



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL**

**ALZIRA MARIA DE SOUSA SILVA NETA**

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO NO  
CULTIVO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO 'BRS RC'**

**POMBAL– PB  
2020**

**ALZIRA MARIA DE SOUSA SILVA NETA**

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
NITROGÊNIO NO CULTIVO DE MUDAS DE  
MARACUJAZEIRO ‘BRS RC’**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical  
para obtenção do título de Mestre.

Orientadores: Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
Dr. Geovani Soares de Lima

S586i Silva Neta, Alzira Maria de Sousa.

Irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio no cultivo de mudas de maracujazeiro 'BRS RC' / Alzira Maria de Sousa Silva Neta. – Pombal, 2021. 72 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2020.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares; Prof. Dr. Geovani Soares de Lima”.

Referências.

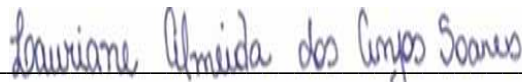
1. Maracujazeiro roxo. 2. Salinidade. 3. Manejo nutricional. 4. *Passiflora edulis* sim. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 634.776.3(043)

ALZIRA MARIA DE SOUSA SILVA NETA

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO NO CULTIVO  
DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO 'BRS RC'**

Dissertação apresentada á Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em Horticultura  
Tropical para obtenção do título de mestre.



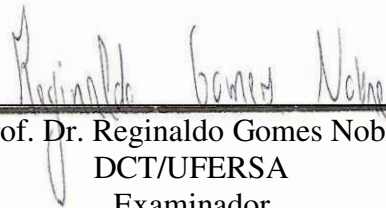
---

Prof. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
CCTA/UAGRA/UFCG  
Orientadora



---

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima  
CCTA/UAGRA/UFCG  
2º Orientador



---

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre  
DCT/UFERSA  
Examinador



---

Dr. Leandro de Pádua Sousa  
PDJ/CTRN/UFCG  
Examinador

*Á Deus, que iluminou o meu caminho e me deu forças para chegar até aqui.*

*A meus pais, Francisco Sousa Silva e Maria de Lourdes Martins Silva e aos meus irmãos, Livia Maria Sousa e João Francisco de Sousa, e meu avó Francisco de Assis Martins, por todo incentivo, carinho e dedicação demonstrada ao longo do decorrer do projeto.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida, pela capacidade que me deu de aprender, e por alcançar mais este objetivo, diante de tantos obstáculos, e por ter guiado todos os meus passos nesta caminhada. Agradeço aos meus pais Francisco de Sousa Silva e Maria de Lourdes Martins Silva, por todo carinho, amor e paciência. Meus irmãos Lívia Maria Sousa e João Francisco de Sousa, minha sobrinha Hellen Vitoria, meu cunhado Cleomarcio Alves, o meu reconhecimento pelo apoio, por acreditarem na minha capacidade, por nunca ter me deixado desistir dos meus sonhos.

A toda minha família, quero agradecer em especial a Maria Do Carmo Martins, Maria das Graças Martins, Francisca da Chagas Martins, Ercília Martins, por todas as palavras de incentivo, carinho e por ter me recebido em sua casa.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical, pela oportunidade da realização deste curso a secretario Jociano, pela gentileza e profissionalismo.

Aos meus orientadores, Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Geovani Soares de Lima, agradeço pela orientação, paciência e disponibilidade, durante todo o período do mestrado.

Aos membros da banca, Reginaldo Gomes Nobre e Leandro de Pádua Sousa por todas as contribuições para melhoria deste trabalho.

Agradeço a ajuda de Diógenes, Fagner, Agda, Ana Paula, Cynthia, Kaike, Charles, Rômulo, Luderlândio e Joice, pelo grande apoio na execução desta pesquisa.

Aos meus amigos, Diógenes, Agda, Fagner, Juliana, Maison, Robson, Rayana, Ana Paula, Eliene, Joaquim, Joice, Jociano, Neide, e em especial a Giuliana e Franciscleudo agradeço a amizade, carinho e parceria, por todo incentivo durante a minha formação.

A Joice e Roberta, dos Laboratório de Fisiologia Vegetal e Analise de sementes. Obrigado pela disponibilidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Meus sinceros reconhecimentos, a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização desta conquista.

**Muito Obrigada!**

## LISTAS DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Condutância estomática –  $g_s$  (A) e transpiração –  $E$  (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura. .... 45
- Figura 2.** Concentração interna de  $CO_2$  –  $C_i$  (A) e taxa de assimilação de  $CO_2$  –  $A$  (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura. .... 46
- Figura 3.** Eficiência instantânea no uso da água do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função das doses de nitrogênio (DN) aos 70 dias após a semeadura. ... 47
- Figura 4.** Número de folhas (A) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e doses de adubação nitrogenada – DN e área foliar (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a semeadura. .... 49
- Figura 5.** Diâmetro de caule (A) e altura de plantas (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura..... 50
- Figura 6.** Conteúdo relativo de água – CRA (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e extravasamento de eletrólitos – EE (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura..... 51

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** Fitomassa seca de folhas – FSF (A) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada-DN e fitomassa seca do caule – FSC (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação-CEa aos 70 dias após a semeadura. .... 64
- Figura 2.** Fitomassa seca da raiz – FSR (A) e fitomassa seca da parte aérea – FSPA (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação -CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura. .... 65
- Figura 3.** Fitomassa seca total – FST (A) e relação raiz/parte aérea – R/PA (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada-DN aos 70 dias após a semeadura. .... 66
- Figura 4.** Déficit de saturação hídrica – DSH (A) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada-DN e suculência foliar – SUC (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação-CEa aos 70 dias após a semeadura. .... 68
- Figura 5.** Índice de qualidade Dickson – IQD do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função dos níveis de salinidade da água de irrigação-CEa aos 70 dias após a semeadura. .... 69

## LISTAS DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento. .... 41
- Tabela 2.** Resumo do teste de análise de variância para a condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido à diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS. .... 44
- Tabela 3.** Resumo do teste de análise de variância para o número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP), conteúdo relativo de água (CRA) e extravasamento de eletrólitos (EE) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS. .... 48

### CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento. .... 60
- Tabela 2.** Resumo do teste de análise de variância para fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz parte aérea (R/PA) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido à diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS. .... 63
- Tabela 3.** Resumo do teste de análise de variância para o déficit de saturação hídrica (DSH), suculência foliar (SUC) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do cerrado’ submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS. .... 67



## SUMÁRIO

<b>LISTAS DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTAS DE TABELAS</b> .....	vii
<b>RESUMO GERAL</b> .....	x
<b>GENERAL ABSTRAT</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	14
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>3.1 Aspectos gerais do maracujazeiro</b> .....	15
<b>3.2 Qualidade da água de irrigação em regiões semiáridas</b> .....	16
<b>3.3 Efeitos dos sais nas plantas e no solo</b> .....	18
3.3.1 Estresse salino no maracujazeiro .....	19
<b>3.4 Interação adubação nitrogenada e salinidade</b> .....	20
<b>4 MATERIAL E METÓDOS GERAL</b> .....	22
<b>4.1 Localização e caracterização da área experimental</b> .....	22
<b>4.2 Fatores estudados e delineamento estatístico</b> .....	22
<b>4.3 Implantação e condução do experimento</b> .....	22
4.3.1 Instalação do experimento .....	22
4.3.2 Preparo das águas e irrigação.....	23
4.3.3 Manejo nutricional .....	23
4.3.4 Tratos culturais e fitossanitários .....	24
<b>4.4 Variáveis analisadas</b> .....	24
4.4.1 Crescimento .....	24
4.4.2 Parâmetros fisiológicos .....	25
4.4.3 Produção de fitomassa .....	26
4.4.5 Qualidade das mudas .....	27
<b>4.5 Análise estatística</b> .....	27
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28

<b>CAPITULO 1: ÍNDICES FISIOLÓGICOS E CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO ROXO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA</b> .....	36
<b>RESUMO</b> .....	37
<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
<b>2.1 Local do experimento</b> .....	40
<b>2.2 Procedimento experimental</b> .....	40
<b>2.3 Variáveis analisadas</b> .....	42
<b>2.4 Análise estatística</b> .....	43
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	51
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52
<b>CAPITULO 2: FITOMASSA E QUALIDADE DE MUDAS DE MURACUJAZEIRO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA</b> .....	55
<b>RESUMO</b> .....	56
<b>ABSTRACT</b> .....	57
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	58
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	59
<b>2.1 Local de condução do experimento</b> .....	59
<b>2.2 Procedimento experimental</b> .....	59
<b>2.3 Variáveis analisadas</b> .....	61
<b>2.4 Análise estatística</b> .....	62
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	62
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	69
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69

SILVA NETA, Alzira Maria de Sousa. **Irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio no cultivo de mudas de maracujazeiro ‘BRS RC’**. 2020. 72p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

## RESUMO GERAL

Na fruticultura, o maracujazeiro roxo tem despertado interesse de produtores, por seu alto valor comercial, sendo produzido principalmente para exportação, onde os elevados níveis salinos das águas utilizadas para irrigação na região Nordeste, compromete o crescimento e produção, fazendo-se necessário a adoção de técnicas de manejo, tais como o uso de adubação nitrogenada, capaz de atenuar os efeitos dos sais sobre as plantas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o crescimento, os índices fisiológicos e a qualidade de mudas do maracujazeiro roxo, cultivado sob diferentes níveis de salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal – PB, em ambiente de casa de vegetação, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos foram testando cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de nitrogênio (50%, 75%, 100% e 125% de acordo com a recomendação), com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 240 unidades experimentais. A salinidade da água de irrigação acima de 0,3 dS m<sup>-1</sup> comprometeu a área foliar, a fitomassa seca do caule, o conteúdo relativo de água e a suculência foliar do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’. Doses elevadas de nitrogênio potencializaram os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, número de folhas, diâmetro de caule, altura de planta relação raiz/parte aérea e déficit de saturação hídrica do maracujazeiro roxo. Do ponto de vista agrônômico, as mudas de maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ são consideradas de qualidade quando irrigadas com água de salinidade até 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* sim, salinidade, manejo nutricional.

SILVA NETA, Alzira Maria de Sousa. **Irrigation with saline water and nitrogen doses in the cultivation of purple passion fruit seedlings 'BRS RC'**. 2020. 72p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

### GENERAL ABSTRACT

In fruit growing, the purple passion fruit has aroused the interest of producers, due to its high commercial value, being produced mainly for export, where the high saline levels of the water used for irrigation in the Northeast region, compromises growth and production, making it necessary to adopt management techniques, such as the use of nitrogen fertilizer, capable of attenuating the effects of salts on plants. In this context, the objective was to evaluate the growth, physiological indices and seedling quality of the purple passion fruit, grown under different levels of irrigation water salinity and nitrogen doses. The experiment was carried out at the Federal University of Campina Grande - UFCG, Pombal - PB, in a greenhouse environment, using a randomized block design, in a 5 x 4 factorial scheme, whose treatments were testing five levels of electrical conductivity irrigation water (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 and 3,5 dS m<sup>-1</sup>) associated with four nitrogen doses (50%, 75%, 100% and 125% according to recommendation), with four replications and three plants per plot, totalizing 240 experimental units. The salinity of the irrigation water above 0,3 dS m<sup>-1</sup> compromised the leaf area, the dry stem mass, the relative water content and the leaf succulence of the purple passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado'. High doses of nitrogen potentiated the deleterious effects of irrigation water salinity on stomatal conductance, transpiration, internal CO<sub>2</sub> concentration, CO<sub>2</sub> assimilation rate, number of leaves, stem diameter, plant height, root/shoot ratio and deficit of water saturation of the purple passion fruit. From an agronomic point of view, purple passion fruit seedlings 'BRS Rubi do Cerrado' are considered quality when irrigated with salinity water up to 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Passiflora edulis* sims, salinity, nutritional management.

## 1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é originário da América Tropical e possui mais de 150 espécies nativas do Brasil, destacando-se com maior valor na exploração comercial as *Passiflora edulis* Sims (maracujás amarelo e roxo), sendo cultivadas em muitos países, incluindo Colômbia, Peru e Brasil, sendo este último o maior produtor e consumidor mundial de maracujá (TIGRERO et al., 2016; PEREIRA et al., 2018), devido à sua qualidade, produtividade, vigor e rendimento do suco, produzindo aproximadamente 602,651 toneladas, das quais 62,3%, encontra-se na Região Nordeste, com o estado da Paraíba que tem uma área colhida de aproximadamente 1,045 ha, produzindo 10,544 toneladas, além de apresentar excelente opção de renda para pequenos agricultores (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2010; IBGE, 2019).

Embora, a região Nordeste tenha produção expressiva de maracujazeiro, enfrenta problemas com o excesso de sais na água, o que compromete a formação e o estabelecimento de mudas e, conseqüentemente, a sua produção. Isso se deve ao manejo ocasionalmente inadequado da irrigação, associado aos problemas de drenagem do solo e alta evapotranspiração, com a maioria das fontes hídricas contendo altas concentrações de sais solúveis, principalmente sódio e cloreto, interferindo nos processos fisiológicos, tais como fotossíntese, respiração, metabolismo do amido e fixação de nitrogênio, além de reduções na biomassa vegetal, com comprometimento do rendimento agrônômico da cultura (ATIENO et al., 2017; WIN et al., 2018; RODRÍGUEZ-ORTEGA et al., 2019).

Segundo Ayers e Westcot (1999), o maracujazeiro-amarelo é sensível ao excesso de sais, com declínio na produtividade quando a condutividade elétrica do ambiente radicular atinge valores superiores a  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Porém, são escassos os valores referenciais da tolerância do maracujazeiro roxo à salinidade, em geral, entre seus efeitos a salinidade retardam e reduz a germinação e a emergência, diminui o crescimento; compromete, ainda, algumas características da qualidade de mudas (MONTAÑA et al., 2014; FREIRE; NASCIMENTO, 2018).

Devido a essa problemática, vários estudos foram conduzidos visando desenvolver estratégias de manejo que melhorem o desempenho das plantas em ambientes salinos, principalmente aquelas com potencial de melhorar a absorção e assimilação de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2010; SANTOS et al., 2016; SÁ et al., 2018). Uma das alternativas que visam minimizar os efeitos deletérios do estresse salino é a utilização da adubação nitrogenada, que além de promover o crescimento das plantas, pode também reduzir os danos

da salinidade (HESSINI et al., 2019). A explicação pode estar relacionada às funções deste elemento nas plantas, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para as plantas, como aminoácidos, proteínas, entre outros (XIONG et al., 2013; IBRAHIM et al., 2018). Essa ação resulta em maior acúmulo de compostos orgânicos contendo N, como a prolina, que podem aumentar a capacidade de ajuste osmótico celular, aumentando a tolerância ao estresse hídrico e salino (PERVEEN; NAZIR, 2018).

Sendo assim, essa pesquisa é de fundamental importância para fornecer informações ao produtor, sobre as técnicas adequadas, ao utilizar águas salinas como uma opção agrícola consciente e ambientalmente sustentável, além de soluções para atenuar estes impactos ocasionados pelo excesso de sais (SANTOS; BRITO, 2016).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o crescimento, os índices fisiológicos, as relações hídricas e a qualidade de mudas do maracujazeiro roxo BRS Rubi do Cerrado, cultivado sob diferentes níveis de salinidades da água de irrigação e adubação nitrogenada.

### **2.2 Específicos**

- Analisar as alterações na morfofisiologia e o status hídrico do maracujazeiro roxo BRS Rubi do Cerrado, ocasionadas pela irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio;
- Determinar o percentual de eletrólitos na membrana e o conteúdo relativo de água do maracujazeiro roxo BRS Rubi do Cerrado irrigado com águas salinas e a adubação nitrogenada;
- Constatar a dose de nitrogênio que atenua os efeitos ocasionados pela salinidade da água de irrigação em plantas de maracujazeiro roxo BRS Rubi do Cerrado;
- Avaliar a qualidade de mudas de maracujazeiro roxo BRS Rubi do Cerrado irrigadas com diferentes níveis de condutividade elétrica e submetidas às doses de nitrogênio.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos gerais do maracujazeiro

O maracujazeiro é uma planta com centro de origem na América tropical e subtropical, pertencente à família Passifloraceae, composta por 16 gêneros e cerca de 700 espécies, das quais 576 pertencem ao gênero *Passiflora*, cujas espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), maracujá-roxo (*P. edulis* *sims*) e maracujá-doce (*P. alata*), sendo o maracujá-amarelo ou azedo, responsável por quase a totalidade do volume comercializado mundialmente (KISHORE et al., 2011; PIRES et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2016).

O maracujazeiro é uma planta trepadeira sub-lenhosa, expandindo-se, geralmente, mediante gavinhas axilares, de crescimento rápido e contínuo, podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento (GRECO, 2014). As folhas são alternadas e simples, hermafroditas, reunidas em inflorescência axilares, unifloras ou em pares, com estigmas localizados acima das anteras o que dificulta a polinização. Além disso, são auto incompatíveis, sendo dependentes da polinização cruzada para fecundação, necessitando para isso de um agente polinizador, pois o pólen possui elevada massa e viscosidade (LIMA; CUNHA, 2004; CERVI, 2005).

Os frutos do maracujá-roxo possuem casca verde antes da maturação, tornando-se púrpura à medida que ocorre o processo de maturação. Com peso variando entre 50 e 130 g, além de maior porcentagem de açúcares e teor de sólidos solúveis (°brix) quando comparado ao maracujazeiro-azedo (MELO, 2013). Em relação à fisiologia da cultura, os valores de referência para o maracujazeiro roxo são indicados nas fases de floração e frutificação em condições normais de desenvolvimento, com a transpiração, variando entre 1 a 5  $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ , condutância estomática entre 100 a 250  $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$  e fotossíntese líquida entre 10 a 20  $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$  (PÉREZ; MELGAREJO, 2015).

Atualmente, o maracujazeiro roxo tem se destacado no mercado Nacional com produção voltada para exportação, principalmente nos países da Europa e Estados Unidos, onde os consumidores apreciam frutos menores e menos ácidos, despertando interesse dos produtores, a partir de seleções que possuam as características comerciais desejáveis (MELETTI et al., 2012; PACHECO et al., 2014). Destacando-se a cultivar ‘BRS Rubi do Cerrado’ por apresentar frutos com peso médio de 120 a 300 g e produtividade anual de 50 t/ha (EMBRAPA, 2016).



Apresentando-se como alternativa de renda para pequenos e médios produtores, devido ao seu valor de comercialização, a maioria dos pomares de maracujazeiro encontra-se em pequenas áreas de agricultura familiar (SANTOS, 2017). Com grande importância socioeconômica, a sua produção inicia-se no primeiro ano de implantação, além do rápido retorno financeiro e distribuição de renda ao longo de todo ano ao produtor, tendo em vista, ainda, o aumento da demanda interna pelo fruto (CAMPOS et al., 2013), gerando aproximadamente três a quatro empregos por hectare, de forma direta e em vários ramos da cadeia produtiva ocupando em torno de sete a oito pessoas (MELETTI, 2011).

O seu ciclo de cultivo tem duração em torno de dois anos dependendo do local de implantação da cultura, como nas regiões produtoras do Estado da Paraíba, exigindo do produtor a renovação constante das áreas plantadas, havendo a necessidade da produção ou aquisição de mudas de qualidade (FREIRE; NASCIMENTO, 2018). Entretanto, fatores como o baixo uso de tecnologia, comprometem a formação de mudas e o estabelecimento da cultura no momento de implantação (BEZERRA et al., 2016), além disso, na região Nordeste do Brasil há problemas com o excesso de sais no solo e na água de irrigação, também limitam e comprometem o desenvolvimento e estabelecimento das mudas, e conseqüentemente, a produtividade do maracujazeiro (MOURA et al., 2017).

Neste sentido, a fase de formação de mudas de maracujazeiro representa um dos principais processos no sistema produtivo, respondendo por 60% do sucesso de implantação e estabelecimento da cultura, já que a produção de frutos de qualidade e produtividade depende do uso de boas técnicas para formação de mudas (ZACCHEO et al., 2013). Alguns fatores devem ser levados em consideração, desde os mais simples, como a qualidade e sanidade das sementes, manejo da produção, irrigação, adubação, até os mais tecnológicos, como os tipos de substratos e recipientes, além dos tipos e características de ambientes protegidos (LIMA et al., 2016).

### **3.2 Qualidade da água de irrigação em regiões semiáridas**

A disponibilidade de água de boa qualidade vem sendo um dos maiores problemas enfrentados pelos agricultores nos dias atuais, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas, caracterizadas por baixas precipitações e elevada evapotranspiração. No Brasil, a salinidade dos solos irrigados tornou-se um dos problemas atuais mais importantes para a agricultura, principalmente na região semiárida do Nordeste Brasileiro, onde a maioria das fontes hídricas

utilizadas na irrigação apresentam altas concentrações de sais (MUNNS; GILLIHAM, 2015; BEZERRA et al., 2019).

Segundo Ayers e Westcot (1999), o conceito de qualidade da água está relacionado com características que podem afetar os requisitos em função do uso específico da água. Tais características podem ser de ordem física, química e biológica. Ainda de acordo com esses autores, a água de irrigação é classificada segundo três parâmetros: o primeiro, utilizando a condutividade elétrica da água que está relacionado ao risco de salinização; o segundo critério se refere ao risco de sodicidade, ou problema de estrutura dos agregados e infiltração de água no solo; e o terceiro refere-se aos riscos de toxicidade por íons específicos. Visto que estes parâmetros estão relacionados com a salinização e sodificação dos solos, promovendo queda no rendimento das culturas e a perda das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, assim formando áreas degradadas e dificultando o cultivo (CARMO et al., 2011; RIBEIRO, 2016).

Diante disso, a avaliação da qualidade da água é baseada em três fatores: salinidade, avaliada por meio da condutividade elétrica da água; sodicidade, caracterizada pela relação de adsorção de sódio - RAS e pelo grau de toxicidade, determinado por meio da avaliação da concentração de íons que causem toxidez nas plantas, com destaque para o sódio, o cloro e o boro (HOLANDA et al., 2016). Alguns dos fatores que deve ser levado em consideração ao escolher a fonte hídrica para irrigação é a qualidade e a quantidade de água disponível. Onde a qualidade da água a ser usada é uma questão que deve ser bem analisada, visto que a salinização de um solo está totalmente vinculada a essa qualidade (FRANÇA et al., 2020), assim como a lâmina de água a ser aplicada ou o manejo que será utilizado na irrigação (VICENTE et al., 2015).

A qualidade da água de irrigação é definida principalmente pela quantidade total de sais dissolvidos e sua composição iônica, onde os principais sais dissolvidos na água de irrigação são os de sódio, cálcio e magnésio em forma de cloretos, sulfatos e bicarbonatos (SILVA et al., 2011). Dessa forma, Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, na proporção de 7:2:1. A salinidade é um parâmetro que limita as condições de potabilidade e segurança hídrica, principalmente em regiões semiáridas, impossibilitando o consumo doméstico, já que águas salobras podem causar problemas e salinização do solo, o tornando improdutivo (MEDEIROS et al., 2016).

### 3.3 Efeitos dos sais nas plantas e no solo

O uso de águas salinas resulta em efeitos negativos sobre o desenvolvimento e rendimento produtivo da maioria das culturas, em razão da restrição no transporte de água para as plantas, provocando desequilíbrio nutricional e toxicidade de íons específicos, resultando em modificações anatômicas e fisiológicas, como inibição da síntese de proteínas, desequilíbrio entre cátions, onde fontes de água com elevada concentração de sais limita o desenvolvimento das culturas (NEVES et al., 2009), além da diminuição das taxas de fotossíntese e de respiração (TERCEIRO NETO et al., 2013; TAIZ et al., 2017).

As elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, causa o efeito osmótico afetando as relações hídricas entre o solo e a planta, reduzindo a absorção de água, e conseqüentemente, o movimento de nutrientes através das membranas das raízes para o interior da célula (MACHADO; SERRALHEIRO, 2017), comprometendo o crescimento das plantas devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, limitando a disponibilidade de água, resultando em fechamento estomático e, conseqüentemente, redução do carbono disponibilidade de dióxido de carbono, o que causa danos ao aparelho fotossintético (ROY et al., 2014; SILVA et al., 2018).

Além disso, efeito iônico, em que íons como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  são absorvidos excessivamente do solo, podendo causar toxicidade iônica, distúrbios nutricionais, ou ambos, devido ao excesso promovendo também uma redução no crescimento da planta (MANSOUR, 2014; SÁ et al., 2015), conseqüentemente, os sintomas de toxidez por íons específicos nas folhas são relatados por Dias e Blanco (2016) sendo eles: o sintoma do cloreto, é evidenciado pela queimadura do ápice das folhas atingindo as bordas em estágios mais avançados, promovendo queda prematura das folhas; os sintomas típicos do sódio surgem em forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas nas folhas mais velhas, progredindo na área interneval até o centro da folha, à medida que se intensifica; os sintomas causados pelo boro na folha se resumem em manchas amarelas ou secas nas bordas e no ápice das folhas velhas estendendo-se pelas áreas internevais até o centro da folhas.

Em geral, a intensidade com que o estresse salino pode afetar o crescimento e a produção das culturas depende de outros fatores, tais como a ocorrência de altas temperaturas, baixa umidade atmosférica, intensa radiação, espécie e cultivar, tipos de sais, intensidade e duração do estresse, manejo de culturas e irrigação, condições edafoclimáticas e fertilização nutricional (MEHDI-TOUNSI et al., 2017). Entretanto, as culturas não respondem de maneira

semelhante à salinidade, ou seja, algumas conseguem produzir rendimentos economicamente viáveis, em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras podem não se desenvolver. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica das culturas, mesmo em condições de salinidade, permitindo absorver maior quantidade de água (AYERS; WESTCOT, 1991).

O acúmulo de sais solúveis na solução do solo é resultado de uma combinação de fatores climáticos, como o baixo índice pluviométrico e elevada taxa de evapotranspiração; fatores edáficos, como a baixa capacidade de lixiviação dos sais e presença de camadas impermeáveis e do manejo inadequado do solo, tais como irrigação em excesso com águas salinizadas e o uso excessivo de fertilizantes (RIBEIRO et al., 2016) com o NaCl na solução do solo interferindo nas condições físicas do solo e na absorção de nutrientes, afetando indiretamente o crescimento, o desenvolvimento das plantas e as atividades metabólicas em geral (LARRÉ et al., 2014).

### 3.3.1 Estresse salino no maracujazeiro

O maracujazeiro é uma das culturas ameaçadas pela salinidade nas regiões produtoras, uma vez que as principais áreas de produção brasileiras estão localizadas nas regiões semiáridas, que são as mais vulneráveis às mudanças climáticas e à salinização do solo e da água (SHRIVASTAVA; KUMAR, 2015). Segundo Ayers e Westcot (1999) existem divergências em relação à tolerância do maracujazeiro a salinidade, sendo considerado sensível, com redução da sua produção a partir da condutividade elétrica do extrato de saturação de  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

As plantas sob estresse salino, é comum a ocorrência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na redução da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina, uma dessas adaptações é a redução do número de folhas (SILVA et al., 2012). Neste sentido, Andrade et al. (2018) ao avaliar a morfofisiologia de mudas de maracujá sob irrigação com água salina, verificaram que o aumento da concentração salina da água de irrigação provocou uma redução de 42,28%, 32%, 32,9% na altura das plantas, diâmetro e no número de folhas. Resultado similar foi encontrado por Ribeiro et al. (2014) onde a irrigação com condutividade elétrica da água superior a  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  reduziu significativamente a altura, o número de folhas e a massa seca da parte aérea e raiz do maracujazeiro-amarelo.

Bezerra et al. (2016) analisando o crescimento das cultivares BRS Sol do cerrado e Redondo Amarelo sob salinidade, observaram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 3,0 para 8,0 dS m<sup>-1</sup>, proporcionou reduções de 24,7% e 24,5% na altura das mudas, respectivamente. Já Dias et al. (2012a), estudando o maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas de 0,5 a 4,5 dS m<sup>-1</sup> e doses de biofertilizante, observaram que as plantas quando irrigadas com condutividade elétrica da água superior a 2,5 dS m<sup>-1</sup> tiveram redução na produção e qualidade física dos frutos.

Em pesquisa com maracujazeiro amarelo na fase de formação de mudas irrigadas com águas salinas, Araújo et al. (2013), verificaram reduções na altura de planta, diâmetro do caule, número de folha, massa fresca e seca da parte aérea. Já Lima et al. (2020) observaram que o aumento dos níveis salinidade da água reduziu a abertura estomática, a transpiração, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e reduziu o crescimento de maracujá ‘BRS Rubi do Cerrado’, aos 40 dias após a semeadura.

Segundo Moura et al. (2020), em estudo com fisiologia do maracujazeiro enxertado sob estresse salino utilizando dois níveis de salinidade da água 0,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, observaram que a salinidade comprometeu taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, transpiração e clorofila total. Segundo Freire et al. (2014) avaliando a eficiência fotossintética de maracujazeiro amarelo irrigado com salinidade de 0,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> verificaram que o estresse salino inibiu a atividade fotoquímica do fotossistema II. De acordo com Moura et al. (2017), o aumento da condutividade das águas de irrigação, não afetou o índice de qualidade de Dickson (IQD), obtendo um índice de 0,2 sendo considerado de boa qualidade, em mudas de espécie do gênero Passiflora sob diferentes níveis salinos (0,3 a 4,7 dS m<sup>-1</sup>). De forma semelhante, Medeiros et al. (2016a) avaliando o maracujazeiro amarelo cultivado com águas salinas e biofertilizante bovino, obtiveram um índice de qualidade de Dickson (IQD) de 0,21 na condutividade elétrica de 1 dS m<sup>-1</sup>.

### **3.4 Interação adubação nitrogenada e salinidade**

Algumas alternativas estão sendo estudado como forma de minimizar os efeitos prejudiciais da salinidade, tais como, adoção de cultivares tolerante, manejo cultural, misturas de águas e manejo nutricional. Segundo Freitas et al. (2012) na cultura do maracujazeiro os nutrientes mais absorvidos e extraídos são o nitrogênio e potássio. Nesse contexto, o uso da adubação nitrogenada, surge como forma de atenuar os efeitos da salinidade da água de irrigação, contribuindo pra fertilidade do solo e aumento da produtividade, gerando lucro,

além da utilização das fontes água disponível de acordo com a época do ano. Flores et al. (2001) destacam que o uso adequado da adubação nitrogenada, a exemplo da ureia, nos diferentes solos é importante, principalmente, em solos salinos onde N pode reduzir os efeitos adversos da salinidade no crescimento e no rendimento das plantas.

Pesquisas apontam o aumento no fornecimento de nitrogênio como estratégia de gestão capaz de minimizar os efeitos da salinidade nas plantas (OLIVEIRA et al., 2014). Esse efeito benéfico da utilização do nitrogênio ocorre devido a sua atuação diretamente no metabolismo das plantas, como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas e metabólitos secundários, que estão relacionados com a defesa da planta, processos bioquímicos e fisiológicos importantes, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular (CHAVES et al., 2011; SILVA et al., 2013). Em pesquisa realizada por Bezerra et al. (2019a), com maracujá amarelo constatou-se que o aumento na condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m<sup>-1</sup> reduziu a altura em 58% as mudas sem fertilizante, e 81% quando utilizou ureia, e de 74% com sulfato de amônio, e para o diâmetro, as reduções foram de 26%, 50% e 39%.

Em estudo com adubação nitrogenada e irrigação com água salina Wanderley et al. (2018) concluíram que doses crescentes de fertilizante reduziram o diâmetro do caule e a altura das mudas, e que a adubação nitrogenada não atenuou o efeito da salinidade no crescimento em mudas de maracujá amarelo. Lima et al. (2012) analisando o crescimento de mamoneira sobre salinidade da água de 0,3 a 3,9 dS m<sup>-1</sup> e adubação nitrogenada, observaram que não houve interação entre os fatores. Silva et al. (2019) em estudos com doses de adubação nitrogenada e níveis salinos ao avaliar a concentração interna de CO<sub>2</sub>, em plantas cultivadas sob adubação com 50% de N e submetidas ao uso de água salina no estágio de floração, maturação do fruto e estágio vegetativo/floração apresentaram maior incremento na concentração intercelular de CO<sub>2</sub>.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS GERAL**

### **4.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi desenvolvido no período de dezembro de 2019 a março de 2020, sob condições de casa-de-vegetação, na área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 06°46'20" S, 37°48'01" O e altitude de 194 m. O clima da região é do tipo semiárido quente e seco, com evaporação média anual de 2.000 mm e precipitação média de aproximadamente 750 mm ano<sup>-1</sup>, conforme a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982).

### **4.2 Fatores estudados e delineamento estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos obtidos das combinações de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio - DN (N1 -50%; N2 -75%; N3 -100% e N4 -125% da dose indicada para ensaio em vaso conforme Novais et al. (1991)) que recomenda a utilização de 100 mg de N por Kg<sup>-1</sup> de solo. Combinados os fatores resultaram em 20 tratamentos, com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 240 plantas.

### **4.3 Implantação e condução do experimento**

#### **4.3.1 Instalação do experimento**

As mudas do maracujazeiro roxo foram obtidas por via seminífera, utilizando a cultivar BRS Rubi do Cerrado, foram semeadas duas sementes por sacola de polietileno, preenchidas com substrato, constituído da mistura de 50% de solo, 25% de areia e 25% de composto orgânico (esterco bovino) na proporção de 2:1:1 com o volume de 1,7 Kg, cujas características químicas e físicas descritas na (Tabela 1) foram obtidas conforme as metodologias propostas por Claessen (1997). Aos 10 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por sacola (a que apresentava o maior vigor fisiológico). As sacolas foram dispostas sobre a bancada metálica na altura de 0,8 m do solo.

**Tabela 1.** Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento

		Características químicas						
pH H <sub>2</sub> O)	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
(1:2,5)	g kg <sup>-1</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
Características químicas				Características físicas				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

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

#### 4.3.2 Preparo das águas e irrigação

A água de menor condutividade elétrica (0,3 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente do sistema de abastecimento local, já os demais níveis de salinidade da água de irrigação (1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>), foram preparados a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) na água de abastecimento considerando a relação entre CE<sub>a</sub> e concentração de sais (10\*meq L<sup>-1</sup>= 1 dS m<sup>-1</sup> de CE<sub>a</sub>), extraída de Rhoades et al. (1992). Após a preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CE<sub>a</sub> estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Por ocasião da semeadura, induziu-se o solo a capacidade de campo com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre. Aos 31 dias após a semeadura (DAS) foi iniciada a irrigação conforme os distintos níveis salinos, quando surgiu a primeira folha definitiva, sendo a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico, obtendo como base os seguintes termos, volume consumido (vc), considerando o volume de água aplicado as plantas (va) no dia anterior; e o volume drenado (vd), quantificado na manhã do dia seguinte, para fração de lixiviação (FL), a ser estimada em 20%, com a finalidade de manter parte dos sais acumulado na zona radicular, proveniente da água de irrigação.

#### 4.3.3 Manejo nutricional

As doses de nitrogênio foram fornecidas utilizando-se o adubo mineral ureia (45% de N), conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 0,015, 0,0234, 0,0315, 0,0391 g de ureia por planta para as doses de 50%, 75%, 100%, 125%, respectivamente, com



início aos 30 dias após a semeadura, dividida em quatro aplicações. As adubações com fósforo e potássio foram realizadas conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 300 e 150 mg de  $P_2O_5$  e  $K_2O$   $kg^{-1}$  de solo, nas formas de fosfato monoamônico - MAP (52% de  $P_2O_5$ ) e cloreto de potássio (60%  $K_2O$ ); aplicados em cobertura, via água de irrigação, com início aos 33 e 36 dias após a semeadura, dividida em quatro aplicações. Ressalta-se que o nitrogênio fornecido pelo MAP foi descontado em todas as doses de N estudadas, além disso, nas aplicações dos nutrientes era utilizada água de baixa salinidade ( $0,3$  dS  $m^{-1}$ ). Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes foi realizada adubação foliar aos 45 DAS, com um produto comercial micro Rexene contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo -0,06%.

#### 4.3.4. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas foi realizado duas vezes. Sendo aplicação com pulverizador manual de compressão prévia, com capacidade volumétrica de 5 L. No controle de plantas invasoras, foi realizada capinas manuais durante o período de condução do experimento, com o objetivo de evitar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura. Não sendo necessário o controle de doenças durante a condução do experimento.

### 4.4 Variáveis analisadas

#### 4.4.1 Crescimento

O crescimento do maracujazeiro foi analisado aos 72 dias após a semeadura:

- a) Número de folhas: na contagem das folhas foram consideradas as com comprimento superior a 3 cm;
- b) Altura da planta (cm): do colo da planta até a inserção da gema apical do ramo principal, utilizando régua graduada.
- c) Diâmetro do caule (mm): mensurado a 2 cm do nível do solo, utilizando-se o paquímetro digital.
- d) Área foliar: utilizando régua graduada, determinada conforme Cavalcante et al. (2002), considerando a seguinte equação:

$$AF = 0,78 * (C * L) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: AF = Área foliar (cm<sup>2</sup>)  
C = Comprimento da folha (cm)  
L = Largura da folha (cm)

#### 4.4.2. Parâmetros fisiológicos

##### a) Trocas gasosas

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 70 DAS a partir da mensuração da condutância estomática (gs) (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração (E) (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa assimilação de CO<sub>2</sub> (A) (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (μmol mol<sup>-1</sup>). De posse desses dados foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [(μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>] (KONRAD et al., 2005; MAGALHÃES FILHO et al., 2008). Tais avaliações foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas as 7:00 horas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO<sub>2</sub> e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

##### b) Determinação do estado hídrico foliar

A avaliação do estado hídrico do maracujazeiro foi realizada aos 70 DAS utilizando três folhas, totalmente expandidas, para determinação do conteúdo relativo de água (CRA) no limbo e o déficit de saturação hídrica nas folhas (DSH). Para isso, imediatamente após a coleta das folhas, foram perfurados discos foliares (113 mm<sup>2</sup>) em seguida foram pesados em balança analítica, para obtenção da massa fresca (Mf); em seguida, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 90 minutos. Depois, foi retirado o excesso de água com papel toalha, obtendo-se a massa túrgida (MT); posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar (temperatura ≈ 65 °C ± 3 °C) para obtenção da massa seca (MS) durante 24 horas. A obtenção do CRA e do déficit de saturação hídrica (DSH) foi feita conforme Smart; Bingham, (1971) e Lima et al. (2015), pela Eq. 4 e 5:

$$CRA = \frac{Mf - Ms}{Mt - Ms} \times 100 \quad \text{Eq.4}$$

$$DSH = \frac{Mt - Mf}{Mt - Ms} \times 100 \quad \text{Eq.5}$$

Em que: CRA = teor relativo de água (%);  
DSH = déficit de saturação hídrica (%);

MF= massa fresca de folha (g);  
MT= massa túrgida (g);  
MS = massa seca (g).

#### c) Extravasamento de eletrólitos

Aos 70 dias após a semeadura, visando avaliar os danos na membrana celular sob condições de estresse salino, foi determinado o extravasamento de eletrólitos. Para tanto, foram coletados, também no terço médio das plantas, 5 discos foliares de 113 mm<sup>2</sup> de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos às folhas, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água destilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beckers foram mantidos em temperatura de 25 °C, por 90 min e procedeu-se à determinação da condutividade elétrica inicial (Ci); posteriormente, os beckers foram colocados na estufa com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80 °C, durante 90 min, quando se procedeu novamente à mensuração da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos foi obtido de acordo com Scott Campos e Thu Pham Thi (1997), conforme Eq. 6:

$$EE = \frac{CEi}{CEf} \times 100 \quad \text{Eq. 6}$$

Em que: EE = extravasamento de eletrólitos (%);  
CEi= condutividade elétrica inicial (dS m<sup>-1</sup>);  
CEf= condutividade elétrica final (dS m<sup>-1</sup>).

#### 4.4.5 Produção de fitomassa

Ao final do experimento, quando as mudas apresentaram as primeira gavinhas, consideradas o tempo ideal para o transplântio aos (72 DAS) as plantas foram coletadas e divididas em folha, caule e raiz, pesadas logo em seguida, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a temperatura de 65° C. Após a secagem, as amostras foram pesadas, sendo determinados os valores de fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA), e a fitomassa seca da raiz (FSR), sendo mensurada a fitomassa seca total (FST) pelo somatório da FSPA e FSR. A relação raiz parte aérea (R/PA) foi estimada através da relação entre fitomassa seca da raiz e fitomassa seca da parte aérea.

A suculência foliar (SUC) foi determinada aos 70 DAS, conforme metodologia proposta por Mantovani (1999), dada pela equação 7:

$$SUC = \frac{MFF-MSF}{AF} \quad \text{Eq.7}$$

Em que: AF = Área foliar total (cm<sup>2</sup>)  
MSF = Massa seca das folhas (g)  
MFF = Massa fresca das folhas (g).

#### 4.4.6 Qualidade das mudas

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), fitomassa seca total (FST), parte aérea (FSPA) e da raiz (FSR), por meio da equação 8 conforme proposto por Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \quad \text{Eq. 8}$$

#### 4.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.R. de. et al. Germination and morphophysiology of passion fruit seedling under salt water irrigation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.48, n.3, p.229-236, 2018.
- ARAÚJO, W.L. et al. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas com água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.4, p.15-19, 2013.
- ATIENO, J. et al Exploring genetic variation for salinity tolerance in chickpea using image based phenotyping. **Scientific Reports**, v.7, n.1300, p.1–11, 2017.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, FAO, 1999, 153p. (Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- BEZERRA, J.D. et al. 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. et al. Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n.2, p. 611-622, 2019a.
- BEZERRA, M.A.F. et al. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.1, p.319-329, 2019.
- CAMPOS, V.B. et al. Caracterização física e química de frutos de maracujá-amarelo comercializados em Macapá, Amapá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.1, p.27-33, 2013.
- CARMO G. A. et al. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.512-518, 2011.
- CAVALCANTE, L. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.748-751, 2002.
- CERVI, A.C. Espécies de Passiflora L. (Passifloraceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. **Estudos de Biologia**, v.27, n.61, p.19-24, 2005.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: **Embrapa CNPS**, 1997. (Documentos, 1).

- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. **Geografia do Brasil**. Moderna, 1982. 368p.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeito dos sais no solo e nas plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza, INCTASal, 2016, p. 151-161.
- DIAS, T. J. et al. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, suplemento 1, p.2905, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA. **Embrapa Cerrados. Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo - BRS Rubi do Cerrado**. 2016. Disponível em:<<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciencia e agroecologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, D. et al. Aqueous leaf extract of *Passiflora alata* Curtis promotes antioxidant and anti-inflammatory effects and consequently preservation of NOD mice beta cells (non-obese diabetic). **Int. Immunofarmacol.** v.35, s.n, p.127-136, 2016.
- FLORES, P. et al. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p1561-1573, 2001.
- FRANÇA, T.S. et al. Resposta do coentro irrigado com água salina. **Revista Ambientale**, v.12, n.1, p.29-33, 2020.
- FREIRE, J.L. NASCIMENTO, G. dos S. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo e roxo irrigadas com água salina e uso de urina de vaca. **Revista de ciências agrarias**, v.41, n.4, p.981-988, 2018.
- FREIRE, J.L.O. et al. 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, M.S.M.; CARVALHO, A.J.C.; MONNERAT, P.H. **Diagnose foliar nas culturas do maracujá e do abacaxi**. In: PRADO, R. M. (ed.). Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas. Jaboticabal: FCAV/CAPES/Fapesp/CNPq, 2012. p. 227-258.

- GRECO, S.M.L. **Caracterização físico-química e molecular de genótipos de maracujá azedo cultivados no Distrito Federal.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília-Brasília, 2014; 149p. Tese de Doutorado.
- HESSINI, K.; ISSAOUI, K.; FERCHICHI, S.; ABDELLEY, C.; SIDDIQUE, K. H. M.; CRUZ, C. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth, photosynthesis and osmotic adjustment in maize. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.139, s.n., p.171-178, 2019.
- HOLANDA, J.S. et al. **Qualidade da água para irrigação.** In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 35-50.
- IBGE, 2019. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** [On line]. URL <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457/> (accessed 24 abril 2020).
- IBRAHIM, M. E. H.; ZHU, X.; ZHOU, G.; ALI, A. Y. A.; AHMAD, I.; FARAHK, G. A. Nitrogen fertilizer alleviated negative impacts of NaCl on some physiological parameters of wheat. **Pakistan Journal of Botany**, v.50, n.6, p.2097-2104, 2018.
- KISHORE, K. et al. Effect of storage temperature on physico-chemical and sensory attributes of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Journal Food Science Technology**, v.48, n.4, p.484-488. 2011.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- LARRÉ, C.F. Influence of the epibrassinolide on tolerance to salt stress in rice seedlings. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.67-76, 2014.
- LIMA, A.A; CUNHA, M.A.P. Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004. 396p.
- LIMA, G.S. et al. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.184-194, 2020.
- LIMA, G.S. et al. Interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial de mamoneira. **Agropecuária Científica no Semi-Árida**, v.8, n.2, p.29-37, 2012.

- LIMA, I.M.O. et al. Diferentes substratos e ambientes protegidos para o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo doce. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.4, p.39-47, 2016.
- MACHADO, R.M.A.; SERRALHEIRO, R.P. Soil salinity: Effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. **Horticultura**, v.3, n.30, p.1-13, 2017.
- MANSOUR, M.M.F. The plasma membrane transport systems and adaptation to salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.171, n.18, p.1787-1800, 2014.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.
- MEDEIROS, J.S.D.; GHEYI, H. R.; COSTA, A.R.F.C.; TOMAZ, H.V.Q. **Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap. 20
- MEDEIROS, S.A.S. et al. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v.21, n.4, p.779-795, 2016a
- MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE**. 1992.173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Irrigação e Drenagem) Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba.
- MEHDI-TOUNSI, H. et al. Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. **Agricultural Water Management**, v.185, no.spe. p.1-12, 2017.
- MELETTI, L. M. M.; CAVICHOIOLI, L.; PACHECO, C. A. Cultivares e produção de mudas (maracujá). **Informe Agropecuário**, v.33, n.269, p.35-43, 2012.
- MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.s., p.083-091, 2011.
- MELO, D.F.A. **Reação de progênias de maracujazeiro-azedo á *Setoria passiflorae***. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília-Brasília, 2013; 36p. Monografia.
- MONTAÑA, L.A.; FISCHER, G.; MAGNITSKIY, S.; ZULUAGA, G. Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomía Colombiana**, v.32, n.2, p.1-11, 2014.



- MOURA, R.S. et al. Alt stress on physiology, biometry and fruit quality of Grafted *Passiflora edulis*. **Bioscience Journal**, v.36, n.3, p.731-742, 2020.
- MOURA, R.S. et al. Formation of Seedlings of Species from the Genus *Passiflora* under Saline Stress. **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1197-1207, 2017.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Tolerância à salinidade das culturas - qual é o custo? **New Phytol.** v.208, n.1, p.668-673, 2015.
- NEVES, A.L.R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n.3, p.758-765, 2009.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S., eds. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Embrapa-SEA, 1991. p.189-254.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. X.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010.
- OLIVEIRA, F. A. et al. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4 p.479-484, 2010.
- OLIVEIRA, F.A. et al. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.5, p.480-486, 2014.
- PACHECO, C.A. et al. Physicochemical and analyses of purple and yellow passion fruit, Physicochemical and sensory analyses of purple and yellow passion fruit. **International Research Journal of Horticulture**, v.2, n.1, p.1-5, 2014.
- PÉREZ, L.; MELGAREJO. M. Desempenho fotossintético e potencial hídrico foliar de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) na fase reprodutiva em três locais nos Andes colombianos. **Acta Biol. Colomb.** v.20, n.1, p.183-194, 2015.
- PEREIRA, L. et al. Caracterização de frutos de diferentes espécies de maracujazeiro, **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.2, p.21-18, 2018.
- PERVEEN, S. et al. Proline treatment induces salt stress tolerance in maize (*Zea Mays* L. CV. Safaid Afgoi). **Pakistan Journal of Botany**, v.50, n.4, p.1265-1271, 2018.

- PIRES, M.M. et al. Caracterização do mercado de maracujá. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A.O. (Eds.) **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**, Editus, 2011. p. 21– 67.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).
- RIBEIRO, A.A. et al. Efeito da salinidade no crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* sims. f. flavicarpa deg.). **Revista Agroambiental**, v.6, n.3, p.37-44, 2014.
- RIBEIRO, M.R.; RIBEIRO FILHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T. Origem e classificação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016., p.9- 16.
- RODRÍGUEZ-ORTEGA, W.M. et al. Respostas agrícolas e fisiológicas de plantas de tomate cultivadas em diferentes sistemas de cultivo sem solo com água salina em condições de estufa. **Scientific Reports**. v.9, n.6733, p.1-13, 2019.
- ROY, S.J. et al. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v.26, n.1, p.115-124, 2014.
- SÁ, F.V.S. da. et al. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v.20, n.3, p.544-556, 2015.
- SÁ, F.V.S. et al. Saline water, nitrogen and phosphorus on water relations and physiological aspects of west Indian cherry. **Comunicata Scientiae**, v.9, n.3, p.430-437, 2018.
- SANTOS, J.B. et al. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p.86-96, 2016.
- SANTOS, M.R.; BRITO, C.F.B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente, **Revista Agrotecnologia**, v.7, n.1, p.33-41, 2016.
- SANTOS, V.A. et al. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo proveniente do cultivo com mudas em diferentes idades. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.1, p.33-40, 2017.
- SCOTTI CAMPOS, P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to ormotic stress. **Plant Science**, v. 130, s.n, p. 11-18, 1997.

- SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the Ltools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.22, n.2, p.123-131, 2015.
- SILVA, E.M.D. et al. 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.
- SILVA, Í.N. et al. Qualidade da água de irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.7, n.3, p.1-15, 2011.
- SILVA, J.L.A. et al. Desenvolvimento inicial do girassol submetido a diferentes níveis de salinidade em dois tipos de solo. **Revista Verde**, v.7, n.3, p.124-131, 2012.
- SILVA, S. S. et al. Trocas gasosas e produção de melancia sob manejo de salinidade e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, s.n., e54822, 2019.
- SMART R.E.; BINGHAM G.E. Rapid estimates of relative water content. 1974. **Plant Physiology**. v.53, n.2, p.258-260, 1974.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TERCEIRO NETO, C.P.C. et al. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa agropecuária tropical**, v.43, n.4, p.354-362, 2013.
- TIGRERO, F. et al. Estudio de factibilidad de procesadora de derivados de maracuyá. Una alternativa de desarrollo en Santa Elena, Ecuador Autores. **Revista Ciencia UNEMI**. v.17, n.9, p.21-35, 2016.
- VICENTE, M.R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de desenvolvimento e produção do cafeeiro irrigado por pivô central. **Irriga**, v.20, n.3, p.528-543, 2015.
- WANDERLEY, J.A.C. et al. Adubação nitrogenada como atenuador de danos causados pela salinidade em mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.8, p.541-546, 2018.
- WIN, K.T. et al. The ACC deaminase expressing endophyte *Pseudomonas* spp. Enhances NaCl stress tolerance by reducing stress-related ethylene production, resulting in improved growth, photosynthetic performance, and ionic balance in tomato plants. **Plant Physiology**. v.127, n.1, p. 599-607, 2018.

XIONG, F.; YU, X.; ZHOU, L.; WANG, Z. Effect of nitrogen application at the booting stage on wheat progeny seed germination and seedling growth. **Journal of Plant Studies**, v.2, n.2, p.158-166, 2013.

ZACCHEO, P.V.C. et al. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.603-607, 2013.

**CAPITULO 1: ÍNDICES FISIOLÓGICOS E CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO ROXO IRRIGADO COM ÁGUAS  
SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

## RESUMO

A disponibilidade de água com baixo teor de sais para irrigação na região semiárida, onde os agricultores tem cada vez mais utilizada para irrigação água subterrânea que apresenta um maior teor de sais. Este estudo teve como objetivo avaliar as trocas gasosas e o crescimento do maracujá roxo 'BRS Rubi do Cerrado' em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e da fertilização nitrogenada. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no município de Pombal-PB, Brasil. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, testando cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de nitrogênio (50%, 75%, 100% e 125% de acordo com a recomendação de 100mg de N Kg<sup>-1</sup> de solo) com quatro repetição e três planta por parcela totalizando 240 mudas de maracujazeiro. A salinidade da água de irrigação acima de 0,3 dS m<sup>-1</sup> comprometeu a área foliar e o teor relativo de água na folha do maracujazeiro roxo 'BRS Rubi do Cerrado'. As últimas doses de nitrogênio aumentam os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação na condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, número de folhas, diâmetro do caule e altura das plantas de maracujazeiro roxo. A salinidade da água aumenta a eficiência instantânea no uso da água e o transbordamento de eletrólitos, independentemente das doses de nitrogênio.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* sims, estresse salino, nitrogênio.

## ABSTRACT

The availability of water with a low salt content for irrigation in the semi-arid region, where farmers have increasingly used groundwater for irrigation that has a higher salt content. This study aimed to evaluate the gas exchange and the growth of the purple passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado' as a function of the salinity levels of irrigation water and nitrogen fertilization. The research was carried out in a greenhouse, in the municipality of Pombal-PB, Brazil. A randomized block design was used, testing five levels of electrical conductivity of the irrigation water (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 and 3,5 dS m<sup>-1</sup>) associated with four nitrogen doses (50%, 75%, 100% and 125% according to the recommendation of 100mg of N Kg<sup>-1</sup> of soil) with four replications and three plants per plot totaling 240 passion fruit seedlings. The salinity of irrigation water above 0,3 dS m<sup>-1</sup> compromised the leaf area and the relative water content in the leaf of the purple passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado'. The last doses of nitrogen increase the deleterious effects of irrigation water salinity on stomatal conductance, transpiration, internal CO<sub>2</sub> concentration, CO<sub>2</sub> assimilation rate, number of leaves, stem diameter and height of purple passion fruit plants. The salinity of the water increases the instant efficiency in the use of water and the overflow of electrolytes, regardless of the nitrogen doses.

**Keywords:** *Passiflora edulis* Sims, saline stress, nitrogen.

## 1 INTRODUÇÃO

Sendo o estresse salino um dos principais estresses abióticos que restringem a produtividade das culturas em muitas áreas do mundo, especialmente nas regiões áridas e semiáridas, como as encontradas na região Nordeste do Brasil, onde a maior parte das águas utilizadas para irrigação possui altos teores de sais dissolvidos (ZORB et al., 2019). Entretanto, o uso de água com excesso de sais pode inibir o crescimento e a produção das plantas, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, além de causar toxicidade, desequilíbrio nutricional ou ambos (ISLAM et al., 2017). Conforme Ayers e Westcot (1999), o maracujazeiro amarelo é considerado sensível à salinidade, tendo seu ponto de salinidade limiar de  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ , havendo perda potencial de seu rendimento.

Onde a salinidade causa desequilíbrio de íons e reduz a fotossíntese por meio da diminuição dos pigmentos fotossintéticos (ALIU et al. 2015), além de interferir em processos fisiológicos, como comprometimento das taxas de transpiração e concentração interna de  $\text{CO}_2$ , metabolismo do amido e fixação de nitrogênio (GONG et al., 2018). Podendo resultar na diminuição da área foliar, aumento da espessura e succulência foliar, abscisão das folhas e diminuição do comprimento dos internódios, com consequente redução da produção de biomassa vegetal e rendimento das culturas (WIN et al., 2018). Contudo, o modo como as plantas tolera a salinidade e o sucesso de suas estratégias varia muito entre as espécies (FLOWER; COLMER, 2008). Em função dos estágios de crescimento e variedade das plantas (BOTÌA et al., 1998)

O Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, com produção em 2018 de aproximadamente 602.651 toneladas, em uma área de 42.731 ha, das quais 62,3% estão na região Nordeste (IBGE, 2019). O maracujazeiro roxo é moderadamente vigoroso e mais produtivo em altitudes elevadas, apresentando frutos menores que o maracujá amarelo, com teor de suco da fruta varia de 35 a 38% e tem melhor sabor e aroma como suco ou polpa frescos, enlatados e congelados (TRIPATHI, 2018). Porém, são incipientes os valores referenciais da tolerância do maracujazeiro roxo à salinidade, na fase inicial do desenvolvimento, bem como, os reflexos na fisiologia e crescimento, precisam ser convenientemente pesquisados.

Onde o aumento da adubação nitrogenada pode minimizar os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas, visto que o nitrogênio destaca-se como um dos nutrientes mais



importante para as plantas por desempenha função estrutural e fazer parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas e prolina, entre outros, elevando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade (PARIDA;DAS, 2005; ARGHAVANI et al., 2017; LIMA et al., 2018). No entanto, a relação entre a salinidade e o metabolismo do N é uma rede muito complexa, dependendo do grau e duração do estresse salino, das espécies vegetais, do estágio de crescimento das plantas, quantidade, tipo e forma de N na rizosfera (TEH et al., 2016).

Apesar dos estudos já desenvolvidos com esta cultura, é evidente a necessidade de maiores informações sobre o efeito interativo da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada no maracujazeiro roxo. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada nas trocas gasosas e no crescimento do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local do experimento**

O experimento foi conduzido em condição de casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas são 06°47’3” S, 37°49’15” O e altitude de 193 m.

### **2.2 Procedimento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos obtidos das combinações de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio - DN [N1 -50%; N2 -75%; N3 -100% e N4 -125% da dose indicada para ensaio em vaso conforme Novais et al. (1991)]. Combinados os fatores resultaram em 20 tratamentos, com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 240 plantas.

As mudas do maracujazeiro roxo foram obtidas por via seminífera, utilizando a cultivar ‘BRS Rubi do Cerrado’, sendo semeadas duas sementes por sacola de polietileno preenchidas com substrato preparado com uma mistura de Neossolo Regolítico (Entisol) de

textura arenosa, na proporção de 50% de solo, 25% de areia e 25% de composto orgânico (esterco bovino) na proporção de 2:1:1 com o peso total de 1,7 Kg de substrato, cujas características químicas e físicas, descrita na (Tabela 1) foram obtidas conforme as metodologias propostas por Claessen (1997). Aos 10 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por sacola (a que apresentava maior vigor fisiológico). As sacolas foram dispostas sobre bancada metálica na altura de 0,8 m do solo.

**Tabela 1.** Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento.

pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Características químicas					
			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
Características químicas			Características físicas					
CE <sub>es</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	PST %	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
2,15	22,33	0,67	7,34	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5
							KPa	
				572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

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

A água de menor condutividade elétrica (0,3 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente do sistema de abastecimento local, já os demais níveis de salinidade da água de irrigação (1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>), foram preparados a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) na água de abastecimento considerando a relação entre CE<sub>a</sub> e concentração de sais (10\*meq L<sup>-1</sup> = 1 dS m<sup>-1</sup> de CE<sub>a</sub>), extraída de Rhoades et al. (1992). Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CE<sub>a</sub> estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Por ocasião da semeadura, induziu-se o solo a capacidade de campo com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre. Aos 31 dias após a semeadura (DAS) foi iniciada a irrigação conforme os distintos níveis salinos, quando surgiu a primeira folha verdadeira, sendo a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico, obtendo como base os seguintes termos, volume consumido (vc), considerando o volume de água aplicado as plantas (va) no dia anterior; e o volume drenado (vd), quantificado na manhã

do dia seguinte, para fração de lixiviação (FL), a ser estimada em 20%, com a finalidade de manter parte dos sais acumulado na zona radicular, proveniente da água de irrigação.

As doses de nitrogênio foram fornecidas utilizando-se ureia (45% de N), conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 0,015, 0,0234, 0,0315, 0,0391 g de ureia por planta para as doses de 50%, 75%, 100%, 125%, respectivamente, com início aos 30 dias após a semeadura, divididas em quatro aplicações realizadas semanalmente. As adubações com fósforo e potássio foram realizadas conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 300 e 150 mg de  $P_2O_5$  e  $K_2O$   $kg^{-1}$  de solo, nas formas de fosfato monoamônico - MAP (52% de  $P_2O_5$ ) e cloreto de potássio (60%  $K_2O$ ); aplicados em cobertura, via água de irrigação, aos 33 e 36 dias após a semeadura, divididas em quatro aplicações. Ressalta-se que o nitrogênio fornecido pelo MAP foi descontado em todas as doses de N estudadas, além disso, nas aplicações dos nutrientes era utilizada água de baixa salinidade ( $0,3$  dS  $m^{-1}$ ). Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes foi realizada adubação foliar aos 45 DAS com um produto comercial micro Rexene contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo - 0,06%.

### **2.3 Variáveis analisadas**

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 70 DAS a partir da mensuração da condutância estomática (gs) ( $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), transpiração (E) ( $mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), taxa assimilação de  $CO_2$  (A) ( $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) e concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu mol\ mol^{-1}$ ). De posse desses dados foi estimada eficiência instantânea no uso da água (EiUA) ( $A/E$ ) [ $(\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1})\ (mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1})^{-1}$ ]. Tais avaliações foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas as 7:00 horas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de  $CO_2$  e utilizando uma fonte artificial de radiação de  $1200\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ .

O crescimento do maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado foi avaliado aos 70 DAS, através da determinação do número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC) e altura de plantas (AP), neste mesmo período determinou-se o conteúdo relativo de água (CRA) e o extravasamento de eletrólitos (EE). Na quantificação do NF foram consideradas apenas as folhas fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm; já a área foliar foi

obtida de acordo com a metodologia de Cavalcante et al. (2002); o DC foi determinado a 3 cm do colo das plantas, utilizando-se paquímetro digital e a AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical.

A avaliação do estado hídrico do maracujazeiro aos 70 DAS foi feita em três folhas, totalmente expandidas através da determinação do conteúdo relativo de água (CRA) no limbo. Para isso, imediatamente após a coleta das folhas, foram perfurados discos foliares (113 mm<sup>2</sup>) sendo pesados em balança analítica, para obtenção da massa fresca (Mf); em seguida, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 90 minutos, obtendo-se a massa túrgida (MT); posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar a temperatura de 65 °C para obtenção da massa seca (MS) durante 24 horas, a obtenção do CRA foi feita conforme Barrs e Weatherley (1962) pela Eq. 1:

$$CRA = \frac{Mf - Ms}{Mt - Ms} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Aos 70 dias após a semeadura, visando avaliar os danos na membrana celular sob condições de estresse salino, foi determinado o extravasamento de eletrólitos (EE). Para tanto, foram coletados, também no terço médio das plantas, 5 discos foliares de 113 mm<sup>2</sup> de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos às folhas, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água destilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beckers foram mantidos em temperatura de 25 °C, por 90 min e procedeu-se à determinação da condutividade elétrica inicial (CEi); posteriormente, os beckers foram colocados na estufa com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80 °C, durante 90 min, quando se procedeu novamente à mensuração da condutividade elétrica final (CEf). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos foi obtido de acordo com Scott Campos e Thu Pham Thi (1997), conforme Eq. 2:

$$EE = \frac{CEi}{CEf} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

## 2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os fatores níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância se observou na (Tabela 2), resposta significativa para a interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as doses de nitrogênio sobre a condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub> e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Para a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) foi observada resposta significativa apenas para o fator doses de nitrogênio, ao nível de 0,01 de significância.

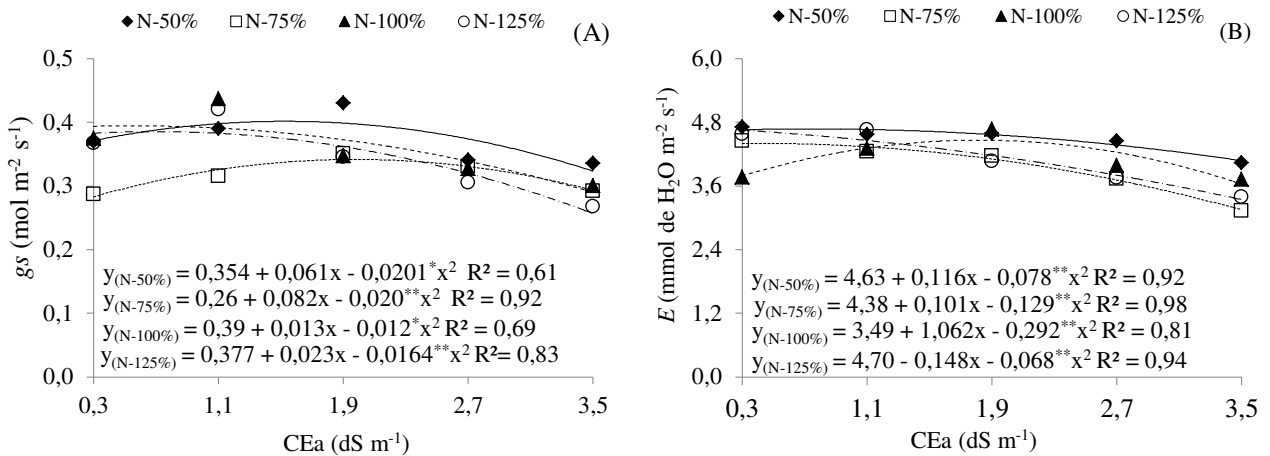
**Tabela 2.** Resumo do teste de análise de variância para a condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido à diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		<i>G<sub>s</sub></i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>EiUA</i>
Níveis salinos (NS)	4	0,012**	2,184**	12897,643**	91,582**	0,0003 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,043**	8,404**	29484,900**	349,310**	0,0009 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,004*	0,003 <sup>ns</sup>	12993,017**	2,526 <sup>ns</sup>	0,00007 <sup>ns</sup>
Doses de N (DN)	3	0,0106*	1,041**	2822,483**	57,983**	0,001**
Regressão Linear	1	0,0003 <sup>ns</sup>	1,036**	6593,440**	144,600**	0,003**
Regressão Quadrática	1	0,003 <sup>ns</sup>	1,415**	980,000 <sup>ns</sup>	22,641 <sup>ns</sup>	0,001**
Interação (NS x DN)	12	0,006*	0,321**	1301,368**	18,105**	0,0005 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,017 <sup>ns</sup>	0,115	290,683 <sup>ns</sup>	0,676 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Resíduo	57	0,002	0,105	434,657	5,755	0,0003
CV (%)		14,76	7,83	8,10	13,42	24,82
Média Geral		0,345	4,147	257,475	17,876	0,072

ns, \*\*, \*respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$

Verifica-se na Figura 1A efeito significativo da interação entre os fatores níveis de salinidade e adubação nitrogenada para condutância estomática (*gs*) na qual se pode perceber que os dados apresentaram melhor ajuste a equações quadráticas e decrescentes com o incremento dos níveis salinos, para as doses de 50, 75, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, indicando que os maiores valores para *gs* (0,396; 0,344; 0,393 e 0,378 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foram obtidos, respectivamente, com CEa de 1,5; 2,1; 0,6 e 0,7 dS m<sup>-1</sup>. Apesar de apresentarem a mesma tendência, a redução na *gs* em decorrência do aumento da salinidade da água de irrigação foi maior nas plantas que receberam as doses de 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, as quais apresentaram reduções de 30,51% e 33,51%, respectivamente, na maior salinidade em comparação com os resultados encontrados na salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Destacando ainda que ao adubar com 50 e 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, observou-se uma maior tolerância a salinidade por apresentar maiores valores da *gs* sob a condutividade elétrica da água de 1,5 e 2,1 dS m<sup>-1</sup>.

Essa redução na  $g_s$  pode ser atribuída ao fechamento estomático para evitar perda excessiva de água, evitando o efeito prejudicial na abertura estomática com o aumento da resistência à difusão de  $CO_2$  (PRAXEDES et al., 2014; SILVA et al., 2019). Por outro lado, o aumento da transpiração observado, provavelmente resultou do efeito benéfico promovido pelo nitrogênio, o que pode estar associado ao seu papel no maior acúmulo de compostos orgânicos contendo N, como a prolina, que podem aumentar a capacidade de ajuste osmótico celular, aumentando a tolerância ao estresse hídrico e salino (PERVEEN; NAZIR, 2018).

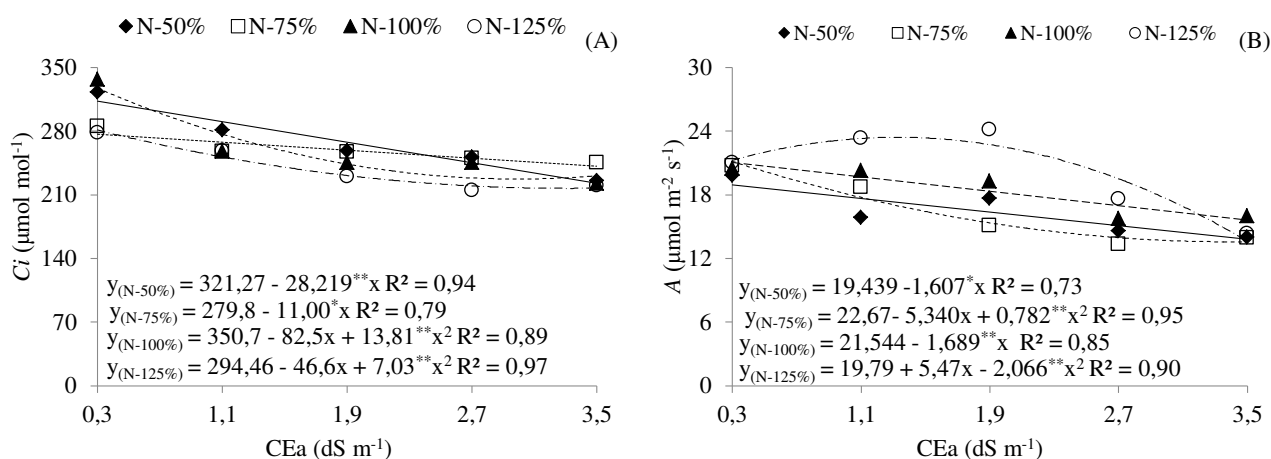


**Figura 1.** Condutância estomática –  $g_s$  (A) e transpiração –  $E$  (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura.

Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foi reduzida, igualmente, a transpiração foliar, constatando-se na Figura 1B, a interação entre os fatores (NS x DN) sobre a transpiração foliar do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ aos 70 DAS, com efeito quadrático para as doses de 50, 75 100 e 125 mg de N  $kg^{-1}$  de solo, indicando que os maiores valores de  $E$  (4,67; 4,39; 4,45 e 4,58 mmol de  $H_2O m^{-2} s^{-1}$ ) foram obtidos nas plantas irrigadas com CEa de 0,9; 0,6 ; 1,8 e 0,6 dS  $m^{-1}$ , respectivamente. Vale destacar o valor máximo na  $E$  de 4,45 mmol de  $H_2O m^{-2} s^{-1}$  quando se aplicou água de 1,8 dS  $m^{-1}$  associada a dose de 100 de N  $kg^{-1}$  de solo (Figura 1B). Provavelmente, a fertilização nitrogenada na dose recomendada, reduziu o efeito da salinidade sobre o maracujazeiro roxo devido à acumulação desses solutos elevarem a capacidade de ajustamento osmótico das plantas aumentando a resistência das culturas ao estresse salino (DING et al., 2010).

Aos 70 DAS, a concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ) foi afetada pela interação entre os fatores estuda dos (NS x DN) (Tabela 2), e segundo equação de regressão (Figura 2A), em relação às doses de nitrogênio de 100 e 125 mg de N  $kg^{-1}$  de solo, o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o quadrático, onde notou-se que as CEa de 0,3 dS  $m^{-1}$  promoveu a

máxima concentração de CO<sub>2</sub> das plantas (327,19 e 281,11 μmol mol<sup>-1</sup>), respectivamente, sendo que, a partir desse nível, ocorreu redução da Ci. Para as demais doses de 50 e 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo (Figura 2A), a Ci foi afetada linearmente com reduções de 8,78% e 3,93%, respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 90,3 e 35,2 μmol mol<sup>-1</sup> na Ci das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>), em comparação àquelas irrigadas com água de menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Essas reduções observadas na Ci podem ser consequências do efeito osmótico causado pelo excesso de sais na água de irrigação, aumentando a concentração de sais no solo, comprometendo a absorção de água pelas raízes, levando a planta do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ a reduzir sua abertura estomática para evitar a perda de água, consequentemente reduzindo a transpiração, esses resultados foram concordantes aos obtidos por Liu et al. (2014).

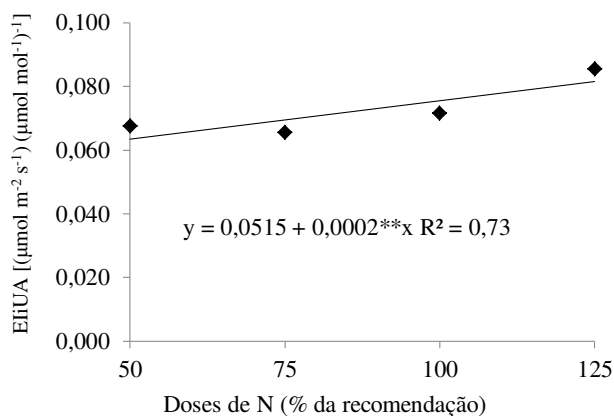


**Figura 2.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> – Ci (A) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> – A (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura.

Em função das reduções observadas na condutância estomática, taxa transpiratória e na concentração interna de CO<sub>2</sub>; a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>), conforme estudos de regressão (Figura 2B), verifica-se efeito quadrático para as doses de 75 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, indicando que os maiores valores da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (21,13 e 23,40 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foram obtidos, respectivamente, com CEa de 0,3 e 1,3 dS m<sup>-1</sup>. Em relação às plantas submetidas às doses de 50 e 100 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo (Figura 2B), houve efeito linear e decrescente na ordem de 8,26% e 7,83%, respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 27,12% e 25,69% na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas irrigadas com CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, quando comparadas com aquelas sob CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.

Essa diminuição das taxas fotossintéticas em plantas sob estresse salino ocorre principalmente devido à diminuição do potencial hídrico (PARIHAR et al., 2015). Ressalta-se ainda que a combinação da dose de 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo e a salinidade da água de 1,3 dS m<sup>-1</sup> resultou em impacto positivo na taxa fotossintética observada na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ aos 70 DAS.

A eficiência instantânea no uso da água (EiUA) no maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ aumentou de forma linear em função das doses de nitrogênio e mediante a equação de regressão (Figura 3) verifica-se incremento de 9,70% por aumento de 25% na dose de N. Comparando-se as plantas submetidas a adubação com 125% de N em relação as que receberam 50% da recomendação de N, constata-se aumento na EiUA de 0,015 (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>. O aumento na EiUA nas plantas de maracujazeiro reflete o papel do nitrogênio no metabolismo das plantas, através do seu papel estrutural na síntese de aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, vitaminas e clorofila - compostos orgânicos que são fundamentais para a sobrevivência das plantas (LIMA et al., 2019).



**Figura 3.** Eficiência instantânea no uso da água do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função das doses de nitrogênio (DN) aos 70 dias após a semeadura.

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3), houve um efeito significativo ( $p < 0,01$ ) da interação entre os fatores (NS × DN) sobre o número de folhas, diâmetro de caule e extravasamento de eletrólitos e ( $p < 0,05$ ) para a altura de plantas. Por outro lado, os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram significativamente a área foliar, conteúdo relativo de água

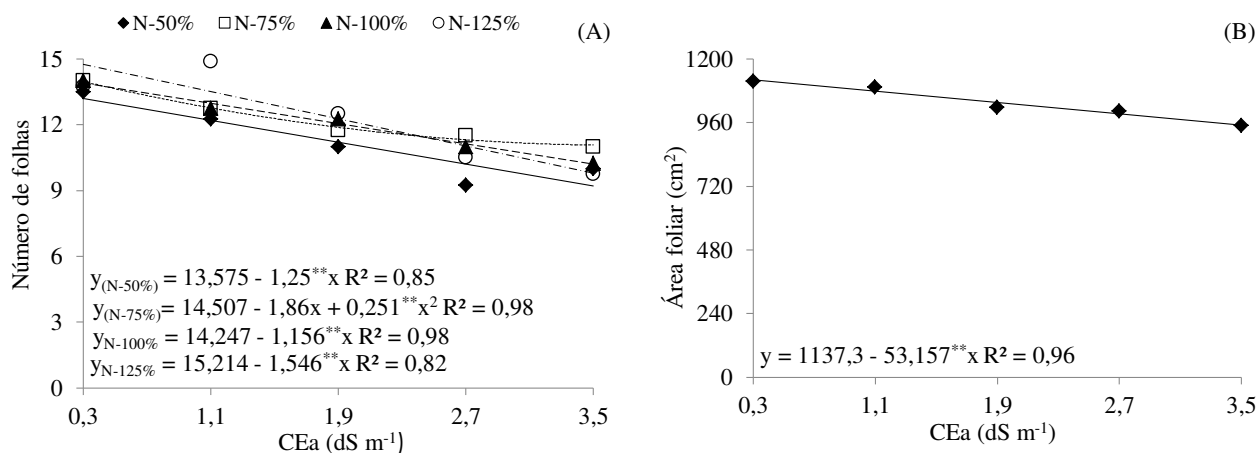


**Tabela 3.** Resumo do teste de análise de variância para o número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP), conteúdo relativo de água (CRA) e extravasamento de eletrólitos (EE) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		NF	AF	DC	AP	CRA	EE
Níveis salinos (NS)	4	31,934 <sup>**</sup>	74933,830 <sup>*</sup>	2,479 <sup>**</sup>	70,442 <sup>ns</sup>	167,633 <sup>**</sup>	120,459 <sup>**</sup>
Regressão Linear	1	114,751 <sup>**</sup>	216490,292 <sup>**</sup>	9,384 <sup>**</sup>	146,274 <sup>ns</sup>	597,838 <sup>ns</sup>	248,951 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	5,947 <sup>*</sup>	29120,275 <sup>ns</sup>	0,280 <sup>*</sup>	51,703 <sup>ns</sup>	9,937 <sup>ns</sup>	19,956 <sup>**</sup>
Doses de N (DN)	3	4,003 <sup>*</sup>	41274,898 <sup>ns</sup>	0,371 <sup>ns</sup>	192,903 <sup>ns</sup>	6,646 <sup>ns</sup>	32,929 <sup>*</sup>
Regressão Linear	1	7,700 <sup>*</sup>	44657,144 <sup>ns</sup>	0,930 <sup>*</sup>	185,473 <sup>ns</sup>	0,391 <sup>ns</sup>	24,201 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	2,278 <sup>ns</sup>	12392,684 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	385,125 <sup>ns</sup>	7,284 <sup>ns</sup>	72,219 <sup>**</sup>
Interação (NS x DN)	12	3,867 <sup>**</sup>	58362,604 <sup>ns</sup>	0,827 <sup>**</sup>	225,681 <sup>*</sup>	14,492 <sup>ns</sup>	27,179 <sup>**</sup>
Blocos	3	2,536 <sup>ns</sup>	89643,411 <sup>*</sup>	0,108 <sup>ns</sup>	217,036 <sup>ns</sup>	59,056 <sup>ns</sup>	21,939 <sup>ns</sup>
Resíduo	57	1,304	27001,857	0,153	113,188	24,613	9,330
CV (%)		9,55	15,85	8,96	15,46	6,33	16,86
Média Geral		11,956	1036,483	4,368	68,835	78,347	18,117

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$

Analisando as equações de regressão (Figura 4A), verifica-se haver comportamento linear decrescente do número de folhas com plantas adubadas com 50, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, cujos decréscimos foram, respectivamente, de 9,20%, 8,11% e 10,28% por aumento unitário da CEa, ou seja, aumento de 30,30%, 26,61% e 33,53% no número de folhas nas plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, em relação às irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Quanto à dose de nitrogênio 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, o modelo aos quais os dados se ajustaram melhor foi o quadrático, onde as plantas que receberam essa dose de N e estavam sob irrigação com água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> propiciou o maior NF (13,97 folhas), a partir daí, ocorreu redução do número de folhas das plantas. podendo está relacionada ao déficit hídrico induzido pelo efeito osmótico, promovendo o fechamento estomático e a redução das trocas gasosas, e conseqüentemente reduzindo a absorção de água e nutrientes pelas plantas (LIMA et al., 2015). Ribeiro et al. (2013) também observaram redução no número de folhas de maracujá amarelo com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação em condições de campo.

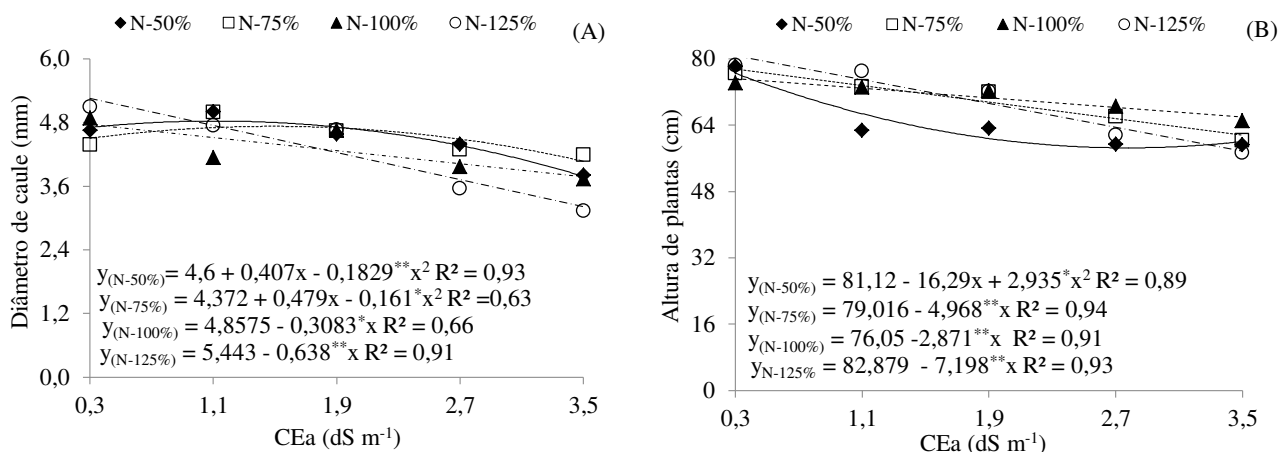


**Figura 4.** Número de folhas (A) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e doses de adubação nitrogenada – DN e área foliar (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa aos 70 dias após a semeadura.

Quanto à área foliar do maracujazeiro roxo, observou-se que os níveis crescentes de salinidade proporcionaram um efeito linear decrescente (Figura 4B), com reduções da ordem de 4,67% por unidade de aumento na CEa em 70 DAS. A redução da área foliar com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação pode estar associada à redução da condutância estomática observada neste estudo (Figura 1A), principalmente devido ao efeito osmótico. Nossos resultados estão de acordo com os obtidos por Khan et al., (2014) que associam a diminuição geral do crescimento e rendimento das culturas sob estresse salino ao efeito cumulativo da interrupção da homeostase iônica, desequilíbrio hídrico e redução da capacidade fotossintética das plantas. Apesar do decréscimo na área foliar e no número de folhas esses foram pequenos nos primeiros níveis de CEa, mostrando assim certa tolerância das plantas.

Analisando as equações de regressão (Figura 5A), verifica-se haver comportamento linear decrescente do diâmetro de caule (DC) do maracujazeiro com plantas adubadas com 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, cujos decréscimos foram de 6,34% e 11,72% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 20,88% e 38,37% no diâmetro do caule das plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Nas plantas adubadas com nitrogênio 50 e 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, o modelo ao quais os dados se ajustaram foi o quadrático, verificando-se que as plantas que receberam essas doses de N e estavam sob irrigação com água de CEa de 1,1 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> propiciaram os maiores valores de DC com 4,82 e 4,72 mm respectivamente (Figura 5A). Pode-se constatar que as doses de nitrogênio não foram suficientes na amenização do estresse salino imposto ao maracujazeiro roxo; sob essas condições, o excesso de sais altera o equilíbrio hormonal e aumenta a

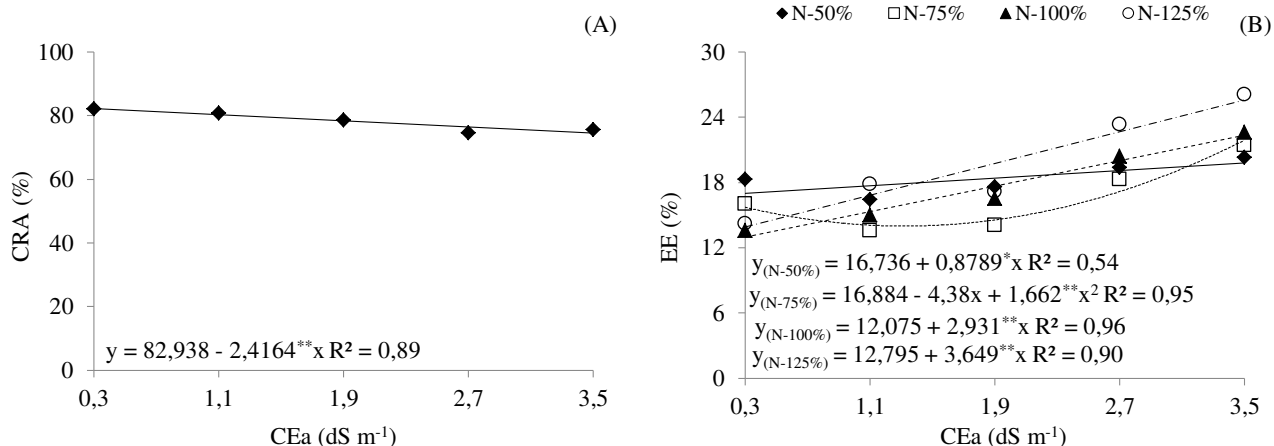
produção de espécies reativas de oxigênio, afetando a expansão e divisão celular e o crescimento vegetativo e produtivo, podendo levar à senescência das plantas (PANG; WANG, 2008).



**Figura 5.** Diâmetro de caule (A) e altura de plantas (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura.

A altura de plantas do maracujazeiro roxo foi afetada pela interação entre os fatores estudados (níveis de salinidade x doses de nitrogênio) aos 70 DAS e de acordo com a equação de regressão (Figura 5B), constatou-se decréscimos lineares da altura de plantas nas plantas adubadas com 75, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, cujos decréscimos foram, respectivamente, de 6,28%, 3,77% e 8,68% por aumento unitário da CEa. Já para a dose de 50 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo verifica-se efeito quadrático com maior crescimento em altura de plantas (76,49 cm) nas plantas irrigadas com água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> com reduções expressivas na AP a partir desse nível salino. Bezerra et al. (2016) também registraram reduções no crescimento dos genótipos de maracujazeiro amarelo ‘BRS Sol do Cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’ submetidos à irrigação com água de alta salinidade.

Na Figura 6, observa-se que o conteúdo relativo de água do maracujazeiro roxo na fase de produção de mudas diminuiu com o incremento dos níveis salinos da água de irrigação. A diminuição do conteúdo relativo de água por incremento unitário da CEa foi de 2,91%, ou seja, redução de 9,40% nas plantas irrigadas com água de 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação à testemunha (0,3 dS m<sup>-1</sup>), isso ocorreu devido à dificuldade de absorção de água pelas plantas, principalmente nos níveis mais elevados de sais e interferindo nos processos fisiológicos, como observado anteriormente (Figura 2B) na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ (LOBO et al., 2011).



**Figura 6.** Conteúdo relativo de água – CRA (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e extravasamento de eletrólitos – EE (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada - DN aos 70 dias após a semeadura.

Constata-se (Tabela 3) que a interação (NS x DN) promoveu efeitos significativos sobre o extravasamento de eletrólitos (EE) e, de acordo com as equações de regressão (Figura 6B) verifica-se resposta quadrática das plantas adubadas com 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo indicando que o maior valor de EE (21,91%) foi obtido com CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup>. Em relação às plantas submetidas as dosagem de 50, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo (Figura 6B) houve efeito linear e crescente no EE na ordem de 5,25%, 24,27% e 28,51% respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, incremento de 14,19%, 41,99% e 45,67% no EE quando se submeteram as plantas a CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação ao menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados corroboram com os obtidos por Pinheiro et al. (2019) ao constatarem que o aumento da salinidade da água de irrigação promove ruptura na membrana celular, causando aumento no extravasamento de eletrólitos.

#### 4 CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação acima de 0,3 dS m<sup>-1</sup> apresentou uma leve redução na área foliar, altura de planta e o conteúdo relativo de água do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’.

A adubação nitrogenada com 75 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, apresentou certa tolerância a salinidade para condutância estomática, transpiração, número de folhas, diâmetro de caule.

Elevadas doses de nitrogênio potencializam os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, do maracujazeiro roxo.

A salinidade da água aumenta a eficiência instantânea no uso da água e o extravasamento de eletrólitos, independentemente das doses de nitrogênio.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIU S. et al. O efeito do estresse salino na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.) e pigmentos fotossintéticos. **Acta Agric Slov**, 105, p.85-94, 2015.
- ARGHAVANI, M. et al. Salinity tolerance of Kentucky bluegrass as affected by nitrogen fertilization. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.19, n.1, p.173–183, 2017.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. 1999. **A qualidade de água na agricultura**. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, BRA. 53 p.
- BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian journal of Biological Science**, v.15, n.1, p.413-428, 1962.
- BEZERRA, J.D. et al. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v.63, n.4, p.502-508, 2016.
- BOTÍIA, P. et al. Response of eight Cucumis melo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie**, v.18, n.8-9, p.503–513. 1998.
- CAVALCANTE, L.F. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.748-751, 2002.
- CLAESSEN, M.E.C. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Embrapa-CNPS, Rio de Janeiro, BRA. 212 p.
- DING, X. et al. Effects of NO<sup>3</sup>-N on the growth and salinity tolerance of *Tamarix laxa* Willd. **Plant and Soil**, v.331, s.n, p.57-67, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FLOWERS, T.J. et al. Salinity Tolerance in Halophytes. **New Phytologist**, v.179, n.4, p.945-963, 2008.
- GONG, D.H. et al. Effects of salt stress on photosynthetic pigments and activity of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase in *Kalidium foliatum*. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.65, n.1, p.98–103, 2018.

- IBGE, 2019. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. [On line]. URL <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457/> (acesso 10 Mai 2020).
- ISLAM, M.N. et al. 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.
- KANG, G. et al. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, n.9, p.2287-2297, 2014.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- LIMA, G.S. de. et al. Gas exchanges and production of West Indian cherry cultivated under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, p.2947-2960. 2019.
- LIMA, G.S. et al. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.1-10, 2015.
- LIMA, G.S. et al. Saline water irrigation and nitrogen fertilization on the cultivation of colored fiber cotton. **Revista Caatinga**, v.31, n.1, p.151-160, 2018.
- LIU S. et al. Effects of foliar applications of nitric oxide and salicylic acid on salt-induced changes in photosynthesis and antioxidative metabolism of cotton seedlings. **Plant Growth Regulation**, v.73, s.n, p.67-78, 2014.
- LOBO, A.K.M. et al. Compostos nitrogenados e carboidratos em sorgo submetido à salinidade e combinações de nitrato e amônio. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.390-397, 2011.
- NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L., BARROS, N.F. 1991. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. 1991. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Embrapa-SEA. Brasília, BRA p. 189-253.
- PANG, C.; WANG, B. Oxidative Stress and Salt Tolerance in Plants. **Progress in Botany**, v.69, n.3, p.231–245, 2008.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, n.1, p.324-349, 2005.
- PARIHAR, P. et al. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: A review. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n.6, p.4056-4075, 2015.

- PERVEEN, S.; NAZIR, A. M. Proline treatment induces salt stress tolerance in maize (*Zea Mays* L. CV. Safaid Afgoi). **Pakistan Journal of Botany**, v.50, n.4, p.1265-1271, 2018.
- PINHEIRO, F.W.A. et al. Saline water and potassium fertilization in cultivation of grafted west indian cherry ‘BRS 366 Jaburu’. **Bioscience Journal**, v.35, n.1, p.187-198, 2019.
- PRAXEDES, S.C. et al. Salt stress tolerance in cowpea is poorly related to the ability to cope with oxidative stress. **Acta Botanica Croatica**, v.73, n.1, p.51-62, 2014.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).
- RIBEIRO, A.A. et al. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em dois substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p.133-242, 2013.
- SCOTTI CAMPOS, P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to ormotic stress. **Plant Science**, v.130, n.1, p.11-18, 1997.
- SILVA, A.A.R. et al. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49: e55671, 2019.
- TEH, C.Y. et al. Exogenous proline significantly affects the plant growth and nitrogen assimilation enzymes activities in rice (*Oryza sativa*). **Acta Physiologiae Plantarum**, v.38, n.6, p.151. 2016.
- TRIPATHI, P. C. Passion Fruit. (In) Peter, K. V (Ed), Horticultural Crop of high valores nutracêuticos. **Brillion Publishing New Delhi**. p.245-270, 2018.
- WIN, K.T. et al. The ACC deaminase expressing endophyte *Pseudomonas* spp. Enhances NaCl stress tolerance by reducing stress-related ethylene production, resulting in improved growth, photosynthetic performance, and ionic balance in tomato plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v.127, s.n, p.599–607. 2018.
- ZORB, C. et al. Salinity and crop yield. **Plant Biology**, v.21, n.1, p.31-3, 2019.

**CAPITULO 2: FITOMASSA E QUALIDADE DE MUDAS DE  
MURACUJAZEIRO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**



## RESUMO

O cultivo do maracujazeiro tem grande importância socioeconômica no Nordeste brasileiro, entretanto, é uma região, onde grande parte das fontes hídricas disponíveis para a irrigação contem elevadas concentrações de sais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fitomassa e qualidade das mudas de maracujazeiro roxo 'BRS Rubi do Cerrado' em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no município de Pombal-PB, Brasil. Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados, testando cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de nitrogênio (50%, 75%, 100% e 125% de acordo com a recomendação de Novais que indica o uso de 100 mg de N por Kg<sup>-1</sup> de solo) com quatro repetição e três plantas por parcela totalizando 240 mudas de maracujazeiro. A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> promove diminuição na fitomassa seca do caule e a suculência foliar aos 70 dias após a semeadura. Doses crescentes de nitrogênio atenua o efeito da salinidade da água de irrigação, até o nível de 1,5 dS m<sup>-1</sup> sobre a fitomassa seca de folhas do maracujazeiro roxo 'BRS Rubi do Cerrado'. As doses de nitrogênio intensificam os efeitos deletérios do estresse salino sobre acumulo de fitomassa, relação raiz/parte aérea e o déficit de saturação hídrica das plantas de maracujazeiro roxo. Do ponto de vista agrônomo, as mudas de maracujazeiro roxo 'BRS Rubi do Cerrado' são consideradas de qualidade quando irrigadas com água de salinidade até 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* Sims, nutrição mineral, tolerância.

## ABSTRACT

The cultivation of passion fruit has great socioeconomic importance in the Northeast of Brazil, however, it is a region, where most of the water sources available for irrigation contain high concentrations of salts. In this sense, the objective of this work was to evaluate the phytomass and quality of the purple passion fruit seedlings 'BRS Rubi do Cerrado' depending on the salinity levels of the irrigation water and nitrogen doses. The research was carried out in a greenhouse, in the municipality of Pombal-PB, Brazil. A randomized block design was used, testing five levels of electrical conductivity of irrigation water (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 and 3,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) associated with four doses of nitrogen (50%, 75%, 100% and 125% according to the Novais recommendation that indicates the use of 100 mg of N per  $\text{Kg}^{-1}$  of soil) with four repetitions and three plants per plot totalizing 240 passion fruit seedlings. The salinity of the water from 0,3  $\text{dS m}^{-1}$  promotes a decrease in the dry phytomass of the stem and the leaf succulence at 70 days after sowing. Increasing doses of nitrogen attenuate the effect of irrigation water salinity, up to the level of 1,5  $\text{dS m}^{-1}$  on the dry leaf phytomass of the purple passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado'. Nitrogen doses intensify the deleterious effects of salt stress on phytomass accumulation, root/shoot ratio and the water saturation deficit of purple passion fruit plants. From an agronomic point of view, purple passion fruit seedlings 'BRS Rubi do Cerrado' are considered quality when irrigated with salinity water up to 3,5  $\text{dS m}^{-1}$ .

**Keywords:** *Passiflora edulis* Sims, mineral nutrition, tolerance.

## 1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma planta tropical nativa da América do Sul, mais especificamente do Brasil, Argentina e Paraguai, da família Passifloraceae, que possui 16 gêneros e cerca de 700 espécies, das quais 144 são do Brasil, destacando-se como o principal produtor e exportador de frutos de maracujá (FIGUEIREDO et al., 2016). Obtendo uma produção nacional em 2018 de 602.651 toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 62,3% dessa produção, destacando-se o estado da Bahia, seguido do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Pernambuco e Paraíba com uma área colhida de aproximadamente 1.045 ha e produção 10,544 toneladas (IBGE, 2019).

Dentre os maracujazeiros cultivados no Brasil, destaca-se o maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* Sims) com produção voltada para exportação, principalmente nos países da Europa e Estados Unidos, onde os consumidores apreciam frutos menores e menos ácidos, despertando interesse dos produtores, a partir de seleções que possuam as características comerciais desejáveis (MELETTI et al., 2012; PACHECO et al., 2014). Destacando-se a cultivar ‘BRS Rubi do Cerrado’ com produtividade média de 50 t/ha no primeiro ano de produção e resistência a algumas doenças (EMBRAPA, 2016).

Entretanto, as principais regiões produtoras no Nordeste estão localizadas na região semiárida onde as águas utilizadas na irrigação possuem elevadas concentrações de sais, podendo limitar o crescimento e a produção das culturas devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, podendo também, ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, em razão da acumulação excessiva de certos íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio (GADELHA et al., 2017; WANI et al., 2019).

Poucos estudos têm sido realizados buscando avaliar a tolerância do maracujazeiro roxo às condições de salinidade; em geral, entre seus efeitos, a salinidade retarda e reduz a germinação e a emergência, diminui o crescimento, comprometendo ainda, algumas características da qualidade de mudas, quando as plantas são irrigadas com águas de elevada salinidade (MONTAÑA et al., 2014; FREIRE; NASCIMENTO, 2018). Entretanto, águas salinas podem ser utilizadas na irrigação de culturas em fase(s) do desenvolvimento em que é menor o seu efeito na redução da produção (SHRIVASTAVA; KUMAR, 2015).

Uma das alternativas que visam minimizar os efeitos deletérios do estresse salino é a utilização da adubação nitrogenada, com correlações positivas entre a capacidade fotossintética das folhas e seu conteúdo de N, utilizado na síntese de componentes de aparato fotossintético e síntese de enzimas relacionadas à fotossíntese; podendo também reduzir os

danos da salinidade (XIONG et al., 2013; IBRAHIM et al., 2018). Abdelgadir et al. (2010) relataram que o N aplicado ameniza parcialmente os efeitos adversos da salinidade na fotossíntese, respiração, fixação de N e metabolismo de carboidratos por meio do aumento na área foliar superficial, ajudando a melhorar a tolerância das plantas a salinidade.

Diante da evidente necessidade do uso de águas com elevadas condutividades elétricas e da carência de informações sobre a relação entre a salinidade e fertilização nitrogenada com o maracujazeiro roxo em regiões semiáridas, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a fitomassa e qualidade das mudas de maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução do experimento**

A pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2019 a março de 2020, em casa de vegetação, na área experimental do Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 06°47’3” S, 37°49’15” O e altitude de 193 m.

### **2.2 Procedimento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, correspondendo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio - DN (N1 -50%; N2 -75%; N3 -100% e N4 -125% da dose indicada para ensaio em vaso conforme Novais et al. (1991)), com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 240 plantas.

Para obtenção das mudas do maracujazeiro roxo, da cultivar ‘BRS Rubi do cerrado’, foram semeadas duas sementes por sacola de polietileno, preenchidas com substrato como uma mistura de Neossolo Regolítico (Entisol) de textura arenosa, com proporção de 50% de solo, 25% de areia e 25% de composto orgânico (esterco bovino) na proporção de 2:1:1 com peso total de 1,7 Kg se substrato, cujas características químicas e físicas observadas na (Tabela 1) foram obtidas conforme as metodologias propostas por Claessen (1997). Sendo

realizado o desbaste aos 10 dias após a semeadura (DAS), selecionando apenas uma planta por sacola. Com as sacolas disposta sobre bancada metálica na altura de 0,8 m do solo.

**Tabela 1.** Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento.

pH H <sub>2</sub> O) (1:2,5)	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Características químicas					
			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
Características químicas				Características físicas				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

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

A água de menor condutividade elétrica- CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente do sistema de abastecimento local já os demais níveis de salinidade da água de irrigação (1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) foram preparadas a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) na água de abastecimento considerando a relação entre CEa e concentração de sais (10\*meq L<sup>-1</sup>= 1 dS m<sup>-1</sup> de CEa), extraída de Rhoades et al. (1992). Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CEa estudada devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

As doses de nitrogênio foram fornecidas utilizando-se ureia (45% de N), conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 0,015, 0,0234, 0,0315, 0,0391 g de ureia por planta para as doses de 50, 75, 100, 125 mg de N kg<sup>-1</sup> respectivamente, com início aos 30 dias após a semeadura, divididas em quatro aplicações realizadas semanalmente. As adubações com fósforo e potássio foram realizadas segundo a recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 300 e 150 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de solo, nas formas de fosfato monoamônico - MAP (52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O); aplicados em cobertura, via água de irrigação, com início aos 33 e 36 dias após a semeadura. Ressalta-se que o nitrogênio fornecido pelo MAP foi descontado em todas as doses de N estudadas, além disso, nas aplicações dos nutrientes era utilizada água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes foi realizada adubação foliar aos 45 DAS com

um produto comercial micro Rexene contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo -0,06%.

Por ocasião da semeadura, induziu-se a capacidade de campo com água de baixa salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre. Aos 30 dias após a semeadura (DAS) foi iniciada a irrigação conforme os distintos níveis salinos, sendo a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico, obtendo como base os seguintes termos, volume consumido (vc), considerando o volume de água aplicado as plantas (va) no dia anterior; e o volume drenado (vd), quantificado na manhã do dia seguinte, para fração de lixiviação (FL), a ser estimada em 20%, com a finalidade de manter parte dos sais acumulado na zona radicular, proveniente da água de irrigação.

### 2.3 Variáveis analisadas

Avaliaram-se aos 72 dias após a semeadura, fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca total (FST) e relação raiz parte aérea (R/PA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), déficit de saturação hídrica (DSH), suculência foliar (SUC) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Para a determinação das fitomassas as plantas foram separadas em folha, caule e raiz e em seguida pesadas e acondicionadas em saco de papel, e posteriormente, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ . Após a secagem, as amostras foram pesadas, sendo determinados a fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA); e fitomassa seca da raiz (FSR), sendo mensurada a fitomassa seca total (FST) pelo somatório da FSPA e FSR.

Para analisar o estado hídrico do maracujazeiro aos 70 DAS foi realizada utilizando coletando três folhas, totalmente expandidas através da determinação do déficit de saturação hídrica (DSH). Para isso, imediatamente após a coleta das folhas, foram perfurados discos foliares ( $113 \text{ mm}^2$ ) sendo pesados em balança analítica, para obtenção da massa fresca (Mf); em seguida, as amostras foram imersas em água destilada, colocadas em sacos plásticos, e acondicionadas por 90 minutos, obtendo-se a massa túrgida (MT); posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar a temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  para obtenção da massa seca (MS) durante 24 horas, conforme a metodologia descrita por Lima et al. (2015), pela Eq.1:

$$DSH = \frac{Mt - Mf}{Mt - Ms} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Em que: DSH = déficit de saturação hídrica (%); MF= massa fresca de folha (g); MT= massa túrgida (g); MS = massa seca (g).

A suculência foliar (SUC) foi determinada, conforme metodologia proposta por Mantovani (1999), dada pela equação 2:

$$SUC = \frac{MFF-MSF}{AF} \quad \text{Eq.2}$$

Em que: AF é a área foliar total (cm<sup>2</sup>); MSF é a massa seca das folhas (g) e MFF é a massa fresca das folhas (g).

A qualidade das mudas de maracujazeiro foram determinada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) sendo determinado em função da altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), fitomassa seca total (FST), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca da raiz (FSR), por meio da equação 3 conforme proposto por Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{FST}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{FSPA}{FSR}\right)} \quad \text{Eq.3}$$

## 2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os fatores níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância (Tabela 2) constata-se efeito significativo para interação entre os fatores estudados (níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio) sobre as variáveis fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA). Quando estudado os fatores isolados, verifica-se que a salinidade da água de irrigação exerceu influência de forma significativa sobre o acúmulo de fitomassa seca do caule (FSC) do maracujazeiro roxo 'BRS Rubi do cerrado'.

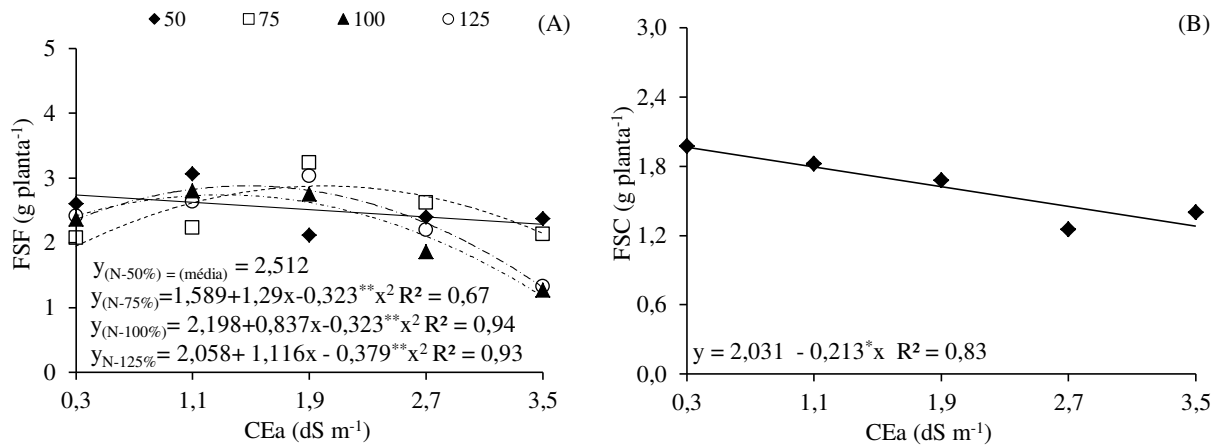
**Tabela 2.** Resumo do teste de análise de variância para fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz parte aérea (R/PA) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ submetido à diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 72 DAS.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		FSF	FSC <sup>1</sup>	FSR	FSPA	FST	R/PA <sup>1</sup>
Níveis salinos (NS)	4	2,3420 <sup>**</sup>	1,3947 <sup>*</sup>	2,6093 <sup>**</sup>	7,2176 <sup>**</sup>	17,3744 <sup>**</sup>	0,0751 <sup>**</sup>
Regressão Linear	1	5,4908 <sup>**</sup>	4,6751 <sup>**</sup>	7,6082 <sup>**</sup>	20,3490 <sup>**</sup>	52,8195 <sup>**</sup>	0,1995 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	0,6798 <sup>ns</sup>	0,1147 <sup>ns</sup>	2,6906 <sup>**</sup>	1,3547 <sup>ns</sup>	7,8338 <sup>**</sup>	0,0868 <sup>**</sup>
Doses de N (DN)	3	0,3750 <sup>ns</sup>	0,0154 <sup>ns</sup>	0,6122 <sup>**</sup>	0,3241 <sup>ns</sup>	1,7172 <sup>ns</sup>	0,0352 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,6699 <sup>ns</sup>	0,0064 <sup>ns</sup>	1,0909 <sup>**</sup>	0,5490 <sup>ns</sup>	3,1743 <sup>*</sup>	0,0492 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	0,1353 <sup>ns</sup>	0,0174 <sup>ns</sup>	0,0086 <sup>ns</sup>	0,2486 <sup>ns</sup>	0,3551 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>
Interação (NS x DN)	12	0,7901 <sup>*</sup>	0,2208 <sup>ns</sup>	0,3005 <sup>**</sup>	1,5263 <sup>**</sup>	2,0531 <sup>*</sup>	0,0222 <sup>*</sup>
Blocos	3	1,1914 <sup>ns</sup>	0,0294 <sup>ns</sup>	0,0143 <sup>ns</sup>	1,5509 <sup>ns</sup>	1,4077 <sup>ns</sup>	0,0114 <sup>ns</sup>
Resíduo	57	0,2071	0,2227	0,0398	0,5586	0,5523	0,0056
CV (%)		19,15	15,26	22,14	18,68	15,16	15,91
Média geral		2,3763	1,6252	0,9013	4,0015	4,9026	0,4621

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente. <sup>1</sup>dados transformados em  $\sqrt{x}$

Comprovou-se efeito significativo da interação entre os fatores níveis de salinidade e doses de nitrogênio para a fitomassa seca da folha (FSF), cujos dados apresentaram melhor ajuste a equações quadráticas, verificando-se que as plantas que receberam essas doses de N de 75, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo, obteve uma resposta positiva com ao aumento da condutividade elétrica da água de até 2,0 ;1,3 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> propiciaram os maiores valores de FSF de 2,87 ,2,74 e 2,87 g planta<sup>-1</sup>, decrescendo a partir deste nível salino, respectivamente (Figura 1A). Isto pode estar relacionado à aclimação das plantas a estas condições de salinidade. Santos, Cavalcante e Vital (2010) afirmam que o nitrogênio reduz os efeitos prejudiciais, em certa extensão, da salinidade. Entretanto, não houve ajuste significativo dos níveis salinos para fitomassa seca de folhas das mudas de maracujazeiro roxo submetidas a menor dose de nitrogênio (50 mg de N kg<sup>-1</sup>), com FSF média de 2,51 g planta<sup>-1</sup> (Figura 1A). Além disso, o excesso dos íons também ocasiona danos nas folhas, reduzindo o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a distribuição de biomassa (LIMA NETO et al., 2016). Por outro lado, o incremento das doses de N estimulou a produção de biomassa foliar, favorecendo a taxa fotossintética no maracujazeiro, exercendo um efeito positivo no crescimento e na qualidade de suas mudas (FREITAS et al., 2012).



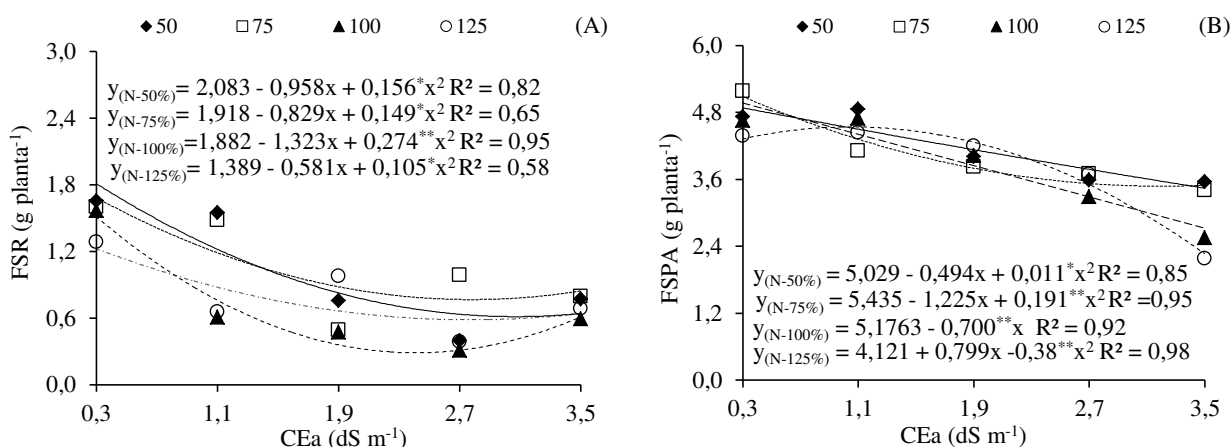


**Figura 1.** Fitomassa seca de folhas – FSF (A) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada-DN e fitomassa seca do caule – FSC (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação-CEa aos 72 dias após a semeadura.

A fitomassa seca do caule do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ foi reduzida significativamente com o aumento dos níveis de salinidade, com base na equação de regressão (Figura 2B), à medida que os níveis de salinidade da água aumentaram, apresentou uma redução de 10,48% por aumento unitário da CEa, ou seja, plantas de maracujazeiro roxo cultivadas sob irrigação com água de 3,5 dS m<sup>-1</sup> tiveram uma diminuição 34,67% na FSC, em comparação com aquelas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Essa redução na FSC do maracujazeiro roxo pode estar relacionada com os componentes iônico e osmótico do estresse salino, sendo que a baixa disponibilidade de água provoca o fechamento dos estômatos e, consequentemente, reduz a assimilação do CO<sub>2</sub>, afetando diretamente a produção de fitomassa das plantas (SHANKAR et al., 2016).

Avaliando a tabela 2, observa-se que houve interação entre os fatores condutividade elétrica da água de irrigação e doses de nitrogênio, sobre a fitomassa seca da raiz (FSR) (Figura 2A) vê-se efeito significativo e de acordo com a equação de regressão, para as plantas submetidas as doses de 50, 75, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup>, cujo modelo que melhor se ajustou foi o quadrático, obtendo-se os maiores valor estimados para FSR (1,80; 1,68; 1,50 e 1,22 g planta<sup>-1</sup>) quando irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, a partir desse nível ocorreram reduções na FSR em todas as doses de nitrogênio estudadas. Deste modo, fica evidenciado que o efeito do estresse salino sobre a FSR do maracujazeiro roxo foi intensificado à medida que se elevaram os níveis salinos da água de irrigação e doses de nitrogênio. Em trabalho sobre o crescimento inicial de genótipos de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas (CEa variando de 0,3 a 8,0 dS m<sup>-1</sup>), Bezerra et al. (2014), também observaram reduções no acúmulo de

fitomassa das raízes de 30,6% e 20,5% na condutividade elétrica da água de 8,0 dS m<sup>-1</sup>, para o ‘BRS Sol do Cerrado’ e ‘Gigante Amarelo’, respectivamente.

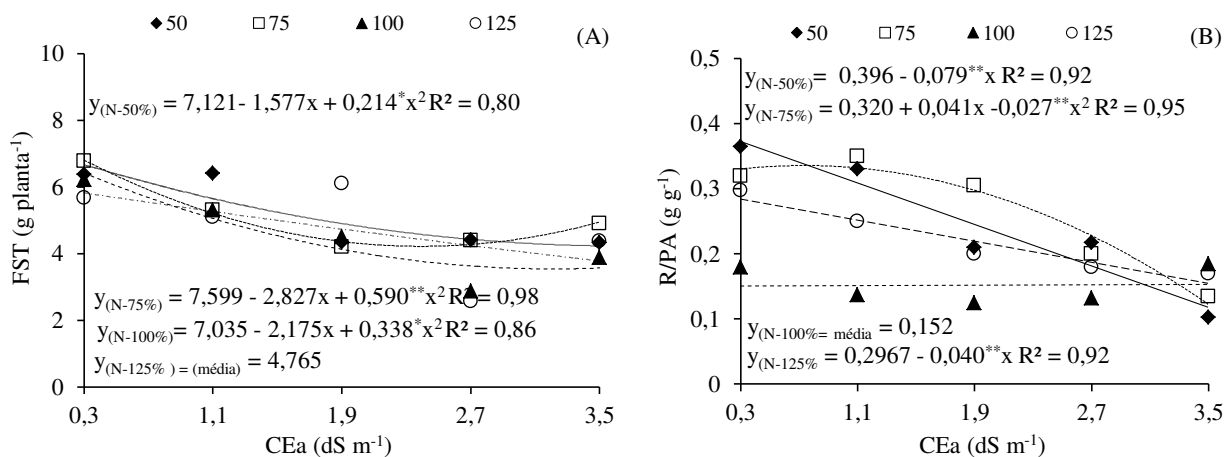


**Figura 2.** Fitomassa seca da raiz – FSR (A) e fitomassa seca da parte aérea – FSPA (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação -CEa e doses de adubação nitrogenada -DN aos 72 dias após a semeadura.

Analisando as equações de regressão (Figura 2B), observou-se um comportamento linear decrescente da fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ quando adubado com 100 mg de N kg<sup>-1</sup>, cujo decréscimo foi de 13,52% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 45,10% na fitomassa seca da parte aérea das plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Quanto às doses de nitrogênio 50, 75 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> o modelo que os dados se ajustaram foi o quadrático, sob irrigação com água de CEa de 0,3; 0,3 e 1,1 dS m<sup>-1</sup> propiciaram os maiores valores de FSPA com 4,88; 5,08 e 4,54 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. O maior nível salino tolerado pelo maracujazeiro roxo quando submetido a dose de 125 mg de N kg<sup>-1</sup> reflete uma possível resposta adaptativa das plantas de maracujazeiro roxo em resposta ao efeito mitigador do nitrogênio, pois segundo Del Amor et al. (2000) há evidências de competição na absorção de nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode diminuir a absorção de cloreto pela planta. Nesse contexto, vários estudos com maracujazeiro indicam um efeito positivo da interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada (MESQUITA et al., 2012; BEZERRA et al., 2014; BEZERRA et al., 2019).

De acordo com as equações de regressão para a fitomassa seca total (FST) em função dos níveis de salinidade da água e doses de adubação nitrogenada (Figura 3A), verificando-se efeito significativo apenas nas doses de 50, 75 e 100 mg de N kg<sup>-1</sup>, cujo modelo que melhor se ajustou foi o quadrático, obtendo-se os maiores valores estimados para FST (6,66; 6,80 e 6,41

g planta<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, a partir desse nível ocorreram reduções na FST do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’. Tais reduções no acúmulo de fitomassa seca total foi relatado por Soares et al. (2013), Mesquita et al. (2019) e Bezerra et al. (2016), também estudando genótipos de maracujazeiro sob irrigação com água salina, o que pode estar relacionada com os componentes iônico e/ou osmótico do estresse salino, sendo que a baixa disponibilidade de água provoca o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, reduz a assimilação do CO<sub>2</sub>, afetando diretamente a produção de fitomassa das plantas.



**Figura 3.** Fitomassa seca total – FST (A) e relação raiz/parte aérea – R/PA (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada- DN aos 72 dias após a semeadura.

A relação raiz/parte aérea (R/PA) do maracujazeiro roxo, nas plantas sob adubação nitrogenada de 75 mg de N kg<sup>-1</sup> verificou-se efeito quadrático, obtendo a maior relação (0,33 g g<sup>-1</sup>) no nível de CEa de 0,7 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3B). Para doses de 50 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> observou-se uma redução linear sobre a relação R/PA com o aumento da condutividade da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa (3,5 dS m<sup>-1</sup>) sofreram decréscimos de 67,90% e 44,95% quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente. Porém, não houve ajuste significativo dos níveis salinos, para a dose de nitrogênio de 100 mg de N kg<sup>-1</sup>, com R/PA média de 0,15 g g<sup>-1</sup> (Figura 3B). De modo geral, constata-se que a relação raiz parte aérea decresceu com o incremento dos níveis salinos e doses de nitrogênio, fato de suma importância para a obtenção de mudas mais vigorosas em condições de estresse salino, pois a relação raiz/parte aérea indica o nível de contribuição das reservas armazenadas no sistema radicular, contribuindo assim no crescimento e na produção de fitomassa (SOARES et al., 2013). Sendo o nitrogênio nutriente

que faz parte de diversos compostos capaz de elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (LACERDA, 2003; SILVA et al., 2008).

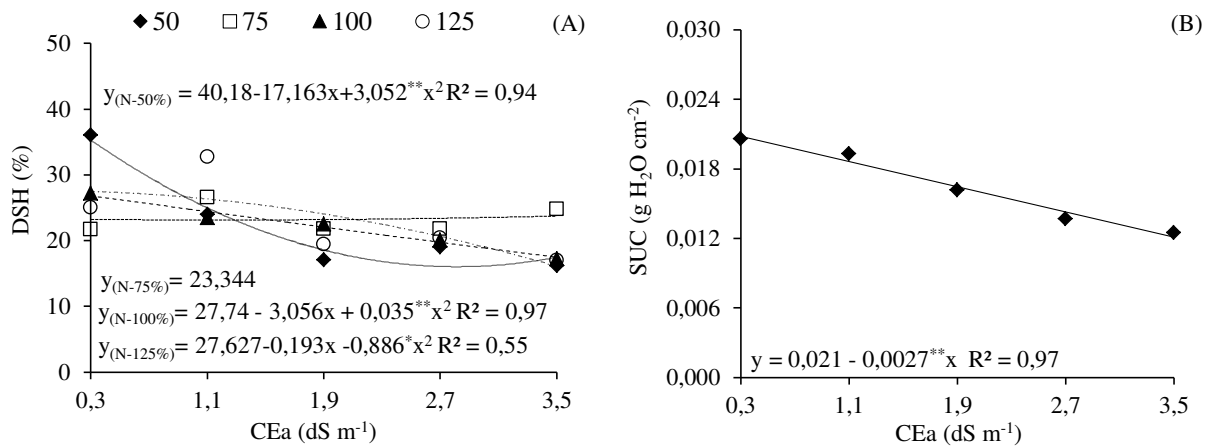
Verifica-se na Tabela 3, efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre o índice de qualidade de Dickson (IQD), déficit de saturação hídrica (DSH) e suculência foliar (SUC); não foram constatadas influências significativas das doses de nitrogênio sobre as variáveis analisadas, por outro lado, observou-se interação significativa entre os fatores (NS x DN) para o déficit de saturação hídrica.

**Tabela 3.** Resumo do teste de análise de variância para o déficit de saturação hídrica (DSH), suculência foliar (SUC) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) do maracujazeiro ‘BRS Rubi do cerrado’ submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio aos 70 DAS.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		DSH	SUC <sup>1</sup>	IQD <sup>1</sup>
Níveis salinos (NS)	4	265,4171**	0,0001**	41,9904**
Regressão Linear	1	905,9232**	0,0006**	54,1027**
Regressão Quadrática	1	30,6212 <sup>ns</sup>	0,00002 <sup>ns</sup>	109,0890**
Doses de N (DN)	3	5,7513 <sup>ns</sup>	0,00005 <sup>ns</sup>	28,9542 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,0057 <sup>ns</sup>	0,00002 <sup>ns</sup>	18,5761 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,0092 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	5,4810 <sup>ns</sup>
Interação (NS x DN)	12	77,2421**	0,00007 <sup>ns</sup>	16,6428 <sup>ns</sup>
Blocos	3	38,5410 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	8,5309 <sup>ns</sup>
Resíduo	57	8,4277	0,00003	5,9976
CV (%)		12,78	19,71	18,14
Média geral		22,7147	0,0165	5,7610

<sup>ns</sup>, \*\*, \*, não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente. <sup>1</sup>para dados transformados em  $\sqrt{x}$

A interação entre os fatores NS x DN também promoveu efeito significativo no déficit de saturação hídrica (DSH) do maracujazeiro roxo (Figura 4A). Com base nas equações de regressão, os dados correspondentes as doses de 50, 100 e 125 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo foram ajustados a um modelo quadrático, e os maiores valores de DSH (35,30%, 26,82% e 27,48%) foram obtidos em plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. De forma geral, constata-se que o aumento dos níveis salinos ocasionou decréscimos na saturação do déficit hídrico independente do incremento das doses de nitrogênio, assim, os baixos níveis de DSH podem refletir em maior teor relativo de água sendo determinante para as atividades metabólicas e tolerância ao estresse salino (HASSANI et al., 2019). Tais fatos são confirmados pelas correlações negativas significativas observadas na fitomassa seca total e no déficit de saturação hídrica provocadas pelo estresse salino e doses de nitrogênio.

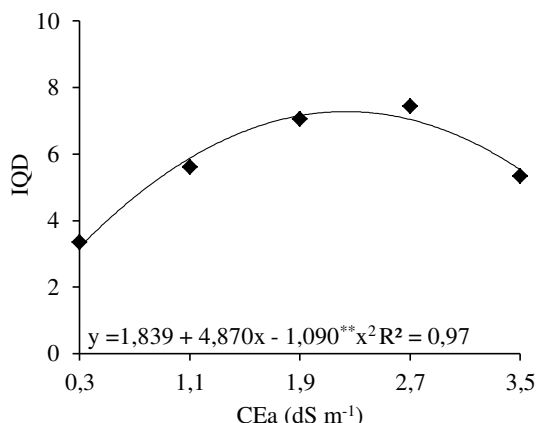


**Figura 4.** Déficit de saturação hídrica – DSH (A) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação-CEa e doses de adubação nitrogenada-DN e suculência foliar – SUC (B) do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação-CEa aos 70 dias após a semeadura.

O estresse salino induziu um declínio no grau de suculência das folhas do maracujazeiro roxo aos 70 DAS, conforme equação de regressão (Figura 4B) constatou-se resposta linear decrescente com redução de 12,85% por acréscimo unitário CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com águas de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, tiveram decréscimo de 42,79% em comparação com as plantas que receberam água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Essa diminuição na suculência foliar pode ser reflexo dos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente Na e Cl nas células e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, agravando déficit de saturação da água (Figura 4A), causando menor suculência foliar nas plantas, estando associada à sensibilidade do maracujazeiro roxo ao estresse salino (ALDESUQUY et al., 2012). Diferentemente, Lima et al. (2019) constataram que houve acréscimos na suculência foliar das plantas de algodoeiro cultivadas sob estresse salino (1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m<sup>-1</sup>), relacionando tal aumento na SUC do algodoeiro ao ajustamento osmótico das plantas.

Para o índice de qualidade de Dickson em função dos níveis de salinidade da água de irrigação verifica-se que a partir da equação de regressão (Figura 5), um comportamento quadrático, sendo obtido maior valor de índice de qualidade de Dickson (7,28) sob o nível de CEa de 2,2 dS m<sup>-1</sup>. Ressalta-se ainda que as plantas que receberam CEa 3,5 dS m<sup>-1</sup> obtendo-se um IQD médio de 5,53. Desta forma as mudas de maracujazeiro possuíam qualidade do ponto de vista agrônomo para estabelecimento no campo, mesmo cultivadas sob condições de elevada salinidade da água, com IQD superior a 0,2. De acordo com Oliveira (2013), mudas são consideradas de boa qualidade e aptas para o campo quando apresentam seu IQD igual ou superior a 0,2. Diferentemente de Bezerra et al. (2019), avaliando o nitrogênio como

mitigador do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo, observaram redução na qualidade das mudas com o aumento da salinidade da água de irrigação.



**Figura 5.** Índice de qualidade Dickson – IQD do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função dos níveis de salinidade da água de irrigação-CEa aos 70 dias após a semeadura.

## 4 CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> promove diminuição na fitomassa seca do caule e a suculência foliar aos 70 dias após a semeadura.

Doses crescentes de nitrogênio atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação, até o nível de 1,5 dS m<sup>-1</sup> sobre a fitomassa seca de folhas do maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’.

As doses de nitrogênio intensificaram os efeitos deletérios do estresse salino sobre acúmulo de fitomassa, relação raiz/parte aérea e o déficit de saturação hídrica das plantas do maracujazeiro roxo.

Do ponto de vista agrônomo, as mudas de maracujazeiro roxo ‘BRS Rubi do Cerrado’ são consideradas de qualidade quando irrigadas com água de salinidade até 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELGADIR, H.A. et al. Influence of plant growth regulators on flowering, fruiting, seed oil content, and oil quality of *Jatropha curcas*. **South African Journal of Botany**, v.76, n.3, p.440-446, 2010.

- ALDESUQUY, H.S. et al. Efficacy of seawater salinity on osmotic adjustment and solutes allocation in wheat (*Triticum aestivum*) flag leaf during grain filling. **International Journal of Plant Physiology and Biochemistry**, v.4, n.3, p.33-45, 2012.
- BEZERRA, M.A.F. et al. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Agropecuária Técnica**, v.35, n.1, p.150-160, 2014.
- BEZERRA, M.A.F. et al. Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.2, p.611-622, 2019.
- CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. Embrapa-CNPS. Documentos, 1.
- DEL AMOR, F. M. et al. Gas Exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.23, n.9, p.1315-1325, 2000.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA. **Embrapa Cerrados. Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo - BRS Rubi do Cerrado**. 2016. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>>. Acessado em: 20 jun. 2020
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, D.A.F. et al. Effects of bark flour of *Passiflora edulis* on food intake, body weight and behavioral response of rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.26, n.5, p.595-600, 2016.
- FREIRE, J.L. de O.; NASCIMENTO, G. dos 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.
- FREITAS, J.P.X. et al. Formação de população base para seleção recorrente em maracujazeiro-amarelo com uso de índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.3, p.393-401, 2012.
- GADELHA, C.G. et al. Exogenous nitric oxide improves salt tolerance during establishment of *Jatropha curcas* seedlings by ameliorating oxidative damage and toxic ion accumulation. **Journal of Plant Physiology**, v. 212, n.1, p. 69-79, 2017.

- HASSANI, D. et al. Morphophysiological and molecular evidence supporting the augmentative role of *Piriformospora indica* in mitigation of salinity in *Cucumis melo* L. **Acta biochimica et Biophysica Sinica**, v.51, n.3, p.301-312, 2019.
- IBGE, 2019. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. [On line]. URL <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457/> (accessed 24 abril 2020).
- IBRAHIM, M.E.H. et al. Nitrogen fertilizer alleviated negative impacts of NaCl on some physiological parameters of wheat. **Pakistan Journal of Botany**, v.50, n.6, p.2097-2104, 2018.
- LACERDA, C.F. et al. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental of Botany*, v.49, n.1, p.107-120, 2003.
- LIMA NETO, A.J. et al. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.76, n.2, p.235-241, 2016.
- LIMA, G.S. de. et al. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.1, p.214-225, 2019.
- LIMA, G.S. de. et al. Water relations and gas exchange in castor bean irrigated with saline water of distinct cationic nature. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.13, p.1581-1594, 2015.
- MACHADO, R.M.A.; SERRALHEIRO, R.P. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. **Horticulturae**, v.3, n.2, p.30, 2017.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.
- MELETTI, L. M. M.; CAVICHOIOLI, L.; PACHECO, C. A. Cultivares e produção de mudas (maracujá). **Informe Agropecuário**, v.33, n.269, p.35-43, 2012.
- MESQUITA, F de O. et al. Use of Salines Waters and biofertilizers in quality of the seedlings from *Passiflora edulis* evaluated by the dry phytomass. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.5, p.122-130, 2019.
- MESQUITA, F. de O. et al. 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.
- MONTAÑA, L.A. et al. Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomía Colombiana**, v.32, n.2, p.1-11, 2014.



- NOVAIS, R.F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- OLIVEIRA, F.T. et al. Fontes orgânicas e volume de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.2, p. 97-103, 2013.
- PACHECO, C.A. et al. Physicochemical and analyses of purple and yellow passion fruit, Physicochemical and sensory analyses of purple and yellow passion fruit. **International Research Journal of Horticulture**, v.2, n.1, p.1-5, 2014.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).
- SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F.M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. cap. 14, p. 221-252.
- SHANKAR, R.; BHATTACHARJEE, A.; JAIN, M. Transcriptome analysis in different rice cultivars provides novel insights into desiccation and salinity stress responses. **Scientific Reports**, v.6, n.23719, p.1-15, 2016.
- SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.22, n.2, p.123-131, 2015.
- SILVA, E.C. et al. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and* **Experimental Botany**, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.
- WANI, A.S. et al. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.
- XIONG, F. et al. Effect of nitrogen application at the booting stage on wheat progeny seed germination and seedling growth. **Journal of Plant Studies**, v.2, n.2, p.158-166, 2013.