



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MARACUJAZEIRO-AMARELO
SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS DE DIFERENTES NATUREZAS
CATIÔNICAS**

FRANCISCO JEAN DA SILVA PAIVA

Campina Grande - PB

Março de 2020

FRANCISCO JEAN DA SILVA PAIVA

Engenheiro Agrônomo

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MARACUJAZEIRO-
AMARELO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS DE DIFERENTES
NATUREZAS CATIÔNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadores: Prof^a. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Campina Grande - PB

Março de 2020

P149d Paiva, Francisco Jean da Silva.

Desempenho agrônômico do maracujazeiro-amarelo sob irrigação com águas de diferentes naturezas catiônicas / Francisco Jean da Silva Paiva. – Campina Grande, 2020.

97 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2020.

"Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Vera Lúcia Antunes de Lima, Prof. Dr. Geovani Soares de Lima".

Referências.

1. Fruticultura. 2. Semiárido. 3. Irrigação. 4. Salinidade.
I. Lima, Vera Lúcia Antunes de. II. Lima, Geovani Soares de.
III. Título.

CDU 634.1(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

FRANCISCO JEAN DA SILVA PAIVA

APROVADO (A): 03 de março de 2020

BANCA EXAMINADORA

Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima
Orientadora – UAEA/CTRN/UFCG

Dr. Geovani Soares de Lima
Orientador – UAGRA/CCTA/UFCG

Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo
Examinador – UAEA/CTRN/UFCG

Dra. Maria Sallydelândia Sobral de Farias
Examinadora – UAEA/CTRN/UFCG

Aos meus avós maternos, Maria Pereira e Francisco Agostinho (*In memorian*) e a minha Tia, Francinete Silva (*In memorian*), que quando em vida sempre apoiaram minha vida pessoal e acadêmica.

Eternas Saudades!

MINHA HOMENAGEM

Aos meus pais, Francineide Paiva e João Evangelista, e aos meus irmãos Georgio Paiva, Jeane Paiva e Janikely Paiva, pelo amor e apoio não somente na trajetória acadêmica como em toda a minha vida pessoal.

OFEREÇO

Aos meus sobrinhos, Estephanie, Raissa, Heitor e Luís Gabriel, presentes de Deus e motivo de inspiração para que eu nunca desista.

DEDICO

“Sim, o objetivo é a vitória. Entretanto, quando falamos de sonhos, nos deixamos levar pelas emoções. Não existe sonho melhor ou mais belo que o outro. Eles não respeitam idade, classe social, condições financeiras, tampouco se importam se serão vividos. Eles só são.”

(Eduardo Mouad)

AGRADECIMENTOS

Ao meu senhor Deus, pelo dom da vida e por nunca me deixar faltar forças para seguir em frente, pela proteção e saúde concedida, não somente a mim como também a todos os que estão ao meu redor.

Aos meus familiares, pais, irmãos, sobrinhos, avós, tios, primos, e todos os demais que contribuíram para com que essa conquista fosse possível.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial à Coordenação de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa, Ciência e Tecnologia (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus orientadores e amigos, Prof^a Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima e Prof. Dr. Geovani Soares de Lima, pela orientação, dedicação, apoio e paciência, não me deixando faltar os recursos necessários para o bom rendimento acadêmico durante todo o período de pós-graduação.

Aos amigos e colegas que contribuíram de alguma forma para que essa pesquisa fosse possível, agradeço imensamente a cada um de vocês, sintam-se todos por mim citados e abraçados, em especial, aos que estiveram comigo diariamente, na luta e que nunca exitaram em me ajudar, Jailton Garcia e Kheila Gomes, obrigado amigos, podem contar comigo sempre!

A todos os funcionários, professores e servidores dos diversos setores, em especial, os que tive contato direto e que contribuíram com minha trajetória durante o curso de mestrado.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante toda essa trajetória, sejam os de infância quanto os que conheci durante a graduação e pós-graduação, os quais sem sombra de dúvidas levarei por toda a minha vida. Os que são de verdade, sintam-se todos aqui citados.

Muito Obrigado!

CAPÍTULO I - Introdução geral, Objetivos e Revisão de Literatura

RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1. Aspectos gerais da cultura.....	16
3.1.1. Botânica.....	16
3.1.2. Exigências edafoclimáticas.....	17
3.1.3. Importância socioeconômica.....	18
3.2. Qualidade da água na região semiárida.....	19
3.3. Efeitos da salinidade.....	22
3.3.1. Efeitos dos sais sobre as plantas.....	22
3.3.2. Efeitos dos sais no solo.....	24
3.4. Salinidade da água na cultura do maracujazeiro.....	26
4. REFERÊNCIAS.....	29

CAPÍTULO II – Crescimento, Pigmentos fotossintéticos e eficiência fotoquímica do maracujazeiro em função da natureza catiônica da água

RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4. CONCLUSÕES.....	65
5. REFERÊNCIAS.....	66

CAPÍTULO III - Trocas gasosas e produção do maracujazeiro em função da natureza catiônica da água de irrigação

RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	73
1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4. CONCLUSÕES.....	92
5. REFERÊNCIAS.....	92

LISTA DE TABELAS

	Pág.
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Características químicas das águas utilizadas no experimento.....	48
Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	50
Tabela 3. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto (TCAD) e relativo (TCRD) em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, no período de 90 a 180 dias após o transplântio.....	56
Tabela 4. Estimativa de média referente a taxa de crescimento absoluto (TCAD) e relativo (TCRD) em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, no período de 90 a 180 dias após o transplântio.....	59
Tabela 5. Resumo da análise de variância referente a clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>), clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i>) e carotenóides (Carot) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio.....	60
Tabela 6. Estimativa de média referente a clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>), clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i>) e carotenóides (Carot) das plântulas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio.....	64
Tabela 7. Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio.....	65
CAPÍTULO III	
Tabela 1. Características químicas das águas utilizadas no experimento.....	76
Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	77
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente à taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), concentração interna de CO ₂ (<i>C_i</i>), condutância estomática (<i>g_s</i>) e transpiração (<i>E</i>) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio.....	81

Tabela 4.	Estimativa de média referente a taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), concentração interna de CO ₂ (<i>C_i</i>), condutância estomática (<i>g_s</i>) e transpiração (<i>E</i>) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio.....	86
Tabela 5.	Resumo da análise de variância para o diâmetro equatorial (<i>DE</i>), diâmetro polar (<i>DP</i>), massa fresca do fruto (<i>MFFr</i>), peso médio de frutos (<i>PMF</i>) e número de frutos (<i>NFruP</i>) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 259 dias após o transplântio.....	87
Tabela 6.	Estimativa de média referente ao diâmetro equatorial (<i>DE</i>) e polar (<i>DP</i>), massa fresca de fruto (<i>MFFr</i>), peso médio de frutos (<i>PMF</i>) e número de frutos (<i>NFruP</i>) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 259 dias após o transplântio.....	91

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II	Pág.
Figura 1. Caracterização dos lisímetros (<i>A</i>), e transplântio das mudas (<i>B</i> e <i>C</i>).....	50
Figura 2. Armazenamento das águas com diferentes naturezas catiônicas.....	51
Figura 3. Sistema de condução da planta (<i>A</i>) e poda do ramo principal (<i>B</i>).....	52
Figura 4. Esquema de condução e poda do maracujazeiro em sistema de espaldeira vertical.....	53
Figura 5. Determinação do diâmetro do caule (<i>DC</i>) com auxílio de um paquímetro digital.....	54
Figura 6. Determinação dos pigmentos fotossintéticos (clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e carotenóides) das plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplântio.....	55
Figura 7. Taxa de crescimento absoluto - <i>TCAD</i> (<i>A</i>) e relativo - <i>TCRD</i> (<i>B</i>) em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro ‘ <i>BRS Rubi do Cerrado</i> ’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, no período de 90 a 180 dias após o transplântio.....	57

Figura 8.	Clorofila <i>a</i> (A), <i>b</i> (B) e carotenoides (C) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 180 dias após o transplantio.....	61
------------------	---	----

CAPÍTULO III

Figura 1.	Polinização natural do maracujazeiro, realizada por abelha mamangava (A) e polinização artificial manual (B e C)	78
Figura 2.	Colheita do maracujá variedade ‘BRS Rubi do Cerrado’, em destaque a identificação e diferenciação da cor dos frutos, característicos da cultivar, aos 259 dias após o transplantio.....	80
Figura 3.	Avaliações morfológicas, fruto em completo estágio de maturação (A), pesagem (B), mensuração do diâmetro polar (C) e equatorial (D) de frutos de maracujá BRS Rubi do Cerrado.....	80
Figura 4.	Taxa de assimilação de CO ₂ - A (A), condutância estomática - <i>g_s</i> (B) e transpiração - <i>E</i> (C) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 180 dias após o transplantio.....	83
Figura 5.	Diâmetro polar - DP (A), massa fresca dos fruto - MFFr (B) peso médio de frutos - PMF (C) e número de frutos (NF) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 259 dias após o transplantio.....	88

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA

PAIVA, F. J. da S. **Desempenho agrônomo do maracujazeiro-amarelo sob irrigação com águas de diferentes naturezas catiônicas.** 2020. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Linha de Concentração: Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

Resumo geral: Na região semiárida brasileira os recursos hídricos, em geral, possuem altos teores de sais, além disso, são caracterizados por apresentarem variação em sua composição, sendo comum a ocorrência de elevadas quantidades de cloreto e sódio em diluição, o que pode comprometer o rendimento das culturas. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento, a fisiologia e a produção do maracujazeiro-amarelo 'BRS Rubi do Cerrado', cultivado com águas de diferentes naturezas catiônicas em ambiente protegido. Para isso, o experimento ocorreu em lisímetros de drenagem, em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, durante o período de março de 2019 a janeiro de 2020. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo adotado um tratamento testemunha (água de abastecimento) e sete diferentes naturezas catiônicas (S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. O tratamento testemunha apresentava baixa condutividade elétrica - CEa (0,4 dS m⁻¹), e os demais tratamentos continham CEa de 3,5 dS m⁻¹ preparada com diferentes cátions. O crescimento do maracujazeiro-amarelo é afetado pela variação no nível da condutividade elétrica da água, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação. Aos 180 dias após o transplante, o uso de água salinizada por sódio favoreceu o aumento na síntese de clorofila *a*, *b* e carotenóides das plantas de maracujazeiro-amarelo. Além disso, as distintas naturezas catiônicas da água de irrigação, não influenciaram as variáveis de fluorescência do maracujazeiro-amarelo. O aumento da salinidade da água reduziu as trocas gasosas, especialmente, a condutância estomática e a transpiração nas plantas de maracujazeiro-amarelo aos 180 dias após o transplante. As trocas gasosas foram afetadas com a variação da natureza catiônica, sendo as maiores reduções quando as plantas passaram por irrigação com água salinizada por Mg²⁺. O número de frutos de maracujazeiro-amarelo 'BRS Rubi do Cerrado' foi afetado pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. O íon Ca²⁺ por sua vez, promoveu os maiores efeitos deletérios sob as variáveis de produção em plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 259 dias após o transplante.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, fruticultura, semiárido.

PAIVA, F. J. da S. **Agronomic performance of yellow passion fruit under irrigation with waters of different cationic natures.** 2020. 97 p. Dissertation (Master in Agricultural Engineering, Concentration Line: Irrigation and Drainage) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande-PB.

General abstract: In the Brazilian semiarid region, water resources, in general, have high levels of salts, in addition, they are characterized by varying their composition, with the occurrence of high amounts of chloride and sodium in dilution, which can compromise crop yield. In this context, this study aimed to evaluate the growth, physiology and production of yellow passion fruit 'BRS Rubi Cerrado', cultivated with waters of different cationic nature in a protected environment. For this, the experiment took place in drainage lysimeters, in a greenhouse belonging to the

Academic Unit of Agricultural Engineering at the Federal University of Campina Grande, Campina Grande-PB, from March 2019 to January 2020. A randomized block design was used, being a control treatment (supply water) and seven different cationic natures (S₁ - Control; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ and S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) and three replicates, totaling 24 experimental plots. The control treatment had low electrical conductivity - EC_w (0.4 dS m⁻¹), and the other treatments contained 3.5 dS m⁻¹ CEa prepared with different cations. The growth of the yellow passion fruit is affected by the variation in the level of the electrical conductivity of the water, regardless of the cationic nature of the irrigation water. A 180 days after transplanting, the use of sodium saline water favored an increase in the synthesis of chlorophyll *a*, *b* and carotenoids in yellow passion fruit plants. In addition, the different cationic nature of irrigation water did not influence the fluorescence variables of the yellow passion fruit. Increasing salinity of the water reduces gas exchange, especially, stomatal conductance and transpiration in plants passion fruit -yellow 180 days after transplanting. Gas exchange was affected by the variation of the cationic nature, with the greatest reductions when the plants were irrigated with saline water with Mg²⁺. The number of yellow passion fruit fruits 'BRS Rubi do Cerrado' was affected by the increase in the electrical conductivity of irrigation water. The ion Ca²⁺ turn promotes a major deleterious effects in the production variables in plant passion fruit, to 259 days after transplanting.

Keywords: *Passiflora edulis*, fruit growing, semiarid.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O maracujazeiro pertencente à família Passifloraceae, é uma frutífera bastante apreciada e cultivada nas mais diversas regiões do Brasil. A cultura ganhou destaque comercial, a partir da segunda metade da década de 1970, quando o Brasil à fim de atender a demanda de exportação começou a expandir suas áreas de produção, sendo crescente ano após ano, até os dias atuais (São José & Pires, 2011; Faleiro et al., 2019). Na atualidade, a cultura encontra-se em expansão, principalmente, em áreas de pequeno e médio porte, onde os tratamentos culturais são realizados pela mão de obra familiar, contribuindo significativamente com a geração de renda (Meletti, 2011; Cavichioli et al., 2016).

Em 2018, o Brasil produziu 602,651 mil toneladas de maracujá, sendo a região Nordeste responsável por 62,31% deste total, dentre os Estados nordestinos destacaram-se Bahia, Ceará e o Rio Grande do Norte, com produções de 160,902; 147,458 e 18,350 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2019). A visibilidade na exploração desta cultura está relacionado ao uso pleno do fruto, o qual pode ser comercializado *in natura* ou processado, na forma do suco ou néctar (Lima, 2012). Além do uso alimentício, algumas

espécies do gênero *Passiflora* apresentam características medicinais, por conter substâncias sedativas/ansiolíticas (Freire et al., 2018).

Na região semiárida, o clima seco, baixos índices pluviométricos, elevadas temperaturas e evapotranspiração, além do manejo inadequado das águas são fatores que comprometem a atividade agrícola (Wang et al., 2012). Então, quando submetidas as condições de estresse salino, as plantas em geral, tendem a apresentar restrições em seu crescimento e/ou desenvolvimento (Baath et al., 2017; Alharby et al., 2018).

As principais limitações do uso de água salina estão relacionadas com a redução do potencial osmótico do solo, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas raízes, a toxicidade de íons específicos, aos efeitos indiretos, como o desequilíbrio nutricional, além de promover alterações nas características físicas e químicas do solo (Hussain et al., 2015; Lima et al., 2016). Esses efeitos, sejam em conjunto ou de forma individual, promovem estresse às plantas, prejudicando o metabolismo, além de também afetar os processos fisiológicos e bioquímicos vitais à sua sobrevivência (Dias et al., 2011; Dong et al., 2012).

O sucesso da produção agrícola está relacionado diretamente com a quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis. Contudo, devido à grande demanda de água adequada para uso agrícola, se faz necessária a exploração de alternativas, sendo o uso de água salina, uma opção de grande interesse, especialmente, nas regiões de clima árido e semiárido (Talebnejad & Sepaskhah, 2015; Liu et al., 2020). Nestas regiões, os recursos hídricos, em geral possuem altos teores de sais, especialmente nas áreas cristalinas, onde encontram-se elevadas quantidades de cloreto e sódio, baixas concentrações de sulfato e concentrações variáveis de cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos (Silva júnior et al., 1999; Lima et al., 2016).

Nesse sentido, a água salina é uma fonte potencialmente valiosa, que pode ser usada para aliviar a escassez de recursos hídricos que afeta a produção agrícola em todo o mundo, em particular na região semiárida do Nordeste brasileiro. Diversos estudos já foram realizados com objetivo de avaliar os efeitos do estresse salino na cultura do maracujazeiro (Freire et al., 2014; Oliveira et al., 2015; Bezerra et al., 2016; Moura et al., 2017; Sá et al., 2018; Silva et al., 2019; Bezerra et al., 2019), no entanto, eles limitam-se à avaliar apenas o efeito dos diferentes níveis salinos, sendo então preciso a realização de novas pesquisas que investiguem a partir dos diferentes cátions presentes na água de irrigação como medida para identificar o tipo que promove os menores impactos sob o desempenho agrônômico do maracujazeiro em condição do semiárido brasileiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho agronômico do maracujazeiro-amarelo ‘BRS Rubi do Cerrado’ cultivado com águas de diferentes naturezas catiônicas em ambiente protegido.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o crescimento das plantas de maracujazeiro-amarelo sob as distintas naturezas catiônicas da água;

Determinar os pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-amarelo em função da natureza catiônica da água de irrigação;

Avaliar os efeitos das diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação sob as trocas gasosas do maracujazeiro-amarelo;

Avaliar os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo cultivado com águas de diferentes naturezas catiônicas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais da cultura

3.1.1. Botânica

Maracujá é um nome popular dado as várias espécies do gênero *Passiflora*, o qual contém mais de 500 distribuídas por regiões de clima tropical e subtropical de todo o globo (Zeraik et al., 2010; Ozores et al., 2015). Trata-se de uma frutífera pertencente à família *Passifloraceae* bastante cultivada e explorada de norte a sul do território brasileiro, por ser considerada como uma cultura que apresenta bom retorno econômico (Ferraz et al., 2016).

A planta possui sistema radicular do tipo axial ou pivotante onde grande uma porção delas encontram-se nos primeiros 40 cm da profundidade do solo. É uma trepadeira, com caule de formato circular, do tipo lenhoso, bastante lignificado de crescimento rápido e contínuo, podendo atingir de 5 a 10 metros de comprimento, fixa-se sob superfícies através de gavinhas que surgem a partir de gemas axilares (Sousa et al., 2002; Greco, 2014).

As folhas são alternas, simples ou raramente compostas, com margem inteira ou serrada. Suas flores surgem a partir de gêmulas presentes nas axilas das folhas, sendo estas solitárias, hermafroditas, actinomorfas de coloração branca com franja arroxeadas, de ovário súpero, contendo em seu interior um grande número de óvulos (Feuillet, 2004; Souza & Lorenzi, 2008; Castro, 2012). Por ser uma planta alógoma se faz necessária a polinização cruzada para que ocorra a frutificação. Quando polinizada e fecundada, a flor fecha o perianto e logo inicia o processo de desenvolvimento do fruto, caso não ocorra a polinização, as flores abertas murcham e caem da planta (Vieira et al., 2010; Moreno et al., 2015).

Seu fruto é classificado como uma baga indeiscente e carnosos (Hafle et al., 2010), geralmente de formato ovóide, mas também podem vir a apresentar forma alongada. Após a abertura da flor, o desenvolvimento do fruto pode ocorrer em um período de até 18 dias, e para a completa maturação, pode estender-se até os 80 dias. Quanto as características pós-colheita, o maracujazeiro é classificado como um fruto do tipo climatérico, ou seja, continua seu processo de maturação mesmo após ser destacado da planta mãe. Sua polpa dispõe de coloração amarela intensa e rica em diversos compostos benéficos à saúde, dentre eles, vitamina C, cálcio, fósforo e altas quantidades de vitaminas do complexo B (Durigan, 1998; Campos & Santos, 2011; Ferraz, 2013).

A casca é coriácea, lisa, e espessa, rica em pectina, fibras, proteínas, lipídeos, minerais, niacina, ferro, cálcio e fósforo (Gondim et al., 2005; Pinheiro et al., 2008; Hafle et al., 2010) além de possuir também compostos fenólicos com atividade antioxidante e anti-inflamatória, como a isoorientina (Zeraik et al., 2012). As sementes são ricas em fibras, minerais e lipídios, com boa quantidade de proteínas (Oliveira et al., 2011).

Quanto a reprodução, o maracujazeiro pode ser propagado via sexuada (através de sementes) ou vegetativa (estaquia, mergulhia e enxertia) além do cultivo *in vitro*, contudo, usualmente a multiplicação por sementes o método utilizado no estabelecimento de pomares comerciais, devido ao menor custo de produção e a obtenção de plantas mais vigorosas considerando-se em especial, a longevidade da cultura, que tem sido diminuída em função de problemas fitossanitários (Leonel & Pedroso, 2005; Reis et al., 2016; Ferraz et al., 2016).

3.1.2. Exigências edafoclimáticas

Na exploração do maracujazeiro, diversos fatores devem ser considerados, tais como: a escolha do método de propagação, tipo de solo, irrigação, tratamentos fitossanitários,

poda, polinização e demais tratos culturais, são tidas como práticas fundamentais para que se obtenha sucesso na produção (Medeiros et al., 2016).

Os solos adequados devem dispor de textura média, com teor apropriado de nutrientes. Com relação à nutrição, a cultura do maracujazeiro é exigente em nível decrescente dos macronutrientes: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P) e magnésio (Mg) e os micronutrientes: manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), boro (B), cobre (Cu), além do cloro (Cl) e do molibdênio (Mo) (BRASIL, 2016). Segundo Borges et al. (2016), a quantidade média necessária para a produção por tonelada de frutos produzidos é de 8,4 kg de N; 7,5 kg de K; 6,2 kg de Ca; 1,0 kg de S; 0,7 kg de P e 0,6 kg de Mg.

O sucesso do cultivo, a longevidade do pomar e o rendimento das plantas de maracujazeiro-amarelo são parâmetros fortemente influenciados pelas variáveis climáticas, como precipitação, a luminosidade e, principalmente, a temperatura (Zucarelli, 2011).

A faixa de temperatura ideal para o cultivo é de 21 a 25° C, a ocorrência de ventos fortes provoca danos físicos além de desidratação das folhas, em casos mais severos pode ocasionar a dizimação do pomar. A cultura pode ser explorada desde o nível do mar até 1.500 m de altitude, a depender das demais condições climáticas associadas à altitude, a umidade relativa do ar mais favorável deve ser em torno de 60% (BRASIL, 2016).

3.1.3. Importância socioeconômica

No Brasil, o cultivo do maracujazeiro-amarelo era considerado irrelevante até o início dos anos 70, entretanto, com o passar dos anos em meados dos anos 90, sua produção tornou-se expressiva, levando o país até então ao topo do ranking, e hoje ocupa o primeiro lugar em escala internacional, isto em função da valorização do preço da fruta fresca (Meletti, 2011).

Dentre as espécies pertencentes a família Passifloraceae, o maracujazeiro-amarelo (*P. edulis*) é o mais cultivado no país, ocupando cerca de 95% do total das áreas destinadas à cultura, devido sua aptidão agrônômica, evidenciada pelas particularidades e características físico-químicas dos frutos, alta produtividade e grande aceitação do suco pelo mercado consumidor (Faleiro et al., 2011; Cavichioli et al., 2011; Santos et al., 2014).

Apesar de seu principal valor econômico e social estar relacionado a alimentação humana, seja na forma *in natura* ou processada na forma de doces, geleias, sorvetes,

licores, dentre outros produtos, o maracujazeiro também é importante devido as suas propriedades terapêuticas e medicinais, pois contém em suas folhas e poupa, substâncias do tipo passiflorina e maracujina, esta última considerada um sedativo natural. Além disso, a planta possui flores belas e exuberantes, podendo ser utilizada de maneira ornamental (Peixoto, 2005; Britto, 2013; Cunha, 2013).

O cultivo das passifloráceas possuem uma grande importância econômica e social, através da geração de emprego e renda nos diversos setores do agronegócio seja de maneira direta, no campo, pela oferta de mão-de-obra, no setor de vendas de insumos agrícolas ou na agroindústria através do processamento dos frutos (Oliveira et al., 2017). O maracujazeiro é uma cultura que exige o uso de tecnologia em todo o sistema de produção, mas que pode viabilizar o retorno econômico em pequenas áreas, sendo uma boa alternativa para pequenos proprietários e agricultores familiares (Cunha, 2013).

Por apresentar aptidão para os diversos setores agroindustriais, destacando-se principalmente na indústria alimentícia, medicinal e farmacêutica, a importância econômica da cultura do maracujazeiro é evidenciada desde o início de sua produção, na fase de formação das mudas até a etapa final de comercialização de seus frutos e subprodutos, proporcionando a geração de emprego e renda (Costa et al., 2011).

3.2. Qualidade da água na região semiárida

Dentre as atividades produtivas em todo mundo, a agricultura é a que mais demanda a necessidade do uso de água, cerca de 69% de toda a água superficial derivada (Brito & Andrade, 2010). O Brasil apesar de ser privilegiado, uma vez que possui cerca de 12% de toda a água doce disponível no globo terrestre, tem uma área de Semiárido muito vasta, abrangendo boa parte dos estados da região Nordeste além do extremo Norte mineiro (Andrade & Nunes, 2014), a qual é caracterizada pela escassez hídrica.

O semiárido brasileiro corresponde a uma área de 982,566 km², equivalente a 18,2% de todo o território nacional e 53% da região Nordeste (IBGE, 2016). Nessa região ocorrem pelo menos três tipos climáticos da classificação de Köppen, sendo Aw, BWh e BSh (Santos et al., 2017) e suas características climáticas são bastante específicas, resumindo-se em; temperaturas predominantemente altas, com média anual acima de 25° C (conferindo-lhe temperaturas com mínimas acima de 15° e máxima podendo alcançar os 40° C); variações espacial e temporal do período chuvoso (de 280 a 800 mm ano⁻¹), caracterizadas por concentrar-se em um curto período (de três a quatro meses do ano), déficit hídrico, devido ao potencial de evapotranspiração (saída) ser maior que o de

precipitação (entrada), fenômeno caracterizado pela predominância de uma massa de ar quente e seco durante boa parte do ano (Araújo, 2011; Lucena et al., 2018; Lima et al., 2018).

Em regiões com essas características, cuja pluviometria é insuficiente, se faz necessário o uso de irrigação, sobretudo, nos momentos em que as condições ambientais são desfavoráveis e as culturas possuem maior necessidade hídrica, se tornando uma estratégia fundamental e determinante, possibilitando que as culturas exploradas alcancem o desenvolvimento adequado e atinjam produtividades competitivas economicamente (Nobre et al., 2011; Andrade et al., 2012; Holanda et al., 2016).

As águas destinadas para uso na irrigação são de origem superficial ou subterrânea, e a medida em que entram em contato com o solo, escoam ou se infiltram no perfil, incorporam substâncias tendo sua composição alterada de acordo com as características do solo e seus respectivos materiais de origem (Almeida, 2010). Ribeiro et al. (2009) destacam que, em regiões de clima semiárido, existe uma tendência de acúmulo de sais, liberados dos minerais do material de origem Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^{+} com predominância, os cátions e os ânions Cl^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} e CO_3^{2-} .

A proporção que melhor condiz com a concentração dos cátions presentes nas águas de mananciais da região semiárida é dada pela proporção 7:2:1 referente a sódio, cálcio e magnésio, respectivamente (Medeiros, 1992). Os pesquisadores Kovda et al., (1973), reconhecem como os principais sais presentes na água e no solo desta região como sendo o cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl_2), sulfato de magnésio (MgSO_4), sulfato de sódio (Na_2SO_4), cloreto de magnésio (MgCl_2) e o carbonato de sódio (Na_2CO_3).

À fim de se conhecer as características químicas das águas destinadas ao uso agrícola, algumas pesquisas foram realizadas em diversas regiões do território semiárido brasileiro, como Barroso et al. (2011), que avaliando a qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará, constataram que as águas superficiais e subsuperficiais apresentam maior risco de salinidade e sodicidade quanto ao uso para a irrigação. Além disso, constataram também, segundo o diagrama de Piper, predominância das águas sódicas com 87,0% quando se consideram os cátions, e cloretadas com 78,3% quanto aos ânions, porém, de acordo com a classificação geral, predominaram as águas sulfatadas ou cloretadas sódicas, com 73,9%.

A caracterização da qualidade da água para uso agrícola, baseia-se em três fatores, sendo eles; salinidade, sodicidade e grau de toxicidade. O parâmetro mais empregado para avaliar a salinidade é a condutividade elétrica, a qual refere-se à medida da capacidade

dos íons presentes na água em conduzir eletricidade e cresce proporcionalmente, ao aumento da concentração dos sais, já a sodicidade é determinada pela relação de adsorção de sódio (RAS) e o grau de toxidez é avaliado através da concentração dos elementos mais propensos a causarem toxidez nas plantas, em destaque os íons sódio, cloro e boro (Ribeiro et al., 2005; Barroso et al., 2011; Holanda et al., 2016).

O efeito da sodicidade está relacionado com a elevação da porcentagem de sódio trocável no solo (PST), ocasionando danos as suas propriedades físico-químicas do solo, acarretando assim, problemas de infiltração da água ao longo do seu perfil, já em relação à toxidez, refere-se aos efeitos específicos ocasionados por determinados íons, podendo em certos casos esses efeitos serem expressados na forma de desequilíbrio nutricional, e seus danos vão desde apenas a redução do crescimento vegetativo até mesmo a morte do vegetal (Lira, 2016).

Quando presente em elevadas quantidades, o sal ocasiona a redução do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas plantas, induzindo modificações fisiológicas e comprometendo o crescimento, desenvolvimento e produção das culturas (Alves et al., 2011; Iqbal et al., 2014; Freire et al., 2014). Barroso et al. (2010), estudando as águas subterrâneas da região do Baixo Jaguaribe observaram, segundo o diagrama de Piper, que as águas tiveram classificação geral em 47,5%, enquadrando-se na classe de águas bicarbonatadas sódicas e 40,0% como águas cloretadas sódicas; contudo, o sódio prevaleceu sobre os demais cátions e os bicarbonatos sobre os demais ânions.

Em geral, a qualidade da água subterrânea nos vales aluviais apresenta, quanto à salinidade, variação sazonal, pois é influenciada pelos condicionantes hidrológicos e climáticos, seja pelo efeito da diluição dos sais pela recarga pluviométrica ou pelo efeito de concentração pela evaporação acentuada (Andrade et al., 2012). Amorim et al. (2008) e Silva Júnior et al. (1999) mencionam que, a presença de sais na água subterrânea está diretamente relacionada com sua capacidade de dissolução e com o tipo de substrato que mantém contato; portanto, o principal fator determinante é a geologia da região.

As condições climáticas características do Semiárido brasileiro ocasionam danos irreparáveis à população agropecuária, em especial, para os que retiram seu sustento da atividade agrícola, da agricultura familiar. Sendo assim, a ausência de água de boa qualidade para uso na irrigação, força os produtores rurais a recorrerem as fontes hídricas contendo água de qualidade inferior, com elevados níveis salinos (Rodriguez et al., 2015; Sá, 2018).

3.3. Efeitos da salinidade

3.3.1. Efeito dos sais sobre as plantas

A salinidade é entendida como sendo a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos nos horizontes ou camada superficiais do solo, a qual afeta o desenvolvimento das culturas (Ribeiro et al., 2009). Os efeitos deletérios dos sais no solo ou na água de irrigação podem ser expressos de diversas maneiras, afetando desde o desenvolvimento inicial, no processo germinativo das sementes, o crescimento, a qualidade pós colheita, e em casos mais severos a morte das plantas, por causa do efeito osmótico, a toxicidade de íons e/ou aos efeitos indiretos, como o desequilíbrio nutricional (Arruda et al., 2002; Munns & Tester, 2008; Dias et al., 2016).

Diversas pesquisas comprovam efeitos negativos dos sais sob o desempenho das mais variadas culturas, por exemplo, na germinação de sementes de melão pepino (Nóbrega et al., 2018) e maracujazeiro (Andrade et al., 2018), no crescimento e produção de fitomassa de plantas de mamoeiro (Figueredo et al., 2018) e morangueiro (Sousa et al., 2019). Bezerra et al. (2018), Dias et al. (2018) e Silva et al. (2018), observaram redução nas trocas gasosas com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação nas culturas da goiabeira, aceroleira e gravioleira, respectivamente. Viol et al. (2017) perceberam redução na produção de frutos de tomate com o aumento da água de irrigação.

Água com elevados teores de sais podem ocasionar estresse de natureza osmótica, desencadeando sucessivas reações de mecanismos prejudiciais às plantas, através da redução da capacidade de absorção de água, promovendo de imediato o fechamento estomático, reduzindo a disponibilidade de dióxido de carbono e danos aos aparelhos fotossintéticos (Alves et al., 2011; Sá et al., 2015) resultando em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons potencialmente tóxicos, em particular, Na^+ e Cl^- (Amorim et al., 2010).

O principal efeito dos sais no solo é o osmótico, pois elevados teores dificulta a absorção de água pelas raízes das plantas, em especial, daquelas sensíveis ao estresse (Sá, 2018). Essa redução no potencial osmótico, em função do acúmulo de sais na zona radicular das plantas ocasiona prejuízos significativos no crescimento e desenvolvimento das culturas, provocando desde a redução na produtividade até mesmo o colapso da produção agrícola (Lira, 2016).

O efeito osmótico refere-se ao nível de potencial em que a planta não tem força de sucção o suficiente para superar o potencial osmótico do solo, não conseguindo absorver água e nutrientes da solução do solo (Dias & Blanco, 2010), tal situação promove alterações nas funções fisiológicas e bioquímicas dos vegetais, ocasionando redução na absorção e transporte dos elementos minerais essenciais, limitando o desenvolvimento do vegetal (Nobre et al., 2013). A redução no crescimento é um dos mais notáveis efeitos da restrição hídrica sobre as plantas, causada por uma inibição da alongação das folhas e caule quando o potencial hídrico decresce, sendo esse efeito diferente entre espécies (Azevedo et al., 2017).

Há casos extremos, onde a concentração de sais na solução do solo é tão alta, que pode ocorrer a plasmólise celular, pois o potencial osmótico da solução do solo é menor do que o potencial osmótico do citosol, a célula acaba perdendo água para a matriz do solo (Santos et al., 2016).

O efeito de toxicidade acontece sobretudo, pelos íons cloro, sódio e boro, contudo, outros oligoelementos tais como: ferro, manganês, cobre, zinco, níquel, molibdênio são tóxicos às plantas, mesmo em pequenas concentrações (Dias et al., 2016). Ainda segundo Dias et al. (2016), problemas de toxicidade decorrem do acúmulo excessivo de íons nos tecidos das plantas de tal maneira que seu rendimento é afetado negativamente, pois inicialmente ocasiona um desbalanceamento osmótico celular e, em seguida, uma toxidez iônica provocando danos ao citoplasma, os quais são refletidos, principalmente, nas bordaduras e no ápice das folhas mais velhas, onde esse acúmulo é maior.

Dentre os fatores estudados para caracterizar os efeitos dos sais na planta, uma grande atenção deve ser dada ao desequilíbrio nutricional (Dias et al., 2016), uma vez que, as elevadas concentrações de íons específicos, sobretudo sódio e cloro podem provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, sendo frequente a deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato (Lauchli & Epstein, 1990).

Quando em quantidades elevadas no citosol, o Na^+ pode provocar alterações na absorção e no metabolismo do Ca^{2+} , havendo substituição do cálcio pelo sódio nas membranas celulares afetando a permeabilidade (Rengel, 1992). Especula-se que esse mesmo tipo de substituição ocorre na parede celular, resultando em limitação de sua elasticidade (Neumman et al., 1994; Orcutt & Nilsen, 2000).

Neves et al. (2004) avaliando os efeitos da salinidade em solução nutritiva em mudas de umbuzeiro, constataram que o aumento nas concentrações de cloreto de sódio na solução, resultou em aumento da translocação de P, K, Mg, S, B, Zn, Cl, e Na, diminuiu

as de Cu e Mn e houve alterações pouco significativas de N, Ca e Fe. Larcher (2000) menciona que, quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, como o NO^{3-} , K^+ e Ca^{2+} é reduzida.

Ferreira et al. (2001), pesquisando a distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetidas ao estresse salino, concluíram que o uso de cloreto de sódio promoveu aumento nas concentrações de Na e Cl, e redução nos teores de potássio e cálcio, em diversos órgãos das plantas. Além disso, verificaram também que, o cloreto de sódio afeta a translocação e síntese de hormônios das raízes para parte aérea, que são indispensáveis ao metabolismo foliar, resultando em perda de área foliar.

A resposta das plantas ao estresse salino muda de acordo com a espécie, cultivar, estágio fenológico da cultura, tipo de sal, tempo de exposição ao estresse, condições ambientais, além do manejo do solo e água durante a produção (Munns & Tester, 2008). A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado (Sousa et al., 2011).

3.3.2. Efeito dos sais no solo

Os problemas causados no desenvolvimento da produção agrícola devido ao processo de salinização do solo são crescentes em todo o mundo, principalmente nas regiões áridas e semiáridas (Azevedo et al., 2017), onde a falta de precipitação em níveis adequados ao longo do ano e a grande taxa de evapotranspiração são fatores primários determinantes para a salinização do solo (Cunha et al., 2014), neste caso, denomina-se de salinização primária, por ser oriunda de fatores naturais.

Contudo, os principais agravantes desse processo estão relacionados a ação antrópica, a qual denomina-se salinização secundária. Nesta, as principais causas estão relacionadas à fatores como práticas inadequadas de manejo, uso de água com elevados teores de sais, manejo da irrigação inadequado, uso descontrolado de fertilizantes minerais além da ausência drenagem agrícola. Assim, Gheyi (2000) afirma que na região Nordeste, aproximadamente 25% das áreas irrigadas são afetadas por sais.

O processo de salinização é decorrente do acúmulo de determinadas espécies iônicas, sendo o Na^+ e o Cl^- os íons mais frequentes, considerados os principais a prejudicar o metabolismo das plantas, e quando em elevadas concentrações podem promover toxidez, desequilíbrios iônicos além de deficiências nutricionais (Nobre et al., 2010; Sacramento et al., 2014).

Os sais presentes na solução do solo, podem promover alterações nas características físicas, através da desestruturação dos agregados, assim como também interferir nos aspectos químicos, acarretando desequilíbrio no pH e o desbalanceamento nutricional, ambos comprometendo a fertilidade do solo (Medeiros et al., 2011; Dias & Blanco, 2010; Santos et al., 2016).

A qualidade física do solo está associada a capacidade de um solo fornecer condições adequadas para a produção da planta (Moreia et al., 2014) e as alterações ocasionadas certamente comprometem o desenvolvimento das culturas e o sucesso da produção. O aumento de sódio trocável no solo pode provocar problemas em suas características físicas, tornando-o adensado, pegajoso em condições de alta umidade e compacto em condições secas (Gheyi et al., 1991; Dias & Blanco, 2010).

A ocorrência de cátions monovalentes no solo, em específico os de sódio favorecem o aumento da espessura da dupla camada iônica difusa, crescendo de maneira significativa ao mecanismo de expansão das partículas de argila, provocando a dispersão e dessa maneira, a formação de camadas impermeáveis, interferindo diretamente no sistema trifásico, por dificultar a movimentação de ar e água no solo (Fassbender & Bornemisza, 1987; Pedrotti et al., 2015).

O fenômeno de expansão das argilas, promove a fragmentação partículas, modificando a estrutura do solo (Dias & Blanco, 2010). O efeito de expansão, dispersão e migração das partículas de argila interferem na condutividade hidráulica na permeabilidade, dificulta a penetração das raízes no perfil do solo (Rhoades & Ingvalson, 1969; Shainberg & Letey, 1984; Andrade & Cruciani, 1996) além de prejudicar a atividade biológica do solo e facilitar o processo de erosão do solo (Santi et al., 2002).

Em relação as propriedades químicas e reações do solo, é comum o pH variar no decorrer do ciclo em função da alcalinidade da água de irrigação utilizada que, normalmente, está associada à concentração de bicarbonatos (Dias et al., 2004; Paiva et al., 2004).

Contudo, no caso do uso de água salina na irrigação, estratégias de manejo podem ser adotadas com finalidade de minimizar os danos causados pelo acúmulo de sais no perfil do solo, como a da aplicação de lâminas de lixiviação (lâmina de água maior que a requerida pela cultura), percolando os sais em profundidades maiores que a zona radicular das culturas (Sharma & Rao, 1998; Ayers & Westcot, 1999). Hoffman (1981) enfatiza que, a aplicação desta lâmina depende da concentração de cátions e ânions presentes na

água de irrigação; do solo e da água subterrânea; das condições climáticas e do manejo do solo e da água, bem como da tolerância das culturas a serem exploradas.

3.4. Salinidade da água na cultura do maracujazeiro

Quando submetidas a qualquer tipo de estresse, as plantas apresentam distúrbios em seus rendimentos, sejam os danos expressos em suas características morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas. Plantas expostas ao estresse salino podem apresentar como respostas redução do crescimento, surgimento e expansão das folhas sendo as respostas consideradas mecanismos adaptativos de plantas aos estresses (Vaario et al., 2011).

O conhecimento destes efeitos sobre o desenvolvimento e produção das culturas é fundamental para que sejam adotadas novas maneiras que possibilitem sua exploração com rendimentos satisfatórios, especialmente em regiões em que a ocorrência desses estresses é corriqueira, e que muitas das vezes inviabiliza a exploração agrícola em função das condições climáticas, como no caso da região semiárida do Nordeste brasileiro.

Trabalhos referentes ao uso de água de diferentes composições catiônicas ainda são incipientes, com isso, não se sabe ao certo a influência e o nível de interferência que os diferentes cátions podem ocasionar as culturas. Contudo, são vários os trabalhos relacionados a exploração das culturas submetidas aos diferentes níveis salinos da água de irrigação e muito se sabe sobre os danos que os sais exercem nas culturas (Lima-Neto et al., 2016; Pereira et al., 2017; Oliveira et al., 2018; Costa & Medeiros, 2018).

O maracujazeiro amarelo é classificado como sensível a salinidade, tanto da água como do solo (Baseado no extrato de saturação), havendo efeitos deletérios quando submetido a condutividade elétrica acima de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Cavalcante et al., 2005; Dias et al., 2012).

Meza et al. (2007), pesquisando o efeito da salinidade da água ($0,75$; $2,5$; $4,5$; e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-amarelo, obtiveram 79% de germinação nos tratamentos com água de mais baixa salinidade, já nos níveis salinos mais elevados, os valores foram de apenas 49%. Andrade et al. (2018), avaliando os efeitos da salinidade (CEa variando de $0,2$ a $6,2 \text{ dS m}^{-1}$) na germinação de duas variedades de maracujazeiro (BRS Rubi do Cerrado e BRS Gigante Amarelo) também identificaram inibição pela condutividade elétrica da água de irrigação.

Moura et al. (2017), avaliando os efeitos da salinidade da água ($0,3$; $1,4$; $2,5$; $3,6$ e $4,7 \text{ dS m}^{-1}$) no crescimento e formação de mudas (aos 60 DAT) de três espécies do gênero *Passiflora* (*gibertii*; *cincinnata* e *edullis* ‘BRS Gigante Amarelo’) concluíram que,

a salinidade da água de irrigação inibiu a formação das mudas das espécies estudadas nas variáveis de crescimento de altura, diâmetro do caule e parte aérea, raiz bem como matéria seca total.

Salazar (2016), estudando o efeito do estresse hídrico-salino em quatro espécies cultivadas de *passiflora* L. nas condutividades elétricas de 1,5; 2,5; 4 e 5,5 dS m⁻¹ utilizando como fonte de sal apenas o cloreto de sódio (NaCl) constatou que, o padrão de distribuição de matéria seca de raiz e parte aérea foi modificado com o aumento do estresse salino, além disso, houve aumento no acúmulo de prolina nos tecidos foliares em resposta ao estresse salino, sendo os maiores valores obtidos em plantas irrigadas com águas com a maior condutividade elétrica (5,5 dS m⁻¹), o que resultou em níveis superiores de Na⁺ nas folhas. Ainda segundo o autor, as relações Na⁺/Ca²⁺, Na⁺/Mg²⁺ e Na⁺/K⁺ foram aumentadas nas folhas, se firmando como importantes variáveis no estudo nutricional das plantas em condições de salinidade.

Bezerra et al. (2016), analisando o crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo ‘BRS Rubi do Cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’ sob condições de salinidade (0,3; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) usando apenas o cloreto de sódio para obtenção das distintas condutividades elétricas, constataram que a alta salinidade da água de irrigação promove redução do crescimento dos genótipos estudados.

Wanderley et al. (2018) também estudando os efeitos da salinidade da água de irrigação e aplicação de nitrogênio como possível mitigador dos efeitos deletérios, usando para o preparo das águas usadas nas irrigações os cloretos de sódio, cálcio e magnésio na proporção 7:2:1, respectivamente, observaram (aos 85 DAS) que, com o incremento da salinidade da água de irrigação, houve redução para os valores de diâmetro caulinar, altura de planta, número de folhas, além de também afetar os pigmentos fotossintéticos *a*, clorofila *b* e clorofila total.

Andrade et al. (2019) também utilizando cloretos de sódio, cálcio e magnésio na proporção 7:2:1, respectivamente, nas mesmas proporções de fontes de sais, observaram que a salinidade da água inibe a assimilação, transpiração, condutância estomática, eficiência de carboxilação instantânea e diâmetro do caule de plantas de maracujá. Silva et al. (2019) constataram que, a irrigação com água de condutividade elétrica acima de 0,7 dS m⁻¹ afeta negativamente as trocas gasosas e o crescimento do maracujazeiro, sendo a condutância estomática e a área foliar as variáveis mais sensíveis ao estresse salino.

Lima et al. (2017) investigando as trocas gasosas, os pigmentos cloroplastídicos e o dano na membrana celular das plantas de mamoneira cv. BRS Energia, em função da

irrigação com águas salinas de diferentes composições catiônicas (nas combinações: Na^+ ; Ca^{2+} ; $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; K^+ ; $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{K}^+$ com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, para todas as naturezas catiônicas) concluíram que, as trocas gasosas, os pigmentos cloroplastídicos e o percentual de dano na membrana celular da mamoneira cv. BRS Energia na fase de florescimento são mais sensíveis à variação na condutividade elétrica em comparação com a natureza catiônica da água. Também constataram que, dentre os cátions estudados, potássio é o que proporciona os maiores valores para a taxa de assimilação de CO_2 e eficiência instantânea do uso da água, assim como o maior percentual de dano na membrana celular na mamoneira foi obtido nas plantas irrigadas com água de composição iônica potássica.

Em trabalho realizado Lima et al. (2018) avaliando as relações hídricas, o percentual de dano celular e o crescimento da mamoneira cv. BRS Energia, constataram que o maior teor relativo de água no limbo foliar nas plantas irrigadas com água de composição potássica, assim como também o estresse salino afetou de maneira negativa, o crescimento, independente da natureza catiônica da água e que, dentre os íons estudados, a mamoneira foi mais sensível à presença do sódio na água de irrigação, tanto em termos de relações hídricas como para a suculência foliar.

Em pesquisa realizada por Lima et al. (2019), os autores notaram que, a presença de sódio na água de irrigação promoveu o maior déficit de saturação hídrica no limbo foliar da mamoneira, e que o menor dano na membrana celular foi obtido nas plantas irrigadas com água de composição cálcica. Ainda segundo os autores, o efeito deletério do estresse salino sobre as trocas gasosas da mamoneira depende da natureza catiônica da água e obedecem à seguinte ordem: $\text{Na}^+ > \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$.

Leal et al. (2019) estudando o desenvolvimento inicial de plantas de “Mofunbo”, (planta típica do bioma Caatinga) irrigadas com águas salinizadas com NaCl , CaCl_2 e KCl nas condutividades elétricas de CEa = 0,0; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, concluíram que, a emergência e crescimento inicial das plantas apresentam diminuição gradativa em função do aumento dos níveis de condutividade elétrica, com o comprimento de raiz, sendo menos afetado pelas águas salinizadas com CaCl_2 e KCl , além disso, as plântulas apresentam sensibilidade aos três tipos de sais, sendo as maiores sensibilidades nos cloretos de CaCl_2 e KCl .

4. REFERÊNCIAS

- Alharby, H. F.; Colmer, T. D.; Barrett-Lennard, E. G. Salinization of the soil solution decreases the further accumulation of salt in the root zone of the halophyte *Atriplex nummularia* Lindl. growing above shallow saline groundwater. **Plant Cell Environ**, v. 41, p. 99-110, 2018.
- Almeida, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Dados Eletrônicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/875385/1/livroqualidadeagua.pdf>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2019.
- Alves, F. A. L.; Silva, S. L. F.; Silveira, J. A. G.; Pereira, V. L. A. Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 602-608, 2011.
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, Mariana L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.
- Amorim, A. V.; Gomes Filho, E.; Bezerra, M. A.; Prisco, J. T.; Lacerda, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- Amorim, J. R. A.; Resende, R. S.; Holanda, J. S. de; Fernandes, P. D. Qualidade da água na agricultura irrigada. **In:** Albuquerque, P. E. P. de; Durães, F. O. M. (ed.). *Uso e manejo de irrigação*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 6, p.255-316.
- Andrade, E. M. G.; Lima, G. S.; Lima, V. L. A.; Silva, S. S.; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. R. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.
- Andrade, J. A.; Nunes, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista espinhaço**, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014.

- Andrade, J. R.; Medeiros, A. S.; Maia Júnior, S. O.; Rezende, L. P.; Araújo Neto, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 229-236, 2018.
- Andrade, L. N. V.; Cruciani, D. E. Condutividade hidráulica no processo de eluição em um solo bruno-não-cálcico. **Scientia Agricola**, v. 53 n. 1, p. 43-50, 1996.
- Andrade, T. S. A.; Montenegro, S. M. G.; Montenegro, A. A. A.; Rodrigues, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 16, n. 5, p. 496-504, 2012.
- Araújo, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.
- Arruda, F. P.; Andrade, A. P.; Silva, I. F.; Pereira, I. E.; Guimarães, M. A. M. Emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7H: efeito do estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- Azevedo, P. R. L.; Bezerra, D. E. L.; Souto, F. M.; Bitu, S. G.; Pereira Júnior, E. B. Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2017.
- Baath, G. S.; Shukla, M. K.; Bosland, P. W.; Steiner, R. L.; Walker, S. J. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annuum*. **Agricultural Water Management**, v. 179, p. 246-253, 2017.
- Barroso, A. A. F.; Gomes, G. E.; Lima, A. E. O.; Palácio, H. A. Q.; Lima, C. A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 588-593, 2011.
- Barroso, A. A. F.; Ness, R. L. L.; Filho, R. R. G.; Silva, F. L.; Chaves, M. J. L.; Lima, C. A. Avaliação qualitativa das águas subterrâneas para irrigação na região do Baixo Jaguaribe - Ceará. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 150-155, 2010.

- Bezerra, I. L. Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Lima, G. S. L.; Santos, J. B.; Fernandes, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, v. 13 n. 3, e. 2130, 2018.
- Bezerra, J. D.; Pereira, W. E.; Silva, J. M.; Raposo, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.
- Bezerra, M. A. F.; Cavalcante, L. F.; Bezerra, F. T. C.; Silva, A. R.; 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, 2019.
- Borges, A. L.; Rosa, R. C. C.; Nascimento Filho, E. C.; Araujo, J. V. C. Fertilizantes para a cultura do maracujá e seus efeitos nos atributos químicos do solo. **In: Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2016, São Luis, MA. Anais do XXIV CBF. São Luis, Maranhão: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2016. p. 1-4.
- Brito, R. A. L.; Andrade, C. L. T. Qualidade da água na agricultura e no ambiente. **Informe agropecuário**, v. 31, n. 259, p. 50-57, 2010.
- Britto, F. F. **Progenies híbridas de maracujazeiros do cruzamento *Passiflora cincinnata* Mast. x *Passiflora quadrangularis* Linn.** 2013. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de Concentração em Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- Campos, G. A.; Santos, D. Maracujá. Palmas, Fundação Universidade de Tocantins – UNITINS. **Guia Técnico**. 2011. 12 p.
- Castro, J. A. **Conservação dos recursos genéticos de *Passiflora* e seleção de descritores mínimos para caracterização de maracujazeiro.** 2012. 73f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.
- Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G.; Andrade, R.; Sá, J. R.; Macedo, J. P.; Gondim, S. C.; Calvacante, I. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (suplemento), p. 314-317, 2005.

- Cavichioli, J. C.; Corrêa, L. S.; Boliani, A. C.; Santos, P. C. Características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 905-914, 2011.
- Cavichioli, J. C.; Meletti, L. M. M.; Narita, N. Cultivo do maracujá: aspectos a serem observados antes da implantação da cultura. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2016.
- Costa, A. R. F.; Medeiros, J. F. Nitrogen, phosphorus and potassium accumulation in watermelon cultivars irrigated with saline water. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 3, p. 343-350, 2018.
- Costa, E.; Santos, L. C. R.; Carvalho, C.; Leal, P. A. M.; Gomes, V. A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 216-222, 2011.
- Cunha, C. S. M.; Hernandez, F. F. F.; Silva, F. N.; Escobar, M. E. O.; Magalhães, D. R.; Anjos, D. C. Relação entre solos afetados por sais e concentração de metais pesados em quatro perímetros irrigados no Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, (Suplemento), p. 80-85, 2014.
- Cunha, M. **Produtividade e características de frutos de pomares de maracujá implantados com sementes originais e reaproveitadas do híbrido brs gigante amarelo. Brasília-DF, 2013.** 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- 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. D.; Blanco, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 129-140.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; Sousa Neto, O. N. Queiroz, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho. (Org.). **Manejo da salinidade na**

- agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza: INCT Sal, 2016. p. 151-162.
- Dias, N. S.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Silva, F. V.; Barros, A. D. Evolução da salinidade de um Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 240-246, 2004.
- Dias, N. S.; 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.
- Dong, H. Technology and field management for controlling soil salinity effects on cotton. **Australian Journal of Crops Science**, v. 6, n. 2, p. 333-341, 2012.
- Durigan, J. F. Colheita e conservação pós colheita. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do Maracujazeiro, 5, Jaboticabal, 1998. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998.
- Faleiro, F. G.; Rocha, F. E. C.; Gontijo, G. M.; Rocha, L. C. T (Editores Técnicos). **Maracujá: Prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias - Brasília, DF. Emater/DF, 2019. v. 2 (275 p.)**
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** ed. Embrapa Cerrados, 2016. 341 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F.; Oliveira, E. J.; Peixoto, J. R.; Costa, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - histórico e perspectivas.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. 36 p. (Documentos, 307).
- Fassbender, H. W.; Bornemisza, E. **Química dos suelos com énfasis em suelos de América Latina.** 2 ed., San José: IICA, 420p. 1987.
- Ferraz, A. **Fruticultura.** 2013. Disponível em: <<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/15-39-51-apostilafruticultura.pdf>. 2013>. Acesso em: 24 de dezembro de. 2019.
- Ferraz, R. A.; Gonçalves, B. H. L.; Souza, J. M. A.; Tecchio, M. A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro ‘brs rubi do cerrado’ com a utilização de ácido giberélico. **Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 2, p. 167-174, 2016.

- Ferreira, R. G.; Távora, F. J. A. F.; Hernandez, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- Feuillet, C. *Passifloraceae* (Passion Flower Family). In: Smith, N.; Mori, S. A.; Henderson, A.; Stevenson, D.W.; Held, S.V. (Ed). **Flowering plants of the neotropics**. Oxford: Princeton University Press; New York Botanical Garden, p. 286-287, 2004.
- Figueredo, L. F.; Maia Júnior, S. O.; Ferraz, R. L. S. F.; Dutra, A. F.; Bezerra, J. D.; Melo, A. S. Crescimento e partição de massa seca em mudas de mamoeiro sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 2984-2990, 2018.
- Freire, J. L. O.; Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Lima Neto, A. J. 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, V. F.; Silva, G. R.; Yariwake, J. H. Targeted-Analysis of β -Carboline Alkaloids in Passionfruit ("Maracujá") by SBSE(PDMS)-LC/Flu and UHPLC-MS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, n. 4, p. 775-781, 2018.
- Gheyi, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: Oliveira, T.; Assis, J. R.; R. N.; Romero, R. E.; Silva, J. R. C. (Eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 329-345, 2000.
- Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Batista, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 70p. 1991.
- Gondim, J. A. M.; Moura, M. F. V.; Dantas, A. S.; Medeiros, R. L. S.; Santos, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.
- Greco, S. M. L. **Caracterização físico-química e molecular de genótipos de maracujá azedo cultivados no Distrito Federal**. Brasília-DF, 2014. 149 p. Tese (doutorado) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília-Brasília.
- Hafle, O. M.; Costa, A. C.; Santos, V. M.; Santos, V. A.; Moreira, R. A. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 341-346, 2010.

- Hoffman, G. J. Alleviating salinity stress. In: G. F. Arkin and H. M. Taylor, (Eds.). *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress*. **American Society of Agricultural Engineers**, Michigan, p. 305-341, 1981.
- Holanda, J. S.; Amorim, J. R. A.; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C.; Sá, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p.35-50. 2016.
- Hussain, R. A.; Ahmad, R.; Waraich, E. A.; Nawaz, F. Nutrient uptake, water relations, and yield performance of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. **Journal of Plant Nutrition**, n. 38, p. 2139-2149, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>> Acesso em: 12 de dezembro de 2019.
- IBGE. **Cadastro de municípios localizados na região Semiárida do Brasil**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> . Acesso em: 15 dez. 2019.
- Iqbal, N.; Umar, S.; Khan, N. A.; Khan, M. I. R. A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism. **Environmental and Experimental Botany**, v. 100, p. 34-42, 2014.
- Kovda, V. A.; Yaron, B.; Shalhevet, Y. Quality of irrigation water. In: Kovda, V. A.; Berg, C. V.; Hagan, R. M. (org.). **International source book on irrigation, drainage and salinity**. p. 177-205, 1973.
- Larcher, W. **Ecofisiologia Vegetal**. ed RiMa Artes e Textos, São Carlos, 531 p. 2000.
- Läunchli, A.; Epstein, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K. K. (ed), *Agricultural Salinity Assessment and Management*. **American Society of Civil Engineers**, p. 113-137, 1990.
- Leal, C. C. P.; Dantas, N. B. L.; Torres, S. B.; Vale, A. A. M.; Freitas, R. M. O. Initial development of *Combretum leprosum* Mart. seedlings irrigated with saline water of different cationic natures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 300-306, 2019.
- Leonel, S.; Pedroso, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 107-119, 2005.

- Lima, G. S.; Gheri, H. R.; Nobre, R. G.; Xavier, D. A.; Soares, L. A. A. Castor bean production and chemical attributes of soil irrigated with water with various cationic compositions. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 54-65, 2016.
- Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G. N.; Soares, L. A. A.; Santos, J. B. Cell damage, water status and gas exchanges in castor bean as affected by cationic composition of water. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 482-492, 2019.
- Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Soares, L. A. A.; Fernandes, P. D.; Furtado, G. F. Trocas gasosas, pigmentos cloroplastídicos e dano celular na mamoneira sob diferentes composições catiônica da água. **Irriga**, v. 22, n. 4, p. 757-774, 2017.
- Lima, G. S.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A.; Azevedo, C. A. V.; Lima, V. L. A. Salinity and cationic nature of irrigation water on castor bean cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 267-272, 2018.
- Lima, M. A relação custo/benefício na cultura do maracujá para os pequenos produtores rurais do município de Corumbataí do sul. **Revista Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 3, n. 1, p. 93-110. 2012.
- Lima-Neto, A. J.; Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. O.; Souto, A. G.; Santos, G. P.; Santos, J. Z.; Mesquita, E. F. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 2, 2016.
- Lira, R. M. **Salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação no cultivo da cana-de-açúcar**. Recife, 2016. 101 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Liu, X.; Wang, L.; Wei, Y.; Zhang, Z.; Zhu, H.; Kong, L.; Meng, S.; Song, C.; Wang, H.; Ma, F. Irrigation with magnetically treated saline water influences the growth and photosynthetic capability of *Vitis vinifera* L. seedlings. **Scientia Horticulturae**, v. 27, p. 1-11, 2020.
- Lucena, C. Y. S.; Santos, D. J. R.; Silva, P. L. S.; Costa, E. D.; Lucena, R. L. O reuso de águas residuais como meio de convivência com a seca no semiárido do Nordeste Brasileiro. **Regene**, v. 4, p. 1-17, n. Especial, 2018.
- Medeiros, A. D.; Nunes, V. D.; Costa, F. D. A. F.; Adriano, W. S.; Campos, M. A.; Dantas, Â. K. Efeito do modo de condução do cultivo de maracujá-amarelo na

- produção dos frutos. **In...** Anais do Congresso Nordestino de Biólogos - v. 6: Congrebio, p. 433-438, 2016.
- Medeiros, D. C.; Medeiros, J. F.; Dias, P. M. S.; Barbosa, M. A. G.; Lima, K. S. Produção de melão Pele de Sapo híbrido 'Medellín' cultivado com diferentes salinidades da água. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 628-634, 2011.
- Medeiros, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE.** Campina Grande, 1992. 173p. Dissertação - (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal da Paraíba.
- Meletti, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, n. 83-91, 2011.
- Meza, N.; Arizaleta, M.; Bautista, D. Efecto de la salinidad en la germinación y emergência de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 24, n. 1, p. 69-80, 2007.
- Moreira, W. H.; Tormena, C. A.; Betioli Junior, E.; Figueiredo, G. C.; Silva, A. P.; Giarola, N. F. B. Quantificação do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho utilizando duas estratégias metodológicas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, p. 1772-1783, 2014.
- Moreno, E. C.; Tiago, A. V.; Rossi, F. S.; Rossi, A. A. B. Biologia floral, morfometria e viabilidade polínica do Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Degener). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 21, p. 2094-2104, 2015.
- Moura, R. S.; Gheyi, H. R.; Coelho Filho, M. A.; Jesus, O. N.; Lima, L. K. S.; Cruz, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 5, p. 1197-1207, 2017.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.
- Neumann, P. M.; Azaizeh, H.; Leon, D. Hardening of root cell walls: A growth inhibitory response to salinity stress. **Plant Cell and Environment**, v. 16, p. 15-24, 1994.
- Neves, O. S. C.; Carvalho, J. G.; Rodrigues, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.

- Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.
- Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Cardoso, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 929-937, 2011.
- Nobre, R. G.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Lourenço, G. S.; Soares, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.
- Nóbrega, J. S.; Figueiredo, F. R. A.; Nascimento, R. G. S.; Bruno, R. L. A.; Alves, E. U.; Cavalcante, L. F. Qualidade fisiológica de sementes de melão pepino sob salinidade crescente da água de irrigação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1011-1018, 2018.
- Oliveira, E. M. S.; Regis, S. A.; Resende, E. D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 725-730, 2011.
- Oliveira, F. A.; Lopes, M. A. C.; Sá, F. V. S.; Nobre, R. G.; Moreira, R. C. L.; Silva, L. A.; Paiva, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 471-478, 2015.
- Oliveira, F. I. F.; Souto, A. G. L.; Cavalcante, L. F.; Medeiros, W. J. F.; Medeiros, S. A. S.; Oliveira, F. F. Biomass and chloroplast pigments in jackfruit seedlings under saline stress and nitrogen fertilization. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 622-631, 2018.
- Oliveira, J. S.; Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Importância dos maracujás (*Passiflora* L. spp.) e seu uso comercial. **Revista RG News**, v. 3, n. 3, p.72-81, 2017.
- Orcutt, D. M.; Nilsen, E. T. *Physiology of Plants Under Stress*. **New York, John Willey & Sons**, 2000.
- Ozores, B.; Storck, C. R.; Fogaça, A. O. Aceitabilidade e características tecnológicas de bolo enriquecido com farinha de maracujá. **Disciplinarum Scientia**, v. 16, n. 1, p. 61-69, 2015.
- Paiva, A. S.; Medeiros, J. F.; Silva, M. C. C.; Alves, L. P.; Sarmiento, D. H. A.; Silva Júnior, M. J. Salinidade e reação do solo numa área cultivada com melão sob mulch e

- irrigado com águas de diferentes níveis de sais. **Revista Caatinga**, v. 17, p. 57-63, 2004.
- 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**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
- Peixoto, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. **In**: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 457-463. 2005.
- Pereira, F. A. L.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Preston, W.; Vasconcelos, C. B. L. Tolerance of melon cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12, p. 846-851, 2017.
- Pinheiro, E. R.; Silva, I. M. D. A.; Gonzaga, L. V.; Amante, E. R.; Teófilo, R. F.; Ferreira, M. M. C.; Amboni, R. D. M. C. Optimization of extraction of high ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, n. 99, p. 5561-5566, 2008.
- Reis, J. M. R.; Rodrigues, J. F.; Reis, M. A. Doses e formas de aplicação de bioestimulante na produção de mudas de maracujazeiro. **Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 3, p. 267-274, 2016.
- Rengel, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell Environment**, v. 15, p. 625-632, 1992.
- Rhoades, J. D.; Ingvalson, R. D. Macroscopic swelling and hydraulic conductivity properties of four vermiculitic soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 33, p. 364-370, 1969.
- Ribeiro, G. M.; Maia, C. E.; Medeiros, J. F. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 15-22, 2005.
- Ribeiro, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. **In**: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. (ed.). Química e mineralogia do solo. Parte II - Aplicações. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. p. 449-484, 2009.

- Rodriguez, R. D. G.; Singh, V. P.; Pruski, F. F.; Calegario, A. T. Using entropy theory to improve the definition of homogeneous regions in the semi-arid region of Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v. 7, p. 2096-2109, 2015.
- Sá, F. V. S. **Ecofisiologia da aceroleira irrigada com água salina sob doses de nitrogênio e fósforo**. Campina Grande, 2018. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande.
- Sá, F. V. S.; Mesquita, E. F.; Bertino, A. M. P.; Costa, J. D.; Araújo, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Revista Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.
- Sá, J. M.; Leitão, E. T. C.; Gomes, C. D. L.; Rodrigues, M. H. B. S.; Sousa, V. F. O.; Santos, G. L.; Melo, R. A. P.; Mendonça Júnior, A. F.; Lacerda, J. S. P.; Santos, A. S. The initial growth of passion fruit plant irrigated with saline water and the application of biostimulants. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, 2018.
- Sacramento, B. L.; Silva, L. L.; Cruz, T. S.; Abreu, C. B.; Azevedo Neto, A. D. A baixa salinidade não afeta o crescimento e a nutrição mineral de plantas de aguapé. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1967-1977, 2014.
- Salazar, A. H. **Tolerância ao estresse abiótico (salinidade e seca) e influência de porta-enxertos na qualidade de frutos em passiflora spp**. Viçosa, 2016. 100p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa.
- Santi, G. R.; Reinert, D. J.; ReicherT, J. M.; Sequinatto, L.; Osório Filho, B.; Kunz, M.; Fontinelli, F. Características físicas do solo da microbacia hidrográfica de Cândido Brum – Arvorezinha-RS. In: Reunião brasileira de manejo e conservação de solo e água, 14, 2002, Cuiabá, Anais... UFMT: Cuiabá, 2002. CD Rom.
- Santos, C. C.; Motta, I. S.; Carneiro, L. F.; Santos, M. C. S.; Padovan, M. P.; Mariani, A. Produção agroecológica de mudas de maracujá em substratos a base de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.
- Santos, R. V.; Cavalcante, L. F.; Vital, A. D. M.; Lacerda, C. F.; Souza, E. R.; Lima, G. S. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. 2. ed. **Manejo da salinidade na agricultura irrigada: estudos básicos e aplicados (org.)**. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 277-293.

- Santos, W. M.; Souza, R. M. S.; Souza, E. S.; Almeida, A. Q.; Antonino, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 368-376, 2017.
- São José, A. R.; Pires, M. M. Aspectos gerais da cultura do maracujá no Brasil. **In.: Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade / Pires, M. M.; São José, A. R.; Conceição, A. O. (org). Ilhéus: Editus, 2011. p. 13-19.**
- Shainberg, I.; Letey, J. Response of soils to sodic and saline conditions. **Hilgardia**, v. 52, p. 1-57, 1984.
- Sharma, D. P.; Rao, K. V. G. K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, n. 4, v. 48, p. 287-95, 1998.
- Silva Júnior, L. G. A.; Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 11-17, 1999.
- Silva, A. A. R.; Lima, G. S. L.; Azevedo, C. A. V.; 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, e. 55671, 2019.
- Silva, E. M.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Sá, F. V.; Souza, L. P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 11, p. 776-781, 2018.
- Sousa, A. B. O.; Bezerra, M. A.; Farias, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 390-394, 2011.
- Sousa, G. G.; Souza, M. V. P.; Guilherme, J. M. S.; Silva Júnior, F. B.; Freitas, A. G. S.; Viana, T. V. A. Crescimento de morangueiro submetido a níveis de salinidade e adubação orgânica. **Revista Verde**, v. 14, n. 4, p. 485-490, 2019.
- Sousa, V. F.; Folegatti, M. V.; Coelho Filho, M. A.; Frizzone, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.

- Souza, V. C.; Lorenzi, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2º Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640P. 2008.
- Talebnejad, R.; Sepaskhah, A. R. Effect of different saline ground water depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. **Agricultural Water Management**, v. 148, p. 177-188, 2015.
- Vaario, L. M.; Yrjala, K.; Rousi, M.; Sipila, T.; Pulkkinen, P. Leaf number indicates salt tolerance of young seedling families of European aspen (*Populus tremula* L.) growing in different soils. **Silva Fennica**, v. 45, n. 1, p. 19-33, 2011.
- Vieira, P. F. S. P.; Cruz, D. O.; Gomes, M. F. M.; Campos, L. A. O.; Lima, J. E. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 15, p. 43-53, 2010.
- Viol. M. A.; Carvalho, J. A.; Lima, E. M. C.; Rezende, F. C.; Gomes, L. A. A. Efeito da salinidade no crescimento e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 2120-2131, 2017.
- Wanderley, J. A. C.; Azevedo, C. A. V.; Brito, M. E. B.; Cordão, M. A.; Lima, R. F.; Ferreira, F. N. Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on yellow passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 541-546, 2018.
- Wang, R.; Kanga, Y.; Wan, S.; Hu, W.; Liu, S.; Jiang, S.; Liu, S. Influence of diferente amounts of irrigation water on salt leaching and cotton growth under drip irrigation in an arid and saline area. **Agricultural Water Management**, v. 110, p. 109-117, 2012.
- Zeraik, M. L.; Pereira, C. A. M.; Zuin, V. G.; Yariwake, J. H. Passion fruit: a functional food? **Revista Brasileira de Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.
- Zeraik, M. L.; Yariwake, J. H.; Wauters, J.N.; Tits, M.; Angenot, L. Analysis of passion fruit rinds (*Passiflora edulis*): isoorientin quantification by HPTLC and evaluation of antioxidant (radical scavenging) capacity. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 541-545, 2012.

Zucarelli, V. **Aspectos anatômicos, fisiológicos e bioquímicos da enxertia de maracujazeiros sobre *Passiflora cincinnata* Mast.** 2011. 104 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO, PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA

CRESCIMENTO, PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA

Resumo: O acelerado crescimento populacional, aumenta também a busca por alimentos, sendo então, necessário o uso de estratégias que possibilitem a exploração agrícola sustentável. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os pigmentos fotossintéticos, a eficiência fotoquímica e o crescimento do maracujazeiro-amarelo 'BRS Rubi do Cerrado', irrigado com águas de distintas naturezas catiônicas. O experimento foi realizado em lisímetros de drenagem, em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, durante o período de março de 2019 a janeiro de 2020. Utilizou-se para tanto, o delineamento em blocos casualizados, sendo adotado um tratamento testemunha (água de abastecimento) e sete diferentes naturezas catiônicas (S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. O tratamento testemunha foi composto de água com baixa condutividade elétrica (CEa = 0,4 dS m⁻¹), e os demais tratamentos continham CEa de 3,5 dS m⁻¹ preparados com diferentes cátions. O crescimento do maracujazeiro-amarelo é afetado pela variação no nível da condutividade elétrica da água, independente da natureza catiônica da água de irrigação. O uso de água salinizada por sódio favoreceu o aumento na síntese de clorofila *a*, *b* e carotenóides das plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplante. Aos 180 dias após o transplante, as distintas naturezas catiônicas da água de irrigação, não influenciaram as variáveis de fluorescência do maracujazeiro-amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* L., salinidade, fruticultura, fotossíntese.

GROWTH, PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS, AND PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF SOUR PASSION FRUIT AS A FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF WATER

Abstract: The rapid population growth also increases the search for food, then being, necessary to use strategies that enable sustainable farm. Thus, the present study aimed to evaluate photosynthetic pigments, photochemical efficiency and the growth of yellow passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado', irrigated with waters of different cationic natures. The experiment was carried out in drainage lysimeters, in a greenhouse belonging to the Academic Unit of Agricultural Engineering at the Federal University of Campina Grande, Campina Grande-PB, during the period from March 2019 to January 2020. It was used for this purpose, the randomized block design, using a control treatment (water supply) and seven different cationic natures (S₁ - Control; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ and S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) and three replicates, totaling 24 experimental plots. The control treatment consisted of water with low electrical conductivity (EC_w = 0.4 dS m⁻¹), and the other treatments contained EC_w 3.5 dS m⁻¹ prepared those with different cations. The growth of the yellow passion fruit is affected by the variation in the level of the electrical conductivity of the water, regardless of the cationic nature of the irrigation water. The use of sodium salinated water favored an increase in the synthesis of chlorophyll *a*, *b* and carotenoids from yellow

passion fruit plants, 180 days after transplanting. At 180 days after transplanting, the different cationic natures of the irrigation water did not influence the fluorescence variables of the yellow passion fruit.

Keywords: *Passiflora edulis*, salinity, fruit growing, photosynthesis.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) pertence à família Passifloraceae, composta por cerca de 520 espécies, e destas, mais de 150 são de origem brasileira, contudo, poucas são consideradas economicamente importantes (Bernacci et al. 2013; Ferreira et al., 2019). O Brasil se destaca como o maior produtor e exportador da fruta, tendo produzido 602.651 toneladas em uma área total de 43.248 hectares colhida em 2018, com uma produção nacional média de 13,93 t ha⁻¹ ano⁻¹ (IBGE, 2019).

A grande importância econômica do maracujazeiro-amarelo deve-se ao seu pleno uso da fruta, sendo a polpa utilizada para o consumo *in natura* ou elaboração de produtos industrializados, a casca tem utilidade alimentícia para animais e as sementes são extraídos óleos destinados à indústria de cosméticos (Costa et al., 2008). Além disso, a cultura possui grande utilidade para a fabricação de medicamentos e para uso ornamental, devido à beleza e diversidade de flores e folhas (Faleiro et al. 2012). Todavia, o sucesso da produção depende das condições impostas à cultura durante todo o sistema de produção.

À medida em que ocorre o crescimento populacional, cresce também a busca por alimentos provenientes da agricultura, sendo necessário o uso de estratégias que possibilitem a exploração agrícola sustentável. De acordo com a ONU (2019), a população mundial deve crescer em 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, passando dos atuais 7,7 bilhões de indivíduos para 9,7 bilhões em 2050, em percentagem, corresponde a um aumento de 25,97% entre os referidos anos.

Dentre as limitações à produção do maracujazeiro no Nordeste brasileiro está a baixa disponibilidade de água para a irrigação, pela irregularidade pluviométrica espaço-temporal (Silva et al., 2011). Além da baixa disponibilidade, outro fator relevante é a qualidade da água disponível para a irrigação, visto que, as fontes de água muitas vezes possuem restrições para o uso, principalmente, pelo excesso de sais (Conejo, 2007; Cavalcante et al., 2012).

A salinidade é o principal fator ambiental que compromete a produção agrícola em todo o mundo, o estresse salino pode induzir modificações na composição e função do aparato fotossintético das plantas, no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, além de afetar a divisão e alongamento celular (crescimento), limitando a produção das culturas causada pelo efeito osmótico, o desbalanço nutricional e a toxicidade de íons específicos (Moradi et al., 2013; Lima et al., 2018; Silva et al., 2011; Andrade et al., 2018a).

Neste cenário, diversas pesquisas foram realizadas com o objetivo de analisar os efeitos deletérios da salinidade sob diversos aspectos na cultura do maracujazeiro (Souza et al., 2018; Andrade et al., 2018b; Moura et al., 2019; Andrade et al., 2019; Lima et al., 2020); contudo, eles se limitaram apenas na avaliação dos diferentes níveis salinos, sendo fundamental a realização de pesquisas relacionadas aos efeitos das diferentes composições catiônicas da água especialmente, para a cultura do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, com finalidade de se adotar um plano de manejo adequado para a exploração da cultura.

Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar os pigmentos fotossintéticos, a eficiência fotoquímica e o crescimento do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ irrigado com águas de distintas naturezas catiônicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento e material botânico

O experimento aconteceu no período de março de 2019 a janeiro de 2020, em ambiente protegido pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *campus* Campina Grande, PB, cujas coordenadas geodésicas são 07° 15’ 18’’ S, e 35° 52’ 28’’ O e altitude de 550 m.

O ambiente protegido continha dimensões de 32 m de comprimento e 20 m de largura, correspondendo a uma área de 640 m², sendo em formato de arco, a cobertura feita com plástico transparente (polietileno) de baixa densidade (150 µm) e laterais revestidas com tela de sombreamento com índice de proteção de 80%.

A cultivar utilizada foi a cv. BRS Rubi do Cerrado, lançada no ano de 2012 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), apresenta como principais características maior tolerância a pragas e elevada produtividade, podendo atingir produtividade de 50 t ha⁻¹ no primeiro ano de cultivo (EMBRAPA, 2019). A variedade

possuí também maior resistência ao transporte, com peso médio de frutos em torno de 170g e rendimento de suco em torno de 35%, sua polpa apresenta coloração amarelo forte e possui maior quantidade de vitamina C (Castelões, 2012).

2.2. Delineamento experimental e tratamentos

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, composto por oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos de sete combinações de água de irrigação de diferentes naturezas catiônicas, mais o tratamento controle (água de abastecimento), sendo assim, os tratamentos corresponderam a; S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. As plantas do tratamento testemunha (S₁) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,4 dS m⁻¹, já os demais (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈) com CEa de 3,5 dS m⁻¹. Os tratamentos Na⁺ + Ca²⁺; Na⁺ + Mg²⁺; Ca²⁺ + Mg²⁺ foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 1:1 e 7:2:1, entre Na⁺:Ca²⁺:Mg²⁺, respectivamente.

Após a diluição dos sais, foram coletadas amostras das águas conforme tratamentos e determinadas as características químicas (Tabela 1) no laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/CTRNUFCG), conforme metodologia de APHA (1998).

Tabela 1. Características química das águas utilizadas no experimento

NCA	CE dS m ⁻¹	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RAS
			(mmol _c L ⁻¹)							(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
S ₁	0,4	7,67	0,69	1,34	1,19	0,13	1,50	0,10	1,53	1,10
S ₂	3,5	7,78	1,11	1,16	23,56	0,13	26,58	0,12	1,57	22,11
S ₃	3,5	7,62	25,58	0,87	1,98	0,26	26,50	0,34	1,49	0,54
S ₄	3,5	7,68	0,34	30,42	1,12	0,11	29,35	0,36	1,45	0,29
S ₅	3,5	7,93	10,84	2,04	13,17	0,18	26,38	0,24	1,50	5,19
S ₆	3,5	7,86	0,85	14,30	11,78	0,13	26,35	0,30	1,62	13,88
S ₇	3,5	7,78	11,79	17,56	1,45	0,19	28,38	0,20	1,64	0,38
S ₈	3,5	8,02	4,15	5,00	16,48	0,13	26,15	0,28	1,51	7,70

S₁ = Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. NCA - Natureza catiônica da água; CE - condutividade elétrica; pH - potencial hidrogeniônico; RAS - relação de adsorção de sódio.

2.3. Instalação e condução do experimento

As mudas foram formadas em sacos de polietileno com capacidade volumétrica de 1472 mL, preenchidos com substrato composto da da mistura de solo, areia lavada, e húmos de minhoca, na proporção de 84, 15 e 1%, respectivamente. Após enchimento, as sacolas de polietileno foram acondicionadas em ambiente protegido. Antes do semeio

elevou-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo com água de abastecimento. Após o semeio, as irrigações foram realizadas diariamente com água de baixa salinidade ($CEa = 0,4 \text{ dS m}^{-1}$) de modo a manter o substrato próximo ao nível da capacidade de campo. Após a emergência e quando as plântulas apresentavam pelo menos 3 folhas definitivas realizou-se o desbaste, permanecendo apenas duas por sacola.

O transplantio para os lisímetros de drenagem (Figura 1A) sucedeu quando as mudas atingiram 50 cm de altura e iniciaram a emissão de gavinhas (aos 45 dias após o semeio - DAS). No transplantio foi realizado a abertura de covas com dimensões referentes aos dos recipientes utilizados (Figura 1B). Após isso, todos os lisímetros foram irrigados com água de baixa salinidade ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$), de forma a manter o solo com umidade ao nível correspondente à capacidade de campo. As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical, construída fazendo-se o uso de arame liso de aço galvanizado nº 12, disposta a 1,7 m de altura da superfície do solo do lisímetro. A aplicação dos tratamentos iniciou-se quando a haste principal das plantas atingiram a altura da espaldeira.

As plantas foram conduzidas em lisímetros de drenagem (altura de 70 cm, diâmetro da base inferior de 57 cm e abertura superior de 57 cm) preenchidos com solo (Figura 1C), espaçados 1,5 m entre fileiras e 2 m entre plantas. Na extremidade inferior dos lisímetros foram realizados dois furos e acoplados drenos, com dimensões de 18 mm de diâmetro e 20 cm de comprimento. Em seguida, foi colocado uma manta geotêxtil (tipo Bidim OP 30) para evitar o entupimento dos drenos, e sobre ela uma camada de brita para facilitar a drenagem. Para a coleta do volume drenado referente a fração de lixiviação, foi acondicionado em cada dreno uma garrafa plástica com capacidade de 2 L, sendo o valor da drenagem contabilizado e utilizado para o balanço hídrico do solo (Figura 1A).

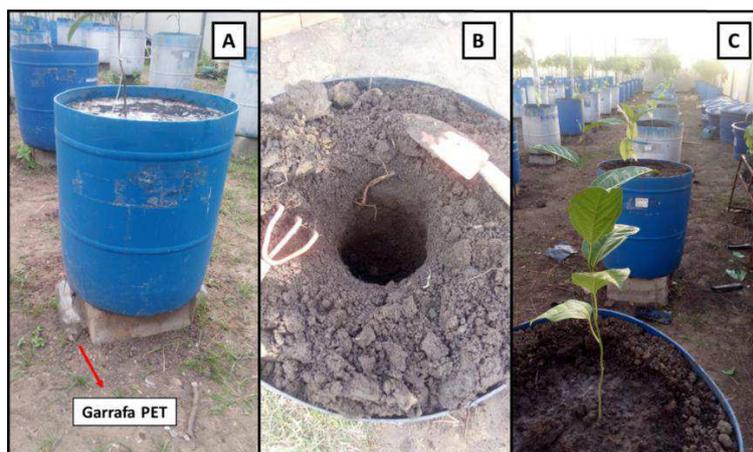


Figura 1. Caracterização dos lisímetros (A), e transplântio das mudas (B e C)

Após a instalação dos drenos, os lisímetros foram preenchidos com 240 kg de solo, ficando livre na parte superior do lisímetro, uma altura de 10 cm com finalidade de facilitar as irrigações. Antes da realização do transplântio, verificou-se o volume de água requerido para o solo atingir a capacidade de campo através do método de balanço de água no solo (lisimetria de drenagem).

O Solo utilizado no experimento proveio de uma profundidade de 0-30 cm (horizonte A) com classificação franco-argilo-arenosa, do município de Alagoa Nova, PB. Antes do transplântio, se coletou uma amostra de solo para determinação de suas características químicas e físico-hídricas (Tabela 2), realizada no laboratório do setor de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), conforme metodologia da EMBRAPA (2011).

Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas								
pH _{ps}	M.O g kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
.....(cmol _c kg ⁻¹).....								
5,3	28,63	3,88	79,30	0,04	1,67	1,56	0,40	6,81
Características físico-hídricas								
Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe textural	Umidade (kPa)		AD	Porosidade total m ³ m ⁻³	Densidade (kg dm ⁻³)
Areia	Silte	Argila		-	- dag kg ⁻¹			
688	96	216	FAA	-	-	-	0,56	1,16

pH_{ps} - pH da pasta de saturação; M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; FAA – Franco Argilo Arenoso; AD – Água disponível.

2.4. Preparo da água de irrigação

As águas de irrigação foram obtidas da dissolução dos cloretos de sódio (NaCl), cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), e magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) conforme os tratamentos pré-estabelecidos, tomando-se como base a condutividade elétrica da água adquirida da rede de abastecimento da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), da cidade de Campina Grande, PB, seguindo a equação de Richards (1954) levando em consideração a relação entre a CEa (condutividade elétrica da água de abastecimento) e a concentração de sais ($10 \cdot \text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$). Os sais utilizados (NaCl; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) apresentavam pureza de 99,9; 74 e 100%, respectivamente. Após a preparação e a calibração da CEa, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade para 100 L, devidamente identificados com os respectivos tratamentos e fechados, para evitar a evaporação (Figura 2).



Figura 2. Armazenamento das águas com diferentes naturezas catiônicas

As irrigações foram realizadas diariamente, com aplicação do volume de água de modo a manter a umidade do solo próxima à sua capacidade máxima de retenção de água.

Em cada irrigação, foi aplicado o volume de água determinado para atender à necessidade hídrica das plantas, mediante balanço de água na zona radicular, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o drenado, calculados semanalmente. Com a finalidade de se evitar o acúmulo de sais na zona radicular das plantas, também semanalmente aplicou-se uma fração de lixiviação de 0,15 (Ayers & Westcot, 1999), sendo quantificado o volume drenado e a aferição da condutividade elétrica da água drenada, sendo esses parâmetros utilizados nos cálculos para determinação da fração de lixiviação.

2.5. Condução da cultura

2.5.1. Tutoramento

Para o tutoramento do ramo principal, utilizou-se barbante de nylon (Figura 3A), quando o ramo principal ultrapassou 10 cm da altura da espaldeira, foi feita a primeira poda, com finalidade da indução dos ramos secundários (Figura 3B).

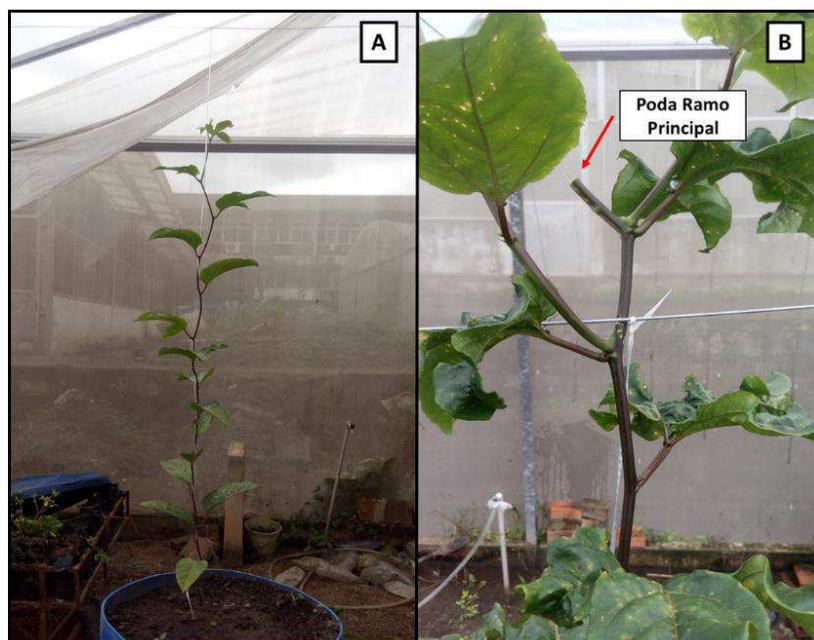


Figura 3. Sistema de condução da planta (A) e poda do ramo principal (B)

Quando os ramos secundários atingiram um metro de comprimento sucedeu a poda para o estabelecimento do crescimento dos ramos terciários e formação da “cortina”, quando chegaram a uma distância de 20 cm do solo, realizou-se a ultima poda com finalidade de evitar o contato com o solo (Figura 4). Durante todo o experimento se eliminou os ramos ladrões de maneira a permanecer apenas principal, secundário das cortinas, as gavinhas também foram eliminadas diariamente por meio de tesoura.

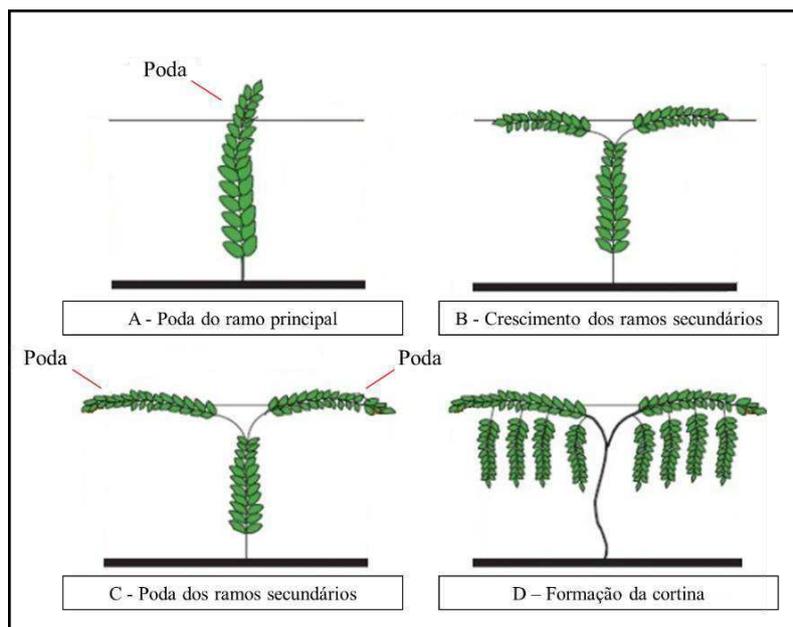


Figura 4. Esquema de condução e poda do maracujazeiro em sistema de espaldeira vertical

2.5.2. Adubações

Com base em São José (2000), na abertura da cova foi realizada adubação aplicando-se 250 g de superfosfato simples e 100 g de cloreto de potássio a 60% e no início da floração aplicou-se 150 g de superfosfato simples por planta. Já a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, conforme metodologia proposta por Santos (2001), utilizando como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio e como fonte de potássio o cloreto de potássio. Na fase de formação da cultura, se empregou a razão de 1N:1K tomando como referência 10 g de nitrogênio. A partir do início da floração a dose de N foi elevada para 20 e a de K para 30 g, aumentando a relação N:K de 1:1,5. Também foram realizadas mensalmente, adubações foliares com micronutrientes.

2.6. Tratos culturais

O controle de ervas daninhas na área foi realizado através de capinas manuais, nas entrelinhas dos lisímetros de drenagem. Ao redor do colo da planta, foram realizadas escarificações com uso de escarificador manual para eliminação de plantas invasoras e descompactação da camada superficial do solo favorecendo assim, as trocas gasosas.

Quando necessário, o controle de pragas e doenças se recorreu ao uso de agroquímicos, sendo usados produtos pertencentes aos grupos: fungicida, inseticida, acaricida e nematicida, seguindo as instruções para a cultura e com dosagens de acordo com os fabricantes de cada produto.

2.7. Variáveis analisadas

2.7.1. Crescimento

Aos 90 e aos 180 dias após o transplântio, o crescimento foi determinado através de medições do diâmetro do caule (DC). As medições foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital a uma altura de 3 cm da superfície do solo (Figura 5). A partir dos dados de DC determinaram-se as taxas de crescimento absoluto (TCAD) e relativo (TCRD) de acordo com metodologia de Benincasa (2003) conforme as equações 1 e 2, respectivamente.

$$TCAD = \frac{DC_2 - DC_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

$$TCAD = \frac{\ln DC_2 - \ln DC_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Em que:

TCAD = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (mm dia^{-1}); DC_1 = diâmetro caulinar da planta no tempo 1 (mm); DC_2 = diâmetro caulinar da planta no tempo 2 (mm); TCRA = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) e, \ln = logaritmo natural.



Figura 5. Determinação do diâmetro do caule (DC) com auxílio de um paquímetro digital

2.7.2. Pigmentos fotossintéticos

A quantificação dos teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a* e *b* e carotenoides) foi realizada aos 180 dias após o transplântio (DAT), no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (Figura 6) seguindo o

método laboratorial desenvolvido por Arnon (1949). A partir dos extratos, foram determinadas as concentrações de clorofila *a*, *b* e carotenóides nas soluções utilizando um espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (ABS) (470, 646, e 663 nm), por meio das equações 3, 4 e 5:

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

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

$$\text{Carotenóides (Carot)} = \frac{(1000 * ABS_{470} - 1,82 * Cl \ a - 85,02 * Cl \ b)}{198} \quad 5$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenóides foram expressos em mg g^{-1} de matéria fresca (MF).



Figura 6. Determinação dos pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b* e carotenóides) das plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplântio

2.7.3. Eficiência fotoquímica

A fluorescência da clorofila *a* foi mensurada aos 180 dias após o transplântio, através da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) em folhas pré-adaptadas ao escuro, mediante uso de pinças foliares durante 30 min, entre às 7:00 e 10:00 h da manhã, na folha mediana do ramo produtivo intermediário, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem oxidados, ou seja, os centros de reação abertos, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science.

2.8. Análise estatística

Os dados foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’; quando significativo, realizaram-se o teste de comparação de médias (Skott-Knott $p \leq 0,05$) e os contrastes entre as médias dos tratamentos por meio do software estatístico SISVAR-ESAL. Os contrastes da seguinte forma: \hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela 3) observa-se que houve efeito significativo ($p \leq 0,01$), das distintas naturezas catiônica da água de irrigação sobre as variáveis de taxa de crescimento absoluto e relativo em diâmetro de caule.

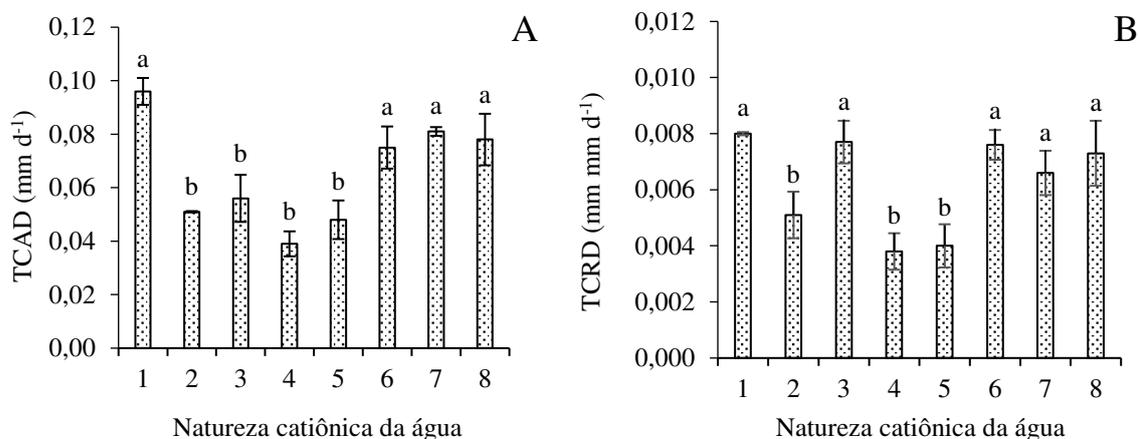
Tabela 3. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto (TCAD) e relativo (TCRD), em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, no período de 90 a 180 dias após o transplântio

FV	GL	Quadrados Médios	
		TCAD	TCRD
Blocos	2	0,00018 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
NCA	(7)	0,0011 ^{**}	0,000009 ^{**}
\hat{y}_1	1	0,0031 ^{**}	0,000007 ^{ns}
\hat{y}_2	1	0,000038 ^{ns}	0,000012 [*]
\hat{y}_3	1	0,000228 ^{ns}	0,000003 ^{ns}
\hat{y}_4	1	0,000120 ^{ns}	0,000023 ^{**}
\hat{y}_5	1	0,0021 ^{**}	0,000022 ^{**}
\hat{y}_6	1	0,000106 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
\hat{y}_7	1	0,0012 ^{**}	0,000003 ^{ns}
Resíduo	14	0,00011	0,000002
CV (%)		16,39	21,33

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; NCA - Natureza Catiônica da Água; (*) Significativo a 0,05; (**) Significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

Verifica-se através do teste de comparação de médias referente a taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (TCAD) que as plantas cultivadas com água de baixa salinidade (S₁), tiveram o maior valor médio, equivalente a 0,096 mm dia⁻¹, correspondendo a um aumento médio de 0,045; 0,040; 0,06; 0,048 mm dia⁻¹ em relação as plantas cultivadas com água salinizada por Na⁺ (S₂); Ca²⁺ (S₃); Mg²⁺ (S₄); e Na⁺ + Ca²⁺ (S₅). Ao comparar as plantas do tratamento S₁ em relação as que foram cultivadas sob S₆, S₇ e S₈ nota-se que, não houve efeito significativo entre si. Dentre as composições catiônicas, constata-se que as plantas irrigadas com água salinizada por Na⁺; Ca²⁺; Mg²⁺

e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ alcançaram o menor crescimento absoluto em diâmetro caulinar no período de 90 a 180 dias após o transplante (Figura 7A).



1 - Testemunha; 2 - Na^+ ; 3 - Ca^{2+} ; 4 - Mg^{2+} ; 5 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; 6 - $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$; 7 - $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e 8 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Barras representam erro padrão da média (n = 3). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Figura 7. Taxa de crescimento absoluto - TCAD (A) e relativo - TCRD (B) em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, no período de 90 a 180 dias após o transplante

Nas plantas expostas ao estresse salino os primeiros reflexos são alterações nas atividades bioquímicas e fisiológicas, tais como a redução na abertura estomática, na taxa fotossintética e na biossíntese de clorofila, inibindo de maneira relevante o crescimento e, conseqüentemente, a produção das culturas (Rhein et al., 2015; Santos et al., 2013).

De forma semelhante ao observado para a taxa de crescimento absoluto (Figura 7A), verifica-se que, para a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar - TCRD (Figura 7B), as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (S_1) diferiram de forma significativa das que foram cultivadas nos tratamentos S_2 , S_4 e S_5 . Contudo, ao comparar TCRD das plantas submetidas aos tratamentos S_3 , S_6 , S_7 e S_8 em relação ao tratamento S_1 , nota-se que não houve diferença significativa entre si.

O crescimento relativo em diâmetro caulinar (TRDC) refere-se à rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (Benincasa, 2003). O aumento da concentração de sais solúveis na zona radicular afeta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, ocasionando a redução na turgescência celular, comprometendo a sua expansão, o que afeta o crescimento vegetativo (Khalid & Silva, 2010; Dias et al., 2016). Dhanapackiam & Muhammad (2010) e Rodrigues et al. (2012) relatam que, os efeitos das altas concentrações de sais no solo, especialmente, do Na^+ ocasionam estresse,

promovendo a inibição na velocidade de processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, comprometendo significativamente o crescimento das mesmas.

A redução nas taxas de crescimento absoluto e relativo das plantas cultivadas sob salinidade foram observadas para diversas espécies de plantas, como para a cultura do maracujazeiro (Mesquita et al., 2012; Dias et al., 2013), aceroleira (Sá, 2018), girassol ornamental (Santos Júnior, et al., 2016) pitombeira (Melo Filho et al., 2017), mamoneira (Soares et al., 2012) e mamão Havaí (Mesquita, 2014).

Para os contrastes de médias referente à taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (Tabela 4) vê-se através da estimativa de média que, as plantas irrigadas com $CEa = 0,4 \text{ dS m}^{-1}$ (S_1) diferiram de forma significativa em relação às que foram cultivadas com CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ (S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 e S_8), sendo observado um aumento de $0,034 \text{ mm dia}^{-1}$ na TCAD nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade, em comparação com todas que foram irrigadas com água de CE de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Possivelmente, a diminuição no crescimento das plantas cultivadas sob elevada concentração de sais, independente da natureza catiônica da água, esteja relacionada as restrições do efeito osmótico, o qual inibiu a absorção de água e assim, a pressão de turgescência celular, comprometendo a expansão e a divisão celular.

Ao comparar as plantas que foram irrigadas com água salinizada por sódio + cálcio (S_5) com as que foram cultivadas com água composta por sódio + magnésio (S_6); cálcio + magnésio (S_7); e sódio + cálcio + magnésio (S_8), observa-se que houve uma redução de $0,030 \text{ mm dia}^{-1}$ nas plantas que receberam o tratamento S_5 . Efeito semelhante foi observado ao comparar o tratamento S_2 versus S_7 , onde houve redução de $0,029 \text{ mm dia}^{-1}$ nas plantas que receberam o tratamento S_2 .

Para os demais contrastes, não houve diferença significativa para a TCAD dentre os demais tratamentos. Nesse sentido, pode-se inferir que os distintos cátions presentes na água de irrigação afetaram de forma semelhante, a taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar das plantas de maracujazeiro-amarelo.

Tabela 4. Estimativa de média referente a taxa de crescimento absoluto (TCAD) e relativo (TCRD) em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, no período de 90 a 180 dias após o transplântio

Contrastes	Estimativa de Média	
	TCAD (mm dia ⁻¹)	TCRD (mm mm ⁻¹ dia ⁻¹)
\hat{y}_1	0,034	ns
\hat{y}_2	ns	- 0,002
\hat{y}_3	ns	ns
\hat{y}_4	ns	0,003
\hat{y}_5	- 0,030	- 0,003
\hat{y}_6	ns	ns
\hat{y}_7	- 0,029	ns

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); (ns) não significativo

Analisando os contrastes para a taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (Tabela 4), observa-se que, as plantas irrigadas com água salinizada por sódio (S₂) diferiram significativamente em relação ao tratamento irrigado com água constituída de cálcio (S₃), sendo a redução estimada de 0,002 mm mm dia⁻¹ nas plantas cultivadas sob S₂. Além deste, ao contrastar os tratamentos S₃ vs S₅, nota-se um incremento de 0,003 mm mm dia⁻¹ na taxa de crescimento relativo nas plantas que foram irrigadas com água salinizada pelo tratamento S₃ (Tabela 4). Ao comparar a TCRD das plantas irrigadas com água possuindo sódio + cálcio (S₅) com os valores das plantas irrigadas com águas contendo em sua composição sódio + magnésio (S₆), cálcio + magnésio (S₇) e sódio + cálcio + magnésio (S₈), verifica-se redução de 0,003 mm mm dia⁻¹ nas plantas que receberam o tratamento S₅.

Não houve efeito para os demais contrastes de médias, conclui-se então que, os distintos cátions estudados afetam de forma semelhante a taxa de crescimento relativo em diâmetro das plantas de maracujazeiro-amarelo.

Com base no resumo da análise de variância (Tabela 5), observa-se haver aos 180 dias após o transplântio efeito significativo ($p < 0,01$) das distintas naturezas catiônicas da água de irrigação sobre os pigmentos fotossintéticos; clorofila *a*, clorofila *b* e carotenóides das plantas de maracujazeiro-amarelo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância referente à clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenóides (Carot) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio

FV	GL	Quadrados Médios		
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Carot
Blocos	2	1377,29 ^{ns}	766,72 ^{ns}	48,46 ^{ns}
NCA	(7)	11113,48 ^{**}	6215,53 ^{**}	518,97 ^{**}
\hat{y}_1	1	48348,55 ^{**}	15494,40 ^{**}	1009,10 ^{**}
\hat{y}_2	1	15844,56 ^{**}	17068,80 ^{**}	1574,64 ^{**}
\hat{y}_3	1	16,252,09 ^{**}	18634,99 ^{**}	745,48 ^{**}
\hat{y}_4	1	49,44 ^{ns}	834,26 ^{ns}	7,34 ^{ns}
\hat{y}_5	1	1884,71 ^{ns}	594,54 ^{ns}	38,21 ^{ns}
\hat{y}_6	1	29,39 ^{ns}	1207,28 ^{ns}	93,45 ^{ns}
\hat{y}_7	1	3871,46 ^{ns}	11323,93 ^{**}	769,76 ^{**}
Resíduo	14	1774,65	691,23	80,23
CV (%)		22,31	30,22	20,39

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; NCA - Natureza Catiônica da Água; (*) Significativo a 0,05, (**) Significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo

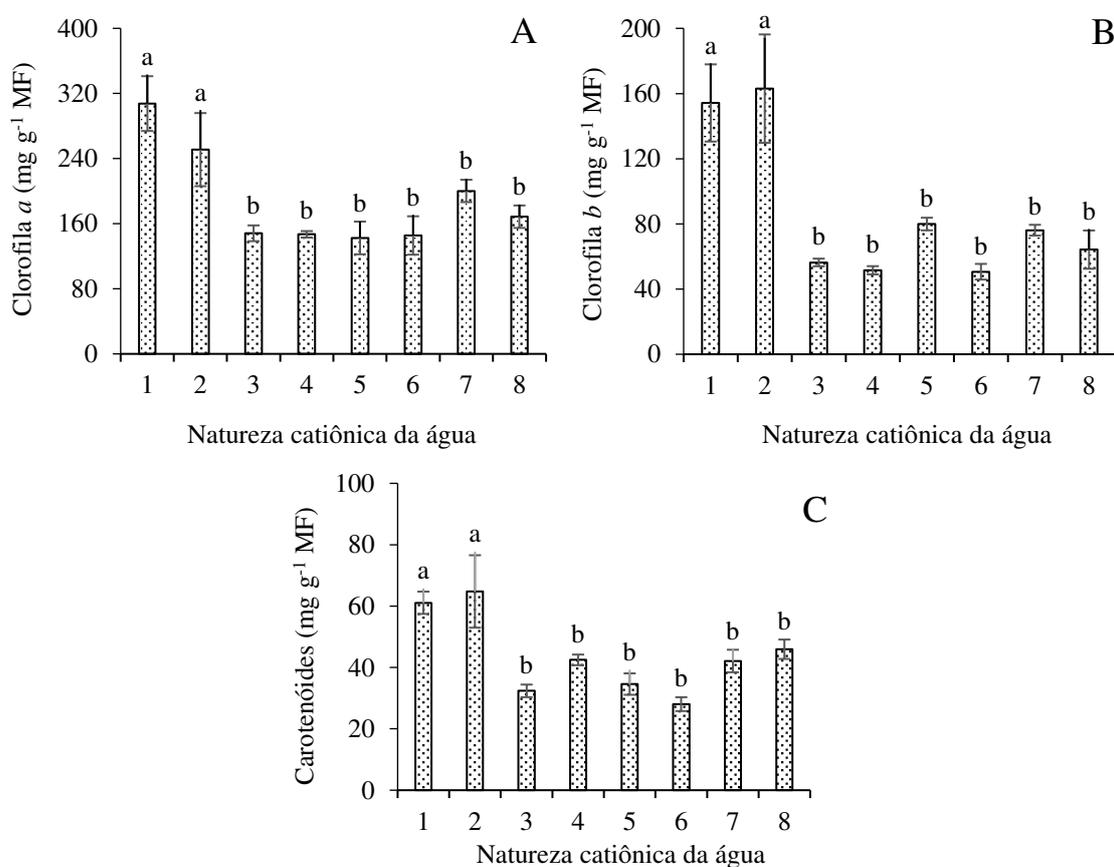
Através do teste de médias (Figura 8A) vê-se que houve diferença significativa dentre os tratamentos para a variável clorofila *a*. Pois, as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (S₁) e com água de composição sódica (S₂) tiveram os maiores valores médios, (307,55 e 250,99 mg g⁻¹ MF, respectivamente), diferindo-se estatisticamente das plantas cultivadas com água salinizada pelos demais tratamentos (S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈). Constata-se que, com exceção do S₂, a maior redução na síntese de clorofila *a* foi obtida quando as plantas foram irrigadas sob a maior condutividade elétrica (CEa = 3,5 dS m⁻¹), independente da natureza catiônica da água. Estes resultados estão em concordância com os de Ayers e Westcot (1999), que classificaram a cultura do maracujazeiro-amarelo como sensível à salinidade.

A redução na biosíntese de clorofila em plantas submetidas a concentrações de sais acima do tolerado, possivelmente, deve estar relacionada ao aumento da enzima clorofilase, que atua degradando as moléculas desse pigmento fotossintetizador (Freire et al., 2013).

O comportamento de redução nos teores de clorofila pode ser considerado como mecanismo de aclimação das plantas ao estresse salino, o qual tem por finalidade atenuar o gasto energético através da redução na captura de energia luminosa, reduzindo com isso, o fluxo de elétrons para a cadeia de transferência de elétrons evitando possíveis tensões foto-oxidativas (SILVA et al., 2016). Ao longo do processo, a energia absorvida

nos centros de reações (PSI e II) oxida a água em oxigênio com finalidade de produzir ATP e reduzir o NADP⁺ ao NADPH (Lima et al., 2018).

Cavalcante et al. (2011), observaram redução da eficiência fotossintética em plantas de maracujazeiro-amarelo quando submetidas à irrigação com água salina de condutividade elétrica superior a 2,5 dS m⁻¹, aos 448 dias após o transplante. Wanderley et al. (2018) observaram redução nos teores de clorofila *a* e *b* em mudas de maracujazeiro-amarelo quando submetidas a níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa de 0,3 a 3,1 dS m⁻¹).



1 - Testemunha; 2 - Na⁺; 3 - Ca²⁺; 4 - Mg²⁺; 5 - Na⁺ + Ca²⁺; 6 - Na⁺ + Mg²⁺; 7 - Ca²⁺ + Mg²⁺ e 8 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. Barras representam erro padrão da média (n = 3). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05)

Figura 8. Clorofila *a* (A), *b* (B) e carotenoides (C) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 180 dias após o transplante

Com relação aos teores de clorofila *b* das plantas de maracujazeiro (Figura 8B) verifica-se através do teste de comparação de médias que, as plantas irrigadas com água de baixo nível salino (S₁) e de composição sódica (S₂) diferenciaram-se estatisticamente

em relação às que foram submetidas as demais composições catiônicas da água de irrigação (S₃, S₄, S₅, S₆, S₇ e S₈).

O uso de água com altos teores de sais além de causar problemas de toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional, pode provocar também implicações, como a fotoinibição, fotooxidação dos cloroplastos, degradação dos pigmentos fotossintéticos, inativação enzimática e peroxidação lipídica das membranas celulares (Ashraf & Harris, 2013). Isso pode ser ocasionado pela redução do potencial osmótico da solução do solo, o que dificulta a absorção de água e outros elementos essenciais para o perfeito funcionamento da maquinaria celular das plantas (Barroso et al., 2010; Islam et al., 2017), refletindo diretamente nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento vegetal, comprometendo assim, a produção das culturas. Resultados semelhantes foram observados por Freire et al. (2013) ao avaliarem os efeitos da irrigação com água salina (CEa de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹), na cultura do maracujazeiro-amarelo, onde identificaram que o incremento nos níveis salinos da água promoveu redução na síntese de clorofila *b*, aos 117 dias após o transplantio.

O comportamento de aumento no teor de clorofila *a* e *b* quando as plantas foram irrigadas com alta concentração salina (CEa = 3,5 dS m⁻¹), salinizada por sódio (S₂) em relação aos demais tratamentos compostos também por alta salinidade, provavelmente, refere-se a um processo de defesa fisiológica das plantas contra a foto-oxidação, podendo ser pela ativação do mecanismo de proteção ao aparato fotossintético, e aparentam ser uma implicação direta do próprio desenvolvimento dos cloroplastos, através da ampliação no número de tilacóides ou até mesmo, do aumento no número de cloroplastos (Silva et al., 2014; Silva et al., 2016).

O teor de carotenóides das plantas de maracujazeiro variou significativamente em função da natureza catiônica da água (Figura 8C). Através do teste de comparação de médias nota-se que, as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (S₁) e de composição sódica (S₂) tiveram os teores de carotenóides estatisticamente superiores às que foram submetidas aos demais tratamentos (S₃, S₄, S₅, S₆, S₇ e S₈). Comparando a natureza catiônica da água constata-se que, com exceção das plantas cultivadas sob salinidade da água induzida por sódio (S₂), não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.

Os carotenóides são pigmentos acessórios, a luz absorvida por eles é transferida para a clorofila *e*, a partir de então realizado o processo de fotossíntese pelas plantas (Taiz & Zeiger, 2013). O estresse salino promove a degradação do pigmento β-caroteno e reduz

a formação de zeaxantina, ocasionando diminuição no teor de carotenóides, pigmentos envolvidos na proteção contra a fotoinibição (Freire et al., 2013). Contudo, a redução destaca-se como estratégia de aclimação das plantas, pois ocorre redução no gasto de energia e em contrapartida, pode favorecer outros processos fisiológicos (Chaves et al., 2009).

Quando submetida as condições de estresse, a planta tende a elevar a síntese de carotenóides, esse pigmento atua no combate aos radicais livres produzidos pela planta em tais circunstâncias, promovendo menor absorção de energia pelas folhas e, com isso, um aumento na refletância visível, tipificado pela cor amarela ou clorótica das plantas (Motomiya et al., 2009; Pinheiro et al., 2018). Assim, o aumento no teor do pigmento observado na pesquisa, possivelmente, esteja relacionado ao maior efeito deletério do íon sódio sob as plantas, aumentado bastante o teor em relação aos demais íons utilizados.

Nota-se por meio da tabela de contrastes de médias para a variável clorofila *a* (Tabela 6), efeito significativo em detrimento dos valores obtidos pelas plantas irrigadas com baixa salinidade ($CEa = 0,4 \text{ dS m}^{-1}$), com as plantas irrigadas com maior condutividade elétrica ($S_2; S_3; S_4; S_5; S_6; S_7$ e S_8), onde ao se utilizar água de menor nível salino (S_1) houve aumento de $135,71 \text{ mg g}^{-1}$ MF em comparação com as que foram submetidas ao maior nível salino ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$).

As plantas de maracujazeiro irrigadas com água preparada com sódio (S_2) tiveram um incremento de $102,77 \text{ mg g}^{-1}$ MF, em relação as que foram cultivadas com água preparada com cálcio (S_3). De forma semelhante ao observado para S_2 versus o S_3 , ao analisar o contraste entre S_2 versus S_4 também verifica-se diferença significativa, com aumento no teor de clorofila *a* de $104,09 \text{ mg g}^{-1}$ MF nas plantas submetidas à salinidade da água de composição sódica (S_3). Não houve efeito significativo quando comparou-se os tratamentos S_3 versus S_5 ; S_5 versus S_6, S_7, S_8 ; S_4 versus S_5 e S_2 versus S_7 , indicando efeito deletério semelhantes, independente do tipo de cátion presente na água de irrigação.

Tabela 6. Estimativa de média referente a clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenóides (Carot) das plântulas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio

Contrastes	Estimativa de Média		
	Cl <i>a</i> (mg g ⁻¹ MF)	Cl <i>b</i> (mg g ⁻¹ MF)	Carot (mg g ⁻¹ MF)
\hat{y}_1	135,71	76,82	19,60
\hat{y}_2	102,77	106,67	32,40
\hat{y}_3	104,09	111,46	22,29
\hat{y}_4	Ns	ns	ns
\hat{y}_5	Ns	ns	ns
\hat{y}_6	Ns	ns	ns
\hat{y}_7	Ns	86,88	22,65

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); (ns) não significativo.

Em análise dos contrastes de médias para o teor de clorofila *b* das plantas de maracujazeiro (Tabela 6), as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (S₁) diferiram estatisticamente quando comparadas aos demais tratamentos (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈), havendo aumento de 76,82 mg g⁻¹ MF nas plantas que receberam o tratamento (S₁). As plantas de maracujazeiro cultivadas com água constituída de sódio (S₂) tiveram aumento no teor de clorofila *b* de 106,67 mg g⁻¹ MF em relação às que receberam salinidade da água de composição cálcica (S₃).

Verifica-se por meio do contraste \hat{y}_3 , (S₂ versus S₄), incremento no teor de clorofila *b* de 111,46 mg g⁻¹ MF nas plantas cultivadas com água salinizada por magnésio (S₄). Ao confrontar os tratamentos S₂ versus S₇, nota-se aumento de 86,88 mg g⁻¹ nas plantas irrigadas com água salinizada por sódio (S₂). Não houve diferença significativa em relação aos tratamentos: S₃ versus S₅; S₅ versus S₆, S₇, S₈ e S₄ versus S₅.

Nos contrastes de médias para os teores de carotenóides (Tabela 6), houve influência significativa das diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈) em comparação as plantas submetidas ao menor nível salino da água (S₁). Ao confrontar as plantas irrigadas com água de baixa CEa (0,4 dS m⁻¹) com as que receberam salinidade da água de 3,5 dS m⁻¹, nota-se incremento no teor de carotenóides de 19,60 mg g⁻¹ MF, nas que receberam água de menor condutividade elétrica. Efeito significativo também foi observado quando confrontou-se os tratamentos S₂ versus S₃, onde o tratamento constituído por sódio (S₂) apresentou incremento de 32,40 mg g⁻¹ MF quando comparado as plantas que receberam salinidade da água constituída por cálcio (S₃).

Ao contrapor o tratamento S₂ versus S₄ percebe-se efeito significativo, sendo o incremento no teor de carotenóides de 22,29 mg g⁻¹ MF nas plantas que receberam o tratamento S₂. Não foi observado efeito significativo entre as médias dos tratamentos S₃ versus S₅; S₅ versus S₆, S₇, S₈ e o S₄ versus S₅. Contudo, ao comparar-se as plantas irrigadas com água de natureza sódica (S₂) com às que receberam salinidade constituída por cálcio + magnésio (S₇) verifica-se incremento de 22,65 mg g⁻¹ MF nas plantas constituídas pelo tratamento S₂.

Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 7) observa-se que, aos 180 dias após o transplântio não houve efeito significativo das naturezas catiônicas da água de irrigação para nenhuma das variáveis de fluorescência.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio

FV	GL	Quadrados Médios			
		Fo	Fv	Fm	Fv/Fm
Blocos	2	1726,79 ^{ns}	7128,12 ^{ns}	8292,37 ^{ns}	0,000082 ^{ns}
NCA	(7)	3167,59 ^{ns}	30189,37 ^{ns}	57729,08 ^{ns}	0,000837 ^{ns}
ŷ ₁	1	460,02 ^{ns}	3026,00 ^{ns}	1820,29 ^{ns}	0,000039 ^{ns}
ŷ ₂	1	1176,00 ^{ns}	35574,00 ^{ns}	17604,16 ^{ns}	0,001067 ^{ns}
ŷ ₃	1	3313,50 ^{ns}	80272,66*	95004,16 ^{ns}	0,0031*
ŷ ₄	1	580,16 ^{ns}	2204,16 ^{ns}	5766,00 ^{ns}	0,001233 ^{ns}
ŷ ₅	1	160,44 ^{ns}	2,26 ^{ns}	1284,02 ^{ns}	0,000087 ^{ns}
ŷ ₆	1	2242,66 ^{ns}	20068,16 ^{ns}	9922,66 ^{ns}	0,0034*
ŷ ₇	1	8970,66 ^{ns}	2521,50 ^{ns}	4592,66 ^{ns}	0,000641 ^{ns}
Resíduo	14	3016,22	13599,98	55534,37	0,00064
CV (%)		7,63	5,95	8,78	3,51

ŷ₁ (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); ŷ₂ (S₂ vs S₃); ŷ₃ (S₂ vs S₄); ŷ₄ (S₃ vs S₅); ŷ₅ (S₅ vs S₆; S₇; S₈); ŷ₆ (S₄ vs S₅) e ŷ₇ (S₂ vs S₇); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; NCA - Natureza Catiônica da Água; (*) Significativo a 0,05, (**) Significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo

4. CONCLUSÕES

1. O crescimento do maracujazeiro-amarelo é afetado pela variação no nível da condutividade elétrica da água, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação;

2. O uso de água salinizada por sódio favoreceu o aumento na síntese de clorofila *a*, *b* e carotenóides das plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplântio.

3. As distintas naturezas catiônicas da água de irrigação, não influenciaram as variáveis de fluorescência do maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplântio.

5. REFERÊNCIAS

- Andrade, E. M. G.; Lima, G. S.; Lima, V. L. A.; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. R. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.
- Andrade, J. R.; Maia Júnior, S. O.; Silva, R. F. B.; Barbosa, J. W. S.; Nascimento, R.; Alencar, A. E. V. Trocas gasosas em genótipos de feijão-caupi irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2653-2660, 2018a.
- Andrade, J. R.; Medeiros, A. S.; Maia Júnior, S. O.; Rezende, L. P.; Araújo Neto, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 229-236, 2018b.
- APHA (1998). **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington.
- Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. (FAO Estudos Irrigação e Drenagem, 29).
- Barroso, C. M.; Franke, L. B.; Barroso, I. B. I. Substrato e luz na germinação das sementes de rainha-do-abismo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 236-240, 2010.
- Benincasa, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- Bernacci, L. C.; Cervi, A. C.; Milward-de-Azevedo, M. A.; Nunes, T. S., Imig, D.C.; Mezzonato, A.C. **Passifloraceae**. Lista de espécies da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
- Castelões, L. Maracujá Rubi do Cerrado: maior produtividade e dupla aptidão. *Jornal dia de Campo*, 26 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?id=27360&sec ao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>>. Acesso em: 28 de jan. de 2020.

- Cavalcante, L. F.; Oliveira, F. A.; Gheyi, H. R.; 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, cap. 1, p. 17–65, 2012.
- Chaves, M. M.; Flexas, J.; Pinheiro, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.
- Conejo, J. G. L. (Ed.). **Panorama do Enquadramento dos Corpos d'Água do Brasil e Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2007. 124p.
- Costa, A. F. S.; Costa, A. N.; Ventura, J. A.; 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).
- Dhanapackiam, S.; Muhammad I. M. H. Effect of NaCl salinity on growth, nodulation and total nitrogen in *Sesbania grandiflora*. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 3, n. 1, p.87-89, 2010.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; Sousa Neto, O. N.; Queiroz, I. S. R. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza, INCT Sal, 2016, p. 151-162.
- 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. **Manual de métodos de análise de solo. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 627p.
- EMBRAPA. Soluções tecnológicas: Maracujá azedo BRS Rubi do Cerrado (BRS RC), 2019. Página Inicial. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1040/maracuja-azedo-brs-rubi-do-cerrado-brs-rc>>. Acesso em: 15 de dez. de 2019.

- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. ed. Embrapa Cerrados, 2016. 341 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F.; Costa, A. M. **Conservação e caracterização de espécies silvestres de maracujazeiro (*Passiflora* spp.) e utilização potencial no melhoramento genético, como porta-enxertos, alimentos funcionais, plantas ornamentais e medicinais - resultados de pesquisa**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2012. 34p. (Documentos, 312).
- 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**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maracujá: área plantada e quantidade produzida**. Brasília, 2016. (Produção Agrícola Municipal, 2016). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 Jan. 2020.
- Islam, M. N.; Islam, A.; Biswas, J. C. Effect of gypsum on electrical conductivity and sodium concentration in salt affected paddy soil. **International Journal of Agricultural Papers**, v. 2, n. 1, p. 19-23, 2017.
- Khalid, K. A.; Silva, J. A. T. Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 297-305, 2010.
- Lima, G. S.; Dias, A. S.; Souza, L. P.; Sá, F. V. S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments, growth and production of West Indian Cherry. **Revista Ambiental & Água**, v. 13 n. 3, p. 1-12, 2018.
- Lima, L. K. S.; Jesus, O. N.; Soares, T. L.; Santos, I. S.; Oliveira, E. J.; Coelho Filho, M. A. Growth, physiological, anatomical and nutritional responses of two phenotypically distinct passion fruit species (*Passiflora* L.) and their hybrid under saline conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 263, p. 1-15, 2020.
- Melo Filho, J. S.; Vérs, M. L. M.; Alves, L. S.; Silva, T. I.; Gonçalves, A. C. M.; Dias, T. J. Salinidade hídrica, biofertilizante bovino e cobertura vegetal morta na produção de

- mudas de pitombeira (*Talisia esculenta*). **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 131-145. 2017.
- Mesquita, F. O.; Cavalcante, L. F.; Batista, R. O.; Medeiros, R. F.; Rodrigues, R. M.; Santos, W. O. Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante: Parte I. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 443-455. 2014.
- Mesquita, F. O.; Rebequi, A. M. Cavalcante, L. F.; Souto, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 222-239, 2012.
- Moradi, S.; Yosefi, R.; Ghaderi, O. Bioconcentration factor and relative growth rate of *Azolla* (*Azolla caroliniana*) in arsenic and salinity stress conditions. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 10, p. 2617-2623, 2013.
- Motomiya, A. V. A.; Molin, J. P.; Chiavegato, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 137-145, 2009.
- Moura, R. S.; Soares, T. L.; Lima, L. K. S.; Gheyi, H. R.; Jesus, O. N.; Coelho Filho, M. A. Salinity-induced changes in biometric, physiological and anatomical parameters of *Passiflora edulis* Sims plants propagated by different methods. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 66, n. 12, p. 1692-1706, 2019.
- ONU. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **Population Dynamics**. World Population Prospects 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>>. Acesso em: 10 de fev. 2020.
- Pinheiro, F. W. A.; Dias, A. S.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Silva, S. S. Pigmentos fotossintético e crescimento do algodoeiro sob estresse salino e adubação com NK. In... Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió-AL, 2018.
- Rhein, A. F. L.; Cruz, F. J. R.; Ferraz, R. L. S.; Santos, D. M. M. Crescimento radicular e pigmentos clorofilianos em duas forrageiras submetidas a níveis crescentes de NaCl. **Científica**, v. 43, n. 4, p. 330-335, 2015.
- Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA, Agriculture Handbook, 60).
- Rodrigues, C. R. F.; Silveira, J. A. G.; Silva, E. N.; Dutra, A. T. B.; Viégas, R. A. Transporte e distribuição de potássio atenuam os efeitos tóxicos do sódio em plantas

- jovens de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 223-232, 2012.
- Sá, F. V. S. **Ecofisiologia da aceroleira irrigada com água salina sob doses de nitrogênio e fósforo**. Campina Grande, 2018. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande.
- Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, A. R.; Francilino, A. H. Perez-Marin, A. M. Crescimento de girassóis ornamentais sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 591-604. 2016.
- Santos, C. M.; Verissimo, V.; Wanderley Filho, H. C. L.; Ferreira, V. M.; Cavalcante, P. G. S.; Rolim, E. V.; Endres, L. Seasonal variations of photosynthesis, gas exchange, quantum efficiency of photosystem II and biochemical responses of *Jatropha curcas* L. grown in semi-humid and semi-arid areas subject to water stress. **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 203-213, 2013.
- Santos, J. B. **Estudo das relações nitrogênio: potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. 2001. 88 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba.
- São José, A. R.; Rebouças, T. N. H.; Pieres, M. M.; Angel, D. N.; Sousa, I. V. B.; Bonfim, M. P. Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 2000. 316p.
- Silva, A. R. A.; Bezerra, F. M. L.; Lacerda, C. F.; Sousa, C. H. C.; Chagas, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@mbiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.
- 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 physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.
- Silva, M. A.; Santos, C. M.; Vitorino, H. S.; Rhein, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice Spad como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 173-181, 2014.
- Soares, L. A. A.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S.; Silva, A. O.; Soares, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Irriga**, Edição Especial, p. 40-54, 2012.

Souza, J. T. A.; Munes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Munes, 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.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

Wanderley, J. A. C.; Azevedo, C. A. V.; Brito, M. E. B.; Cordão, M. A.; Lima, R. F.; Ferreira, F. N. Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on yellow passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 541-546, 2018.

CAPÍTULO III

TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Resumo: O maracujazeiro destaca-se entre as fruteiras tropicais, principalmente, pelo alto valor do suco, impulsionando o agronegócio brasileiro e influenciando significativamente a expansão das áreas cultivadas. Contudo, devido às condições climáticas da região semiárida do Brasil, seu cultivo é limitado principalmente, pela ocorrência de águas com elevadas concentrações de sais. Neste contexto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e a produção do maracujazeiro-amarelo 'BRS Rubi do Cerrado', irrigado com águas de distintas naturezas catiônicas. O estudo aconteceu em casa de vegetação, pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Campina Grande, PB, com o uso de lisímetros de drenagem. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo oito tratamentos com diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação (S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) e três repetições. As plantas do tratamento testemunha foram submetidas à irrigação com água de baixa condutividade elétrica (Cea = 0,4 dS m⁻¹) e nos demais irrigadas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹ preparadas com diferentes cátions. O aumento da salinidade da água reduziu as trocas gasosas, especialmente, a condutância estomática e a transpiração nas plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 180 dias após o transplantio. As trocas gasosas são afetadas com a variação da natureza catiônica, sendo as maiores reduções obtidas quando as plantas foram irrigadas com água salinizada por Mg²⁺. O número de frutos de maracujazeiro-amarelo 'BRS Rubi do Cerrado' foi afetado pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. O Ca²⁺ o íon que promoveu os maiores efeitos deletérios sob as variáveis de produção em plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 259 dias após o transplantio.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* L, fruticultura, irrigação, salinidade.

GAS EXCHANGES AND PASSION FRUIT PRODUCTION AS A FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF IRRIGATION WATER

Abstract: The passion fruit stands out among tropical fruit trees, mainly, by the high value of juice, boosting agribusiness and significantly influencing the expansion of cultivated areas. However, due to climatic conditions of semi-arid region of Brazil, cultivation is mostly limited, by the occurrence of water with high salt concentrations. In this context, the objective was to evaluate the gas exchange and the production of the yellow passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado', irrigated with waters of different cationic natures. The study took place in a greenhouse, belonging to the Agricultural Engineering Academic Unit of the Federal University of Campina Grande, in the city of Campina Grande, PB, with the use of drainage lysimeters. A randomized block design was used, with eight treatments with different cationic nature of the irrigation water (S₁ - Control; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ and S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) and three repetitions. The control treatment plants were subjected to irrigation with water of low conductivity (EC_w = 0.4 dS m⁻¹) and the other irrigated with water EC_w 3.5 dS m⁻¹ prepared are of different cations. Increasing salinity of the water reduces gas exchange, especially, stomatal conductance and transpiration

in plants yellow passion fruit, 180 days after transplanting. Gas exchange is affected by the variation of the cationic nature, with the greatest reductions obtained when the plants were irrigated with saline water with Mg^{2+} . The number of yellow passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado' was affected by the increase in the electrical conductivity of irrigation water. Ca^{2+} ion which promotes a major deleterious effects in the production variables in plant passion fruit, to 259 days after transplanting.

Keywords: *Passiflora edulis*, fruit growing, irrigation, salinity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, tendo produzido no ano de 2018 mais de 602 mil toneladas, em uma área plantada de 43.248 hectares (IBGE, 2019), se destacando no agronegócio da produção de frutas e contribuindo para o desenvolvimento do setor agrícola, devido sua importância alimentar, social e econômica (FAO, 2012).

A exploração comercial do maracujazeiro é caracterizada predominantemente pela mão de obra familiar, cujas áreas de cultivo correspondem, em média, de 3 a 5 ha, o que possibilita aos pequenos produtores atenderem satisfatoriamente às necessidades dos tratamentos culturais, insumos e exigências de mão de obra, sobretudo, nas fases de instalação do pomar, polinização artificial e colheita (Meletti, 2011; Ramalho et al., 2011; Furlaneto et al., 2014).

O destaque na produção de maracujazeiro-amarelo está relacionado às características físico-químicas dos frutos, alto rendimento e acitação do suco pelo mercado consumidor, principais fatores responsáveis por impulsionar a comercialização dos frutos, influenciando de maneira relevante a expansão e o surgimento de novas áreas cultivadas (Almeida, 2012; Santos et al., 2014).

Na região Semiárida do Brasil, pelas condições climáticas adversas, caracterizadas por apresentar na maior parte do ano altas temperaturas, elevadas taxas de evapotranspiração e baixos índices pluviométricos, distribuídos de maneira irregular no espaço e no tempo, o uso de irrigação se torna indispensável para a exploração agrícola. Todavia, devido à grande demanda de água de boa qualidade aliado à necessidade de se produzir alimentos, tem-se tornado frequente o uso de água de qualidade inferior nas atividades agrícolas (Lira et al., 2015; Munns & Gilliam, 2015; Rodrigues et al., 2018).

Contudo, nessas regiões os recursos hídricos disponíveis são caracterizados principalmente, por conterem elevadas concentrações de sais, sendo variáveis quanto a geologia local e o tipo de fonte, ocorrendo em geral, predominância de águas cloretadas,

em especial, de sódio, cálcio e magnésio, na proporção de 7:2:1 em mmolc^{-1} , respectivamente (Medeiros, 1992; Medeiros et al., 2003; Nascimento et al., 2017).

O excesso de sais presentes na água de irrigação é um fator limitante por afetar drasticamente o crescimento, a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas (El-Kady & Borham, 2020). Quando submetidas ao estresse salino, os íons presentes na solução do solo limitam a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes, provocando distúrbios desordens fisiológicas às plantas (Nobre et al., 2013). Por essa razão, as plantas tendem a realizar o fechamento estomático, reduzindo a transpiração, e com isso, diminuir também o suprimento de CO_2 para as folhas, acarretando em distúrbios nas relações hídricas, além do acúmulo de íons potencialmente tóxicos, em particular do sódio e cloro no metabolismo vegetal (Amorim et al., 2010).

Sobre isso, várias pesquisas foram desenvolvidas com objetivo de analisar os efeitos deletérios da salinidade sob diversos aspectos na cultura do maracujazeiro (Ribeiro et al., 2013; Wanderley et al., 2018; Freire & Nascimento, 2018; Souza et al., 2018) no entanto, esses estudos limitaram-se a avaliação dos diferentes níveis salinos, sendo preciso a realização de estudos relacionados aos efeitos das diferentes composições catiônicas da água no cultivo do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado, como forma de identificar o cátion que promova a maior e/ou menor sensibilidade à cultura nas condições do semiárido brasileiro, se constituindo em importante ferramenta para auxiliar no manejo de espécies cultivadas sob condições de elevadas concentrações de sais na água, sobretudo, de natureza catiônica distinta. Ante o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas e a produção do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ irrigado com águas de diferentes naturezas catiônicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no período de março de 2019 a janeiro de 2020, em ambiente protegido da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *campus* Campina Grande, PB, cujas coordenadas geodésicas são $07^{\circ} 15' 18''$ S, e $35^{\circ} 52' 28''$ O e altitude de 550 m.

O ambiente protegido continha dimensões de 32 m de comprimento e 20 m de largura, correspondendo a uma área de 640 m^2 , sendo em formato de arco, a cobertura

feita com plástico transparente (polietileno) de baixa densidade (150 μm) e laterais revestidas com tela de sombreamento com índice de proteção de 80%.

2.2. Delineamento experimental e tratamentos

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, composto por oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos de sete combinações de água de irrigação de diferentes naturezas catiônicas, mais o tratamento controle (água de abastecimento), dessa forma, os tratamentos corresponderam a; S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. As plantas do tratamento testemunha (S₁) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,4 dS m⁻¹, já os demais (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈) com a CEa de 3,5 dS m⁻¹. Os tratamentos Na⁺ + Ca²⁺; Na⁺ + Mg²⁺; Ca²⁺ + Mg²⁺ foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 1:1 e 7:2:1, entre Na⁺:Ca²⁺:Mg²⁺, respectivamente.

Após a diluição dos sais, foram coletadas amostras das águas conforme tratamentos e determinadas as características químicas (Tabela 1) no laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/CTRN/UFCG), seguindo a metodologia de APHA (1998).

Tabela 1. Características químicas das águas utilizadas no experimento

NCA	CE dS m ⁻¹	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
			(mmol _c L ⁻¹)							
S ₁	0,4	7,67	0,69	1,34	1,19	0,13	1,50	0,10	1,53	1,10
S ₂	3,5	7,78	1,11	1,16	23,56	0,13	26,58	0,12	1,57	22,11
S ₃	3,5	7,62	25,58	0,87	1,98	0,26	26,50	0,34	1,49	0,54
S ₄	3,5	7,68	0,34	30,42	1,12	0,11	29,35	0,36	1,45	0,29
S ₅	3,5	7,93	10,84	2,04	13,17	0,18	26,38	0,24	1,50	5,19
S ₆	3,5	7,86	0,85	14,30	11,78	0,13	26,35	0,30	1,62	13,88
S ₇	3,5	7,78	11,79	17,56	1,45	0,19	28,38	0,20	1,64	0,38
S ₈	3,5	8,02	4,15	5,00	16,48	0,13	26,15	0,28	1,51	7,70

S₁ = Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. nCA - Natureza catiônica da água; CE - condutividade elétrica; pH - potencial hidrogeniônico; RAS - relação de adsorção de sódio.

2.3. Instalação do experimento

O Solo utilizado no experimento foi retirado de uma profundidade de 0-30 cm (horizonte A) com classificação franco-argilo-arenosa, proveniente do município de Alagoa Nova, PB. Antes do transplante, foi coletado uma amostra de solo para determinação de suas características químicas e físico-hídricas (Tabela 2) realizada no

laboratório do setor de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), conforme metodologia da EMBRAPA (2011).

Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas								
pH _{ps}	M.O g kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
.....(cmol _c kg ⁻¹).....								
5,3	28,63	3,88	79,30	0,04	1,67	1,56	0,40	6,81
Características físico-hídricas								
Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe textural	Umidade (kPa)		AD	Porosidade total m ³ m ⁻³	Densidade (kg dm ⁻³)
Areia	Silte	Argila		dag kg ⁻¹			
688	96	216	FAA	-	-	-	0,56	1,16

pH_{ps} – potencial hidrogeniônico da pasta de saturação; M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; FAA – Franco Argilo Arenoso; AD – Água disponível.

2.4. Preparo da água e irrigação

As águas de irrigação foram obtidas a partir da dissolução dos cloretos de sódio (NaCl), cálcio (CaCl₂.2H₂O) e magnésio (MgCl₂.6H₂O), com base nos tratamentos pré-estabelecidos, tomando-se como base a condutividade elétrica da água adquirida da rede de abastecimento da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) da cidade de Campina Grande, PB, conforme descrito na equação de Richards (1954) levando em consideração a relação entre a CEa (condutividade elétrica da água de abastecimento) e a concentração de sais (10*mmol_c L⁻¹ = 1 dS m⁻¹). Os sais utilizados (NaCl; CaCl₂.2H₂O; MgCl₂.6H₂O) apresentavam pureza de 99,9; 74 e 100%, respectivamente. Após a preparação e a calibração da CEa, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade para 100 L, devidamente identificados com os respectivos tratamentos e fechados, de modo a se evitar a evaporação.

As irrigações foram realizadas diariamente, aplicando o volume de água de forma a manter a umidade do solo próximo à sua capacidade máxima de retenção de água no solo. Em cada irrigação, foi aplicado o volume de água determinado para atender à necessidade hídrica das plantas, mediante balanço de água na zona radicular, obtido pela diferença entre o volume e o drenado, calculados por semana. Com a finalidade de evitar o acúmulo de sais na zona radicular das plantas, também semanalmente, se aplicou uma fração de lixiviação de 0,15 (Ayers & Westcot, 1999).

2.5. Adubações

Na abertura da cova foi realizada adubação conforme São José (2000), aplicando-se 250 g de superfosfato simples e 100 g de cloreto de potássio a 60% e no início da floração 150 g de superfosfato simples por planta. Já a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, conforme metodologia proposta por Santos (2001) utilizando como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio e como fonte de potássio o cloreto de potássio. Na fase de formação da cultura, utilizou-se a razão de 1N:1K tomando como referência 10 g de nitrogênio, a partir do início da floração a dose de N foi elevada para 20 e a de K para 30 g, aumentando a relação N:K de 1:1,5. Também foram realizadas mensalmente adubações foliares com micronutrientes.

2.6. Polinização

Devido ao baixo número de abelhas mamangavas (*Xylocopa* spp), principal agente polinizador natural do maracujazeiro (Figura 1A), e pelo fato do experimento ter sido realizado em ambiente protegido, realizou-se diariamente no período das 13:00 às 17:00 h a polinização artificial de forma manual, tocando-se a ponta dos dedos nas anteras até que eles ficassem cobertos de pólen e logo após, tocando-se levemente nos estigmas de outra flor de uma outra planta (Figuras 1B e C), de acordo com procedimentos relatados por Faleiro e Junqueira (2016). A polinização manual teve início na segunda semana de setembro de 2019 estendendo-se até a segunda semana de novembro do referido ano, sendo então o período de floração de oito semanas.

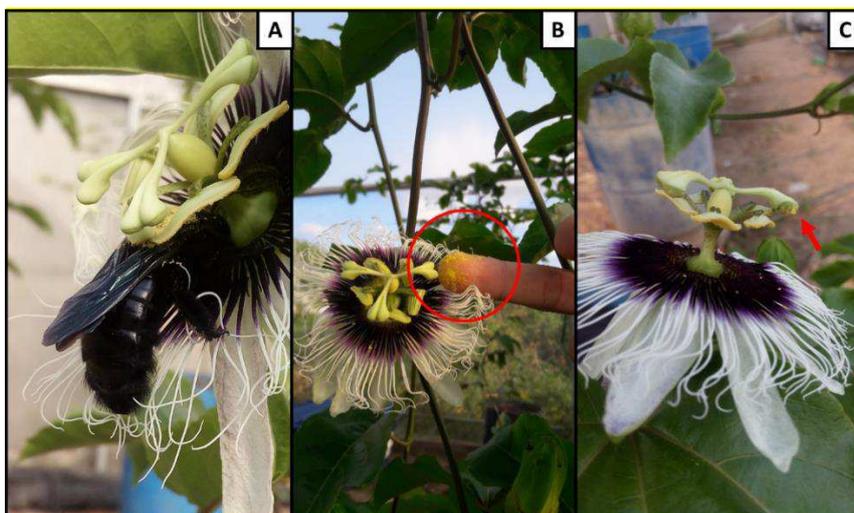


Figura 1. Polinização natural do maracujazeiro, realizada por abelha mamangava (A) e polinização artificial manual (B e C)

2.7. Tratos culturais

O controle de ervas daninhas na área foi realizado através de capinas manuais, nas entrelinhas dos lisímetros de drenagem, e ao redor do colo da planta foram realizadas escarificações com uso de escarificador manual para eliminação de plantas invasoras e descompactação da camada superficial do solo.

Quando necessário, o controle de pragas e doenças foi feito com uso de agroquímicos, sendo usados produtos pertencentes aos grupos: fungicida, inseticida, acaricida e nematicida, de acordo com as recomendadas para a cultura e com dosagens recomendadas pelos fabricantes de cada produto.

2.8. Variáveis analisadas

2.8.1. Trocas gasosas

Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a cultura do maracujazeiro foram mensurados aos 180 dias após o transplântio (DAT), através da avaliação da taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-1} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-1} \text{s}^{-1}$), determinadas na terceira folha contada a partir do ápice, usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese (IRGA) denominado “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

2.8.2. Componentes de produção

A colheita dos frutos teve início aos 180 dias após o transplântio, sendo finalizada na primeira semana de janeiro de 2020. Foram considerados em completo estágio de maturação, os frutos que se desprendiam da planta mãe e caíam ao chão. Ainda quando no estágio “de vez” os frutos de cada planta foram identificados através de marcações com uso de pincel para quadro branco (Pilot), com os respectivos números dos vasos (Figura 2). As colheitas foram realizadas diariamente no período da tarde, em seguida eram levados ao laboratório de irrigação e drenagem do CTRN/UFCG para caracterização física.



Figura 2. Colheita do maracujá variedade BRS Rubi do Cerrado, em destaque a identificação e diferenciação da cor dos frutos, característicos da cultivar, aos 259 dias após o transplântio

A produção do maracujazeiro foi avaliada através da determinação do número de frutos por planta (NFruP), através de contagem direta dos frutos que atingiram o completo estágio de maturação (Figura 3A), peso médio dos frutos (PMF) e massa fresca de fruto (MFFr), fazendo uso de balança de bancada (Figura 3B), diâmetro polar (DP) e equatorial dos frutos (DE) (Figura 3C e D), sendo utilizado um paquímetro digital e mensurado a medida em que se realizava a colheita dos frutos com os resultados expressos em milímetros (mm).

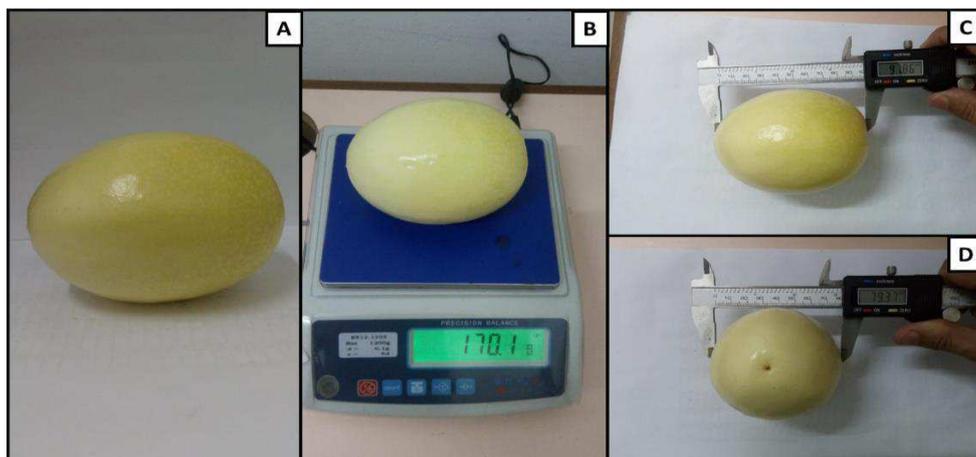


Figura 3. Avaliações morfológicas, fruto em completo estágio de maturação (A), pesagem (B), mensuração do diâmetro polar (C) e equatorial (D) de frutos de maracujá BRS Rubi do Cerrado

2.9. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’; quando significativo, realizaram-se o teste de comparação de médias (Skott-Knott $p \leq 0,05$) e os contrastes entre as médias dos tratamentos por meio do software estatístico SISVAR-ESAL. Os contrastes foram definidos da seguinte forma: \hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do resumo da análise de variância (Tabela 3) observa-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) das distintas naturezas catiônicas da água de irrigação sobre a taxa de assimilação de CO₂ (*A*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*) das plantas de maracujazeiro, aos 180 dias após o transplântio.

Tabela 3. Resumo da análise de variância referente à taxa de assimilação de CO₂ (*A*), concentração interna de CO₂ (*Ci*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dia após o transplântio

FV	GL	Quadrados Médios			
		<i>A</i>	<i>Ci</i>	<i>gs</i>	<i>E</i>
Blocos	2	2,7274**	2319,50 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,5780*
NCA	(7)	8,0025**	1089,66 ^{ns}	0,0033**	2,0951**
\hat{y}_1	1	19,0688**	135,72 ^{ns}	0,0212**	11,8243**
\hat{y}_2	1	4,9868**	1204,16 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	1,2512**
\hat{y}_3	1	18,9748**	1120,66 ^{ns}	0,0010*	1,3632**
\hat{y}_4	1	2,9821*	104016 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,6016*
\hat{y}_5	1	11,3793**	684,69 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
\hat{y}_6	1	14,8208**	1290,66 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,6800*
\hat{y}_7	1	4,1833**	20,16 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Resíduo	14	0,4324	800,92	0,0002	0,0960
CV (%)		13,01	13,31	24,16	13,72

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; NCA - Natureza catiônica da água; (*) Significativo a 0,05; (**) Significativo a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

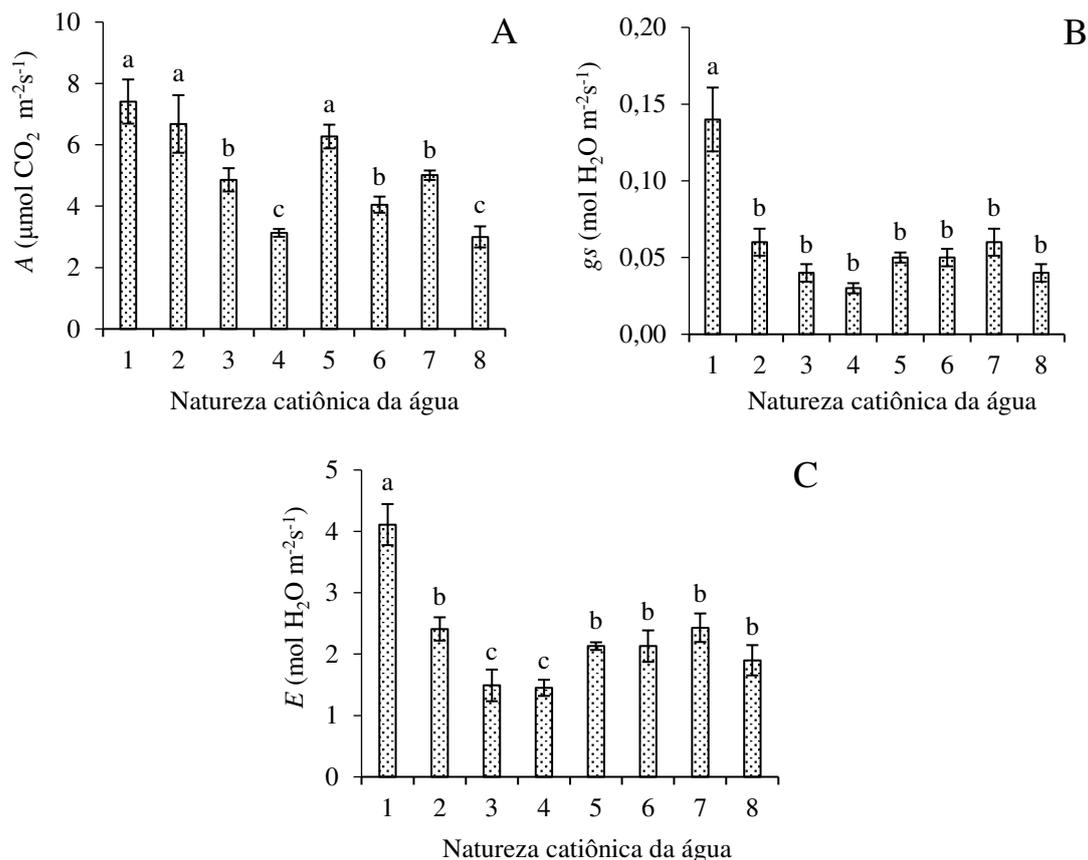
Verifica-se através do teste de comparação de médias referente à taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (Figura 4A) que as plantas cultivadas com água de baixa salinidade (S₁) e irrigadas com água de composição sódica (S₂) e sódica + cálcica (S₅) alcançaram os maiores valores, 7,41; 6,68; 6,27 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, em relação as cultivadas com água salinizada por Ca²⁺ (S₃), Mg²⁺ (S₄), Na⁺ + Mg²⁺ (S₆), Ca²⁺ + Mg²⁺ (S₇) e Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ (S₈). Contudo, se percebe ausência de efeito significativo ao comparar as

plantas do tratamento S₁ com as plantas irrigadas com os tratamentos S₂ e S₅. Dentre as distintas composições catiônicas constata-se que, as plantas cultivadas com água salinizada por magnésio (S₄) e sódio + cálcio + magnésio (S₈) tiveram os menores valores de taxa de assimilação de CO₂ correspondentes a: 3,13 e 3,00 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹, respectivamente, aos 180 DAT.

A taxa de assimilação de CO₂ é determinada pelas características bioquímicas, fisiológicas e morfológica da maquinaria fotossintética, as quais variam de acordo com as condições que as plantas são submetidas durante seu crescimento, como a irradiância, temperatura, CO₂ e a disponibilidade de água e nutrientes (De Lucia et al., 2003; Lawlor, 2012).

Nesta pesquisa, a redução na taxa de assimilação de CO₂ pode estar relacionada ao efeito dos sais no solo, pela redução do potencial osmótico da solução, inibindo a absorção de água e nutrientes pelas plantas, resultando no fechamento estomático. O aumento na taxa de assimilação de CO₂ está relacionado à maior concentração de CO₂ constatada no interior das folhas, o que pode decorrer do fechamento estomático, em resposta aos estresses abióticos (Jadoski et al., 2005) no caso, o estresse hídrico ocasionado pelo excesso de sais no solo.

Redução na taxa de assimilação de CO₂ nas plantas de maracujazeiro em função do incremento salinidade da água de irrigação também foram encontradas por Andrade et al. (2019) e por Silva et al. (2019) em pesquisas desenvolvidas sob condições de casa de vegetação.



1 - Testemunha; 2 - Na^+ ; 3 - Ca^{2+} ; 4 - Mg^{2+} ; 5 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; 6 - $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$; 7 - $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e 8 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Barras representam erro padrão da média ($n = 3$). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Figura 4. Taxa de assimilação de CO_2 - A (A), condutância estomática - g_s (B) e transpiração - E (C) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 180 dias após o transplante

Para a condutância estomática (g_s) verifica-se que, as plantas cultivadas sob o menor nível salino (S_1) diferiram estatisticamente de todas as que foram submetidas as diferentes naturezas catiônicas ($S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ e S_8). Observa-se através do teste de comparação de médias (Figura 4B), aumento de 0,08; 0,10; 0,11; 0,09; 0,09; 0,08; 0,10 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ respectivamente, na condutância estomática das plantas cultivadas sob CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ (S_1) em comparação as diferentes naturezas catiônicas da água ($S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ e S_8). Além disso, não houve diferença estatística entre os tratamentos $S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ e S_8 .

Elevados teores de sais na água de irrigação exercem efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, por aumentar a resistência à difusão de CO_2 (Silveira et al., 2010; Kusvuran, 2012). O estresse ocasionado pela alta concentração de sais acima do tolerado pela cultura, promove a redução de diversos parâmetros

fisiológicos das plantas, como na eficiência do uso da água, na taxa de assimilação líquida de CO₂, transpiração e condutância estomática em espécies glicófitas, a exemplo da cultura do maracujazeiro (Freire et al., 2014; Li et al., 2017).

Lima et al. (2020), estudando as respostas fisiológicas, anatômicas e nutricionais de crescimento de duas espécies de maracujazeiro em condições salinas (0 e 150 mM NaCl), observaram redução na condutância estomática das plantas da espécie *Passiflora edulis* em função da salinidade da água. Cavalcante et al. (2019), estudando a cultura do pimentão em sistema hidropônico também descreveram (aos 60 DAS) efeitos negativos na condutância estomática com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva (de 1,7 a 11,7 dSm⁻¹)

Para a transpiração (*E*) (Figura 4C), as plantas irrigadas com água de menor condutividade elétrica (S₁) tiveram os maiores valores (4,11 mol H₂O m⁻²s⁻¹) diferindo estatisticamente das plantas cultivadas sob a maior salinidade (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈). Ao comparar a natureza catiônica da água, as plantas cultivadas com água de composição com sódio (S₂), sódio + cálcio (S₅), sódio + magnésio (S₆), cálcio + magnésio (S₇) e sódio + cálcio + magnésio (S₈) diferenciaram-se de forma significativa apenas das plantas cultivadas sob água salinizada por cálcio (S₃) e magnésio (S₄).

A diminuição na transpiração foliar das plantas pode estar relacionada ao efeito dos sais sob solo e a planta, com o aumento da salinidade da água de irrigação possibilitou o acúmulo de sais no perfil do solo, nas proximidades do sistema radicular das plantas promovendo o efeito osmótico, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, e em resposta a esse estresse a planta estabeleceu maior controle sobre a abertura estomática com finalidade de evitar a perda excessiva de água por transpiração (Souza et al., 2011).

A redução da transpiração em função da condutância estomática tem sido atribuída a um mecanismo de tolerância das plantas ao estresse ocasionado pela salinidade, tendo como finalidade a redução do consumo de água e com isso, atrasar o acúmulo de sais nas partes marginais das brotações emitidas pelas plantas (Silva et al., 2014; Rodrigues et al., 2014).

Bezerra et al. (2018) avaliando os índices fisiológicos de goiabeira cv 'Paluma' irrigada com água salina (CEa variando de 0,3 a 3,5 dS m⁻¹), observaram redução na transpiração em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Diminuição na transpiração e condutância estomática em função da salinidade da água de irrigação também foram observados em plantas de maracujazeiro por Andrade et

al. (2019), por Dias et al. (2019) na cultura da aceroleira, em plantas cítricas por Sousa et al. (2016), e em cultivares de bananeira por Santana Júnior et al. (2020).

Através do resumo da análise de variância dos contrastes de médias para a taxa de assimilação de CO₂ (Tabela 4) nota-se efeito significativo quando comparou-se as plantas irrigadas com CEa de 0,4 dSm⁻¹ (S₁) com as cultivadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹ (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈), houve incremento de 2,69 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ nas plantas submetidas a água de CEa = 0,4 dS m⁻¹ em comparação com as que estavam sob o maior nível salino (3,5 dS m⁻¹).

A redução na condutância estomática quando comparado ao tratamento de menor nível salino (0,4 dSm⁻¹) em relação aos tratamentos de CEa = 3,5 dS m⁻¹, talvez possa estar relacionada aos efeitos ocasionados pelo excesso de sais no solo, pois além de promover estresse oxidativo, danos aos componentes celulares e disfunção metabólica (Zhu, 2016) afetando parâmetros como crescimento, trocas gasosas, fotossíntese e produção das culturas (Minhas et al., 2020; Hussain et al., 2015).

Vê-se que, as plantas de maracujazeiro irrigadas com água preparada com sódio (S₂) tiveram um incremento de 1,82 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ na taxa de assimilação de CO₂, em relação as que foram cultivadas com água preparada com cálcio (S₃). De forma semelhante ao encontrado para S₂ versus o S₃, ao analisar o contraste entre S₂ versus S₄ também verifica-se diferença significativa, com aumento na A de 3,55 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ nas plantas submetidas a salinidade da água de composição sódica (S₂). Quando as plantas foram irrigadas com água preparada com cálcio (S₃) houve uma redução de 1,41 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ em relação às que foram irrigadas por água salinizada por sódio + cálcio (S₅).

No contraste \hat{y}_5 as plantas irrigadas com água composta por sódio + cálcio (S₅) obtiveram aumento 2,24 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ na A quando comparadas com os tratamentos S₆, S₇ e S₈. Para o \hat{y}_6 nota-se redução de 3,14 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ nas plantas que receberam água salinizada por magnésio (S₄) quando confrontadas com as plantas que receberam água salinizada pela mistura de sódio + cálcio (S₅). Houve aumento de 1,67 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ quando as plantas receberam o tratamento S₂, em comparação às que receberam água referente ao tratamento S₇.

Tabela 4. Estimativa de média referente a taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (C_i), condutância estomática (g_s) e transpiração (E) das plantas de

maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 180 dias após o transplântio

Contrastes	Estimativa de Média			
	<i>A</i> ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>Ci</i> ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>gs</i> ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>E</i> ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
\hat{y}_1	2,69	ns	0,09	2,12
\hat{y}_2	1,82	ns	ns	0,91
\hat{y}_3	3,55	ns	0,02	0,95
\hat{y}_4	- 1,41	ns	ns	- 0,63
\hat{y}_5	2,24	ns	ns	ns
\hat{y}_6	- 3,14	ns	ns	- 0,67
\hat{y}_7	1,67	ns	ns	ns

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); (ns) não significativo.

Através da estimativa de média (Tabela 4) vê-se que as plantas de maracujazeiro cultivadas sob o menor nível de condutividade elétrica ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$) foram estatisticamente superiores às que estavam submetidas a irrigação com água de maior nível salino ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), sendo o aumento na *gs* de $0,09 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas que receberam o tratamento S₁ em comparação as distintas naturezas catiônicas da água (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈).

Ao confrontar as plantas de maracujazeiro submetidas ao tratamento S₂ versus S₄, nota-se incremento na *gs* de $0,02 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas que receberam água salinizada por sódio (S₂) em relação às que receberam salinidade da água preparada apenas com magnésio (S₄). Não houve efeito significativo quando comparou-se os tratamentos S₂ versus S₃; S₃ versus S₅; S₅ versus S₆; S₇ e S₈; S₄ versus S₅ e S₂ versus S₇, indicando efeito deletério semelhantes, independente do tipo de cátion presente na água de irrigação (Tabela 4).

Conforme resumo da análise de variância para os contrastes de médias para transpiração (*E*) (Tabela 4), as plantas cultivadas sob salinidade da água de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ diferiram estatisticamente em relação as plantas submetidas as distintas composições catiônicas da água (S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇ e S₈), sendo observado aumento de $2,12 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas que receberam o tratamento S₁ em relação aos demais tratamentos.

Água com elevados teores de sais pode ocasionar as plantas, estresse de natureza osmótica, desencadeando sucessivas reações de mecanismos prejudiciais às plantas, através da redução da capacidade de absorção de água, promovendo de imediato o fechamento estomático, reduzindo a disponibilidade de dióxido de carbono e danos aos aparelhos fotossintéticos (Alves et al., 2011; Sá et al., 2015) resultando em distúrbios das

relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons potencialmente tóxicos, especialmente, Na^+ e Cl^- (Amorim et al., 2010).

Ao analisar as plantas que receberam água de irrigação salinizada por sódio (S_2) em relação as que receberam água constituída por cálcio, observou-se aumento de $0,91 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas irrigadas com S_2 . Comportamento semelhante ocorreu com os tratamentos S_2 com o S_4 , onde o incremento na transpiração (E) foi de $0,95 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas que receberam S_2 .

Ao avaliar as plantas que foram cultivadas com água composta por cálcio (S_3) em relação à água composta por sódio + cálcio (S_5) existe uma redução de $0,63 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas irrigadas com água cálcica (S_3). Corroborando com o tratamento S_4 versus S_5 , onde verificou-se redução de $0,67 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas plantas irrigadas com água salinizada por magnésio (S_4) em comparação ao tratamento S_5 . Não houve efeito significativo na comparação entre os tratamentos S_5 versus S_6 ; S_7 e S_8 ; e S_2 versus S_7 , evidenciado efeito deletério do estresse salino, contudo, a magnitude é dependente do tipo de cátion presente na água de irrigação.

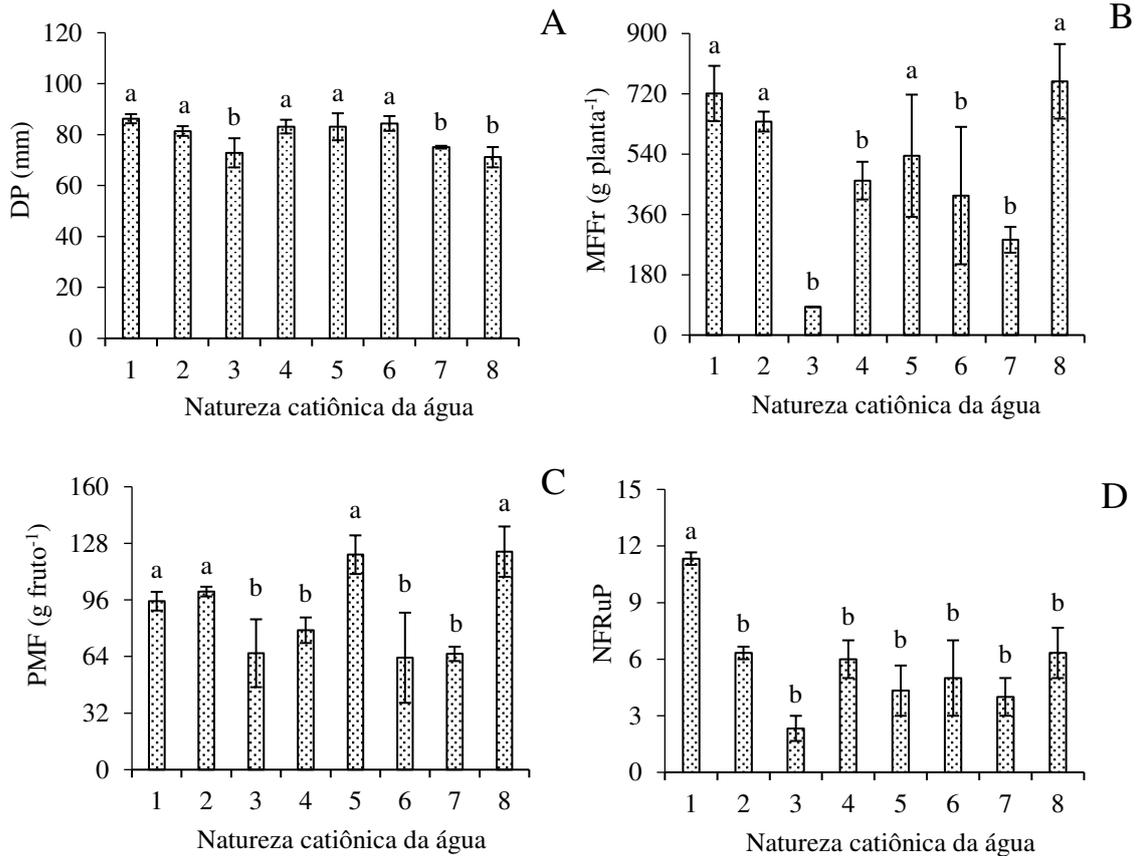
Conforme análise de variância (Tabela 5) nota-se efeito significativo das distintas naturezas catiônica da água de irrigação sobre as variáveis de diâmetro polar, massa fresca do fruto, peso médio de frutos e número de frutos.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o diâmetro equatorial (DE), diâmetro polar (DP), massa fresca do fruto (MFFr), peso médio de frutos (PMF) e número de frutos (NFruP) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 259 dias após o transplantio

FV	GL	Quadrados Médios				
		DE	DP	MFFr	PMF	NFruP
Blocos	2	10,38 ^{ns}	30,17 ^{ns}	24845,5 ^{ns}	512,34 ^{ns}	3,29 ^{ns}
NCA	(7)	47,11 ^{ns}	99,76 [*]	155102,47 ^{**}	1828,80 [*]	21,08 ^{**}
\hat{y}_1	1	33,38 ^{ns}	148,53 ^{ns}	18764,66 [*]	2312,66 ^{ns}	108,48 ^{**}
\hat{y}_2	1	1,78 ^{ns}	109,73 ^{ns}	459045,36 ^{**}	1823,52 ^{ns}	24,00 [*]
\hat{y}_3	1	14,66 ^{ns}	4,52 ^{ns}	46610,19 ^{ns}	719,85 ^{ns}	0,16 ^{ns}
\hat{y}_4	1	16,93 ^{ns}	157,08 ^{ns}	305372,16 [*]	4657,63 ^{**}	6,00 ^{ns}
\hat{y}_5	1	46,14 ^{ns}	87,45 ^{ns}	5449,63 ^{ns}	1634,85 ^{ns}	1,36 ^{ns}
\hat{y}_6	1	43,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	8275,53 ^{ns}	2743,05 [*]	4,16 ^{ns}
\hat{y}_7	1	10,42 ^{ns}	60,54 ^{ns}	186913,50 [*]	1880,44 ^{ns}	8,16 ^{ns}
Resíduo	14	19,60	37,32	37529,61	541,28	3,83
CV (%)		7,11	7,67	39,78	26,05	34,30

\hat{y}_1 (S_1 vs S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8); \hat{y}_2 (S_2 vs S_3); \hat{y}_3 (S_2 vs S_4); \hat{y}_4 (S_3 vs S_5); \hat{y}_5 (S_5 vs S_6 ; S_7 ; S_8); \hat{y}_6 (S_4 vs S_5) e \hat{y}_7 (S_2 vs S_7); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; NCA - Natureza Catiônica da Água; (*) Significativo a 0,05; (**) Significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

Através do teste de comparação de médias para diâmetro polar (Figura 5A) observa-se que não houve diferença significativa entre as plantas cultivadas sob irrigação com água de baixa salinidade (S₁) e as distintas composições catiônicas da água (S₂, S₄, S₅ e S₆). Contudo, ao comparar o DP em função das diferentes composições catiônicas da água, o efeito significativo ocorreu apenas com as plantas irrigadas com água de composição cálcica (S₃), cálcio + magnésio (S₇) e sódio + cálcio + magnésio (S₈) em relação aos tratamentos S₂, S₄, S₅ e S₆.



1 - Testemunha; 2 - Na⁺; 3 - Ca²⁺; 4 - Mg²⁺; 5 - Na⁺ + Ca²⁺; 6 - Na⁺ + Mg²⁺; 7 - Ca²⁺ + Mg²⁺ e 8 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. Barras representam erro padrão da média (n = 3). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05)

Figura 5. Diâmetro polar - DP (A), massa fresca dos frutos - MFFr (B) peso médio de frutos - PMF (C) e número de frutos (NF) das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 259 dias após o transplantio

Para a massa fresca de frutos por planta (Figura 5B), não teve diferença significativa entre as plantas submetidas aos tratamentos S₁ (Testemunha), S₂ (Na⁺), S₅ (Na⁺ + Ca²⁺) e S₈ (Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺). Destaca-se que, os menores valores (84,0; 460,92; 416,43 e 284,20 g planta⁻¹) foram obtidos quando irrigou-se com água constituída por

Mg²⁺ (S₃), Mg²⁺ (S₄), Na⁺ + Ca²⁺ (S₆) e Na⁺ + Mg²⁺ (S₇), não havendo diferença estatística entre as médias dos respectivos tratamentos.

Para o peso médio de frutos do maracujazeiro (Figura 5C) constata-se que, os maiores valores (95,26; 100,73; 121,59 e 123,31 g fruto⁻¹) foram obtidos quando irrigou-se as plantas com água constituída por S₁, S₂, S₅, e S₈, diferenciando-se estatisticamente das que receberam os tratamentos S₃, S₄, S₆ e S₇, que tiveram os menores valores (65,86; 78,86; 63,30 e 65,49 g fruto⁻¹, respectivamente). A partir do peso médio dos frutos obtidos neste estudo (Figura 5C), verifica-se que, independente do tratamento que as plantas foram submetidas, nenhuma delas produziu frutos com padrão para comercialização na forma *in natura*, pois para que sejam considerados ótimos, os frutos devem apresentar peso médio acima de 180 g fruto⁻¹ (Freitas et al., 2011).

Dias et al. (2012) estudando a qualidade física e produção do maracujá-amarelo, com águas salinas preparadas a partir da diluição de águas de salinidade elevada com não salina, obtendo os níveis de CEa correspondentes a 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, observaram perdas mais drásticas na qualidade dos frutos quando as plantas foram irrigadas com água de CEa maior que 2,5 dS m⁻¹, em relação aos frutos das plantas irrigadas com água não salina de 0,5 dS m⁻¹. Os autores obtiveram valores médios de 191,29 g planta⁻¹ para as plantas irrigadas com o menor nível salino, e 151,87 g fruto⁻¹ para as que foram irrigadas com água de salinidade de 3,5 dS m⁻¹.

O número de frutos por planta também foi influenciado significamente pela salinidade da água de irrigação, e através do teste de comparação de médias (Figura 5D) verificou-se que as plantas irrigadas com água de menor salinidade da água (S₁) tiveram maiores valores (11,33 frutos), diferindo-se estatisticamente em relação as cultivadas sob salinidade da água de 3,5 dS m⁻¹ (S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇ e S₈). Todavia, ao comparar as plantas cultivadas sob diferentes naturezas catiônicas, nota-se que não houve diferença significativa entre si.

A redução na produção pode estar relacionada a ação do excesso de sais na solução do solo, que reflete na redução do potencial osmótico, impondo restrição na absorção de água e nutrientes pela planta, além de promover toxicidade iônica (especialmente por Na⁺ e Cl⁻) e desequilíbrio nutricional, afetando negativamente os parâmetros de qualidade dos frutos (Dias et al., 2012).

Dias et al. (2011) pesquisando a produção do maracujazeiro sob irrigação com águas salinas constataram que, o aumento da condutividade elétrica das águas de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ comprometeu a capacidade produtiva do maracujazeiro-amarelo.

Possivelmente, esse reduzido número de frutos pode ser reflexo do acúmulo de sais no solo, o que pode ter afetado a emissão de flores pelas plantas, ou até mesmo, interferindo na viabilidade das flores, em decorrência dos efeitos depressivos da salinidade sobre os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas (Hu & Schimidhalter, 1997; Netto et al., 2005; West, 1986).

Além do estresse ocasionado pela salinidade, outro fator que possa ter contribuído para baixa emissão ou indução do abortamento de flores, e conseqüentemente, menor número de frutos foi o estresse térmico, ocasionado pelas altas temperaturas no interior da casa de vegetação durante as fases de floração e frutificação das plantas, sendo observados nesse período temperaturas médias de 29,1° C, valor bem acima do ideal para cultivo do maracujazeiro, que segundo Faleiro & Junqueira (2016) deve ser de 21 a 25 °C.

Por meio do resumo da análise de variância dos contrastes de médias para a massa fresca dos frutos (Tabela 6) verifica-se efeito significativo das plantas irrigadas com CEa de 0,4 dSm⁻¹ (S₁) em relação as plantas cultivadas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈). De acordo com a estimativa de média (Tabela 6) nota-se que, ao utilizar água de menor nível salino (0,4 dSm⁻¹) ocorreu aumento na MFFr de 267,37 g planta⁻¹ em comparação com as que estavam submetidas ao maior nível salino (S₂, S₃, S₄, S₅, S₆ e S₇). As plantas de maracujazeiro irrigadas com água de composição sódica (S₂) tiveram um incremento de 553,20 g planta⁻¹ na MFFr em relação as cultivadas com água preparada com cálcio (S₃).

Ao confrontar os tratamentos S₃ versus S₅ observou-se redução de 451,20 g planta⁻¹ nas plantas irrigadas com água cálcica (S₃). Ao analisar o contraste \hat{y}_7 , correspondente aos tratamentos S₂ versus S₇ verifica-se diferença significativa, sendo observado aumento na MFFr de 353 g planta⁻¹ nas plantas que foram irrigadas com o tratamento S₂. Não houve efeito significativo quando comparou-se os tratamentos S₂ versus S₄; S₅ versus S₆, S₇, S₈ e S₄ versus S₅.

Tabela 6. Estimativa de média referente ao diâmetro equatorial (DE) e polar (DP), massa fresca de fruto (MFFr), peso médio de frutos (PMF) e número de frutos (NFruP) das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 259 dias após o transplântio

Contrastes	Estimativa de Média				
	DE (mm)	DP (mm)	MFFr (g planta ⁻¹)	PMF (g fruto ⁻¹)	NFruP
\hat{y}_1	ns	ns	267,37	ns	6,42
\hat{y}_2	ns	ns	553,20	ns	4,00
\hat{y}_3	ns	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_4	ns	ns	-451,20	-55,72	ns
\hat{y}_5	ns	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_6	ns	ns	ns	-42,76	ns
\hat{y}_7	ns	ns	353,00	ns	ns

\hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); (ns) não significativo.

De acordo com os contrastes de médias (Tabela 6), observa-se efeito significativo para o peso médio de frutos quando se compara os tratamentos S₃ versus S₅, e através da estimativa de média nota-se que as plantas irrigadas com água salinizada por sódio (S₃) tiveram o peso médio de frutos reduzido em 55,72 g fruto⁻¹ em comparação às plantas que foram irrigadas com água constituída por Na⁺ + Ca²⁺ (S₅). Já as plantas irrigadas com água preparada com magnésio (S₄) teve uma redução de 42,76 g fruto⁻¹ em comparação com as que estavam submetidas a salinidade da água constituída por Na⁺ + Ca²⁺ (S₅).

Não houve diferença para o peso médio de frutos quando se comparou os tratamentos S₁ versus S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇, S₈; S₂ versus S₃; S₂ versus S₄; S₅ versus S₆, S₇, S₈ e S₂ versus S₇. Identifica-se por meio do contraste de médias (Tabela 6) haver efeito significativo para o número de frutos por planta quando se compara o tratamento de baixa salinidade (S₁) versus os demais tratamentos (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈). Conforme a estimativa de média (Tabela 6) ocorreu um aumento de 6,42 frutos por planta ao comparar o tratamento S₁ em relação aos tratamentos compostos pelo maior nível de condutividade elétrica de 3,5 dS m⁻¹ (S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇, S₈). Efeito significativo também pode ser observado quando se confrontou os tratamentos S₂ versus S₃, cujas as plantas submetidas a salinidade da água de composição sódica (S₂) com aumento médio de 4 frutos em relação as plantas que foram irrigadas com água salinizada por Ca²⁺ (S₃). Não houve diferença significativa para o PMF quando se comparou os tratamentos S₂ versus S₄; S₃ versus S₅; S₅ versus S₆, S₇, S₈; S₄ versus S₅ e S₂ versus S₇, entendendo-se que os tipos de sais exercem funções semelhantes no funcionamento das plantas.

4. CONCLUSÕES

1. O aumento da salinidade da água reduz as trocas gasosas, especialmente, a condutância estomática e a transpiração nas plantas de maracujazeiro, aos 180 dias após o transplântio;

2. As trocas gasosas são afetadas com a variação da natureza catiônica, sendo as maiores reduções obtidas quando as plantas são irrigadas com água salinizada por Mg^{2+} ;

3. O número de frutos de maracujazeiro 'BRS Rubi do Cerrado' é afetado pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação;

4. O Ca^{2+} é o íon que promove os maiores efeitos deletérios sob as variáveis de produção em plantas de maracujazeiro-amarelo, aos 259 dias após o transplântio.

5. REFERÊNCIAS

Almeida, R. F. Características da poda em maracujazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 53-58, 2012.

Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.

Amorim, A. F.; Gomes Filho, E.; Bezerra, M. A.; Prisco, J. T.; Lacerda, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.

Andrade, E. M. G.; Lima, G. S.; Lima, V. L. A.; Silva, S. S.; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. R. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H_2O_2 application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.

APHA (1998). **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 29.

- Bezerra, I. L. B.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R. Lima, G. S.; Barbosa, J. L. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018.
- Cavalcante, A. R.; Santos Júnior, J.; Furtado, G. F.; Chaves, L. H. G. Gas exchanges and photochemical efficiency of hydroponic bell pepper under salinity and plant density. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 3-8, 2019.
- De Lucia, E. H.; Whitehead, D.; Clearwater, M. J. The relative limitation of photosynthesis by mesophyll conductance in co-occurring species in a temperate rainforest dominated by the conifer *Dacrydium cupressinum*. **Functional Plant Biology**, v. 30, p. 1197-1204, 2003.
- Dias, A. S.; Lima, G. S.; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019.
- Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Leon, M. J.; Santos, G. P.; Albuquerque, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.
- 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.
- El-Kady, A. F. Y.; Borham, T. I. Sustainable cultivation under saline irrigation water: Alleviating salinity stress using different management treatments on *Terminalia arjuna* (Roxb.) Wight & Arn. **Agricultural Water Management**, v. 229, p. 1-8, 2020.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 627p.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. ed. Embrapa Cerrados, 2016. 341 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- FAO - Statistical yearbook. **Food and Agriculture Organization** (FAO) of the United Nations, 2012.

- Freire, J. L. O.; Nascimento, G. S. Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 981-988, 2018.
- Freire, J. O.; Dias, M. T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Lima Neto, A. J. 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.
- Freitas, J. P. X.; Oliveira, E. J.; Cruz Neto, A. J.; Santos, L. R. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1013-1020, 2011.
- Furlaneto, F. P. B.; Esperancini, M. S. T.; Martins, A. N.; Okamoto, F.; Vidal, A. A.; Bueno, O. C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 235-240, 2014.
- Hu, Y.; Schmidhalter, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat - part II: Composition. **Journals Plant Nutrition**, v. 20, n. 9, p. 1169-1182, 1997
- Hussain, R. A.; Ahmad, R.; Waraich, E. A.; Nawaz, F. Nutrient uptake, water relations, and yield performance of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. **Journal of Plant Nutrition**, n. 38, p. 2139-2149. 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Sidra - **Produção Agrícola Municipal 2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 04 de jan. de 2020.
- Jadoski, S. O.; Klar, A. E.; Salvador, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.
- Kusvuran, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **African Journal Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.
- Li, Y.; Li, H.; Li, Y.; Zhang, S. Improving water-use efficiency by decreasing stomatal conductance and transpiration rate to maintain higher ear photosynthetic rate in drought-resistant wheat. **The Crop Journal**, v. 5, n. 3, p. 231-239, 2017.
- Lima, L. K. S.; Jesus, O. N.; Soares, T. L.; Santos, I. S.; Oliveira, E. J.; Coelho Filho, M. A. Growth, physiological, anatomical and nutritional responses of two phenotypically

- distinct passion fruit species (*Passiflora* L.) and their hybrid under saline conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 263, p. 1-15, 2020.
- Lira, R. M.; Santos, A. N.; Silva, J. S.; Barnabé, J. M. C.; Barros, M. S.; Soares, H. R. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 3, p. 341-362, 2015.
- Medeiros, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- Meletti, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91. 2011.
- Minhas, P. S.; Ramos, T. B.; Bem-Gal, A.; Pereira, L. S. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. **Agricultural Water Management**, v. 227, 2020.
- Munns, R.; Gilliam, M. Salinity tolerance of crops - what is the cost?. **New Phytol.** v. 208, p. 668-673, 2015.
- Nascimento, E. S.; Cavalcante, L. F.; Gondim, S. C.; Souza, J. T. A.; Bezerra, F. T. C.; Bezerra, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.
- Netto, A. T.; Campostrini, E.; Oliveira, J. G.; Bressan-Smith, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 104, p. 199-209, 2005.
- Nobre, R. G.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Lourenço, G. S.; Soares, A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.
- Ramalho, A. R.; Souza, V. F.; Silva, M. J. G.; Vieira Junior, J. R.; Cassaro, J. D. **Condicionantes agroclimáticas e riscos tecnológicos para a cultura do**

- maracujazeiro em Rondônia.** Embrapa Rondônia. 2011. 10p. (Comunicado Técnico, 372).
- Ribeiro, A. A.; Seabra Filho, M.; Moreira, F. J. C.; Souza, M. C. M. R.; Menezes, A. S. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em dois substratos. **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 133-242, 2013.
- Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA, Agriculture Handbook, 60).
- Rodrigues, C. R. F.; Silva, E. N.; Moura, R. M.; Anjos, D. C. A.; Hernandez, F. F. F.; Viégas, R. A. Physiological adjustment to salt stress in *R. Communis* seedlings is associated with a probable mechanism of osmotic adjustment and a reduction in water lost by transpiration. **Industrial Crops Products**, v. 54, p. 233-239, 2014.
- Rodrigues, V. S.; Sousa, G. G.; Saraiva, S. E. L.; Cardoso, E. R. C.; Pereira Filho, J. V. Viana, T. V. A. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3129-3138, 2018.
- Sá, F. V. S.; Mesquita, E. F.; Bertino, A. M. P.; Costa, J. D.; Araújo, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Revista Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.
- Santana Júnior, E. B.; Coelho, E. F.; Gonçalves, K. S.; Cruz, J. L. Physiological and vegetative behavior of banana cultivars under irrigation water salinity. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 82-88, 2020.
- Santos, G. P.; Lima Neto, A. J.; Cavalcante, L. F.; Cavalcante, Í. H. L.; Souto, A. G. L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 525-533, 2014.
- Santos, J. B. **Estudo das relações nitrogênio: potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo.** Universidade Federal da Paraíba, 2001. 88 f. Dissertação de Mestrado.
- São José, A. R.; Rebouças, T. N. H.; Pieres, M. M.; Angel, D. N.; Sousa, I. V. B.; Bonfim, M. P. Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 2000. 316p.

- Silva, A. A. R.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Gheyi, H. R.; Souza, L. P.; Veloso, L. S. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e. 55671, 2019.
- Silva, L. A.; Brito, M. E. B.; Sá, F. V. S.; Moreira, R. C. L.; Soares Filho, W. S.; Fernandes, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1-7. 2014.
- Silveira, J. A. G.; Silva, S. L. F.; Silva, E. N.; Viégas, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *In*: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (editores). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 1. ed. Fortaleza: INCTSal. cap. 11, p. 161-18, 2010.
- Sousa, J. R. M.; Gheyi, H. R.; Brito, M. E. B.; Xavier, D. A.; Furtado, G. F. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges, **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 415-424, 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.
- Souza, R. P.; Machado, E. C.; Silveira, J. A. G.; Ribeiro, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 586-592, 2011.
- Wanderley, J. A. C.; Azevedo, C. A. V.; Brito, M. E. B.; Cordão, M. A.; Lima, R. F. L.; Ferreira, F. N. Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on yellow passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 541-546, 2018.
- WEST, D.W. Stress physiology in trees-salinity. **Acta Horticulture**, v. 175, p. 322-329, 1986.
- Zhu, J. Abiotic stress signaling and responses in plants. **Cell**, v. 167, n. 2, p.313-324. 2016.