



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

MARIANA ELIAS FERREIRA

**SALINIDADE DA ÁGUA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO**

POMBAL- PB

2023

MARIANA ELIAS FERREIRA

**SALINIDADE DA ÁGUA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadores: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

POMBAL- PB

2023

F383s Ferreira, Mariana Elias.
Salinidade da água e peróxido de hidrogênio na formação de mudas de maracujazeiro-azedo / Mariana Elias Ferreira. – Pombal, 2023.
49 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

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

Referências.

1. *Passiflora edulis Sims*. 2. Salinidade. 3. Aclimação. I. Lima,
Geovani Soares de. II. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Título.

CDU 634.776.3 (043)

MARIANA ELIAS FERREIRA

**SALINIDADE DA ÁGUA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Geovani Soares de Lima

Orientador - Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Co-Orientadora - Profª. Drª. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Maila Vieira Dantas

Membro – M. Sc. Maila Vieira Dantas

(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

Cassiano Nogueira de Lacerda

Membro – M. Sc. Cassiano Nogueira de Lacerda

(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL-PB

2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai (*in memoriam*) que mesmo ausente fisicamente sempre esteve presente nos meus pensamentos e a todos os meus amigos, familiares e professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre se fazer presente na minha vida e segurar minha mão quando eu pensei em desistir de tudo;

Aos meus pais Manoel Ferreira da Silva (*in memoriam*) e Emília Maria Elias Ferreira por sempre fazerem de tudo para que eu fosse uma pessoa melhor;

Aos meus demais familiares, especialmente meus irmãos Guilherme e Leonardo por nunca terem desistido de mim;

Aos meus orientadores Lauriane Almeida e Geovani Soares pelos ensinamentos compartilhados e principalmente pela paciência e compreensão;

A Universidade Federal de Campina Grande e seus colaboradores pela experiência vivida;

Aos meus colegas de turma que mais que amigos se tornaram meus irmãos Idelvan e Patrícia.

FERREIRA, M. E. **Salinidade da água e peróxido de hidrogênio na formação de mudas de maracujazeiro-azedo**. 2023. 47f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O semiárido do Nordeste brasileiro é caracterizado também pela escassez quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos. Normalmente as fontes hídricas desta região contém elevadas concentrações de sais dissolvidos na sua composição, destacando-se como fator limitante para formação de mudas de fruteiras. Dentre as estratégias que tem sido empregada para redução do efeito do estresse salino sobre as plantas destaca-se a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a morfofisiologia em mudas do maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação em Pombal, Paraíba. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×3 , 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^{-1}) associados a três concentrações de peróxido de hidrogênio – H_2O_2 (0; 15 e 30 μM), com três repetições e duas plantas por repetição, totalizando 90 plantas. A salinidade da água a partir de 0,3 dS m^{-1} aumentou o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar e reduziu o crescimento em diâmetro de caule das mudas de maracujazeiro-azedo, aos 50 dias após a semeadura. A aplicação foliar de 15 μM peróxido de hidrogênio reduziu os efeitos do estresse salino sobre a condutância estomática, altura de plantas e área foliar do maracujazeiro-azedo. Peróxido de hidrogênio em concentração de até 30 μM aumentou a taxa de crescimento absoluto e relativo em altura de plantas de maracujazeiro-azedo, no período de 30 – 50 dias após o transplântio. Houve aumento no acúmulo de fitomassas seca de folhas de mudas de maracujazeiro-azedo com aplicação de peróxido de hidrogênio em concentrações de 15 e 30 μM e de fitomassa seca de raiz sob aplicação de 30 μM , aos 50 dias após a semeadura.

Palavras-chave: *Passiflora edulis Sims*; salinidade; aclimatação

FERREIRA, M. E. **Water salinity and hydrogen peroxide in the formation of sour passion fruit seedlings**. 2023. 47f. Monograph (Graduation in Agronomy). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

The semi-arid region of the Brazilian Northeast is also characterized by the quantitative and qualitative scarcity of water resources. Water sources in this region usually contain high concentrations of dissolved salts in their composition, standing out as a limiting factor for the formation of fruit tree seedlings. Among the strategies that have been employed to reduce the effect of saline stress on plants, the foliar application of hydrogen peroxide stands out. In this context, the objective of the present work was to evaluate the morphophysiology of passion fruit seedlings under irrigation with saline water and foliar application of hydrogen peroxide. The research was carried out in a greenhouse in Pombal, Paraíba. The experimental design was in randomized blocks, in a 5×3 factorial scheme, corresponding to five levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m⁻¹) associated with three concentrations of hydrogen peroxide – H₂O₂ (0; 15 and 30 µM), with three replicates and two plants per replicate, totaling 90 plants. Water salinity from 0.3 dS m⁻¹ increased the leakage of electrolytes in the leaf blade and reduced the growth in stem diameter of passion fruit seedlings, 50 days after sowing. Foliar application of 15 µM hydrogen peroxide reduced the effects of salt stress on stomatal conductance, plant height and leaf area of passion fruit. Hydrogen peroxide in a concentration of up to 30 µM increased the absolute and relative growth rate in height of passion fruit plants, in the period of 30 – 50 days after transplanting. There was an increase in the accumulation of dry mass of leaves of passion fruit seedlings with application of hydrogen peroxide at concentrations of 15 and 30 µM and dry mass of root under application of 30 µM, at 50 days after sowing.

Keywords: *Passiflora edulis Sims*; salinity; acclimatization

LISTA DE TABELA

	Pág.
Tabela 1 Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	23
Tabela 2 Resumo da análise de variância para extravasamento de eletrólitos (%EE), condutância estomática (<i>gs</i>), transpiração (<i>E</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), altura de plantas (<i>AP</i>), diâmetro do caule (<i>DC</i>) e área foliar de mudas maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’ irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após a semeadura.....	28
Tabela 3 Resumos da análise de variância para taxa de crescimento absoluto e relativo para altura de plantas (<i>TCA_{AP}</i> , <i>TCR_{AP}</i>), taxa de crescimento absoluto e relativo em diâmetro do caule (<i>TCA_{DC}</i> , <i>TCR_{DC}</i>), no período de 30 – 50 dias após a semeadura e fitomassa seca de folhas (<i>FSF</i>), fitomassa seca de caule (<i>FSC</i>) e fitomassa seca da raiz (<i>FSR</i>) de mudas maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após a semeadura.....	33

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento.....	22
Figura 2 Avaliação de crescimento em diâmetro de caule (A) e altura de plantas (B) do maracujazeiro-azedo.....	25
Figura 3 Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar - %EE (A), condutância estomática – gs (B), transpiração – <i>E</i> (C) e taxa de assimilação de CO ₂ – <i>A</i> (D) das mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H ₂ O ₂ , aos 50 dias após a sementeira.....	29
Figura 4 Altura de plantas – AP (A), área foliar – AF (B) das mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H ₂ O ₂ e diâmetro do caule – DC (C) em função dos níveis de CEa, aos 50 dias após a sementeira....	31
Figura 5 Taxa de crescimento absoluto - TCA _{AP} (A) e relativo em altura de plantas - TCR _{AP} (B) de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H ₂ O ₂ , no período de 30-50 dias após a sementeira.....	34
Figura 6 Taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule – TCA _{DC} (A) de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H ₂ O ₂ e taxa de crescimento relativo em diâmetro de caule – TCR _{DC} (B), em função dos níveis de CEa, no período de 10 -50 dias após a sementeira.....	35
Figura 7 Fitomassa seca de folhas – FSF (A), e de caule – FSC (B) de mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H ₂ O ₂ e fitomassa seca de raiz – FSR (C), em função das concentrações de H ₂ O ₂ , aos 50 dias após a sementeira.....	36

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.2. Geral.....	14
2.3. Específico.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Aspectos gerais da cultura	15
3.2. Importância socioeconômica do maracujazeiro-azedo	16
3.4. Salinidade e seus efeitos na agricultura	18
3.4.1. Salinidade e seus efeito no maracujazeiro-azedo.....	19
3.5 Peróxido de hidrogênio como atenuante aos efeitos do estresse salino.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Localização da área experimental.....	22
4.2. Tratamentos, delineamento estatístico e cultivar estudada.....	22
4.4. Instalação do experimento	23
4.5. Adubação e manejo de irrigação.....	23
4.6. Preparo e aplicação de peróxido de hidrogênio	24
4.7. Variáveis analisadas.....	25
4.7.2 Trocas gasosas e extravasamento de eletrólitos	26
4.8. Análises estatísticas	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÕES.....	38
7. REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS	39

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Passifloraceae, o maracujazeiro é uma frutífera apreciada e cultivada nas mais diversas regiões do Brasil. A cultura ganhou destaque comercial a partir da segunda metade da década de 1970, quando o Brasil à fim de atender a demanda de exportação começou a expandir suas áreas de produção, sendo crescente ano após ano, até os dias atuais (FALEIRO et al., 2019). Na atualidade, a cultura encontra-se em expansão, principalmente em áreas de pequeno e médio porte, onde os tratos culturais são realizados pela mão de obra familiar, contribuindo significativamente com a geração de renda (MELETTI, 2011; CAVICHIOLI et al., 2011). Segundo o IBGE em 2021 foram produzidas 683.993 toneladas no país, sendo o Nordeste responsável por aproximadamente 70% da produção nacional. A Paraíba obteve uma produtividade de aproximadamente 10.444 toneladas, o que é proporcionalmente baixo quando comparado a outros estados da mesma região.

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

As principais limitações do uso de água salina estão relacionadas com a redução do potencial osmótico do solo, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas raízes, a toxicidade de íons específicos, aos efeitos indiretos, como o desequilíbrio nutricional, além de promover alterações nas características físicas e químicas do solo (HUSSAIN et al., 2015). O sucesso da produção agrícola está relacionado diretamente com a quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis. Contudo, devido à alta demanda de água de boa qualidade, se faz necessário a utilização de práticas de manejo, sendo o uso de água de baixa qualidade, como a água salina, uma alternativa de grande interesse, especialmente nas regiões de clima árido e semiárido (TALEBNEJAD & SEPASKHAH, 2015; LIU et al., 2020).

O uso de águas que em sua composição química apresentam sais dissolvidos ao serem incorporados ao solo, causa danos ao mesmo, fato já evidenciado em várias regiões do planeta, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, como o Nordeste brasileiro (MEDEIROS et al., 2016). Água salina é uma fonte potencialmente valiosa, que poderia ser usada para aliviar a escassez de recursos hídricos que afetam a produção agrícola em todo o mundo, em particular na região semiárida do Nordeste brasileiro.

Dentre as estratégias utilizadas na atenuação do estresse ocasionado pela salinidade sobre as plantas, destaca-se a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A utilização de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), consiste na exposição prévia das plantas a um determinado tipo de estresse, ocasionando mudanças metabólicas, responsáveis pelo aumento de sua tolerância de sobreviver a condições adversas (SILVA et al., 2019).

O peróxido de hidrogênio, apesar de ser uma espécie reativa de oxigênio, é uma molécula sinalizadora que está envolvida em vias de transdução de sinal para resposta ao estresse (SHARMA et al., 2012). O peróxido de hidrogênio pode estimular o maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis, que irão atuar como solutos orgânicos, realizando o ajustamento osmótico das plantas sob estresse salino, permitindo maior absorção de água (CARVALHO et al. 2011).

2. OBJETIVOS

2.2. Geral

Avaliar a fisiologia e o crescimento de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’ sob irrigação com águas salinas e concentrações de peróxido de hidrogênio.

Avaliar os efeitos da aplicação foliar do peróxido de hidrogênio como mitigador do estresse salino na fisiologia e crescimento de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’.

2.3. Específicos

Avaliar as taxas de crescimento e o acúmulo de fitomassas no maracujazeiro-azedo irrigado com água salina aplicação foliar de peróxido de hidrogênio.

Determinar as trocas gasosas e o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar de plantas de maracujazeiro-azedo cultivado sob águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio.

Identificar uma concentração de peróxido de hidrogênio capaz de reduzir os efeitos do estresse salino em plantas de maracujazeiro-azedo na fase de formação de mudas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos gerais da cultura

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*) pertence à classe Magnoliopsida, ordem Malpigiales, família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, é uma planta trepadeira semiperene com centro de origem à América Tropical, podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento, com mais de 150 espécies nativas do Brasil, sendo cultivada em maior frequência em países que apresentam clima tropical e subtropical (FALEIRO et al., 2019), ganhando destaque como uma das mais importantes frutíferas representantes da cadeia produtivas de frutas a níveis de pequeno e médio produtor.

Maracujá é uma denominação geral dada ao fruto e à planta de várias espécies do gênero *Passiflora*. As primeiras referências a plantas do gênero *Passiflora* foram feitas no século XVI, incluindo sua citação na obra Tratado Descritivo do Brasil, 1587, na qual o português Gabriel Soares de Sousa fez referência ao maracujá como uma planta exótica com múltiplas potencialidades alimentares, ornamentais e medicinais (FALEIRO et al., 2017).

É uma planta trepadeira lenhosa, sua propagação pode ser de forma sexuada ou assexuada via sementes, seminíferas, bem como por outras técnicas: estaquia, enxertia, alporquia e cultura de tecidos in vitro (MEZZONATO-PIRES et al., 2013). O plantio do maracujazeiro requer áreas que apresentem baixa umidade relativa, sem geadas, sem ventos fortes e com incidência solar superior a 11 horas por dia. Por ser trepadeira exige estruturas de sustentação para sua produção (SEBRAE, 2016). Suas folhas são trilobadas, com até 10 cm, pubescentes na face superior e inferior, de cor acinzentada, as flores tem de 4 a 7 cm, pétalas de cor rosa a púrpura; o fruto é uma baga oblonga, com 6 a 12 cm de comprimento e 3 a 4 cm de diâmetro, de cor amarelo-creme, pubescente, com casca branco-amarelada e verde-escuro, epicarpo coriáceo, com muitas sementes pretas, elípticas e de arilo amarelado. A polpa é aromática, de cor salmão e pouco ácida.

O maracujazeiro possui floração durante o ano todo, suas flores auto incompatíveis, ou seja, o grão de pólen produzido por uma flor não pode fecundá-la ou fecundar as outras flores da mesma planta. Para a formação de frutos é necessário que o pólen seja trocado entre indivíduos diferentes, assim, o maracujazeiro é um cultivo essencialmente dependente de polinização cruzada para a fecundação das flores (KLEIN et al. 2014).

Destaca-se pela sua grande importância, devido as características sensoriais, farmacoterapêuticos dos frutos e boa aceitação no mercado interno, representando assim uma

alternativa econômica com rápido retorno do capital que foi investido, uma vez que é muito cultivado em pequenas e médias propriedades (PIRES et al., 2008). Dentre as diversas qualidades do maracujá, o seu consumo apresenta uma grande relevância para a nutrição humana por ser um fruto com elevado teor de compostos bioativos, ele é rico em vitamina C, compostos fenólicos, β caroteno, licopeno e minerais como cálcio e potássio (REIS et al., 2018). Apesar do consumo fresco do maracujá azedo, sua utilização na indústria na fabricação de suco, néctar, doces, vinho, licor e sorvete também apresenta importância econômica. Os resíduos industriais da casca e da semente do maracujá podem ser utilizados na alimentação humana e animal, e na indústria de cosméticos. A planta ainda possui propriedades calmantes, em razão dos princípios ativos da maracujina, passiflorine e calmofilase, que são encontradas principalmente nas folhas. (SEBRAE, 2016)

O maracujazeiro no Brasil está em franca expansão no mercado das frutas, apresentando perspectivas promissoras para os produtores das mais diversas regiões que utilizam esse fruto para produção (MENDONÇA, 2011). O fruto do maracujazeiro é utilizado principalmente para o consumo in natura e fabricação de sucos podendo ser vendido no mercado interno e também exportado.

3.2. Importância socioeconômica do maracujazeiro-azedo

O cultivo do maracujá e de outras fruteiras tem grande importância social na geração de empregos no campo, no setor de venda de insumos, nas agroindústrias e nas cidades, além de ser importante opção de geração de renda para micro, pequenos, médios e grandes fruticultores. (FALEIRO et al., 2016). O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, em 2016 foram produzidas 1 milhão de toneladas, com produtividade média de 14 t/ha/ano as espécies com maior expressão comercial são a *Passiflora edulis* (maracujá-azedo) e a *Passiflora alata* (maracujá-doce). O maracujazeiro-azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado em decorrência da qualidade de seus frutos e do maior rendimento industrial. (FALEIRO et al., 2016).

De acordo com Sato et. al 2014, o cultivo dessa frutífera acaba sendo em sua grande maioria realizado por agricultores familiares, com mão-de-obra familiar e com recursos financeiros limitados e para que a implantação dessa cultura seja bem planejada é necessário buscar alternativas para se reduzir os prejuízos aos produtores como, por exemplo, manejo correto da área do pomar e utilização de mudas com qualidade.

Praticamente todo o maracujá produzido é consumido no Brasil. O brasileiro gosta do maracujá comercializado nas gôndolas dos mercados como fruta fresca e como sucos concentrados e prontos para beber e dezenas de outros produtos processados utilizando o maracujá como matéria-prima (FALEIRO, 2022). O maracujá-amarelo ou azedo é a variedade mais cultivada no Brasil e a que apresenta maior prestígio no comércio pela qualidade de seus frutos, representando 95% da cultura frutífera (DOS REIS et al., 2018). As principais regiões produtoras estão localizadas nas regiões semiáridas do nordeste, segundo dados do IBGE em 2021 os principais estados produtores foram Bahia e Ceará, regiões que apresentam condições adequadas para o cultivo, entretanto as águas utilizadas na irrigação normalmente possuem elevadas concentrações de sais, podendo limitar o crescimento e a produção da cultura, devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, a toxicidade iônica, os desequilíbrios nutricionais ou ambos, em razão da acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio; esse problema tem afetado aproximadamente 60 milhões de hectares de área irrigada no mundo provocando danos severos para a produção agrícola (OLIVEIRA et al., 2016; GADELHA et al., 2017; WANI et al., 2019).

3.3. Qualidade de água para o cultivo irrigado no semiárido

A escassez de água em todo o mundo faz com que o manejo da irrigação ganhe importância, na área agrônômica. A crescente demanda por alimentos e a pouca oferta de áreas agrícolas possibilita a utilização de solos com problemas de salinidade para a exploração agrícola. Os solos salinos podem ser encontrados geralmente em regiões áridas e semiáridas e apresentam condutividade elétrica (CE) com valores iguais ou superiores a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (HORIE et al., 2012).

A qualidade da água de irrigação na região semiárida é de crucial importância, sobretudo devido à sua escassez sendo o agricultor obrigado a utilizar águas com concentrações salinas elevadas representando risco para a produção agrícola das culturas uma vez que a salinidade dessas águas varia de 350 a 25.000 ppm de sólidos totais dissolvidos, ocorrendo predominância de cloretos de sódio e magnésio (REBOUÇAS & BRAGA, 2002).

Em certos casos essas águas promovem alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo, em proporções não favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento da maioria das culturas (ALENCAR et al., 2003). Silva Junior et al. (1999) também verificaram, avaliando a composição iônica do cristalino do Nordeste brasileiro

(estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará) predomínio de águas cloretadas sódicas, com alguma variação, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem. Estudos realizados por Dantas Neto et al. (2009) com o intuito de caracterizar as águas usadas para irrigação na sub bacia do rio Taperoá, PB, a partir de águas de diversas fontes, sendo 133 em açudes, 45 em poços amazonas, 12 em cacimbas e 9 em fontes de água corrente determinaram, de modo geral, elevadas concentrações de Na^+ predominando sobre o Cl^- , enquadrando-se nos parâmetros ligeiramente a moderado e severa restrição.

As águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte têm sua composição química afetada por outros fatores que não somente devido à lixiviação de sais do solo, cujos teores de sódio são, inicialmente, mais elevados que os de cloreto, aumentando gradativamente com o incremento da salinidade, porém a partir de certa concentração seu valor cai rapidamente ao mesmo tempo em que os teores de cálcio e magnésio aumentam. Com o aumento da salinidade, o sódio, o cálcio e o magnésio crescem simultaneamente e abaixo da linha de cloretos (SANTOS et al., 1984).

3.4. Salinidade e seus efeitos na agricultura

Em regiões semiáridas, a salinidade pode ser agravada por outros estresses ambientais, incluindo baixa disponibilidade de água, altas temperaturas e elevada evapotranspiração (VIÉGAS et al., 2001). O manejo inadequado da água de irrigação aliado ao uso intensivo de fertilizantes tem contribuído para o aumento de áreas agricultáveis com problemas de salinidade. Esse fato é particularmente importante nas regiões áridas e semiáridas, devido à escassez da precipitação pluvial e à alta demanda evaporativa, que dificultam a lixiviação dos sais localizados na camada arável do solo (CARNEIRO et al., 2002)

Os processos de salinização dos solos e das águas subterrâneas e superficiais vem se apresentado como problemas de degradação do meio ambiente, com o crescimento de seus impactos mais significativos observados nas áreas de regiões áridas e semiáridas em diversas partes do globo, causando problemas de grandes proporções na produtividade das culturas agrícolas (ZHAO et al., 2017). O uso da água salina na irrigação, quando não se aplica as técnicas adequadas de manejo, causa problemas nas plantas e/ou no solo, além de afetar os equipamentos de irrigação causando entupimentos. Em relação à planta, a salinidade afeta o crescimento em todos os estádios de desenvolvimento, todavia, a germinação, a emergência e

o crescimento inicial são as fases mais afetadas pela salinidade, na maioria das culturas agrícolas (ARAUJO et al., 2016).

Os principais danos causados pela salinidade nas plantas são o impedimento do crescimento, em virtude da redução na absorção de água causada pela redução do potencial osmótico da solução do solo, e o acúmulo de grandes quantidades de íons nos tecidos vegetais, promovendo a toxicidade iônica e o desequilíbrio nutricional (SOUSA et al., 2010). Na fisiologia, por exemplo, o estresse salino induz o fechamento estomático e, conseqüentemente, reduz a condutância estomática, com alterações na concentração intercelular de CO₂ na câmara subestomática (*C_i*) e causa redução da transpiração, o que resulta em diminuição da taxa fotossintética (ARIF et al., 2020).

De forma geral, a adaptação dos vegetais ao estresse salino consiste na habilidade que eles desenvolveram para evitar, por meio de respostas reguladoras, que excessivas quantidades de sais provenientes do substrato alcancem o protoplasma, e também de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). Contudo, nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos.

Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS & WESTCOT, 1999). Segundo Taiz e Zeiger (2017) as plantas de ambientes salinos podem ser divididas em dois grandes grupos de tolerância: halófitas - as que vivem em solos com alta concentração de sais, e glicófitas – as que apresentam menor resistência à salinidade.

3.4.1. Salinidade e seus efeito no maracujazeiro-azedo

A tolerância das plantas à salinidade depende, principalmente, de mecanismos de controle específicos do transporte dos sais, tais como: seletividade no processo de absorção pelas células das raízes; carregamento do xilema com K⁺ em detrimento do Na⁺; minimização da translocação dos íons Na⁺ e Cl⁻ para a parte aérea em crescimento; compartimentação de sais em excesso no vacúolo; e excreção de sais por estruturas especializadas (MUNNS et al., 2002).

Segundo Ayers & Westcot (1999), o maracujazeiro-azedo é considerado sensível à salinidade, ou seja, possui salinidade limiar de apenas 1,3 dS m⁻¹ para a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo o que possibilita o uso de água com no máximo 0,9 dS m⁻¹ de

condutividade elétrica. Mas, o nível de tolerância está atrelado a cultivar, as condições edafoclimáticas e de manejo.

No maracujazeiro amarelo, são relatados reflexos negativos decorrentes da irrigação de plantas com águas salinas como alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio nutricional, provocando a redução do seu crescimento e conseqüentemente, sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA et al., 2008; AHMED & MONTANI, 2010).

O aumento da condutividade elétrica do solo provocado pela salinidade da água de irrigação interfere negativamente na germinação de sementes, crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, determinando a necessidade de estudos que possam minimizar os efeitos deletérios da salinidade e, adicionalmente, substituir, parcial ou totalmente, o fornecimento salino a partir da adubação mineral (CAVALCANTE et al., 2001, 2002 e 2005).

O crescimento das plantas em geral inclusive do maracujazeiro-azedo, é bastante sensível ao excesso de sais durante a formação de mudas (NASCIMENTO et al., 2017).

Lima et al. (2021c) ao avaliarem o crescimento de cultivares de maracujazeiro sob irrigação com águas de diferentes níveis salinos (CEa: 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹), verificaram que a CEa a partir de 0,3 dS m⁻¹, reduziu de forma acentuada o crescimento em área foliar, sendo os decréscimos de 16,04% por aumento unitário da CEa, independente da cultivar estudada, aos 75 dias após a semeadura.

Lima et al. (2021a) em pesquisa os efeitos da irrigação com água de distintos níveis de CEa (CEa variando de 0,3 a 3,5 dS m⁻¹) na cultura do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1, também observaram que o incremento nos níveis de CEa a partir de 0,3 dS m⁻¹ proporcionou incremento no %EE das mudas, alcançando o valor máximo de 26,017% sob CEa de 3,5 dS m⁻¹, aos 60 dias após a semeadura.

3.5 Peróxido de hidrogênio como atenuante aos efeitos do estresse salino

As plantas estão adaptadas a conviverem com certos níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs), porém seu acúmulo nos tecidos pode levar à toxicidade e resultar na morte celular (FORMAN et al., 2010). O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é considerado a principal espécie reativa de oxigênio (ERO) encontrada no tecido vegetal. Devido as propriedades eletroquímicas da molécula, o H₂O₂ se difunde entre os compartimentos celulares, o que facilita sua função sinalizadora. Embora exista um crescente interesse em compreender os processos envolvidos na resposta ao estresse oxidativo, ainda não é possível afirmar quais são os níveis

críticos de EROs, principalmente do H_2O_2 , que levam à sinalização ou dano oxidativo (MILLER et al., 2010)

Diversos estudos têm evidenciado a atuação do H_2O_2 como uma molécula sinalizadora com múltiplas funções nas plantas (SILVA et al. 2019). A utilização de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) de forma exógena em quantidades pequenas nas plantas surge como uma alternativa promissora de aclimatação das plantas ao estresse salino (SILVA et al. 2016).

Silva et al. (2022) estudaram a aplicação de peróxido de hidrogênio em diferentes concentrações na cultura do pimentão 'All Big' e chegaram à conclusão de que nas concentrações de 15 e 30 μM houve uma redução o efeito deletério do estresse salino sobre a altura de plantas e área foliar.

Em trabalho realizado por Gondim et al. (2011) constataram que o pré-tratamento das plantas de milho por meio da pulverização com peróxido de hidrogênio induziu aclimatação das plantas ao estresse salino, revertendo parcialmente os efeitos deletérios da salinidade no crescimento. Carvalho et al. (2011) realizaram um experimento com plantas de arroz e concluíram a partir dos dados obtidos que baixas doses de H_2O_2 são suficientes para induzir os sistemas de defesa antioxidativos, de modo a minimizar os efeitos deletérios da salinidade.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2019) concluíram que a água de irrigação com condutividade elétrica acima $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente as trocas gasosas e que o crescimento do maracujá, a condutância estomática e a área foliar são as variáveis mais sensíveis a estresse salino; concluíram ainda que em relação ao nível de tolerância, o maracujá pode ser classificado como sensível à solução salina, com um limite de salinidade da água de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$. Ramos et al. (2022) observou que a irrigação com água salina reduz os teores de clorofila *a* e clorofila total de plantas de maracujá-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado, aos 240 dias após o transplante e que o peróxido de hidrogênio na concentração de 15 μM estimula a biossíntese da clorofila *a* e da clorofila total e, na concentração de 45 μM , alivia o efeito da salinidade da água a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ no vazamento de eletrólitos na lâmina foliar do maracujá azedo.

Andrade et al. (2019) investigaram o efeito da salinidade da água de irrigação ($0,7$ a $2,8 \text{ dS m}^{-1}$) e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio (0 a $60 \mu M$) na variedade de maracujá 'Guinezinho' e observaram maior número de folhas em plantas irrigadas com água com condutividade de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e sob aplicação de H_2O_2 de $40 \mu M$, com redução à medida que aumentava a salinidade da água de irrigação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

O experimento foi realizado durante o período de abril a junho de 2019, sob condições de casa de vegetação, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Pombal – PB (6° 48' 42'' S, 37° 56' 10'' W), e altitude média de 190 m. A região, segundo Köppen, possui clima do tipo BSh (quente e seco), cenário comum em regiões semiáridas. Os dados meteorológicos coletados durante a condução do experimento estão dispostos na Figura 1.

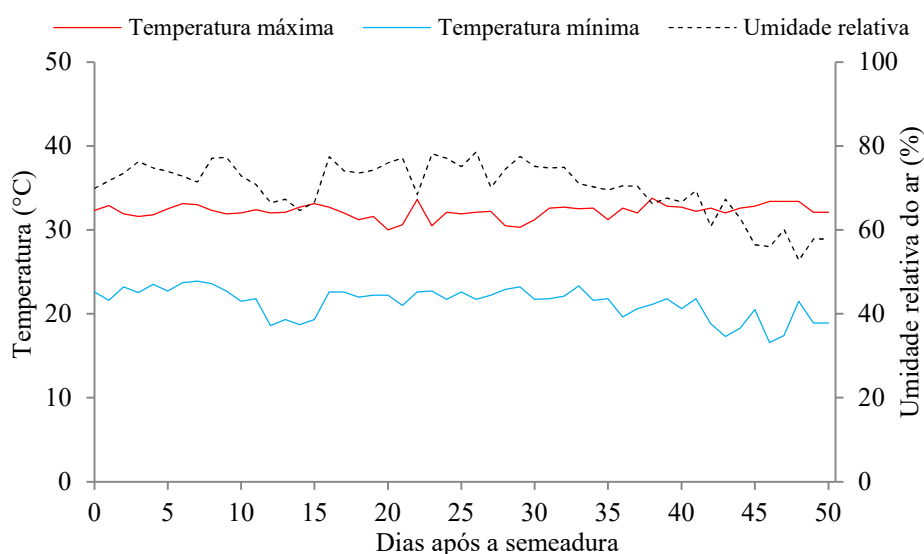


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento.

4.2. Tratamentos, delineamento estatístico e cultivar estudada

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 5×3 , onde os fatores são constituídos por cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) associados a três concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0; 15 e 30 μM). A combinação dos fatores resultou em 15 tratamentos, com três repetições e duas plantas por parcelas, totalizando 90 plantas. Os níveis de condutividades elétricas das águas foram definidos a partir do estudo desenvolvido por Andrade et al. (2019). Já as concentrações de peróxido de hidrogênio foram estabelecidas de acordo com Silva et al. (2019).

Utilizaram-se nesta pesquisa sementes do acesso de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*), tradicionalmente cultivado no município de Nova Floresta – PB; é conhecido

vulgarmente como ‘Guinezinho’ devido a pintas presentes na casca dos frutos semelhantes às existentes nas penas de uma ave conhecida como galinha guiné (MEDEIROS et al., 2016). Essas sementes foram oriundas de frutos de um pomar comercial, obtidas de plantas submetidas à seleção massal no município de Nova Floresta – PB, sendo a padronização de plantas baseadas no vigor e sanidade.

4.4. Instalação do experimento

Para a obtenção das mudas de maracujazeiro-azedo foram utilizadas sacolas de polietileno com dimensões de 15 × 30 cm, preenchidas com uma proporção de 2:1:1 (em base de volume) de um *Neossolo Regolítico (Psamments)* de textura franco-arenosa, areia e matéria orgânica (esterco bovino bem curtido), proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB, a 0-20 cm de profundidade. As sacolas foram distribuídas de forma equidistante, apoiadas em bancadas a uma altura de 0,80 m do solo. As características físicas e químicas de solo obtidas conforme a metodologia propostas por Teixeira et al. (2017) estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

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

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica; Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - 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; ^{1,2} referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

4.5. Adubação e manejo de irrigação

As adubações foram realizadas em cobertura, conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais, Neves e Barros (1991), colocando-se as quantidades de 100 e 300 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio e fósforo (P₂O₅), respectivamente, na forma de ureia e fosfato monoamônio (MAP); aplicado via água de irrigação, aos 15 e 30 dias após a semeadura (DAS). A adubação potássica foi parcelada em 2 aplicações (25 e 32 DAS) via fertigação, sendo

aplicado por sacola 150 mg de K₂O kg⁻¹ de solo, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio. Para atender à necessidade de micronutriente foram realizadas pulverizações foliar com solução contendo 1,5 g L⁻¹ de Ubyfol® [(N (15%); P₂O₅ (15%); K₂O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)] em intervalos de 10 dias, tendo início aos 15 DAS.

As águas de irrigação com as distintas naturezas catiônicas foram obtidas a partir da adição dos sais de cloreto de sódio (NaCl), cálcio (CaCl₂.2H₂O), e magnésio (MgCl₂.6H₂O), conforme os tratamentos pré-estabelecidos tomando-se, como base, a água proveniente do sistema de abastecimento local (Pombal-PB), cuja quantidade foi determinada considerando a relação entre a CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954), conforme a Eq. 1:

$$C = 640 \times CEa \dots\dots\dots(1)$$

Em que:

C = Concentração de sais a ser adicionado (mg L⁻¹);

CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹)

Antes da semeadura foi determinado o volume de água necessária para o solo atingir a capacidade de campo. Após o solo ser previamente elevado a capacidade de campo, realizou-se a semeadura colocando-se duas sementes de maracujazeiro por sacolas, a dois centímetros de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Dez dias após a semeadura (DAS) foi realizado um desbaste com a finalidade de manter apenas uma planta por sacola.

Após a semeadura, a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada sacola, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, cujo volume de água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

VI = Volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd = Volume de água drenado (mL) e

FL = fração de lixiviação de 0,15.

4.6. Preparo e aplicação de peróxido de hidrogênio

As soluções com concentrações desejadas foram preparadas através da diluição de H₂O₂ em água destilada; logo após a preparação foram armazenadas em um recipiente e ambiente escuro. As aplicações com H₂O₂ foram realizadas quinzenalmente de forma manual às 17:00 h,

pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas, de modo a se obter o molhamento completo das folhas, utilizando-se de um borrifador. Para evitar a deriva entre os distintos tratamentos, as plantas foram isoladas com estrutura plástica durante as pulverizações foliares. Durante o período de condução da pesquisa foi utilizado um volume médio de 51,63 mL de H₂O₂ por planta.

4.7. Variáveis analisadas

4.7.1 Crescimento

Aos 50 dias após semeadura foram mensuradas a altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF). A altura de plantas foi obtida tomando-se como referência a distância do colo da planta até a inserção do meristema apical (Figura 2A). O diâmetro de caule foi medido a 5 cm do colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital (Figura 2B). A área foliar foi obtida medindo-se o comprimento e a largura de todas as folhas das plantas conforme metodologia descrita por Cavalcante et al. (2002), conforme Eq 3:

$$AF = \sum 0,81 x \quad (3)$$

Em que:

AF - Área foliar (cm²) e

x - Produto do comprimento pela largura (cm²).



Figura 2. Avaliação de crescimento em diâmetro de caule (A) e altura de plantas (B) do maracujazeiro-azedo

A partir dos dados de AP e DC determinou-se as taxas de crescimento absoluto e relativo em diâmetro de caule (TCA_{DC}, TCR_{DC}) e altura de plantas (TCA_{AP}, TCR_{AP}). A taxa de crescimento absoluto e relativo em altura de plantas (TCA_{AP}, TCR_{AP}) e diâmetro de caule

(TCA_{DC}, TCR_{DC}) no período de 30 a 50 DAS foi obtida de acordo com Benincasa (2003), conforme Eq. 4 e 5:

$$TCA = \frac{A_2 - A_1}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

Em que:

TCA = taxa de crescimento absoluto;

A₂ = crescimento da planta no tempo t₂;

A₁ = crescimento da planta no tempo t₁;

t₂ - t₁ = diferença de tempo entre as avaliações

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (5)$$

Em que:

TCR = taxa de crescimento relativo;

A₂ = crescimento da planta no tempo t₂;

A₁ = crescimento da planta no tempo t₁;

t₂ - t₁ = diferença de tempo entre as avaliações; e

ln = logaritmo natural.

Aos 50 DAS as plantas foram cortadas rente à superfície do solo e separadas em folhas e caule e raízes para determinação do acúmulo de fitomassas secas. Posteriormente as distintas partes (folhas, caule e raízes) foram acondicionadas em saco de papel e postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, a temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante; em seguida, procedeu-se a pesagem desse material obtendo-se a fitomassa de folhas (FSF), caule (FSC), raízes (FSR) das plantas.

4.7.2 Trocas gasosas e extravasamento de eletrólitos

Aos 50 DAS, foram realizadas avaliações de trocas gasosas através da concentração interna de CO₂ - *C_i* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), condutância estomática - *g_s* (mol H₂O m⁻² s⁻¹), transpiração - *E* (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e taxa de assimilação de CO₂ - *A* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) usando-se um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gas Analyser, modelo LCpro - SD, da ADC Bioscientific, UK), sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 1.200 μmol m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 mL min⁻¹. As leituras foram realizadas entre 7 e 10 h da manhã, utilizando-se como critério a terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical.

Na determinação do extravasamento de eletrólitos (%EE), foram coletados, na 3ª folha do ápice caulinar, 8 discos foliares de 113 mm² de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos às folhas, os quais foram acondicionados em beakers, com 50 mL de água bidestilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beakers foram mantidos em temperatura de 25 °C, por 90 minutos e procedida a condutividade elétrica inicial (Ci); posteriormente, os beakers foram conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar e submetidas à temperatura de 80 °C, durante 90 minutos, quando então foi procedida novamente a mensuração da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o percentual de dano na membrana celular foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), conforme Eq. 6:

$$\%EE = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

em que:

%EE = extravasamento de eletrólitos (%);

Ci = condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹);

4.8. Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativos, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de CEa e teste de Tukey para as concentrações de peróxido de hidrogênio a 0,05 e 0,01 de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos níveis salinos sobre o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (%EE), a transpiração (*E*), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) das mudas de maracujazeiro-azedo (Tabela 2). As concentrações de H₂O₂ influenciaram de forma significativa apenas a condutância estomática (*gs*) e altura de plantas (AP). Já a interação entre os fatores (NS × H₂O₂) promoveu efeito significativo sobre a *gs*, *E*, *A*, AP e AF das mudas de maracujazeiro-azedo, aos 50 dias após a semeadura (DAS).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para extravasamento de eletrólitos (%EE), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar de mudas maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’ irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		%EE	<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	AP	DC	AF
Níveis salinos (NS)	4	4,678*	0,002 ^{ns}	0,409**	2,387 ^{ns}	2035,7**	0,435*	39388**
Regressão Linear	1	15,60*	0,001 ^{ns}	0,04 ^{ns}	3,51 ^{ns}	6777,34**	0,71*	5888,33**
Regressão Quadrática	1	2,58 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,13 ^{ns}	2,53 ^{ns}	458,13*	0,13 ^{ns}	888,33 ^{ns}
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	2	0,912 ^{ns}	0,005**	0,256 ^{ns}	3,218 ^{ns}	1152,6**	0,357 ^{ns}	4653 ^{ns}
Regressão Linear	1	15,600**	0,002 ^{ns}	0,044 ^{ns}	3,516 ^{ns}	6777,3**	0,715*	6647 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	2,586 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,133 ^{ns}	2,534 ^{ns}	458,65**	0,133 ^{ns}	147036**
Interação (NS × H ₂ O ₂)	8	2,317 ^{ns}	0,003**	0,249*	5,723**	437,16**	0,296 ^{ns}	45838**
Blocos	2	2,317 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,234 ^{ns}	0,328 ^{ns}	8,549 ^{ns}	0,225 ^{ns}	7196 ^{ns}
CV (%)		15,40	16,55	12,22	12,36	12,19	9,13	11,16

^{ns}, **, * Respectivamente, não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$

A salinidade da água elevou o extravasamento no limbo foliar das plantas de maracujazeiro-azedo (Figura 3A), cujo acréscimo foi de 7,69% por incremento unitário da CEa. Nota-se aumento no %EE de 24,05%, ao comparar as plantas submetidas a CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação as que receberam água de 0,3 dS m⁻¹. O aumento do extravasamento de eletrólitos no limbo foliar pode estar relacionado à maior fluidez da membrana em decorrência de injúrias, ocasionada pelo estresse salino (BEN-AMOR et al., 2006). Lima et al. (2021a) em pesquisa os efeitos da irrigação com água de distintos níveis de CEa (CEa variando de 0,3 a 3,5 dS m⁻¹) na cultura do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1, também observaram que o incremento nos níveis de CEa a partir de 0,3 dS m⁻¹ proporcionou incremento no %EE das mudas, alcançando o valor máximo de 26,017% sob CEa de 3,5 dS m⁻¹, aos 60 dias após a semeadura. De acordo com estes

autores o aumento do extravasamento de eletrólitos pode ser um indicativo do efluxo de K^+ , que é abundante nas células vegetais, induzindo a peroxidação lipídica causada por espécies reativas de oxigênio (HNILICKOVÁ et al., 2019).

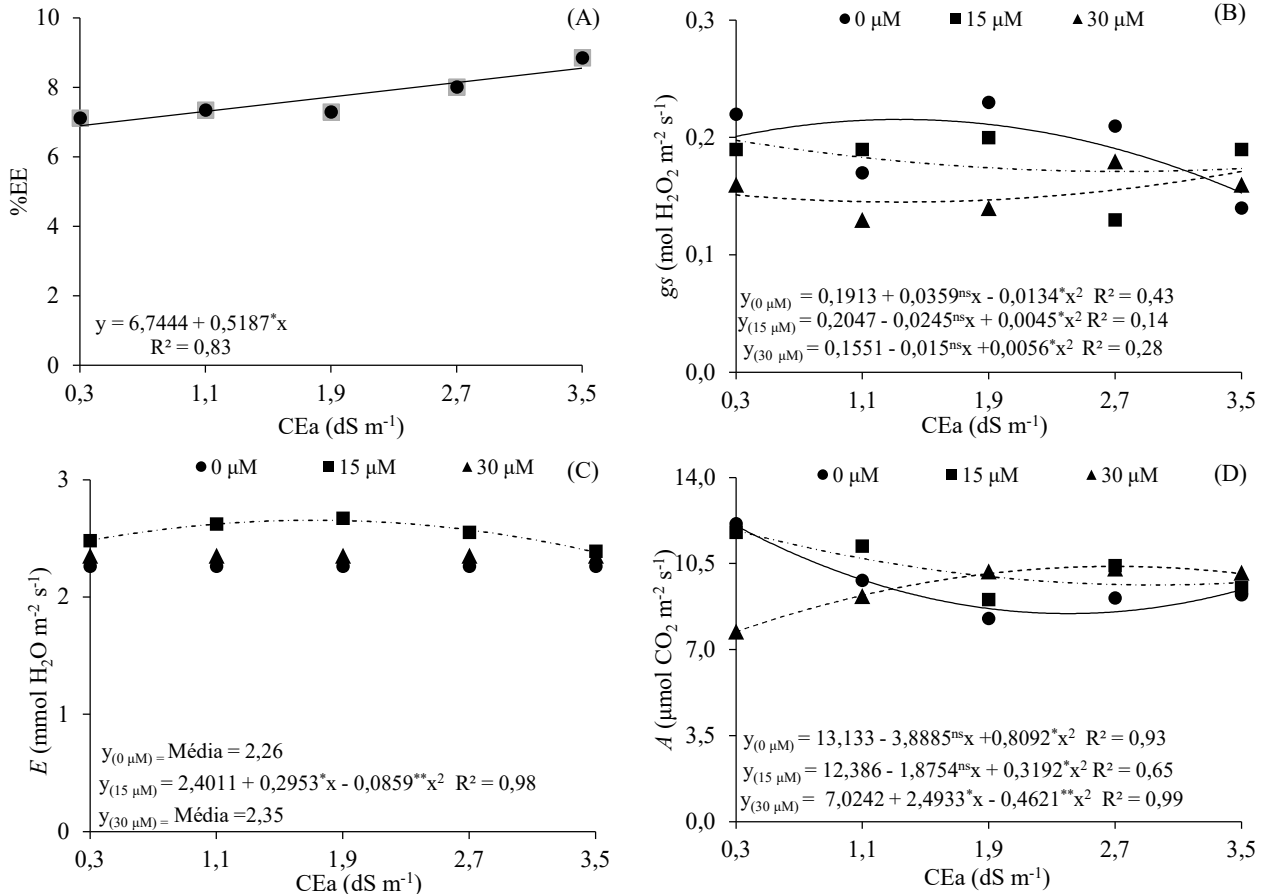


Figura 3. Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar - %EE (A), condutância estomática – gs (B), transpiração – E (C) e taxa de assimilação de CO₂ – A (D) das mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂, aos 50 dias após a semeadura

A condutância estomática das mudas de maracujazeiro-azedo foi afetada significativamente pela interação entre os fatores (NS × H₂O₂) e pelas equações de regressão (Figura 3B), constata-se que a aplicação foliar de H₂O₂ nas concentrações de 0, 15 e 30 µM proporcionaram os valores máximos de 0,215; 0,197 e 0,171 mol H₂O₂ m⁻² s⁻¹ sob salinidade da água de 1,4; 0,3 e 3,5 dS m⁻¹. Ao comparar a gs das plantas cultivadas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação as que receberam 0,3 dS m⁻¹, observa-se diminuição de 0,048 e 0,023 mol H₂O₂ m⁻² s⁻¹ sob aplicação foliar de 0 e 15 µM de H₂O₂. Já sob aplicação de 15 µM de H₂O₂ houve um incremento na gs de 0,0200 mol H₂O₂ m⁻² s⁻¹ entre as plantas cultivadas sob CEa de 0,3 e 3,5 dS m⁻¹. As plantas cultivadas sob estresse salino fecham os estômatos como estratégia para

aumentar a resistência estomática ao fluxo de vapor d'água das folhas para a atmosfera, a fim de manter o potencial hídrico nas folhas e evitar a desidratação das plantas. células guarda, o que resulta em restrição do fluxo normal de CO₂ em direção ao local de carboxilação (LIMA et al., 2020). Os altos teores de sais ocasionam efeitos deletérios na abertura estomática, devido ao aumento da resistência à difusão de CO₂ decorrente da redução da abertura estomática, ou limitações por inibição do metabolismo em reações bioquímicas (RAMOS et al., 2021). Lima et al. (2020), avaliando os efeitos do estresse salino em mudas de maracujazeiro-azedo, verificaram que a salinidade da água a partir de 0,3 dS m⁻¹ interfere de forma negativa na condutância estomática das plantas, aos 40 dias após a semeadura.

Para a transpiração foliar (Figura 3C), observa-se que os dados obtidos nas plantas submetidas nas concentrações de H₂O₂ de 0 e de 30 µM não se ajustaram satisfatoriamente aos modelos de regressão testados, cujos valores médios foram de 2,26 e 2,35 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, respectivamente. Já as plantas submetidas a aplicação foliar de 15 µM de H₂O₂ alcançaram o valor máximo estimado de 2,654 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ sob CEa de 1,7 dS m⁻¹. Tal fato, pode estar relacionado com eficiência de aplicação do produto na aclimação das plantas ao estresse salino. Ressalta-se ainda, que o H₂O₂ funciona como uma molécula sinalizadora em plantas sob condições de estresses bióticos e abióticos (PETROV & BREUSEGEM, 2012).

Para a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de maracujazeiro-azedo (Figura 4D) observa-se que a aplicação foliar de 0, 15 e 30 µM proporcionou os valores máximos estimados de 12,03; 11,84 e 10,38 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹, sob irrigação com CEa de 0,3; 0,3 e 2,7 dS m⁻¹, respectivamente. Por outro lado, os valores mínimos estimados (8,47; 9,62 e 7,73 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) foram alcançados nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 2,6; 3,0 e 0,3 dS m⁻¹, respectivamente. De acordo com Silva et al. (2013) relatam ainda que as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condições de estresse salino. Já Gondim et al. (2011) afirmam que a indução das plantas pela aplicação foliar de H₂O₂ é resultado do acúmulo de proteínas solúveis, carboidratos solúveis e NO³⁻ bem como seu papel na redução dos teores de Na⁺ e Cl⁻ nas células.

A altura de plantas do maracujazeiro-azedo reduziu linearmente com o incremento nos níveis de condutividade elétrica da água e aplicação foliar de 0, 15 e 30 µM (Figura 4A), sendo os decréscimos de 15,76; 16,40 e 12,79% por aumento unitário da CEa. Ao comparar a AP das plantas cultivadas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação as que receberam 0,3 dS m⁻¹, verifica-se redução de 52,94; 55,21 e 60,80%, respectivamente, sob a aplicação foliar de 0, 15 e 30 µM de

H₂O₂. No entanto, quando se aplicou a concentração de peróxido de hidrogênio de 30 μM percebe-se que houve redução do efeito deletério do estresse salino no crescimento em altura de plantas.

A utilização do peróxido de hidrogênio pode induzir tolerância as plantas quando aplicado em baixa concentração, reduzindo os teores de Na⁺ e Cl⁻, considerados tóxicos as plantas e acumulando proteínas e carboidratos solúveis, além de NO₃⁻ (GONDIM et al., 2011). Silva et al. (2019) em estudo com o maracujazeiro-azedo Guinezinho sob irrigação com águas salinas (CEa variando de 0,7 a 2,8 dS m⁻¹), verificaram que o incremento nos níveis de CEa a partir de 0,7 dS m⁻¹ reduziu o crescimento em altura de plantas, aos 45 DAS. Por outro lado, nesse mesmo estudo, os autores constataram que a aplicação foliar de H₂O₂ em concentração superior a 75 μM reduziu de forma acentuada o crescimento em AP do maracujazeiro-azedo, aos 60 DAS.

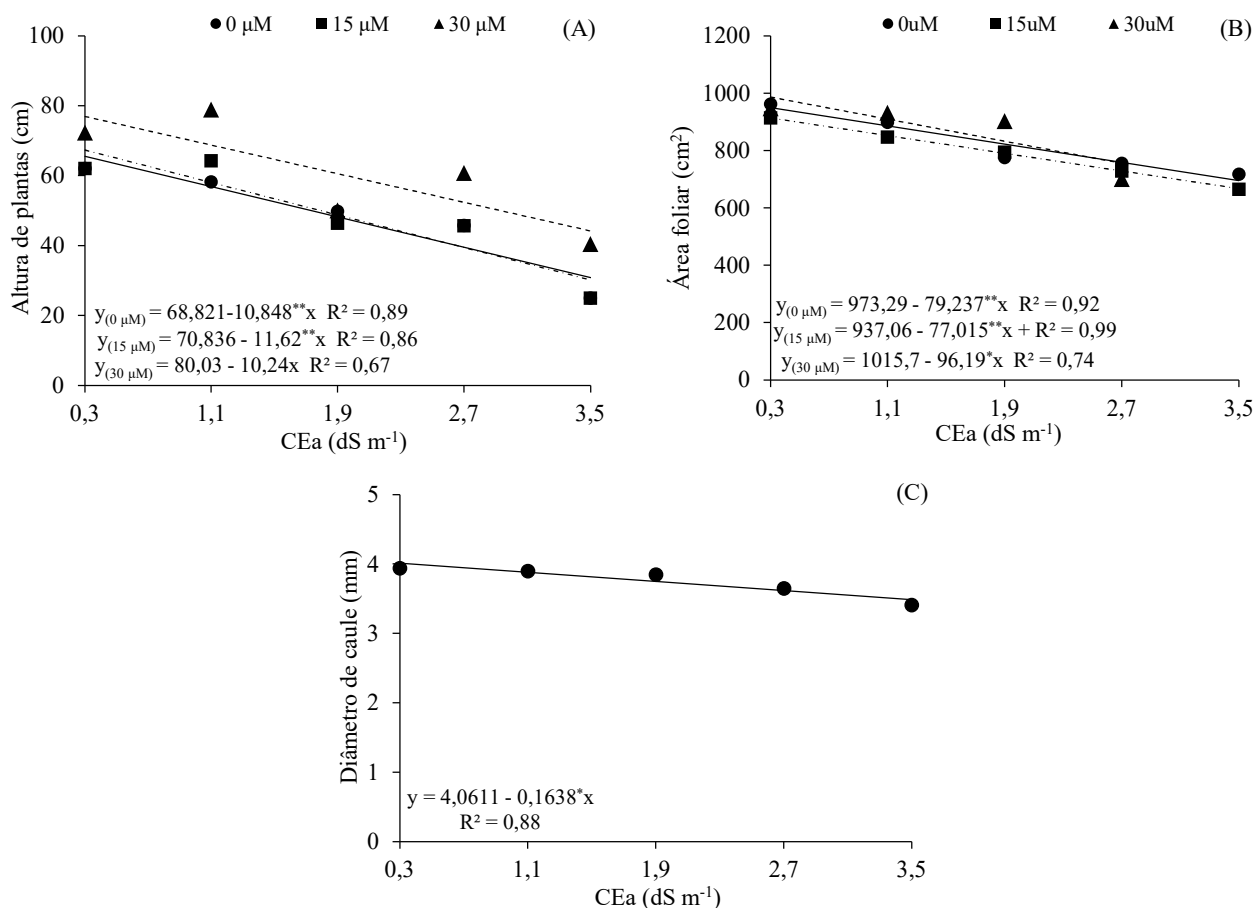


Figura 4. Altura de plantas – AP (A), área foliar – AF (B) das mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ e diâmetro do caule – DC (C) em função dos níveis de CEa, aos 50 dias após a semeadura

A área foliar das plantas de maracujazeiro-azedo também reduziu de forma linear com o aumento nos níveis de CEa (Figura 4C), cujos decréscimos foram de 8,14; 8,21 e 9,47% por incremento unitário da condutividade elétrica da água. Comprando-se em termos relativos, verifica-se que a irrigação com água de 3,5 dS m⁻¹ reduziu a área foliar em 26,70; 26,96 e 31,19% em relação as plantas cultivadas sob CEa de 0,3 dS m⁻¹. A inibição do crescimento em área foliar das plantas de maracujazeiro-azedo destaca-se como mecanismo de tolerância para redução das perdas de águas para atmosfera. O excesso de sais na água e/ou no solo, independente da natureza dos cátions dificulta a entrada de água nas células vegetais em razão da diminuição do potencial osmótico e ocasiona alterações na capacidade fotossintética e como consequência ocorre inibição do crescimento das plantas (LIMA et al., 2021b).

Lima et al. (2021c) ao avaliarem o crescimento de cultivares de maracujazeiro sob irrigação com águas de diferentes níveis salinos (CEa: 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹), verificaram que a CEa a partir de 0,3 dS m⁻¹, reduziu de forma acentuada o crescimento em área foliar, sendo os decréscimos de 16,04% por aumento unitário da CEa, independente da cultivar estudada, aos 75 dias após a semeadura.

O aumento da salinidade da água reduziu linearmente o crescimento em diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro-azedo (Figura 4C), sendo o decréscimo de 4,03% por incremento unitário da CEa. Ao comparar o DC das plantas submetidas a salinidade da água de 3,5 dS m⁻¹ em relação as cultivadas sob CEa de 0,3 dS m⁻¹, verifica-se diminuição de 13,06% (0,524 mm). A inibição no crescimento em diâmetro do caule também é reflexo das alterações no potencial hídrico do solo ocasionado pelo excesso de sais, o que restringe a absorção de água, diminuindo a pressão de turgescência e a atividade celular das plantas, por inibir a expansão e o alongamento celular (XAVIER et al., 2022).

Houve efeito significativo dos níveis salinos (NS) sobre as taxas de crescimento absoluto (TCA_{AP}) e relativo em altura de plantas (TCR_{AP}), taxa de crescimento absoluto (TCA_{DC}) e relativo para diâmetro do caule (TCR_{DC}) e fitomassa seca de caule (FSC) das plantas de maracujazeiro-azedo (Tabela 3). As concentrações de peróxido influenciaram de forma significativa a taxa de crescimento absoluto (TCA_{AP}) e relativo em altura das plantas (TCR_{AP}), e taxa de crescimento absoluto do caule (TCA_{DC}), fitomassa seca do caule (FSC) e seca de raiz (FSR). Houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS × H₂O₂) sobre as variáveis TCR_{AP}, TCA_{AP}, TCA_{DC}, FSF, FSC das plantas de maracujazeiro-azedo (Tabela 3).

Tabela 3: Resumos da análise de variância para taxa de crescimento absoluto e relativo para altura de plantas (TCA_{AP} , TCR_{AP}), taxa de crescimento absoluto e relativo em diâmetro do caule (TCA_{DC} , TCR_{DC}), no período de 30 – 50 dias após a semeadura e fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC) e fitomassa seca da raiz (FSR) de mudas maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		TCR_{AP}	TCR_{DC}	TCA_{AP}	TCA_{DC}	FSF	FSC	FSR
Níveis salinos (NS)	4	0,900*	0,305*	4,991**	0,0001 ^{ns}	0,333 ^{ns}	0,537**	0,006 ^{ns}
Regressão Linear	1	3,26**	0,053*	16,94**	0,001 ^{ns}	1,07*	1,90**	0,001 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,01 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,14*	0,00003 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Peróxido de hidrogênio (H_2O_2)	2	0,563*	0,024 ^{ns}	2,881**	0,001*	0,477 ^{ns}	0,158*	0,019**
Regressão Linear	1	3,268*	0,053*	16,943**	0,002*	1,075*	1,904**	0,002 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,019 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,144**	0,000 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,021**
Interação (NS × H_2O_2)	8	0,217*	0,018 ^{ns}	1,061**	0,001*	0,596**	0,194**	0,005 ^{ns}
Blocos	2	0,006 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,004 ^{ns}
CV (%)		3,72	7,28	15,06	21,09	20,99	20,95	18,05

ns, **, * Respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$.

A taxa de crescimento absoluto em altura de plantas de maracujazeiro-azedo também foi reduzida pela salinidade da água de irrigação (Figura 5A), obtendo-se os valores máximos estimados de 3,341; 2,588 e 3,438 $cm\ dia^{-1}$, sob aplicação foliar de 0, 15 e 30 μM de H_2O_2 e CEa de 0,3 $dS\ m^{-1}$. Ao comparar a TCA_{AP} das plantas cultivadas sob CEa de 3,5 $dS\ m^{-1}$ em relação as submetidas ao menor nível salino da água (0,3 $dS\ m^{-1}$), nota-se diminuição de 2,60; 1,81 e 0,78 $cm\ dia^{-1}$, respectivamente, sob aplicação foliar de 0, 15 e 30 μM de H_2O_2 . A taxa de crescimento relativo em altura de plantas do maracujazeiro-azedo (Figura 5B) foi inibida pelo o incremento nos níveis de condutividade elétrica da água, sendo os decréscimos de 8,53% por aumento unitário da CEa, nas plantas que receberam a concentração de 0 μM de H_2O_2 . Já as plantas submetidas as concentrações de 15 e 30 μM de H_2O_2 os dados se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 5B), sendo os valores máximos estimados de 4,015 e 4,280 $cm\ dia^{-1}$, obtidos sob CEa de 0,7 e 0,3 $dS\ m^{-1}$.

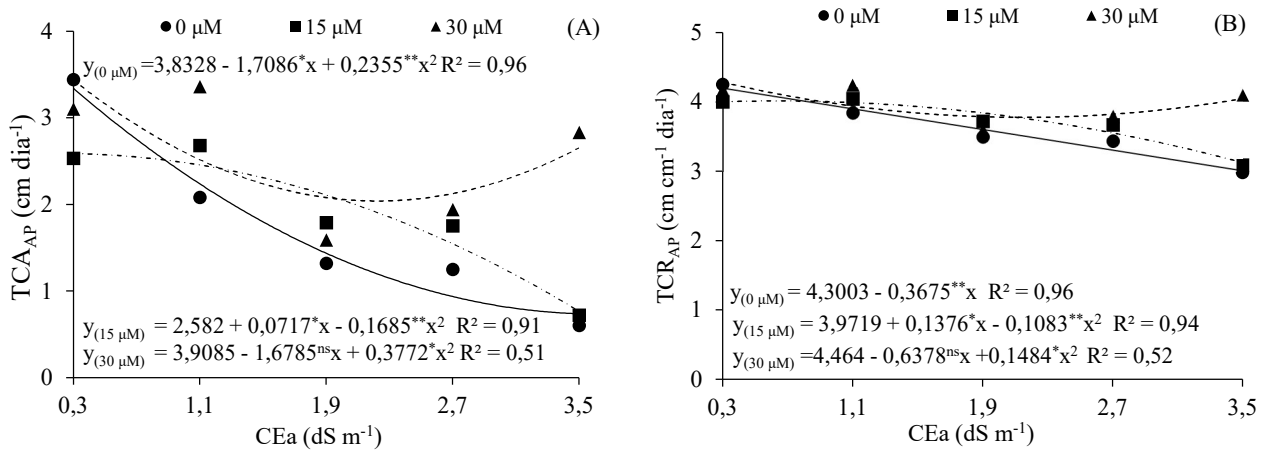


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto - TCA_{AP} (A) e relativo em altura de plantas - TCR_{AP} (B) de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂, no período de 30-50 dias após a semeadura

Para a taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule (Figura 6A), verifica-se que os dados das plantas submetidas a concentração 0 μM de H₂O₂ não se ajustaram satisfatoriamente aos modelos de regressão testado, obtendo-se um valor médio de 0,087 mm dia⁻¹. Já as plantas cultivadas sob aplicação foliar de 15 e 30 μM de H₂O₂ os dados se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 6A), sendo os valores máximos estimados de 0,1277 e 0,090 mm dia⁻¹, respectivamente, nas plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Nota-se ao comparar a TCA_{DC} das plantas cultivadas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação as submetidas a salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹, redução de 0,0567 e 0,067 mm dia⁻¹. O aumento na salinidade do solo e/ou da água diminui a disponibilidade de água para as plantas em função dos efeitos osmóticos e iônicos, exigindo maior gasto de energia metabólica na tentativa de maximizar a absorção de água e nutrientes, contudo, ocorre inibição do crescimento vegetativo das plantas (ANDRADE et al., 2019), situação que pode ter ocorrido com as mudas maracujazeiro-azedo no presente estudo.

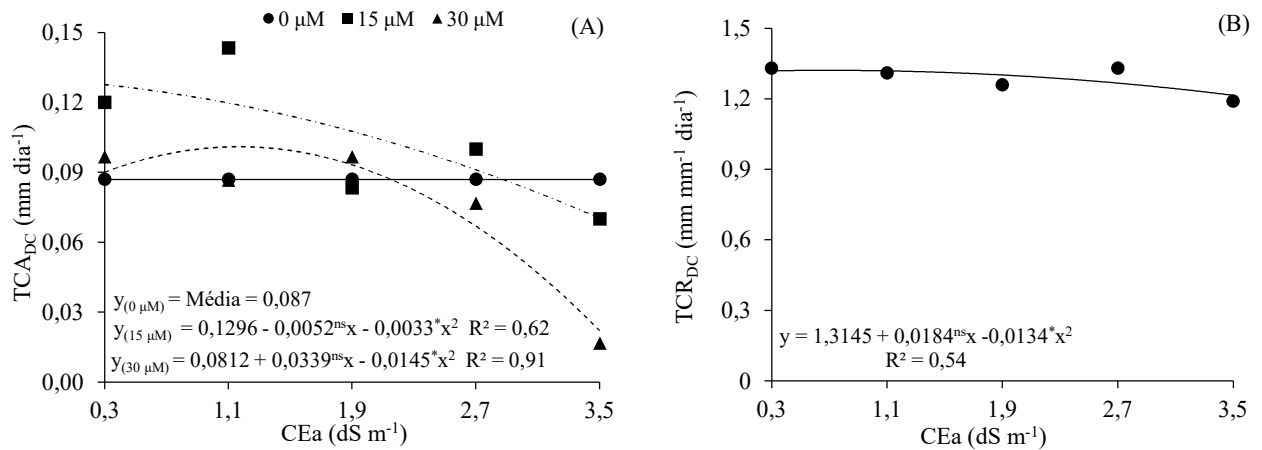


Figura 6. Taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule – TCA_{DC} (A) de mudas de maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ e taxa de crescimento relativo em diâmetro de caule – TCR_{DC} (B), em função dos níveis de CEa, no período de 10 - 50 dias após a semeadura

A taxa de crescimento relativo em diâmetro de caule das mudas de maracujazeiro-azedo foi inibida pelo aumento nos níveis de condutividade elétrica da água (Figura 6B). Verifica-se que o valor máximo estimado (1,3208 mm dia⁻¹) foi alcançado nas plantas cultivadas sob CEa de 0,7 dS m⁻¹. A partir deste nível salino da água ocorreu redução na TCR_{DC} das mudas de maracujazeiro-azedo, obtendo-se valor mínimo estimado de 1,214 mm dia⁻¹ sob CEa de 3,5 dS m⁻¹. A redução no crescimento das plantas pela salinidade é reflexo do excesso de sais que interfere no processo de água de água e nutrientes e por conseguinte na divisão e expansão celular, diminuindo a pressão de turgescência da célula e o crescimento das plantas. Andrade et al. (2019), em estudo com o maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’ sob irrigação com água salina (CEa: 0,7 a 2,8 dS m⁻¹), também observaram que o aumento da salinidade da água a partir de 0,7 dS m⁻¹ inibiu a taxa de crescimento relativo em diâmetro de caule do maracujazeiro-azedo, no período de 8-105 dias após o transplantio.

A fitomassa seca de folhas das mudas de maracujazeiro-azedo foi afetada negativa pelo incremento nos níveis de condutividade elétrica da água e através das equações de regressão (Figura 7A), constata-se que os valores máximos estimados de 2,22; 2,38 e 2,36 dS m⁻¹ foram obtidos nas plantas irrigadas com CEa de 0,3 e sob aplicação foliar de 0, 15 e 30 μM de H₂O₂. Comparando-se o acúmulo de FSF das plantas cultivadas sob CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação as que foram irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹, nota-se redução de 1,43; 0,54 e 0,48 g por planta. A redução no acúmulo de fitomassa seca de folhas pelas plantas de maracujazeiro-azedo

também estar relacionado ao efeito osmótico provocado pelas altas concentrações de sais na zona radicular, promovendo alterações na homeostase iônica e osmótica, causando desta forma redução do crescimento e consequentemente, do acúmulo de fitomassa (LIMA et al., 2021b).

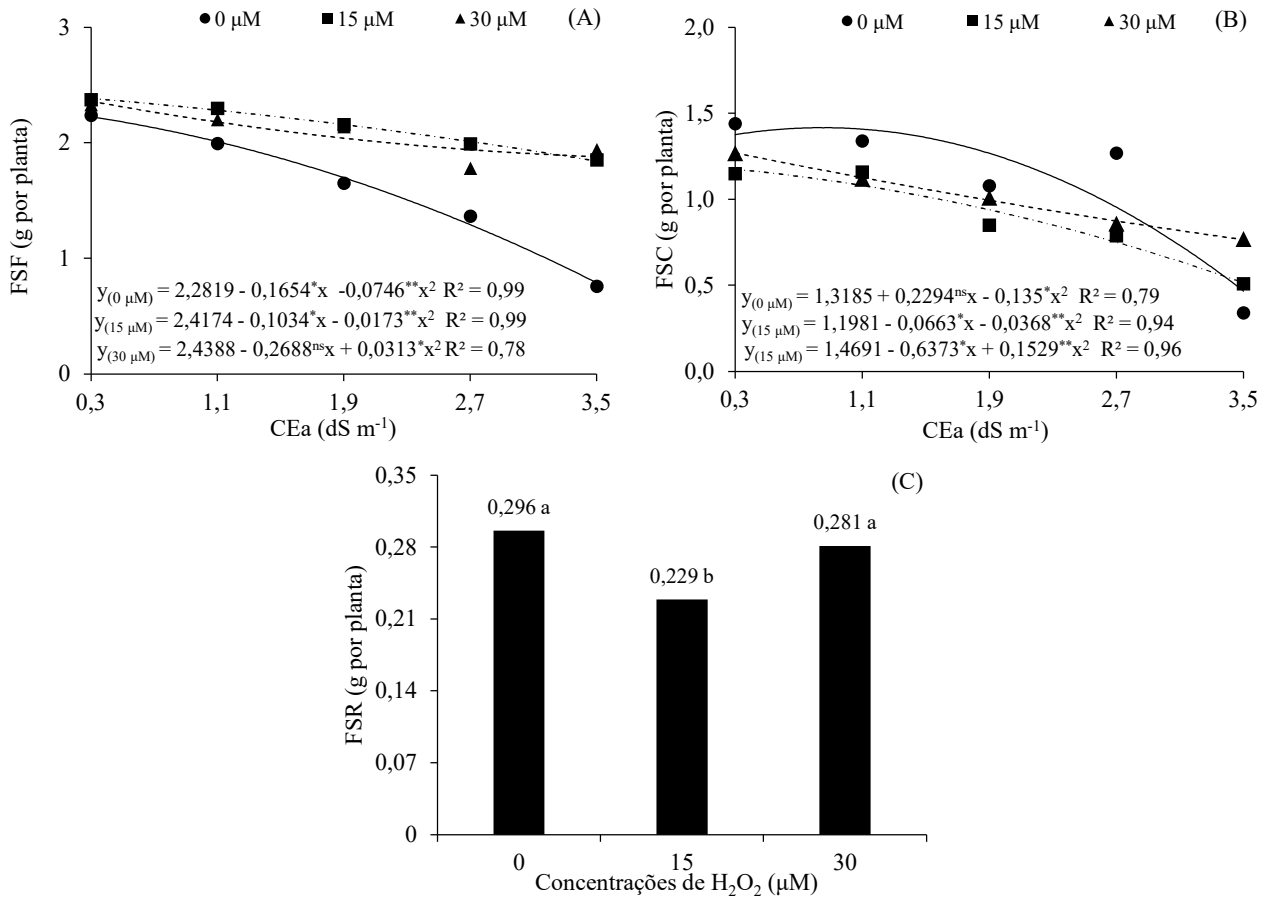


Figura 7. Fitomassa seca de folhas – FSF (A), e de caule – FSC (B) de mudas de maracujazeiro-azedo, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ e fitomassa seca de raiz – FSR (C), em função das concentrações de H₂O₂, aos 50 dias após a semeadura

Com relação a fitomassa seca de caule (Figura 7B), verifica-se que a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio em concentrações de 0, 15 e 30 µM proporcionaram os valores máximos de 1,37; 1,17 e 1,29 g por planta sob irrigação com água de condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹. Já os menores valores de FSC das mudas de maracujazeiro-azedo (0,46; 0,51 e 1,11 g por planta) foram obtidos sob CEa de 3,5 dS m⁻¹, nas concentrações de H₂O₂ de 0, 15 e 30 µM. A partir do acúmulo de FSC (Figura 7B) pode-se inferir que o efeito mitigador do H₂O₂ durante a formação de mudas de maracujazeiro-azedo depende de sua concentração e do nível de condutividade elétrica da água de irrigação. A aplicação do H₂O₂ em baixas concentrações, pode induzir os sistemas de defesa antioxidativos, que permitem a tolerância das plantas a

diferentes tipos de estresse (TERZI et al., 2014). Andrade et al. (2022) em estudo com o maracujazeiro-azedo ‘Guinezinho’ irrigado com águas de distintos níveis de CEa (0,7 a 2,8 dS m⁻¹), observaram que a salinidade da água a partir de 0,7 dS m⁻¹ inibiu a formação de fitomassa de caule nas plantas, com decréscimos de 32,87% entre as plantas cultivadas sob CEa de 2,8 e 0,7 dS m⁻¹, aos 205 dias após o transplantio.

Quanto a FSR (Figura 7C), que não houve diferenças significativas entre as plantas submetidas as concentrações de 0 e 30 µM de H₂O₂. Contudo, ao comparar as plantas que receberam 0 e 30 µM de H₂O₂ verifica-se superioridade na FSR em relação as que receberam a aplicação foliar de 15 µM. O aumento no acúmulo de fitomassa seca de raiz pode ser explicado pelo incremento na síntese de proteínas, carboidratos solúveis e NO₃⁻, que proporciona maior absorção de água e nutrientes, bem como, a redução dos teores de íons tóxicos (Na⁺ e Cl⁻), que ocorre pela atuação preponderante do H₂O₂ nas vias de sinalização do estresse (LIU et al., 2020).

6. CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ aumenta o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar e reduz o crescimento em diâmetro de caule das mudas de maracujazeiro-azedo, aos 50 dias após a semeadura.

A aplicação foliar de $15 \text{ }\mu\text{M}$ peróxido de hidrogênio reduz os efeitos do estresse salino sobre a condutância estomática, altura de plantas e área foliar do maracujazeiro-azedo, aos 50 dias após a semeadura.

Peróxido de hidrogênio em concentração de até $30 \text{ }\mu\text{M}$ aumenta a taxa de crescimento absoluto e relativo em altura de plantas de maracujazeiro-azedo, no período de 30 – 50 dias após o transplântio.

Há aumento no acúmulo de fitomassas seca de folhas de mudas de maracujazeiro-azedo com aplicação de peróxido de hidrogênio em concentrações de 15 e $30 \text{ }\mu\text{M}$ e de fitomassa seca de raiz sob aplicação de $30 \text{ }\mu\text{M}$, aos 50 dias após a semeadura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, B. A. E.; MORITANI, I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. **Agricultural Water Management** v.97, n.1, p. 165-170, 2010.

ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F. DE; HOLANDA, J. S.; PORTO, V. C.; FERREIRA NETO, N. M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.221-226, 2003.

ALHARBY, H. F.; COLMER, T. D.; BARRETT-LENNARD, E. G. Salinization of the soil solution decreases the further accumulation of salt in the root zone of the halophyte *Atriplex nummularia* Lindl. Growing above shallow saline groundwater. **Plant Cell Environ**, v.41, n.1, p.99-110, 2018.

ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. de; LIMA, V. L. A. de; SILVA, S. S. da; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. da. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.945-951, 2019.

ANDRADE, EMG et al. Trocas gasosas e crescimento do maracujazeiro sob irrigação com água salina e aplicação de H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23: 945-951, 2019.

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11 n. 2, p. 462-471, 2016.

ARIF Y., SINGH P., SIDDIQUI H., BAJGUZ A., HAYAT S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.156, n.1, p. 64-77, 2020.

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

AZEVEDO, P. R. L.; BEZERRA, D. E. L.; SOUTO, F. M.; BITU, S. G.; PEREIRA JUNIOR, E. B. Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Agroecologia no Semiárido**, v.1, p.1-12, 2018.

BAATH, G. S.; SHUKLA, M. K.; BOSLAND, P. W.; STEINER, R. L.; WALKER, S. J. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annuum*. **Agricultural Water Management**, v.179, n.1, p.246-253, 2017.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

CARNEIRO, P.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L. Germination and initial growth of precocious dwarf cashew genotypes under saline conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. v.6, n.2, p.199-206, 2002.

CARVALHO, F. E. L.; LOBO, A. K. M.; BONIFACIO, A.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.416-423, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*) ao manejo e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v. 23, n. 1/2, p. 27-33. 2002.

CAVALCANTE, L. F.; CARVALHO, S. D.; LIMA, E. D.; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, D. A. Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.455-459, 2001.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; OLIVEIRA, F. A. DE; GONDIM, S C.; ARAÚJO, F A. R. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.515-519, 2005.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FILHO, J. C. F.; LIMA, E. M. E CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 748-751, 2002.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p. 905-914, 2011.

DANTAS NETO, J.; BARRETO, J. F.; FARIAS, S. A. R.; CHAVES, L. H. G. Qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá, para fins de irrigação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.9, n.2, p.138-144, 2009.

FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., FABIO GELAPE FALEIRO, C. P. A. C., & JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2016 p. 17-19.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A, M.; JESUS, O. N.; MACHADO, C. F. **MARACUJÁ *Passiflora spp.*** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017. 3p.

FALEIRO, F. G.; ROCHA, F. E. C.; GONTIJO, G. M.; ROCHA, L. C. T. ed. **Maracujá: Prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias**. Brasília, DF. 2019. v. 2, 275 p.

FALEIRO, F.G.; **Maracujá fruta nativa do Brasil para o mundo**. Anuário HF 2022. Embrapa. 80p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.6, p.529-535, 2019.

FIGUEIREDO, D. A. F.; PORDEUS, L. C. M.; PAULO, L. L.; BRAGA, R. M.; FONSÊCA, D.V.; SOUSA, B. S.; COSTA, M.J.C.; GONÇALVES, M.C. R.; OLIVEIRA, K. H. D. 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.

FORMAN, H. J.; MAIORINO, M.; URSINI, F. Signaling functions of reactive oxygen species. **Biochemistry**, v.49, n.1, p.835-842, 2010.

GADELHA, C.G.; MIRANDA, R. DE S.; ALENCAR, N.L.M.; COSTA, J.H.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. 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.5, p. 69-79, 2017.

GONDIM, F. A.; GOMES FILHO, E.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 373-381, 2011.

HNILICKOVÁ, H.; HNILICKA, F.; ORSÁK, M.; HEJNÁK, V. Effect of salt stress on growth, electrolyte leakage, Na⁺ and K⁺ content in selected plant species. **Plant, Soil and Environment**, v.65, n.2, p.90-96, 2019.

HORIE, T. *et al* Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: an overview with the central focus on rice plants. **Rice**, v. 5, n. 11, p. 1-18, 2012.

HUSSAIN, R. A.; AHMAD, R.; WARAICH, E. A.; NAWAZ, F. Nutrient uptake, water relations, and yield performance of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. **Journal of Plant Nutrition**, n.38, n.13, p.2139-2149. 2015.

IBGE- **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. Produção Agrícola- Lavoura permanente. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>>. Acesso em: 25 abril 2023

KLEIN A.M. **A Polinização agrícola por insetos no Brasil: Um guia para fazendeiros, agricultores, extensionistas, políticos e conservacionistas**. Albert-Ludwigs University Freiburg, Nature Conservation and Landscape Ecology. 2020.

LACERDA, C. F. ET AL. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n.2, p. 221-230, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA, Artes e textos, 2000. 531p.

LIMA, G. S. de; ANDRADE, J. N. F. de; MEDEIROS, M. N. V. de; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; LACERDA C. N. de. Gas exchange, growth, and quality of passion fruit seedlings cultivated with saline water. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n.1, p.137-154, 2021c.

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

LIMA, G. S. de; SOARES, M. G. da S.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, J. B. da. Potassium and irrigation water salinity on the formation of sour passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.6, p.393-401, 2021a.

LIMA, G. S. de; SOUZA, W. B. B. de; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R. Cationic nature of water and hydrogen peroxide on the formation of passion fruit seedlings. **Revista Caatinga**, v.34, n.4, p. 904-915, 2021b.

LIU, L.; HUANG, L.; LIN, X.; SUN, C. O. Hydrogen peroxide alleviates salinity-induced damage by increasing proline buildup in wheat seedlings. **Plant Cell Reports**, v. 39, n. 1, p. 567–575, 2020.

LIU, X.; WANG, L.; WEI, Y.; ZHANG, Z.; ZHU, H.; KONG, L.; MENG, S.; SONG, C.; WANG, H.; MA, F. Irrigation with magnetically treated saline water influences the growth and photosynthetic capability of *Vitis vinifera* L. seedlings. **Scientia Horticulturae**, v.27, n.1, p.1-11. 2020.

MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M. do; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, E. da S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v.21, n.4, p.779-795, 2016.

MEDEIROS, J. F.; 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. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, E. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), 2016.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, suplemento 1, p.83-91, 2011.

MEZZONATO-PIRES, A. C.; SALIMENA, F. R. G.; BERNACCI, L. C. Passifloraceae na Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p. 123-136, 2013.

MILLER, G.; SUZUKI, N.; CIFTCI-YILMAZ, S.; MITTLER, R. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. **Plant, Cell and Environment**, v.33, n.4, p.453- 467, 2010.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, cell & environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUSA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

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

OLIVEIRA, M. G. **Efeito do pré-tratamento foliar com H₂O₂ sobre o proteoma e enzimas antioxidantes em plantas de feijão-de corda submetidas ao estresse salino**. 2016. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. DA R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.

RAMOS, J. G.; LIMA, G. S. de; LIMA, V. L. A. de; PAIVA, F. J. da S.; NUNES, K. G.; PEREIRA, M. O.; FERNANDES, P. D.; SABOYA, L. M. F. Foliar application of H₂O₂ as salt stress attenuator in 'BRS Rubi do Cerrado' sour passion fruit. **Semina: Ciências Agrárias**, v.42, n. 4, p.2253-2270, 2021.

RAMOS, J. G.; LIMA, V. L. A.; LIMA, G. S. D.; PAIVA, F. J. D. S.; PEREIRA, M. O.; NUNES, K.G. Hydrogen peroxide as salt stress attenuator in sour passion fruit. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 412-422, 2022.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. **Águas doces no Brasil**. 2. ed. Escrituras: São Paulo, 2002.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

REIS, L. C. R.; FACCO, E. M. P.; SALVADOR, M.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. O. Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 2679-2691, 2018.

SANTOS, J. P., AZEVEDO, S. G.; MISTRETTA, G. **Novos aspectos da salinização das águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte. São Paulo, SP: IPT, 1984. 27p.** (Comunicação Técnica, 314).

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n. 1, p. 33-40, 2017.

SATO, A. J.; BROETTO, D.; BOTELHO, R. V. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro em diferentes substratos. **Ambiência**, v.10, n.2, p.539-551, 2014.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, ANH-THU; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.25, n.12, p. 1002-1013, 2013.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado do maracujá.** 2016. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 13 jul. 2023

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. **Journal of Botany**, v.2016, n.1, p.1-27, 2012.

SILVA E. M.; LACERDA F. H. D.; MEDEIROS A. S.; SOUZA L. P.; PEREIRA F. H. F. Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H₂O₂ em milho sob estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.3, p.1-07, 2016.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. de P.; VELOSO, L. L. de S. A. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.4, p.257-263,2019.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. de P.; VELOSO, L. L. de S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, n.1, e55671, 2019.

SILVA, P. C. C.; AZEVEDO NETO A. D.; GHEYI H. R.; RIBAS R. F.; COVA A. M. W.; SILVA C. R. R. Avaliação de métodos de aplicação de H₂O₂ para aclimação de plantas de girassol à salinidade. **Water Resources and Irrigation Management**, v.8, n.1-3, p.1-4, 2019.

SILVA, V. R.; VELOSO L. L. S. A.; SILVA A. A. R.; ARRUDA T. F. L.; LACERDA C. N.; DIAS, M. S.; SILVA F. A.; SANTOS, L. F. S. Morfofisiologia de genótipos de algodoeiro sob estresse salino e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. **Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas e Ambientais**, p.7-16, 2022.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F. de; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. de J.; SILVA, G. L. da. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p.1143-1151, 2010.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. E.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.

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

TALEBNEJAD, R.; SEPASKHAH, A. R. Effect of different saline ground water depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. **Agricultural Water**

Management, v.148, n.1, p.177-188, 2015.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 2017. 577p.

TERZI, R.; KADIOGLU, A.; KALAYCIOGLU, E.; SAGLAM, A. Hydrogen peroxide pretreatment induces osmotic stress tolerance by influencing osmolyte and abscisic acid levels in maize leaves. **Journal of Plant Interaction**, v.9, n.1, p.559 - 565, 2014.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. da; LIMA JUNIOR, A. R. de; QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.2, p.216-222, 2001,

WANG, R.; KANGA, Y.; WAN, S.; HU, W.; LIU, S.; JIANG, S.; LIU, S. Influence of diferente amounts of irrigation water on salt leaching and cotton growth under drip irrigation in an arid and saline area. **Agricultural Water Management**, v.110, n.1, p.109-117, 2012.

WANI, A.S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIRA, I. 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. 2, p. 385-394, 2019.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field easurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, n.1, p.81-97, 1950.

XAVIER, A. V. O.; LIMA, G. S. de; Gheyi, H. R.; SILVA, A. A. R.; SOARES, L. A. dos A.; LACERDA, C. N. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Agua**, v.17, n.1, e2816, 2022.

ZHAO, Z., LI, Y., LIU, H., ZHAI, X., DENG, M., DONG, Y. FAN, G. Genome-wide expression analysis of salt-stressed diploid and autotetraploid *Paulownia*. **PLoS One**, v.12, n.10, e0185455, 2017.