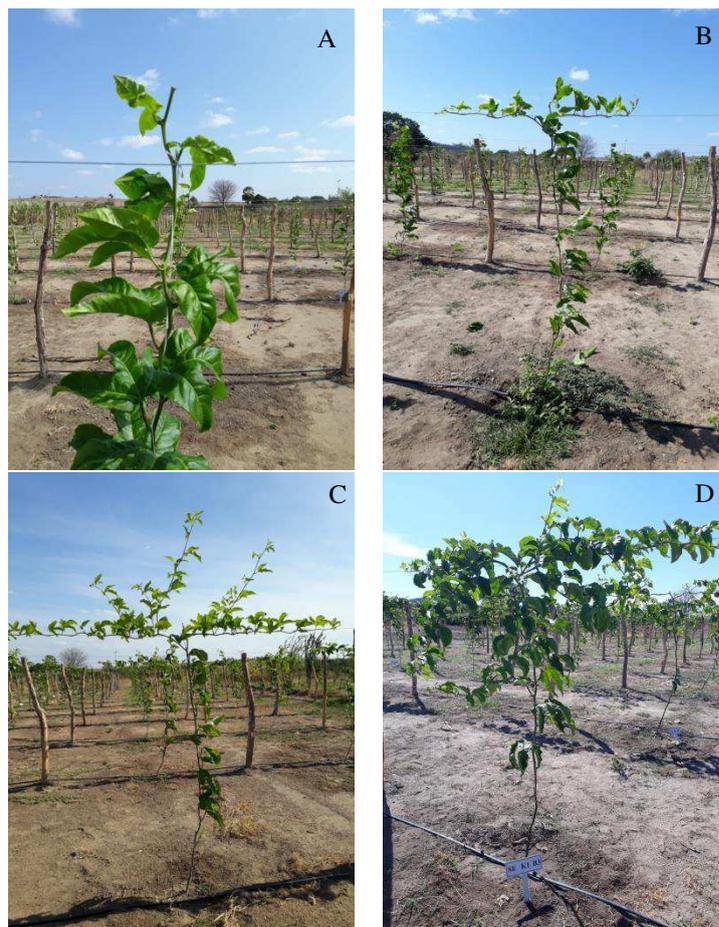
Inicialmente, até 49 dias após o transplântio (DAT), a irrigação, em todos os tratamentos, foi realizada com água de poço com CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>. A aplicação das águas salinas teve início aos 49 DAT, quando as mudas estavam aclimatadas às condições de campo. A aplicação das doses de K teve início aos 20 DAT, feitas simultaneamente em cobertura pelo método convencional, em círculo, a um raio de 20 cm em relação à base da planta, com aplicações em intervalo de 15 dias.

## **4.6. Tratos culturais**

### **4.6.1. Podas de formação**

Após o transplântio das mudas no campo, foi realizado o tutoramento com propósito de se desenvolverem com um porte ereto até a altura da espaldeira. Foram realizadas desbrotas frequentes, até as mudas atingirem a altura da espaldeira. As plantas foram conduzidas em haste única. Aos 15 DAT, iniciou-se a poda, eliminando-se todos os brotos laterais, deixando apenas a haste principal, que foi conduzida por um tutor até atingir o arame de sustentação à altura de 1,80 m.

Quando as plantas atingiram 10 cm acima da espaldeira foi efetuada a poda da gema apical (Figura 3A), visando à emissão dos ramos secundários, onde foi conduzido um para cada lado até o comprimento de 1,50 m (Figuras 3B e 3C). Após os ramos secundários atingirem tal comprimento, foi efetuada uma nova poda da gema apical destes, visando à emissão dos ramos terciários, os quais foram conduzidos até 30 cm do solo, formando uma cortina e emitindo as inflorescências, que deram origem aos frutos (Figura 3D). Ao longo da condução do experimento foi realizado à eliminação de gavinhas e de ramos ladrões, visando favorecer o desenvolvimento da cultura.



**Figura 3.** Esquema de condução e poda do maracujazeiro em sistema de espaldeira vertical, a poda da gema apical (A), condução dos ramos secundários (B), condução dos ramos secundários até 1,50 m (C) e conduzidos dos ramos terciários até 30 cm do solo (D)

#### 4.6.2. Polinização

A polinização ocorreu tanto de forma natural (Figura 4A) através da ação de abelhas mamangavas (*Xylocopa* spp), principal agente polinizador natural do maracujazeiro, como artificial de forma manual realizada diariamente (Figura 4B), com o intuito de obter uma produtividade satisfatória, feita pela transferência dos grãos de pólen de uma flor para estigmas de uma flor de outra planta, com auxílio dos dedos, no período da tarde, entre 12 horas e 15 horas, horário em que as flores estavam abertas de acordo com procedimentos relatados por Faleiro et al. (2019).



**Figura 4.** Polinização natural com Mamangava (A) e polinização artificial manual (B).

#### 4.6.3. Controle fitossanitário

Durante o ciclo de produção, foram realizadas capinas com auxílio de enxadas em volta das plantas e roçadeira nas ruas, assim, controlando a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da cultura, tratos fitossanitários com aplicação de (Ridomil Gold MZ) na instalação do experimento de forma preventiva contra fungos e sempre que necessário através de monitoramento visual controle de pragas do maracujazeiro, de acordo com o crescimento e a necessidade da cultura.

#### 4.7. Variáveis Analisadas

##### 4.7.1. Concentração de pigmentos fotossintetizantes

Os pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b* e carotenóides) foram quantificados aos 113 DAT de acordo Arnon (1949), obtidos a partir de extratos vegetais de amostras de discos do limbo da terceira folha madura a partir do ápice. Os teores de clorofila e carotenóides nas soluções foram determinados por meio de espectrofotômetro nos comprimentos de onda de absorbância (ABS) (470, 647 e 663), por meio das equações (Eq. 3, 4 e 5):

$$Cl\ a = 12,21\ ABS_{663} - 2,81\ ABS_{646} \quad (3)$$

$$Cl\ b = 20,13\ A_{646} - 5,03\ ABS_{663} \quad (4)$$

$$Car = (1000\ ABS_{470} - 1,82\ Ca - 85,02\ Cb) / 198 \quad (5)$$

Em que: Cla = clorofila a; Clb = clorofila b; e Car = carotenoides totais. Os valores obtidos para os teores de clorofila a, b e carotenoides nas folhas foram expressos em mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca (mg g<sup>-1</sup> MF).

#### 4.7.2. Trocas gasosas

As trocas gasosas do maracujazeiro foram avaliadas aos 113 DAT utilizando-se uma folha mediana e intacta do ramo produtivo, através da condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo “LCPro<sup>+</sup>” da ADC BioScientific Ltda. A partir desses dados foram quantificadas a eficiência intrínseca no uso da água ( $E_i$ ) ( $A/g_s$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e a eficiência instantânea da carboxilação ( $A/C_i$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ].

#### 4.8. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado teste de agrupamento de médias por Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para as estratégias de manejos da salinidade e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para as doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

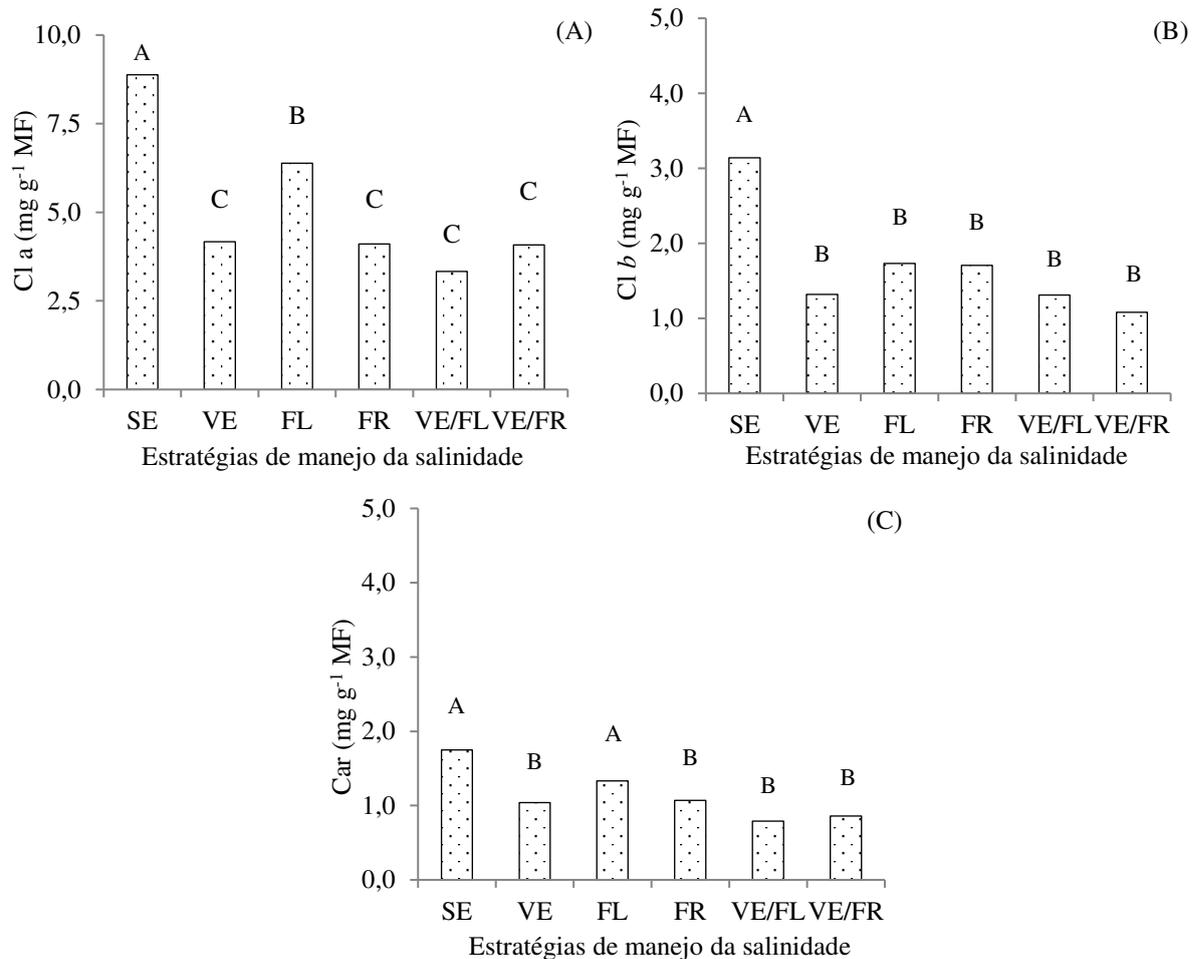
Com base na análise de variância, a interação entre as estratégias de manejo da salinidade e doses de potássio não tiveram efeito significativo para os teores de pigmentos do maracujazeiro BRS GA1 aos 113 DAT. Para os fatores isolados, verifica-se efeito significativo apenas nas estratégias de manejo da salinidade para a clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenoides (*Car*) em níveis de probabilidade de 0,01 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente aos teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenoides (*Car*) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médio		
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car
Estratégia de manejo (EM)	5	35,09**	4,52**	1,00**
Doses de K (DK)	1	0,75 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
EM x DK	5	3,21 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
Blocos	3	3,27 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	2,46	0,55	0,28
CV (%)		30,44	43,65	46,50

<sup>ns</sup>, \*\* respectivamente não significativo e significativo a  $p < 0,01$ .

Ao analisar os teores de clorofila *a* e *b* das plantas de maracujazeiro BRS GA1, observou-se redução significativa em função das estratégias de manejo da salinidade, verificando-se nas plantas irrigadas com água de elevada salinidade (4,0 dS m<sup>-1</sup>) nas estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR diminuição dos teores de Cl *a* e *b*, independente da dose de K<sub>2</sub>O aplicada (Figuras 5A e 5B). As plantas submetidas à irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo (SE) se destacaram com a maior síntese de Cl *a* e *b*, sendo obtidos 8,87 e 3,14 mg g<sup>-1</sup> MF, respectivamente. A diminuição nos teores de clorofila *a* e *b* induzida pelo estresse salino é um indicativo de destruição da estrutura da membrana tilacóides, reduzindo a afinidade entre clorofilas e proteínas dos cloroplastos, além do aumento da atividade da clorofilase que degrada as moléculas do pigmento fotossintetizante, provocando o desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação (CAVALCANTE et al., 2011; SAYYAD-AMIN et al., 2016). Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2020) ao avaliar os pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado na fase de formação de mudas em função da irrigação com água salina (CEa de 0,3 a 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e adubação potássica, com efeito deletério na síntese da clorofila *a* e *b* quando as plantas foram submetidas ao maior nível salino.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). SE - irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo (1-253 dias após transplantio - DAT); VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (50- 113 DAT); FL = estresse salino na fase de floração (114-200 DAT); FR = estresse salino na fase de frutificação (201-280DAT); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (50 -200 DAT); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (50-113/201-280 DAS).

**Figura 5.** Teores de clorofila *a* (A), clorofila *b* (B) e carotenoides (C) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.

As estratégias de manejo da salinidade da água influenciaram significativamente os teores de carotenoides das plantas de maracujazeiro (Figura 5C). Verifica-se que as plantas submetidas às estratégias SE e FL resultaram nos maiores teores de carotenoides com 1,74 e 1,33 mg g<sup>-1</sup> MF, respectivamente, superando as estratégias de manejo da salinidade VE, FR, VE/FL e VE/FR. Os carotenóides atuam na dissipação do excesso de energia através do ciclo da xantofila, sendo estabilizadores da membrana dos cloroplastos (TAIBI et al., 2016). Assim, a redução na síntese de carotenoides nas plantas cultivadas sob as estratégias VE, FR, VE/FL e VE/FR pode ser resultado da degradação de β-caroteno e a redução na formação de

zeaxantina, ocasionando declínio na biossíntese de carotenóides (LIMA et al., 2004). Verificase efeito significativo das estratégias de manejo da salinidade sobre a transpiração (*E*) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ (Tabela 3). As doses de potássio influenciaram significativamente apenas a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*). Houve interação significativa entre os fatores (EM x DK) sobre a condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) e eficiência instantânea de carboxilação (*EiCi*) do maracujazeiro aos 113 DAT.

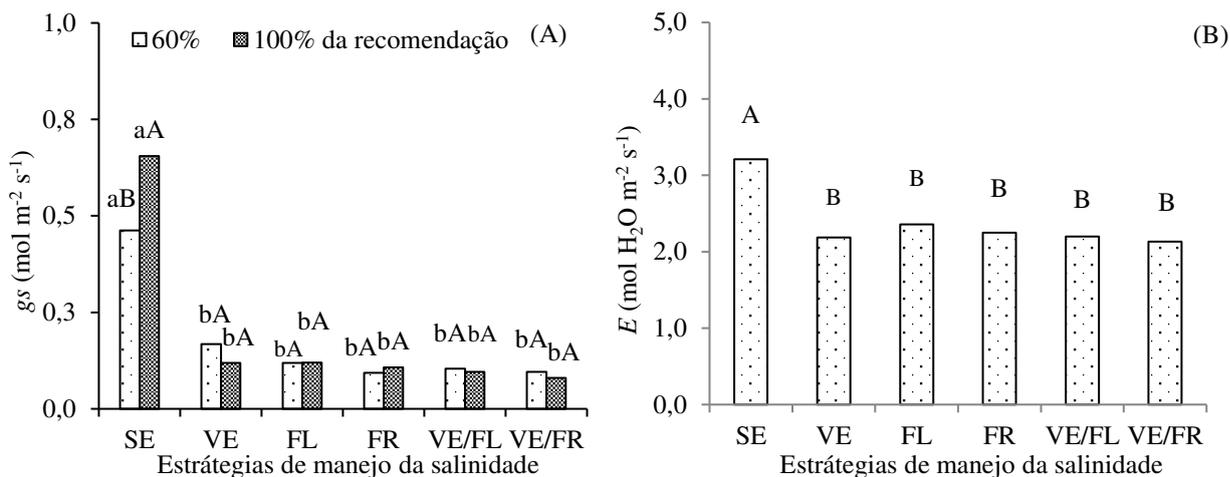
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente à condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) e eficiência instantânea de carboxilação (*EiCi*) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médio					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>EiUA</i>	<i>EiCi</i>
Estratégia de manejo da salinidade (EM)	5	0,27**	1,3367**	2890,7**	37,37**	0,89 <sup>ns</sup>	0,0007**
Doses de K (DK)	1	0,006 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	645,3 <sup>ns</sup>	9,72*	0,22 <sup>ns</sup>	0,00004 <sup>ns</sup>
EM x DK	5	0,01**	0,1832 <sup>ns</sup>	294,8 <sup>ns</sup>	20,39**	2,67*	0,0004**
Blocos	3	0,003 <sup>ns</sup>	0,5700 <sup>ns</sup>	4351,2 <sup>ns</sup>	11,96 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,00005 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	0,002	0,2948	570,75	2,38	0,98	0,0001
CV (%)		27,53	22,73	11,25	16,45	24,68	24,06

<sup>ns</sup>, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ .

Com base no desdobramento entre as doses de K e estratégias de manejo de salinidade para a condutância estomática (*gs*) das plantas de maracujazeiro, observa-se superioridade na *gs* das plantas submetidas à irrigação com água de menor nível de condutividade elétrica (SE) quando associada a maior dose de adubação potássica 100% de K<sub>2</sub>O, superando as plantas cultivadas sob as demais estratégias de manejo da salinidade (VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR) (Figura 3A). Ao comparar as plantas irrigadas conforme as estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR, constata-se efeito semelhante na *gs*. A diminuição na *gs* é uma estratégia para evitar desidratação excessiva e pode ser considerado um mecanismo adotado pelas plantas para se adaptar às condições de estresse salino. Dessa forma, o fechamento estomático observado neste trabalho através da redução na condutância estomática (Figura 6A) é uma estratégia utilizada pelas plantas para minimizar a quantidade de água transpirada, o que pode resultar na redução na absorção e transporte de íons tóxicos, como Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, para seu interior, constituindo uma estratégia adaptativa (PEREIRA FILHO et al., 2019).

Silva et al. (2019) em estudo avaliando as trocas gasosas do maracujazeiro Guinezinho em função da irrigação com águas salinas (0,7 a 2,8 dS m<sup>-1</sup>) durante a fase de formação de mudas, também observaram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente a condutância estomática das plantas e destacaram que o fechamento estomático restringe a entrada de CO<sub>2</sub> nas células do mesófilo foliar, o que pode aumentar a suscetibilidade a danos fotoquímicos.



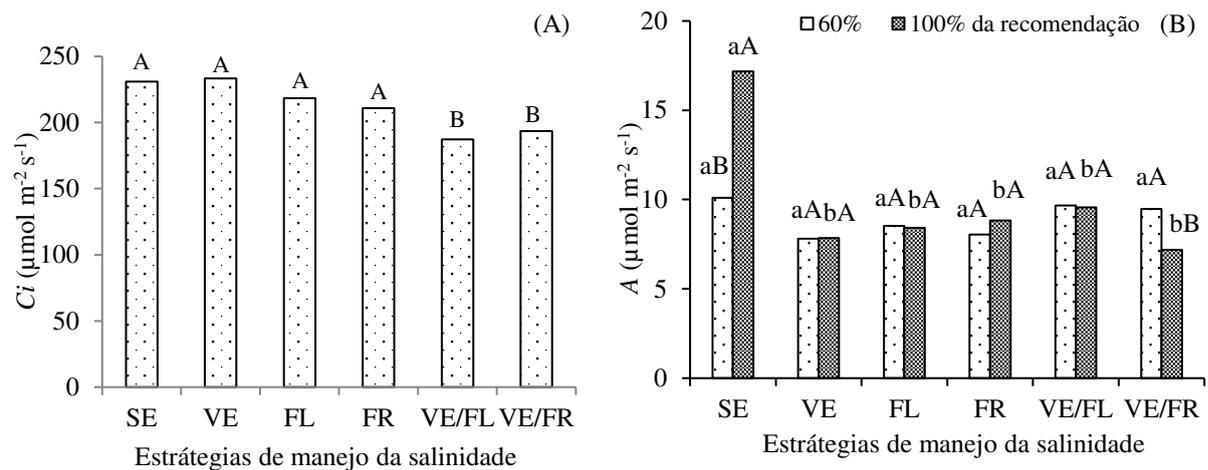
Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Barras na vertical representam o erro padrão da média ( $n=4$ ). SE= Sem estresse, VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (50- 113 DAT); FL = estresse salino na fase de floração (114-200 DAT); FR = estresse salino na fase de frutificação (201-280 DAT); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (50 -200 DAT); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (50-113/201-280 DAS).

**Figura 6.** Condutância estomática –  $g_s$  do maracujazeiro ‘BRS GA1’ em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio (A) e transpiração –  $E$  do maracujazeiro sob diferentes estratégias de manejo da salinidade da água (B) aos 113 DAT.

Para a transpiração do maracujazeiro, constata-se diferença significativa entre as estratégias de manejo de salinidade quando as plantas foram submetidas à irrigação com água de menor nível de condutividade elétrica (SE), superando as plantas cultivadas sob as demais estratégias de manejo da salinidade (VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR) (Figura 6B). Os menores valores observados nas estratégias de manejo da salinidade (VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR), ocorreram devido aos efeitos degenerativos provocados pelo excesso de sais, que resultam em modificações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, alterando, dentre outros, os teores foliares de clorofila e carotenoides, comprometendo a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento, desenvolvimento das plantas no ambiente (CAVALCANTE et al., 2011; SOUTO et al., 2015). A diminuição na taxa fotossintética das

plantas induzida pelo estresse salino ocorre devido aos fatores estomáticos e/ou não estomáticos, ocasionando alterações nos processos metabólicos da fotossíntese e afetando adversamente as atividades de uma série de enzimas do estroma envolvidas na redução de CO<sub>2</sub> (HNILICKOVÁ et al., 2017).

Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foram reduzidas, igualmente, a transpiração foliar e a concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), nas estratégias de manejo da salinidade VE/FL (estresse salino na fase vegetativa e na floração) e VE/FR (estresse salino na fase vegetativa e de frutificação), que tiveram as menores concentrações interna de CO<sub>2</sub>, (Figura 7A). Os menores valores observados nessas estratégias ocorreram possivelmente em função do efeito osmótico ocasionado pela salinidade, o que dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas. De acordo com Ayers & Westcot, (1999) nessas fases ocorrem maior demanda hídrica da planta para haver um melhor suprimento dos frutos.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Barras na vertical representam o erro padrão da média ( $n=4$ ). SE= Sem estresse, VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (50- 113 DAT); FL = estresse salino na fase de floração (114-200 DAT); FR = estresse salino na fase de frutificação (201-280 DAT); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (50 -200 DAT); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (50-113/201-280 DAS).

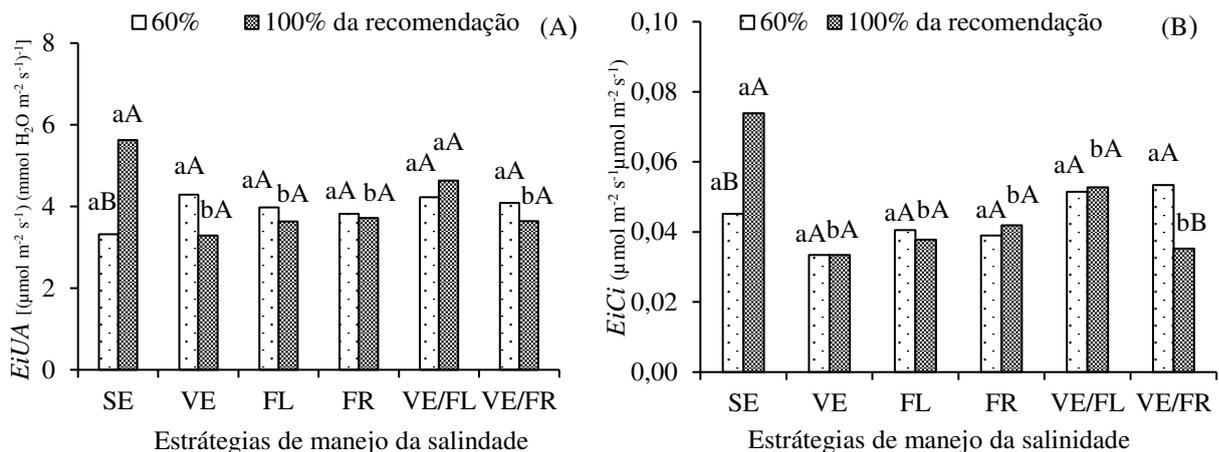
**Figura 7.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> – Ci do maracujazeiro ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água (A) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> – A em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio (B) aos 113 DAT.

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas de maracujazeiro foi influenciada de forma significativa pela interação entre os fatores (EMS x DK). Nas plantas adubadas com 60% da recomendação de K<sub>2</sub>O, as maiores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> foram observadas quando se utilizaram as estratégias SE, FR, VE/FR (28,85; 27,68 e 28,86 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente),

diferindo-se estatisticamente das plantas sob as estratégias de manejo da salinidade VE, FL e VE/FL nessa mesma dose de adubação potássica (Figura 7B). Por outro lado, verifica-se que nas plantas adubadas com 100% da recomendação de  $K_2O$  o maior valor de  $A$  ( $34,85 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi obtido quando se utilizaram água de menor nível salino ( $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) durante todo ciclo de cultivo (SE). Destaca-se o efeito negativo do estresse salino (CEa de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), independente da fase fenológica do maracujazeiro 'BRS GA1'.

A diminuição na taxa fotossintética das plantas induzida pelo estresse salino ocorre devido aos fatores estomáticos e/ou não estomáticos, ocasionando alterações nos processos metabólicos da fotossíntese, afetando adversamente as atividades enzimáticas envolvidas na redução de  $\text{CO}_2$  (HNILICKOVÁ et al., 2017). Além disso, a redução da fotossíntese pode ser um efeito direto do acúmulo dos íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nos tecidos foliares (SILVA et al., 2011). Em pesquisa avaliando as respostas do maracujazeiro amarelo relacionadas às trocas gasosas, Freire et al. (2014), observaram que a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade (CEa =  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) durante todo o ciclo, com redução de 30% em comparação com as plantas irrigadas com CEa de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

A eficiência no uso da água das plantas também foi afetada significativamente pela interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de adubação potássica (Figura 8A), nota-se que as plantas cultivadas com água de menor CEa (SE) durante todo o ciclo de cultivo obtiveram uma  $EiUA$  superior ao das que foram irrigadas com água de elevada salinidade conforme as estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR não diferindo entre si nas doses de K. A eficiência do uso da água expressa a relação entre a fotossíntese e a transpiração, em que os valores obtidos relacionam a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que perde (TAIZ et al., 2017). Sendo assim, a diminuição na EUA das plantas submetidas à irrigação com água de elevada salinidade nas estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR estar relacionada.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Barras na vertical representam o erro padrão da média ( $n=4$ ). SE= Sem estresse, VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (50- 113 DAT); FL = estresse salino na fase de floração (114-200 DAT); FR = estresse salino na fase de frutificação (201-280 DAT); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (50 -200 DAT); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (50-113/201-280 DAS).

**Figura 8.** Eficiência instantânea no uso da água – *EiUA* (A) e eficiência instantânea de carboxilação – *EiCi* (B) do maracujazeiro ‘BRS GA1’ em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio aos 113 DAT.

Para a eficiência instantânea de carboxilação das plantas de maracujazeiro em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de adubação potássica (Figura 8B), verifica-se que as plantas submetidas ao menor nível de CEa durante todo o ciclo de cultivo (SE) se destacaram com a maior *EiCi* nas plantas adubadas com 100% da dose de  $K_2O$ , sendo superior aos valores observados nas que estavam submetidas às estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR. A eficiência instantânea da carboxilação é um parâmetro utilizado para identificar a ação dos fatores não estomáticos que interferem na taxa de assimilação de  $CO_2$ . Assim, a diminuição na *EiCi* das plantas pode estar relacionada ao aumento da fotorrespiração e ao declínio na atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), devido à baixa disponibilidade de substrato (ATP e NADPH) para a ativação e a regeneração da enzima, em decorrência do acúmulo de sais nos tecidos foliares, especialmente o  $Na^+$  e  $Cl^-$  (DIAS et al., 2018). Diminuição na *EiCi* em plantas cultivadas sob estresse salino também foi observado por Dias et al. (2018), em estudo com a aceroleira ‘BRS 366 Jaburu’ quando irrigada com salinidade da água de  $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ .

## 6. CONCLUSÕES

Os teores de clorofila *a*, clorofila *b*, condutância estomática e transpiração foliar do maracujazeiro ‘BRS GA1’ são reduzidas com irrigação com água de 4,0 dS m<sup>-1</sup> em todas as estratégias de manejo da salinidade.

A adubação com 60% da recomendação de K<sub>2</sub>O atenuou o efeito do estresse salino na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e eficiência instantânea no uso da água do maracujazeiro ‘BRS GA1’.

A aplicação sucessiva da água salina na fase vegetativa e de floração e na fase vegetativa e de frutificação é prejudicial aos teores de carotenoides e a concentração interna de CO<sub>2</sub> do maracujazeiro, independente da dose de K<sub>2</sub>O.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, H. JAMIL, M.; HAQ, A.; ALI, S.; AHMAD, R.; PARVEEN Z. M. Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.103, n.2, p.229-238, 2016.

AHANGER, M. A.; AGARWAL, R. M. Potassium improves antioxidant metabolism and alleviates growth inhibition under water and osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Protoplasma**, v.254, p.1471-1486, 2017.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p. 602-608, 2011.

ANDRADE, E. M. G. **Águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio no cultivo de maracujazeiro amarelo**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018. 103p.

ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J.J.; QUEIROZ, S.O.P.; DANTAS, B.F. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.161-169, 2009.

ARAÚJO, W. L. SOUSA, J. R. M. DE; SOUSA JUNIOR, J. R. DE; SILVA, S. S. DA; ALEIXO, D. DE L.; PEREIRA, E. B. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas com água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 15-19, 2013.

ARAÚJO, H. S.; QUADROS, B. R.; CARDOSO, A. I. I.; CORRÊA, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 469-475, 2012.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts, Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H.R Gheyi; J.F. Medeiros; F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFCG, 1999. 218p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).

BARBOSA, F. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; LAGE, Y. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Yield and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1731-1737, 2012.

BADR, M. A.; SHAFEL, A. M. Salt tolerance in two wheat varieties and its relation to potassium nutrition. **Al-Azhar Journal of Agricultural Research**, v. 35, p.115-128, 2002.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8ªed. Reimpressão. Viçosa, MG: UFV, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, supl.1, p. 699-705, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.251-261, 2010.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**. v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

COSTA, A. R. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

COSTA, M. M.; BONOMO, R.; SENA JÚNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R.; RAGAGNIN, V. A. Produção do maracujazeiro amarelo em condições de sequeiro e irrigado em Jataí – GO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.1, p.13–21, 2009.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56 p. (Documentos, 162)

COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. Cap 20, p.475-506.

CHATTERJEE, D.; DATA, S. C.; MANJIAIAH, K. M. Fractions, uptake and fixation capacity of phosphorus and potassium in three contrasting soil orders. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.14, n.3, p.640-656, 2014.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A. A. **Maracujá Produção: Aspectos Técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104p.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.9, p.628-633, 2018.

DIAS, N. S.; DE OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; BLANCO, F. F.; REBOUÇAS, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.915-921, 2011.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755-761, 2010.

DUTRA, T. R.; MASSAD, D. M.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, R. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.91, p.323-330, 2017.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. DE; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Avanços na propagação do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.2, e-155, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. de. 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.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.5, p.102-110, 2010.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v.40, p.332-346, 2009.

GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientescatiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **IDESIA** (Chile) v. 25, n. 3, p.93-106, 2007.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.1828, 2010.

HNILICKOVÁ, H.; HNILICKA, F.; MARTINKOVÁ, J.; KRAUS, K. Effects of salt stress on water status, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of rocket. **Plant, Soil and Environment**, v.63, n.8, p.362-367, 2017.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FRRREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. FORTALEZA, INCTA Sal, 2010. p. 43-61.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS -IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE/2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: mar. 2021.

KAYA, C.; TUNA, A. L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 397-403, 2007.

KUSVURAN, S. **Relationships between physiological mechanisms of tolerances to drought and salinity in melons**. PhD Thesis, Department of Horticulture, Institute of Natural and Applied Sciences, University of Cukurova, Turkey, 2010. 356p.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.663-675, 2011.

LIMA, G. S.; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fru cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.184-194, 2020.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, v.63, n.3, p.335-340, 2004.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; CANUTO, R. S.; SILVA, J. C. **Maracujá (*Passiflora* spp)**. Belo Horizonte. EPAMIG: 101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. p. 503-507, 2007.

MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998. 84f.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.

MELETTI, L. M. M; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim Técnico Instituto Agrônômico Estado de São Paulo, v. 181, p. 1-62, 1999.

MGUIS, K.; ALBOUCHI, A.; KHADHRI, A.; ABASSI, M.; YAKOUBI-TEJ, M.; MAHJOUB, A.; OUERGHI, Z.; BRAHIM, N. B. Adjustments in leaf water relations of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. and wheat (*Triticum durum* Desf.) plants grown in a salinity gradient. **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.5, p.768-776, 2012.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, n. 3, p. 645–663, 2005.

MURTAZA, G.; GHAFOR, A.; QADIR, M. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. **Agricultural Water Management**, v.81, n.1, p.98-114, 2006.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. et al. (Ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**. Brasília: EMBRAPA. 1991. cap. 2, p. 189-253.

NUNES, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante.** 2016. 164p. (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.1, p.1-06, 2015.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B.; Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v.19, n.2, p.1308-1324, 2015.

PEREIRA FILHO, J. V.; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. G. de; CHAGAS, K. L.; AZEVEDO, B. M. de; PEREIRA, C. C. M. de S. Physiological responses of lima bean subjected to salt and water stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.959-965, 2019.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C DA S.; FERREIRA, L. C. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio, **Revista Agroambiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. USDA. Agriculture Handbook, 60

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

SÁ, C. P.; ANDRADE NETO, R. C.; NEGREIROS, J. R. S.; NASCIMENTO, G. C.; NOGUEIRA, S. R. **Coefficientes técnicos, custos de produção e indicadores econômicos para o cultivo do maracujá BRS Gigante Amarelo, no Acre.** Comunicado Técnico 190. 2015. 1-8p.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.36,p.420-432, 2016.

SAYYAD-AMIN, P.; JAHANSOOZ, M. R.; BORZOUEI, A.; AJILI, F. Changes in photosynthetic pigments and chlorophyll-a fluorescence attributes of sweet-forage and grain sorghum cultivars under salt stress. **Journal of Biological Physics**, v.42, n.4, p.601-620, 2016.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V. DE; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. P.; VELOSO, L. L. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e55671, 2019.

SILVA, M. D. S.; Trevizam, A. R. (2015) Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações agronômicas*, 49, 16p.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physicnut young plants. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.62-68, 2011.

SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SUASSUNA, J. F.; PEREIRA, R. F. Trocas gasosas e produção do algodoeiro colorido irrigado com água salina em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 2, p. 239-248, 2018.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; NUNES, J. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; ORESCA, D. Photosynthetic pigments and biomass in noni irrigated with saline waters with and without leaching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.11, p.1042–1048, 2015.

SOUSA, V. F.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; In: **Maracujá: Produção e Qualidade na Passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

SOUSA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades e cultivos**. Piracicaba: Editora FEALQ, 1997. 179p.

TAIBI, K.; TAIBI, F.; ABDERRAHIM, L. A.; ENNAJAH, A.; BELKHODJA, M.; MULET, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. **South African Journal of Botany**, v.105, p.306-312, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

VASCONCELLOS, M. A. S.; FILHO, J. D. **Ecofisiologia do maracujazeiro**. Informe Agropecuário, v.21, n. 206, p.25-28, 2000.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; ALMEIDA, A. M. Polinização do maracujá amarelo no semiárido da Bahia. In: YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C. Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: Planos de manejo. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. p. 255- 280.

WANG, N.; QI, H.; G QIAO, W.; N SHI, J.; XU, Q.; ZHOU, H.; YAN, G.; HUANG, Q. Relative contribution of Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> homeostasis, photochemical efficiency and antioxidant defense system to differential salt tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 119, p. 121–131, 2017.

ZONG, L.; TEDESCHI, A.; XUE, X.; WANG, T., MENENTI, M.; HUANG, C. Effect of different irrigation water salinities on some yield and quality components of two field-grown Cucurbit species. **Turkish Journal Agriculture and Forestry**, v. 35, p. 297-307, 2011.