UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

HINKLEY ALCÂNTARA DE CASTRO

Crescimento de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) irrigadas com águas salinas

AREIA

2023

HINKLEY ALCÂNTARA DE CASTRO

Crescimento de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) irrigadas com águas salinas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba como cumprimento às exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

AREIA

2023

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C355c Castro, Hinkley Alcântara de.
Crescimento de mudas de jaqueira (Artocarpus heterophyllus Lam.) irrigadas com águas salinas / Hinkley Alcântara de Castro. - Areia:UFPB/CCA, 2023.
32 f. : il.

Orientação: Walter Esfrain Pereira.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Condutividade elétrica. 3. Salinidade. 4. Fluorescência. I. Pereira, Walter Esfrain. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA CDU 631/635(02)

Elaborado por LUCIANNA SILVESTRE DE CASTRO AZEVÊDO - CRB-15/973

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 31/5/2023

"Título: Crescimento de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) irrigadas com águas salinas"

Autor: Hinkley Alcântara de Castro

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Orientador (a) – UFPB

Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra
Examinador (a) – UFPB

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
Examinador (a) – UFPB

Agradeço a Deus, a minha mãe, ao meu pai, a minha irmã, e a minha namorada e companheira, por todo o apoio durante minha jornada, pois foi a força deles que me permitiu a conclusão deste capítulo da minha vida.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que ele representa na minha vida, por me mostrar sempre qual caminho devo seguir e a força que sempre me proporcionou, pois ele nunca me abandonou, nem nos momentos mais difíceis e com ele sei que nada devo temer.

A minha mãe Antônia Lenita Alcântara de Castro, por sempre torcer por mim e que sempre fez de tudo para criar um homem decente e digno, agradeço a ela, pois ela foi fundamental na formação deste homem.

Ao meu pai Jociclebio José de Castro, por todos os ensinamentos sobre a vida e por todas as nossas longas conversas, pois foram seus ensinamentos que me mostraram como agir diante qualquer dificuldade.

A minha irmã Hillary Alcântara de Castro, por me proporcionar momentos descontraídos mesmo nas horas difíceis e por acreditar na minha capacidade.

A minha namorada e companheira Lizandra de Oliveira Santos, por estar comigo em todos os momentos e por ser motivadora e apoiadora das minhas decisões e escolhas.

Ao meu orientador Walter Esfrain Pereira, por ter aceitado fazer parte desta jornada, por toda a paciência e conhecimento passado a mim e por ter me auxiliado na construção do meu trabalho de conclusão de curso.

Aos membros da banca, professor Bruno de Oliveira Dias e professor Francisco Thiago Coelho Bezerra pela contribuição e melhoria na construção da versão final deste trabalho.

Agradeço à UFPB por me possibilitar a construção da minha formação como pessoa e profissional.

Agradeço a tudo e a todos que de algum modo serviu para a minha edificação e melhoria como pessoa.

RESUMO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus)* é uma espécie de planta pertencente à família Moraceae. Algumas condições edafoclimáticas do país favoreceram o desenvolvimento da planta, principalmente na região do nordeste. A salinidade pode afetar as plantas de diversas maneiras, principalmente a redução do crescimento. Desta forma, objetivou-se avaliar os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m^{-1}) no crescimento, índices e fluorescência da clorofila de mudas de jaqueira mole. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Foram avaliadas a área foliar, a taxa relativa de crescimento em altura e diâmetro, as massas da matéria seca e os índices de clorofila 'a', 'b' e 'total' e a fluorescência da clorofila. Verificou a influência das condutividades elétricas da água de irrigação em todas as variáveis avaliadas. O aumento da condutividade elétrica entre 0,55 a 1,13 dS m^{-1}, proporcionou incremento nos índices de clorofila 'a', clorofila 'b', clorofila 'total', taxa relativa de crescimento em altura, área foliar e massa de matéria seca foliar, F_m, F_v/F_m e F_v/F_0, com redução com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Para o diâmetro do caule e para as massas de matéria seca caulinar e radicular o aumento da condutividade elétrica reduziu os valores dessas variáveis a partir da condutividade de 0,5 dS m^{-1}.

Palavras-Chave: condutividade elétrica; salinidade; fluorescência da clorofila.

ABSTRACT

The jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) is a plant species belonging to the Moraceae family. Some soil and climatic conditions in the country have favored the development of the plant, mainly in the northeastern region. Salinity can affect plants in various ways, mainly by reducing growth. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of electrical conductivity of irrigation water (0.5; 1.5; 2.5; 3.5; 4.5 dS m^{-1}) on the growth, indices, and chlorophyll fluorescence of soft jackfruit seedlings. The experiment was conducted in a randomized block design with three replications. Leaf area, relative growth rate in height and diameter, dry matter masses, and indices of chlorophyll 'a', 'b', and 'total' and chlorophyll fluorescence were evaluated. The influence of electrical conductivities of irrigation water was observed in all evaluated variables. The increase in electrical conductivity between 0.55 to 1.13 dS m^{-1} provided an increase in chlorophyll 'a', chlorophyll 'b', chlorophyll 'total', relative growth rate in height, leaf area, and leaf dry matter mass, F_m, F_v/F_m, and F_v/F_0 indices, with a reduction with the increase in electrical conductivity of irrigation water. For stem diameter and stem and root dry matter masses, the increase in electrical conductivity reduced the values of these variables from a conductivity of 0.5 dS m^{-1}.

Keywords: electrical conductivity; salinity; chlorophyll fluorescence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai). 21

Figura 2 - Taxa relativa de crescimento do diâmetro em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (A). Taxa relativa de crescimento de altura em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B). 22

Figura 3 - Área foliar em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai). 23

Figura 4 - Massa de matéria seca radicular (MMSR) (A), massa de matéria seca caulinar (MMSC) (B) e massa de matéria seca foliar (MMSF) (C) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai). 24

Figura 5 - Fluorescência inicial (F_0) (A), fluorescência máxima (F_m) (B), (F_v/F_m) (C) e (F_v/F_0) (D) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai). 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do substrato constituído por um Latossolo Amarelo Distrófico 16

Tabela 2 - Atributos físico-químicos da água do poço Chã da Pia/Areia-PB 17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 12
2.1 A jaqueira 12
2.2 Salinidade e seus efeitos no solo 12
2.3 Salinidade e seus efeitos na planta 13
2.4 Salinidade e seus efeitos na germinação 14
2.5 Qualidade de mudas 15
3 MATERIAIS E MÉTODOS 16
3.1 Local 16
3.2 Substrato 16
3.3 Tratamentos e delineamento experimental 17
3.4 Condução do experimento 18
3.5 Avaliações 19
3.5.1 Avaliações de crescimento 19
3.5.2 Avaliações fisiológicas 20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
5 CONCLUSÕES 27
REFERÊNCIAS 29

1. INTRODUÇÃO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus)* é uma espécie de planta pertencente à família Moraceae e nativa do Sudeste Asiático (AJIBOYE et al., 2018). A jaqueira é uma árvore amplamente cultivada em diversas regiões tropicais do mundo, incluindo Bangladesh, Índia, Birmânia, Filipinas, Paquistão, Sri Lanka, Malásia, Tailândia, Austrália e América, também sendo cultivada em muitas regiões do Brasil (UDDIN et al., 2021).

A jaqueira é uma árvore que oferece muitos benefícios, tanto em relação à sua fruta quanto aos seus galhos. A fruta é uma excelente fonte de nutrientes e pode ser consumida quando está madura. A parte verde da fruta também é utilizada como legume. Os bulbos do fruto, quando maduros, são geralmente consumidos frescos ou processados em produtos enlatados. Na Ásia, as pessoas utilizam as plantas da jaqueira para fins medicinais, já que elas têm propriedades antibacterianas, antidiabéticas, antioxidantes, anti-inflamatórias e vermífugas (KHAN et al., 2021a).

Os nutrientes contidos na jaca, como ligninas, flavonas e saponinas, possuem propriedades anticancerígenas, antiúlcera, anti-hipertensivas e antienvelhecimento (PALAMTHODI et al., 2021). A jaca é uma fruta que contém uma grande quantidade de carboidratos, ácidos carboxílicos, fibras alimentares, vitaminas e minerais. A semente da fruta representa cerca de 10 a 15% do peso total. Além disso, as sementes da jaca são ricas em manganês, magnésio, potássio, cálcio, ferro e lectinas, o que a torna uma importante fonte de nutrientes para as pessoas que vivem em áreas rurais. A farinha de semente de jaca é uma excelente fonte de proteína, amido e fibras alimentares, e é uma opção nutricionalmente rica e econômica. As lectinas, presentes nas sementes da jaca, oferecem propriedades antibacterianas, antifúngicas e anticarcinogênicas (RAMLI et al., 2021). A jaca pode ser enlatada em calda, seja sozinha ou misturada com bulbo desidratado ou na produção de conservas, doces, concentrados e pó. No entanto, os consumidores modernos têm demonstrado uma preferência por alimentos que contenham mais antioxidantes naturais, fibras alimentares, corantes naturais, minerais, vitaminas, baixas calorias, baixo colesterol e baixo teor de açúcar, e que sejam livres de produtos químicos. Dessa forma, o resíduo da jaca e os subprodutos de suas folhas e madeira podem ser utilizados na produção de biogás e briquetes, apresentando novas possibilidades de aproveitamento desses materiais (NSUBUGA et al., 2020).

A presença excessiva de sais solúveis no solo, provoca estresse salino, que é uma das principais preocupações ambientais que afeta o crescimento e as funções das plantas,

principalmente em áreas áridas e semiáridas. A salinização do solo tem se tornado um problema cada vez mais grave, levando à perda diária de produtividade em cerca de 2.000 hectares de terras aráveis em todo o mundo. Além disso, a exposição das culturas ao estresse salino pode reduzir significativamente seu rendimento, chegando a diminuições de até 100% (SHAHID et al., 2018).

A presença de sal no solo pode afetar negativamente o crescimento e desenvolvimento de muitas plantas, incluindo várias culturas (AKYOL et al., 2020). Isso ocorre porque a salinidade pode interromper vários processos celulares, como a homeostase celular, a fotossíntese, a transcrição, a síntese de proteínas, o metabolismo energético, a biossíntese de aminoácidos e o metabolismo lipídico (ABDELHAMID et al., 2020). Os cloroplastos são organelas celulares que desempenham um papel importante na fotossíntese e são comuns em células vegetais e algas. Eles são responsáveis pela fixação do dióxido de carbono atmosférico por meio de uma série de reações bioquímicas conhecidas como ciclo de Calvin, que depende da energia gerada pelas reações de luz da fotossíntese (RASEL et al., 2020). No entanto, altos níveis de salinidade podem afetar negativamente a fotossíntese, que é a principal função dos cloroplastos. Isso pode ocorrer por meio de limitações difusionais (resistência estomática, mesofílica e de camada limite do CO2) e/ou não difusionais (fotoquímicas e bioquímicas) da fixação de carbono, causando estresse osmótico e iônico (HUSSAIN et al., 2019). Além disso, a presença de sal também é conhecida por diminuir o teor de clorofila em muitas plantas (RASOULI et al., 2021).

Diante do exposto, objetivou-se verificar os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação sobre o crescimento, índices e fluorescências da clorofila das mudas de jaqueira mole.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A jaqueira

A jaqueira é uma árvore de folha perene que apresenta copa densa, podendo alcançar facilmente alturas entre 10 e 20 metros e diâmetros de tronco de 30 a 80 centímetros. A forma da copa é geralmente cônica ou piramidal em árvores jovens, mas tende a ficar mais espalhada e abobadada quando a árvore envelhece. Em algumas situações, a jaqueira pode formar raízes tabulares (KHAN et al., 2021b). A casca da árvore é lisa e de cor marrom avermelhada, liberando um suco leitoso quando ferida. As folhas das árvores jovens apresentam bordas irregulares, podendo ser lobadas ou divididas. A jaqueira lança uma sombra muito densa e seus ramos laterais pesados geralmente nascem próximos ao solo. Quando ferida, todas as partes da árvore exsudam látex branco pegajoso (KHAN et al., 2021b).

Além de ser uma planta rica em nutrientes e vitaminas importantes para a saúde, possui também grandes propriedades medicinais (SWAMI et al., 2018). De acordo com Ranasinghe et al. (2019), a jaca tem sido empregada na medicina tradicional como um recurso para tratar diversas condições, incluindo inflamações, proliferação celular excessiva, níveis elevados de açúcar no sangue, ação antioxidante e propriedades antimicrobianas. Contudo, é importante ressaltar que os autores mencionaram apenas as características de determinados tipos da jaca. Além disso, a fruta apresenta uma concentração elevada de fitoquímicos, especialmente fitoesteróis, carotenoides e compostos fenólicos (MUHIALDIN et al., 2021).

2.2. Salinidade e seus efeitos no solo

A presença de solos salinos é comum em regiões com clima árido e semiárido, que correspondem a cerca de 40% da superfície terrestre do planeta (WALKER et al., 2019). Nesse contexto, a salinização do solo é uma questão que merece atenção durante a exploração e uso dos recursos hídricos e do solo nessas áreas (SAHAAR et al., 2020). A salinidade e acidificação do solo estão aumentando devido a práticas de irrigação inadequadas, aplicação incorreta de fertilizantes, poluição industrial e entrada de água do mar causada pelo aquecimento global (DING et al., 2020).

Isso resulta em um desequilíbrio nutricional e acúmulo excessivo de sais no solo, o que causa vários efeitos negativos, dentre os efeitos químicos da salinidade do solo incluem um

aumento na condutividade elétrica do solo, bem como um aumento na concentração de íons de sais solúveis, como sódio, cloro, cálcio e magnésio. Esses íons podem afetar a disponibilidade de nutrientes para as plantas e podem levar à toxicidade de metais pesados. Os efeitos físicos da salinidade do solo incluem uma diminuição na capacidade do solo de reter água, pois pode torná-lo mais compacto e menos poroso pelo excesso de íons de sais e com isso levar à seca das plantas. Além disso, a salinidade do solo pode levar à formação de crostas de sal na superfície do solo, o que pode impedir a germinação de sementes e dificultar o crescimento e desenvolvimento das plantas. Como também reduz o tamanho das folhas, causa amarelecimento das folhas, internódios curtos, plantas mais baixas, floração precoce e diminuição da produção (AHMAD et al., 2018).

A quantidade de sal presente no solo é influenciada pelo tipo de solo: solos arenosos possuem baixa capacidade de acumulação, enquanto solos argilosos possuem alta afinidade, pois os íons de sódio se ligam a partículas de argila com carga negativa. O estresse salino é considerado um dos mais graves que afetam tanto os ambientes vivos quanto não vivos, e é agravado pelas mudanças climáticas devido à estreita relação entre salinidade e água. Esse tipo de estresse pode ser ainda mais intenso em áreas áridas e semiáridas, especialmente durante períodos de seca, o que representa um problema bastante disseminado e significativo (ETESAMI et al., 2019).

2.3. Salinidade e seus efeitos na planta

O acúmulo de sais no solo pode causar desequilíbrio alimentar e aumentar a pressão osmótica, o que pode prejudicar a produtividade da terra e a saúde ambiental. Para utilizar essa água com sucesso, é necessário criar métodos e estratégias para minimizar esses efeitos negativos (AL-TAEY et al., 2019a). Infelizmente, a salinidade do solo está se tornando cada vez mais comum em todo o mundo, afetando entre 20 a 50% das áreas agrícolas produtivas irrigadas ou de sequeiro. Contudo, descobriram que a presença de NaCl pode reduzir significativamente muitas características de crescimento das plantas, tais como peso fresco, comprimento do broto, número de folhas e raízes (AL-TAEY et al., 2019b).

A fotossíntese ocorre nos tilacoides e no estroma do cloroplasto, onde a fixação e as reações dos tilacoides fornecem o esqueleto de carbono necessário para o crescimento e a energia para várias reações metabólicas. Além disso, a biossíntese de diferentes metabólitos

também é possível graças a esse processo. Infelizmente, a toxicidade do sal tem um efeito negativo em todos esses processos, o que pode levar a um baixo rendimento e crescimento pobre das plantas. Os cloroplastos são importantes locais de produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) nos centros de reação do fotossistema II (PSII) e fotossistema I (PSI), onde ocorre a separação de cargas e a cadeia transportadora de elétrons (CTE) do PSII para o PSI é muito sensível à toxicidade causada pelos sais. Como resultado, a produção de EROs é ainda mais aumentada (GULZAR et al., 2020). A presença de concentrações elevadas de EROs pode acarretar danos oxidativos em diversas partes da planta, como membranas, lipídios, ácidos nucleicos, proteínas e enzimas fotossintéticas. Esses danos podem resultar em uma fixação reduzida de CO2, crescimento mais lento das plantas e, consequentemente, baixos rendimentos das culturas. Para evitar esses danos, as plantas possuem um sistema de eliminação de EROs, que inclui antioxidantes tanto enzimáticos quanto não enzimáticos (HAMEED et al., 2021).

2.4. Salinidade e seus efeitos na germinação

Conhecer os efeitos do estresse salino na germinação de sementes é crucial, já que o sucesso do plantio florestal depende da produção de mudas de alta qualidade. Isso é especialmente importante na ecofisiologia para monitorar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação a condições adversas. Além disso, certas espécies possuem vantagens ecológicas que facilitam a adaptação a ambientes salinos, permitindo que elas germinem sob tais condições. (FIGUEREDO et al., 2019).

As elevadas condutividades elétricas podem estar relacionadas diretamente a alterações metabólicas e fisiológicas que podem levar a uma diminuição na germinação das sementes (STEFANELLO; VIANA; NEVES, 2018). É possível que a alta condutividade elétrica no solo, afete o potencial hídrico, reduza o gradiente de potencial e a superfície das sementes, limitando a absorção de água pelas plantas e, consequentemente, diminuindo as taxas de emergência (BEZERRA et al., 2020). Além disso, a planta pode aumentar o fechamento dos estômatos como um mecanismo de defesa contra a perda de água por transpiração, o que pode reduzir sua capacidade fotossintética e, portanto, limitar seu desenvolvimento (KUMAR et al., 2018).

Mudanças no potencial fisiológico durante a embebição/absorção inicial também podem afetar várias atividades germinativas, incluindo a síntese de giberelina e outras enzimas essenciais para o processo de digestão de compostos armazenados nos tecidos das sementes

(BEZERRA et al., 2020). A germinação das sementes pode ser afetada pelo estresse salino, que pode ser causado pelo excesso de sais no substrato ou na água, reduzindo a absorção de água pelas sementes e, portanto, influenciando sua capacidade de germinação e velocidade (NOGUEIRA, et al., 2020).

2.5. Qualidade de mudas

Foram realizados muitos estudos com o objetivo de identificar emendas funcionais que possam ser utilizadas na produção de mudas, visando melhorar o crescimento, a produtividade e a qualidade das plantas, além de ajudá-las a lidar com diferentes tipos de estresse ambiental. Atualmente, a produção de mudas enfrenta desafios crescentes para atender à alta demanda por produtividade, ao mesmo tempo em que precisa adotar práticas de manejo de culturas que sejam amigáveis ao meio ambiente. Na agricultura orgânica, há limitações no uso de fertilizantes químicos e pesticidas (PASCUAL et al., 2018). É necessário atender a três requisitos fundamentais para a produção de um material biológico de boa qualidade e confiável: sementes homogêneas e adequadas sanitariamente, composição e volume do substrato e qualidade da água de irrigação. O objetivo é garantir um desenvolvimento saudável das plantas e uma produção satisfatória.

Para alcançar um equilíbrio preciso entre a produtividade agrícola e a sustentabilidade, é crucial aumentar a eficiência do uso da água, uma vez que a crescente escassez e o desperdício de água têm efeitos prejudiciais no meio ambiente e na qualidade das mudas. Isso significa que os processos devem ser focados em maximizar a produtividade agrícola sem comprometer a sustentabilidade (BEZERRA et al., 2019).

Na região semiárida do nordeste do Brasil a presença de irregularidades espaciais e temporais das chuvas é frequente, além da alta evaporação, o que contribui para uma elevação nos níveis de salinidade das fontes de água utilizadas para irrigação. O excesso de sais na água dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, devido à redução do potencial osmótico do solo, impactando negativamente o crescimento e desenvolvimento das culturas, assim como a qualidade e produção de mudas (SILVA et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi realizado durante agosto a dezembro de 2022 em estufa telada (6° 57’ 59’’S, 35° 42’ 57’’W) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no município de Areia-PB. O município está inserido na Microrregião do Brejo Paraibano, situado pelos pontos de coordenadas geográficas: latitude 6º 58’ 12’’S, longitude 35º 42’ 15’’W do Meridiano de Greenwich e na altitude de 619 metros.

O clima do município de Areia é classificado como do tipo As’, que significa quente e úmido, com médias de temperatura e umidade relativa do ar de 21,6°C e 87% nos meses mais frios, e de 25°C e 75%, nos meses com maiores temperaturas. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média durante o período de agosto a dezembro de 2022 no município de Areia tem se mantido em torno de 25°C, com variações entre 21°C e 29°C ao longo do ano (INMET 2021).

3.2. Substrato

Como substrato foi coletado, camada de 0-20 cm de profundidade, o material de um Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2018) na área experimental da Chã de Jardim. O material foi colocado para secar ao ar e à sombra, e posteriormente passado em peneira de malha de 2 mm. Os seus atributos químicos (fertilidade) e físicos são apresentados na Tabela 1.

Foi incorporado ao substrato utilizado esterco bovino curtido, mantendo uma proporção de 85% da massa do solo coletado e 15% da massa de esterco bovino curtido e colocado em repouso por 7 dias.

Tabela 1. Atributos químicos (fertilidade) e físicos do substrato constituído por um Latossolo Amarelo Distrófico

Atributos químicos										
pH em H_2O	P	K^+	Na^+	$H^+ + Al^{+3}$	Al^{+3}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	SB	CTC	M.O.
(1:2,5)	--------mg/dm^3--------			----------$cmol_c/dm^3$----------						g/kg

6,9	33,04	96,74	0,05	1,60	0,00	2,52	1,18	4,00	5,60	21,36

Atributos físicos									
Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila dispersa	Grau de floculação	D. do solo	D. da partícula	Porosidade total	Umidade 0,01 0,03 1,50 MPa	Classe textural
----------g/kg----------			-g/kg-	-kg/dm^3-	-------g/cm^3-------		-m^3/m^3-	-g/kg-	
876	99	25	-	-	-	-	-	-	Areia

3.3. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, correspondentes aos seguintes valores de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m^{-1}. Foram utilizados quatro blocos e três mudas em cada parcela.

Para a condutividade de 0,5 dS m^{-1} foi considerado o menor valor obtido a partir da água de abastecimento do município de Areia. Para as demais condutividades elétricas da água de irrigação foi utilizada no experimento a água obtida através da coleta no poço localizado no município de Areia no sitio Chã da Pia (6° 54' 53"S, 35° 47' 33"W). A água coletada foi diluída com água de abastecimento do município de Areia, e foi utilizado um condutivímetro da marca Hanna®, modelo Medidor Portátil pH/EC/TDS/Temperatura, para obter os valores desejados de condutividade elétrica dos tratamentos.

Tabela 2. Atributos físico-químicos da água do poço Chã da Pia/Areia-PB

Atributos	**Valores**	**VMP (**)**
Condutividade elétrica, dS m^{-1} a 25°C	16,49	---
Potencial hidrogeniônico, pH a 26°C	7,8	6,0 a 9,0
Turbidez, (uT)	0,7	5,0
Cor, umidade Hazen (mg Pt-Co L^{-1})	0,0	15,0
Dureza em cálcio (Ca^{++}), mg L^{-1}	777,0	---
Dureza em magnésio (Mg^{++}), mg L^{-1}	995,4	---
Dureza total ($Caco_3$), mg L^{-1}	6.090,0	300,0
Sódio (Na^+), mg L^{-1}	1.613,8	200,0
Potássio (K^+), mg L^{-1}	16,2	---
Alumínio (Al^{3+}), mg L^{-1}	0,00	0,2

Ferro total, mg L^{-1}	0,05	0,3
Alcalinidade em hidróxidos, mg L^{-1} ($Caco_3$)	0,0	---
Alcalinidade em carbonatos, mg L^{-1} ($Caco_3$)	0,0	---
Alcalinidade em bicarbonatos, mg L^{-1} ($Caco_3$)	338,0	---
Alcalinidade total, mg L^{-1}	338,0	---
Co_2 livre (mg L^{-1})	24,7	---
Sulfato (So^4), mg L^{-1}	513,5	250,0
Fósforo total, mg L^{-1}	0,1	---
Cloreto (Cl^-), mg L^{-1}	6.070,5	250,0
Nitrato (N-No_3), mg L^{-1}	0,07	10,0
Nitrito (N-No_2), mg L^{-1}	0,011	1,0
Amônia (Nh_3), mg L^{-1}	7,32	1,2
Sílica, mg L^{-1} (Sio_2)	78,3	---
ILS (Índice de saturação de Langelier)	1,57	-0,5 a 0,1
STD (Sólidos totais dissolvidos a 180°C), mg L^{-1}	10.484,6	500,0

(**)VMP – Valor máximo permissível ou recomendável pela Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde.

3.4. Condução do experimento

As sementes de jaqueira mole foram coletadas a partir de frutos selecionados de acordo com características de massa do fruto, tamanho, maturação completa, sendo os frutos obtidos de jaqueiras situadas dentro da UFPB, Campus II, Areia–PB.

Foram utilizados no experimento sacos de polietileno com capacidade de 1,5 L, furadas no fundo para melhorar a drenagem e preenchidos com 1,3 L do substrato. Em cada recipiente foi colocada três sementes, com o início da emergência das plântulas aos 16 dias após a semeadura, alcançando a estabilidade após 36 dias após a semeadura, assim feito o desbaste mantendo a muda mais vigorosa. A irrigação foi realizada com água de abastecimento até que as plantas desenvolvessem de 3 a 4 folhas jovens. A partir disso, iniciou os tratamentos referentes as condutividades elétricas, sendo realizada a irrigação diariamente, repondo o volume de água evapotranspirada do dia anterior, por meio de avaliação visual do substrato, com objetivo de manter a umidade dentro do substrato o mais próximo da capacidade de campo.

3.5. Avaliações

3.5.1. Avaliações de crescimento

Área foliar

A área foliar foi avaliada com o software ImageJ®, mediante fotos de todas as folhas de cada unidade experimental, dispostas em cartolina branca e com referencial de 2x2 cm para transformar os pixels da foto em área foliar em cm².

Taxa de crescimento relativa de altura e diâmetro

A medição da altura das mudas foi realizada a partir do colo da planta até o meristema apical, utilizando uma trena milimetrada. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro analógico a 1,0 cm do substrato. Para calcular a taxa relativa de crescimento de altura e diâmetro, foi feito a partir dos valores da altura e diâmetro das mudas no período de trinta dias conforme a equação abaixo (Benincasa, 2003):

$$TRC = \frac{\ln(V2 - V1)}{t2 - t1} \times 1000$$

em que:

TRC - taxa de crescimento relativo

ln - logaritmo natural

V1 - valor da altura ou do diâmetro da planta no tempo t1

V2 - valor da altura ou do diâmetro da planta no tempo t2

Massa da matéria seca

Com 100 DAS, as mudas foram retiradas do substrato e divididas em raízes, caule e folhas, acondicionadas individualmente em sacos de papel devidamente identificados e postas a secar em estufa com circulação de ar, na temperatura de 65ºC, até obter a massa seca constante. Posteriormente, as massas foram obtidas utilizando uma balança semianalítica.

3.5.2. Avaliações fisiológicas

Índices de clorofila a, b e total

Foram realizadas leituras, pelo método não destrutivo, utilizando o equipamento clorofiLOG®, obtendo os índices de clorofila a, b e total. As leituras foram realizadas em três folhas de cada planta, considerando folhas de pontos distintos das mudas de jaqueira, aos 90 dias após a semeadura (DAS), às 14:00 h.

Fluorescência da clorofila

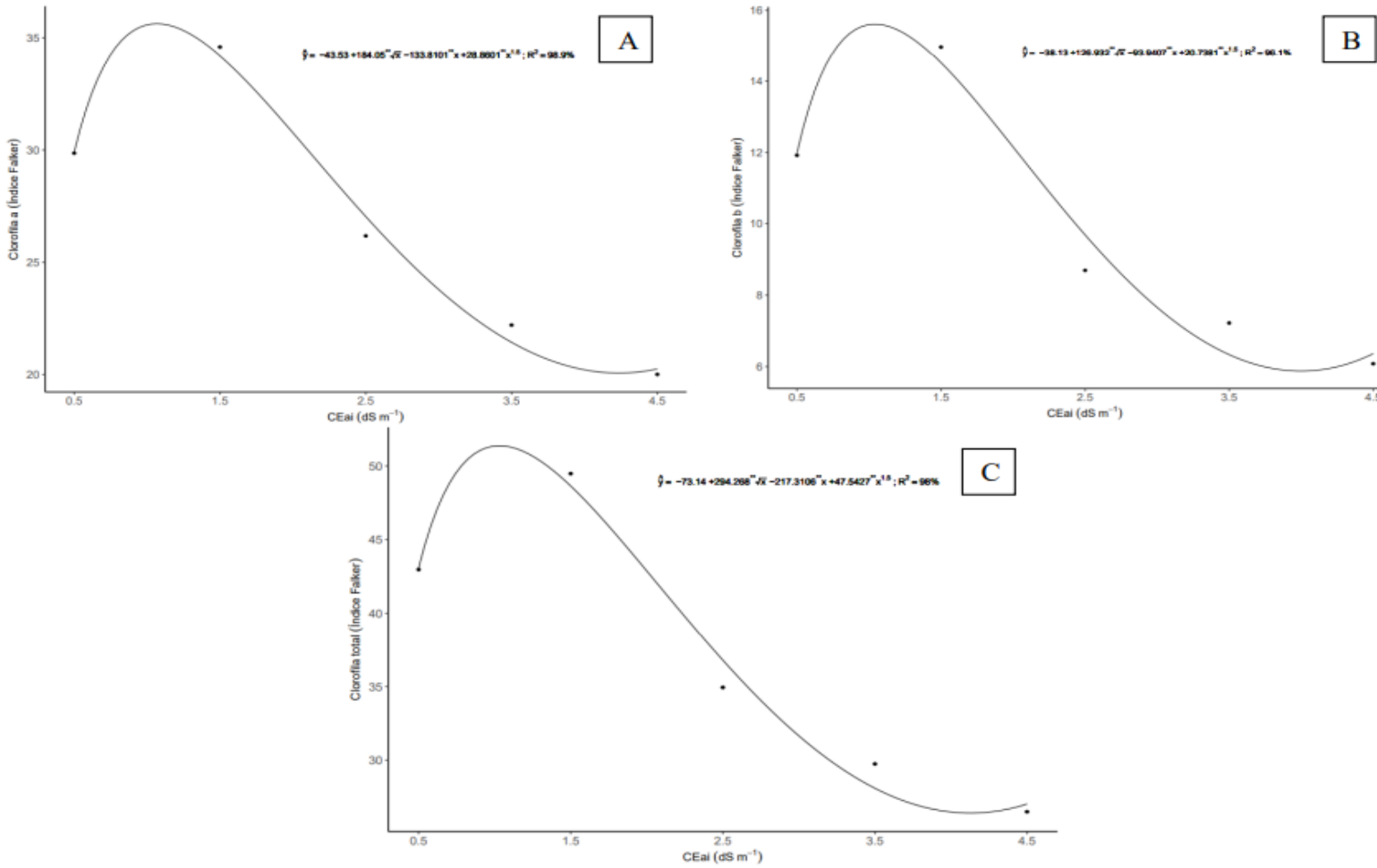
Para determinar a fluorescência da clorofila foi utilizado um fluorômetro da Opti-Sciences®, modelo OS-30_p. Antes da medição foi fixado uma pinça em uma folha por muda e deixado por 30 minutos, essa determinação foi realizada às 13:00 h.

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, seguida por análise de regressão linear ($p \leq 0,05$), calculadas pelo software R (© Fundação R). Para estimativa dos máximos valores foi realizado a derivada das equações ajustadas através do software Wolfram Alpha®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

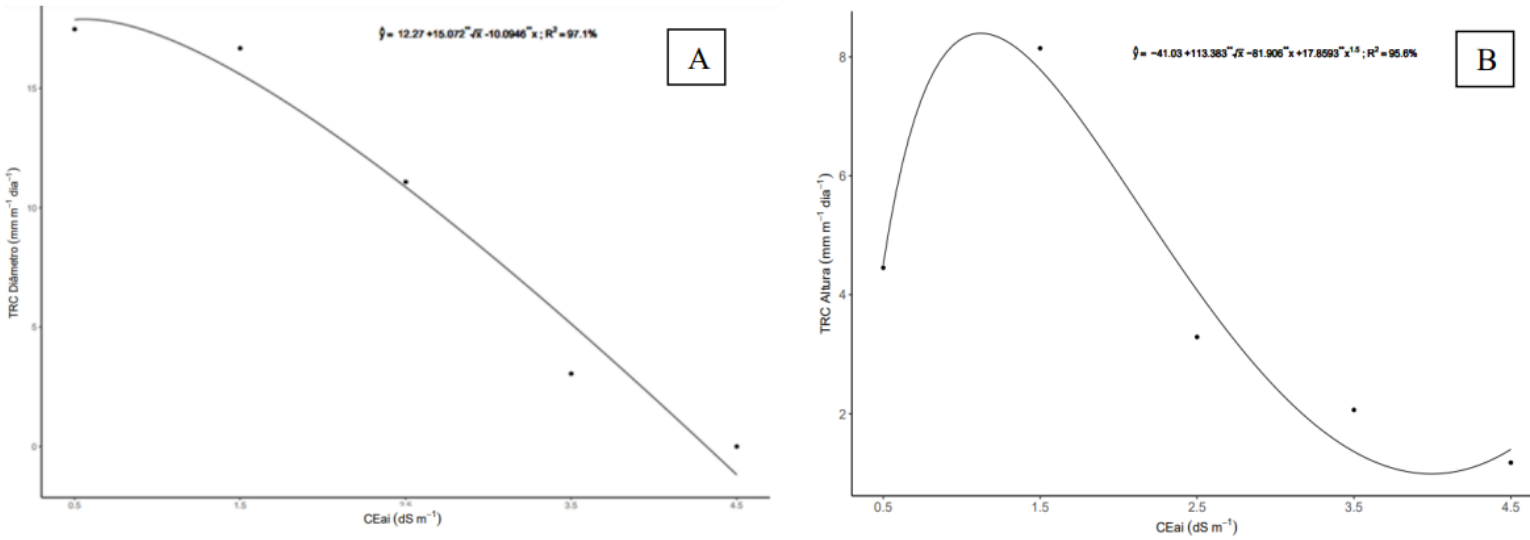
O conteúdo de clorofila nas plantas estressadas é uma variável importante para prever a saúde da planta e a capacidade de fotossíntese sob estresse salino. Para os índices de clorofila a (Figura 1 A), clorofila b (Figura 1 B) e clorofila total (Figura 1 C), demonstrou que onde obteve o melhor aumento em relação ao tratamento teste foram nas condutividades elétricas da água de irrigação (CEai) de 1,06; 1,04 e 1,03 dS m^{-1}, sendo os valores máximos 35,62; 15,61; 51,37 para clorofila a, b e total, respectivamente. Com o aumento da CEai mostrou um decréscimo em ambos os valores de clorofila a, b e total. Esta redução na concentração de clorofila sob estresse salino pode ser devido ao comprometimento da biossíntese ou degradação acelerada do pigmento, consequentemente reduzindo os valores de clorofila nas folhas (AZARMI-ATAJAN et al. 2020).



**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1. Índice de clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

A taxa relativa de crescimento de altura da muda (Figura 2 B) foi afetada pelo aumento da condutividade elétrica, tendo aumento de 47% em 1,12 dS m^{-1} de CEai com valor de 8,40 mm m^{-1} dia^{-1} em comparação com a testemunha com valor de 4,45 mm m^{-1} dia^{-1}. Porém com o aumento na salinidade ocorreu redução significativa na taxa de crescimento relativa de altura. Para a taxa relativa de crescimento do diâmetro da planta (Figura 2 A) ocorreu um decréscimo linear nos valores, onde conforme aumentou a condutividade elétrica a taxa teve redução nos valores, onde a condutividade elétrica de 0,55 dS m^{-1} teve o valor máximo de 17,90 mm m^{-1} dia^{-1} e no tratamento com maior condutividade da água de irrigação (4,5 dS m^{-1}) apresentou nenhuma alteração no seu diâmetro com valor de 0 mm m^{-1} d^{-1}. A diminuição da taxa de crescimento relativa está relacionada com à redução da fotossíntese e aumento da taxa de transpiração causada pela salinidade (AHMADI et al. 2018).

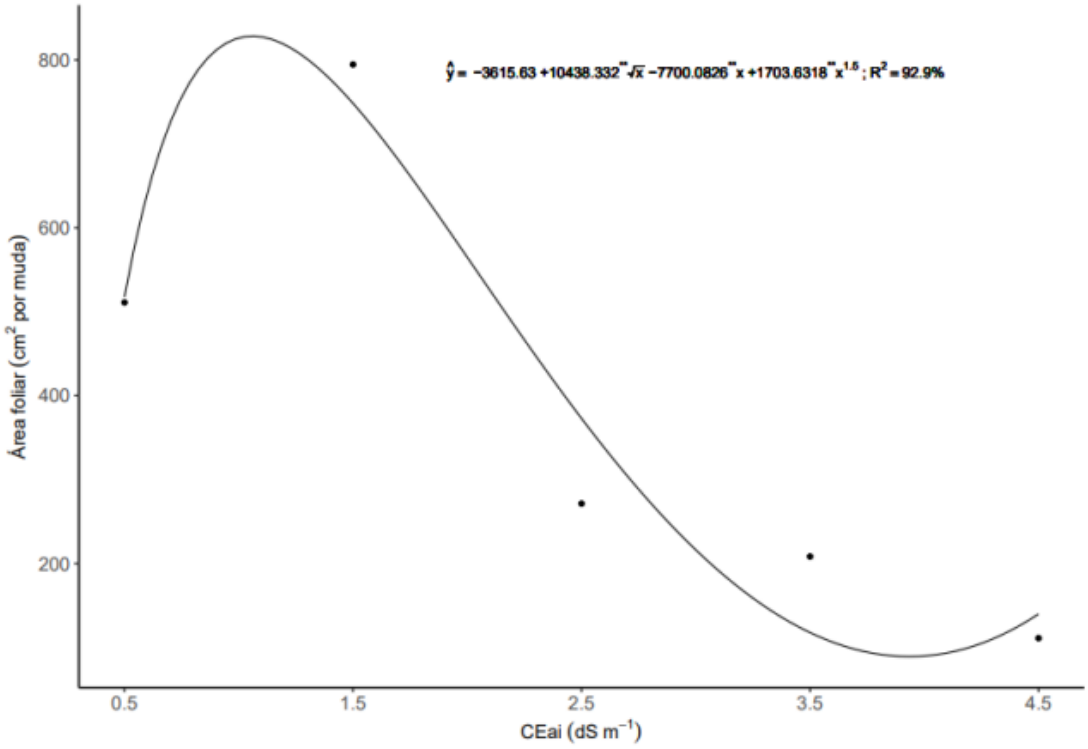


**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Taxa relativa de crescimento do diâmetro em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (A). Taxa relativa de crescimento de altura em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B).

Os resultados para a área foliar (Figura 3) apresentaram resposta positiva até 1,06 dS m^{-1} de condutividade elétrica, tendo como média a área de 828,43 cm^2 e a partir desse valor de condutividade ocorreu redução na área foliar das mudas, a partir da redução do tamanho e número de folhas, sendo mais expressivo a redução no número de folhas. A área foliar das plantas tem uma diminuição significativa quando são submetidas a altas concentrações de sal. Isso se deve a uma diminuição nas bioatividades dentro da célula, como fotossíntese e

respiração devido ao efeito osmótico resultante do acúmulo de sais no solo que leva a menos absorção de água e nutrientes da planta, consequentemente, redução da área foliar (RAGHDA'A ALI AL-KHAFAJY et al. 2020).

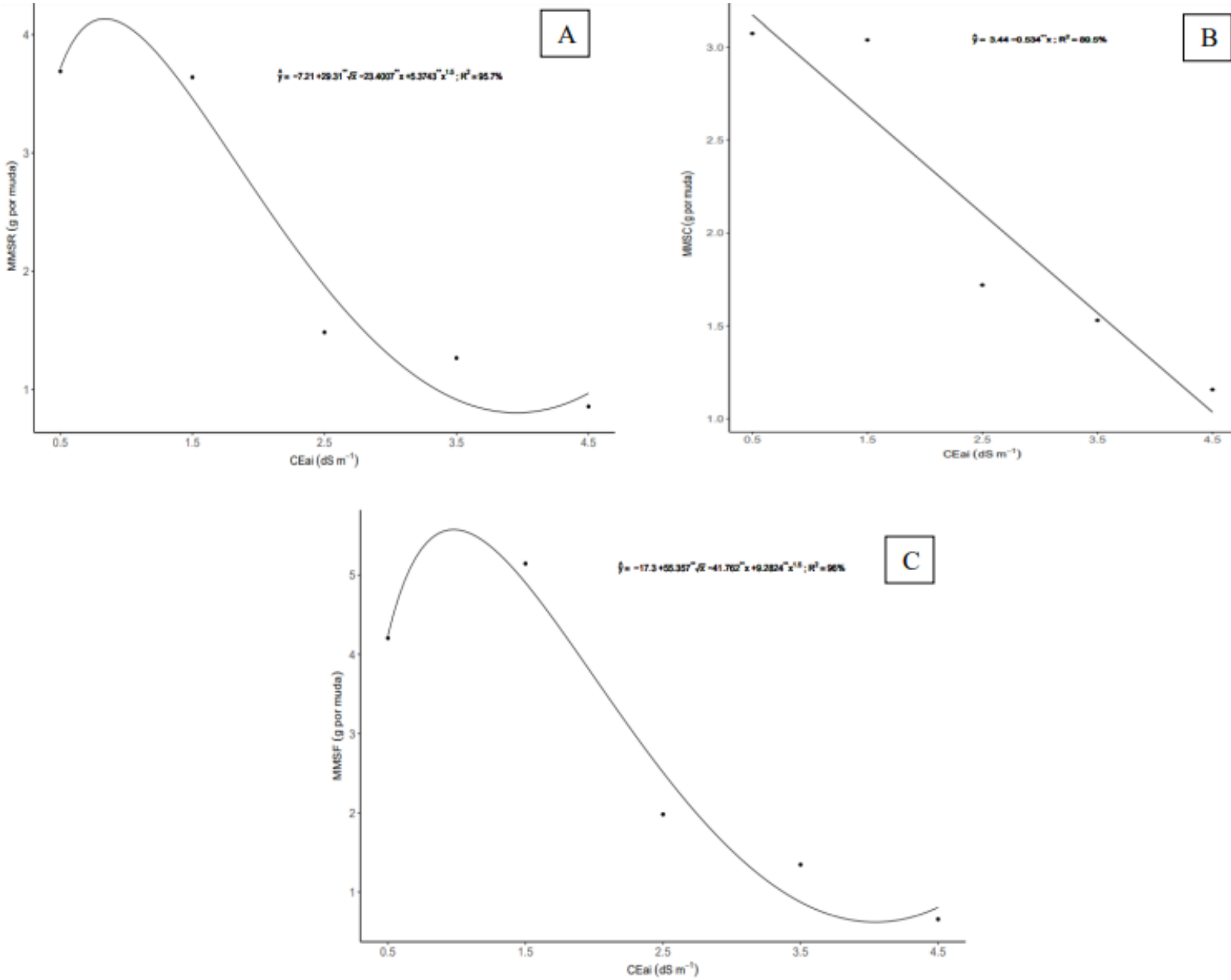


**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 3. Área foliar em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

Para os valores da massa de matéria seca foliar (Figura 4 C) na CEai de 0,98 dS m^{-1} obteve-se o valor máximo de 5,58 g $muda^{-1}$, sendo satisfatório apenas para a massa de matéria seca foliar com um aumento de 24,64% em relação ao tratamento teste (4,205 g $muda^{-1}$), mas ultrapassando esse nível de salinidade mostrou um grande prejuízo no desempenho das plantas, trazendo uma redução de até 87,20% para massa de matéria seca foliar. Já para massa de matéria seca caulinar (Figura 4 B) e radicular (Figura 4 A) ocorreu uma redução linear de acordo com o aumento na salinidade e mostrou uma redução de até 62,30% para a massa de matéria seca caulinar e uma redução de 76,8% para massa de matéria seca radicular, apresentando suas máximas nas CEai de 0,50 e 0,83 dS m^{-1} com valores de 3,44 e 4,13 g $muda^{-1}$ para massa de matéria seca caulinar e massa de matéria seca radicular, respectivamente. A salinidade reduz

significativamente a produção de massa de matéria seca das plantas, sendo que a redução é mais acentuada em concentrações mais elevadas de sais (ORS et al. 2021).



**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

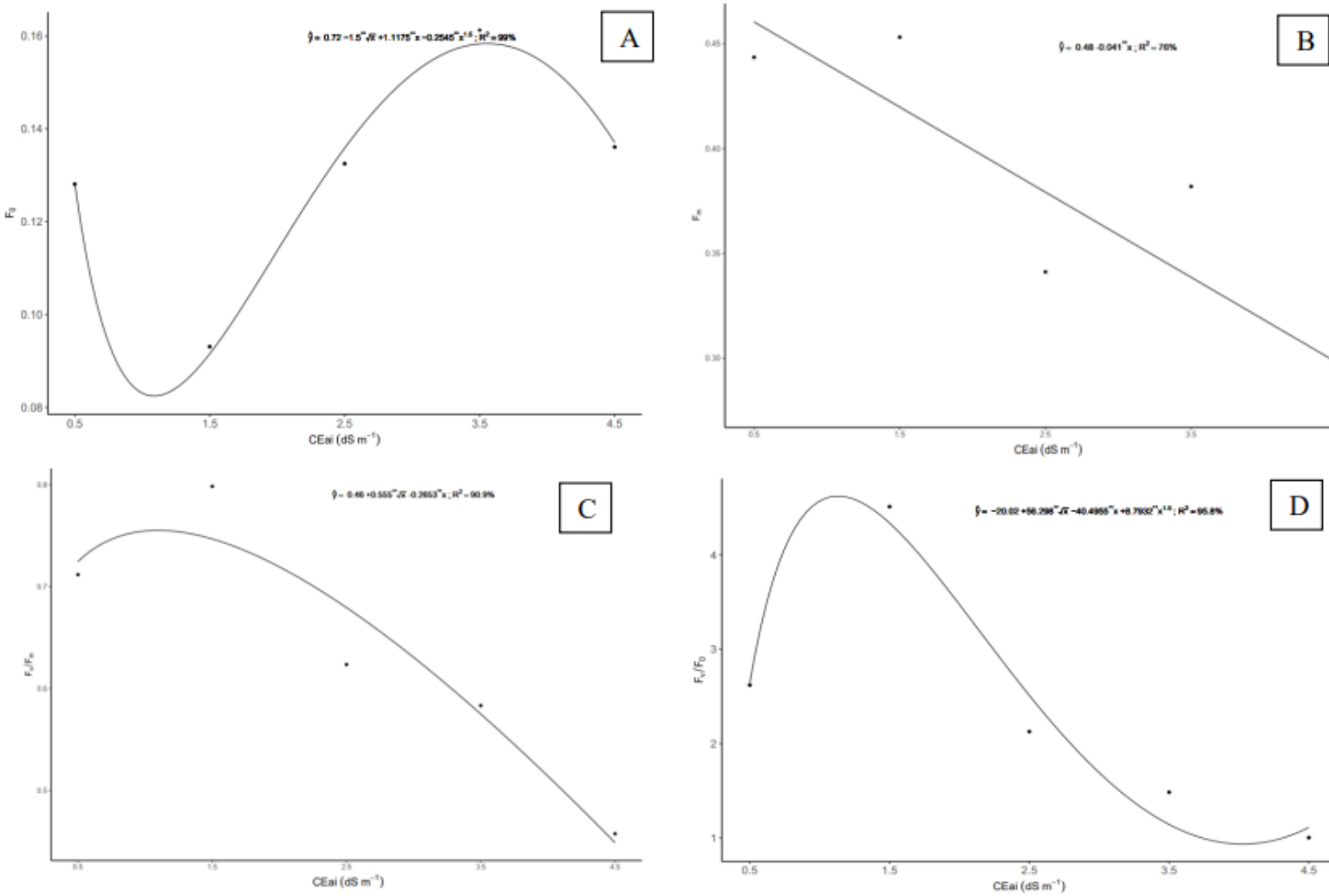
Figura 4. Massa de matéria seca radicular (MMSR) (A), massa de matéria seca caulinar (MMSC) (B) e massa de matéria seca foliar (MMSF) (C) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

Em relação à fluorescência inicial (F_0) (Figura 5 A) os resultados apresentaram variação de acordo com os diferentes valores de condutividade, em que na CEai de 1,08 dS m^{-1} obteve-se o valor de 0,08 e aumentando de acordo com o aumento da condutividade elétrica, estando em conformidade com o estudo realizado por Estaji et al. (2019), onde avaliou o efeito da

salinidade na fluorescência inicial da clorofila (F_0) em plantas de pepino. Conforme os resultados que obtiveram, eles concluíram que em menores condutividades elétricas a plastoquinona foi oxidado, assim o sistema de transporte de elétrons teve o menor F_0, mas sob condições de estresse salino, F_0 aumentou devido à mudança na estrutura da membrana tilacoide e pelos danos aos centros de reação do PSII. Para a variável de fluorescência máxima (F_m) (Figura 5 B) da clorofila, os resultados foram significativos, para F_m mostrou na CEai de 0,50 dS m^{-1} o valor de 0,48 e considerando valores de condutividade acima de 0,50 dS m^{-1} ocorreu redução na fluorescência máxima de até 39%, conforme aumento da condutividade elétrica.

As relações de F_v/F_m (Figura 5 C) e F_v/F_0 (Figura 5 D), foram afetadas significativamente pela CEai, com aumento até 1,09 dS m^{-1}, em que a F_v/F_m (eficiência quântica máxima do fotossistema II) apresentou valores de 0,75 e com o aumento gradativo da CEai ocorreu um decréscimo na F_v/F_m, estando de acordo com resultados obtidos por Hnilickova et al. (2021), onde avaliou o efeito da salinidade na relação F_v/F_m em plantas de *Portulaca oleracea* L. Os resultados mostraram que a salinidade reduziu significativamente a relação F_v/F_m nas plantas, indicando uma redução na eficiência fotossintética. Os autores destacaram que a salinidade ocasiona o bloqueio na transferência de elétrons em plantas sob estresse ocasionando uma diminuição da relação F_v/F_m.

Em determinadas pesquisas alguns autores utilizam a relação F_v/F_0, como indicador da eficiência máxima do processo fotoquímico no FSII e/ou da atividade fotossintética potencial (razão máxima de produção quântica dos processos concorrentes fotoquímicos e não fotoquímicos no FSII), no presente estudo a relação F_v/F_0 demonstrou um significativo acréscimo nos valores quando comparando a salinidade de 1,13 dS m^{-1} com o tratamento teste, onde apresentou valores de 4,62. Porém com o aumento gradativo da CEai mostrou um decréscimo nos valores de até 77,80%. Faseela et al. (2019) em um estudo realizado com arroz sob estresses abióticos concluiu que ocorreu uma redução na F_v/F_0 quando submetido a estresse com NaCl e metais pesados, mostrou redução de até 29% em comparação com o controle. A mesma redução de F_v/F_0 foi encontrado em trabalho realizado por Umar et al. (2019), com estresse salino em cultivares de girassóis, mostrou redução na taxa de transporte de elétrons do aceptor primário, plastoquinona (QA), para aceptor secundário plastoquinona (QB), acarretando em perda no centro de reação e declínio no tamanho e número de centros de reações ativos da fotossíntese, reduzindo (F_v/F_0).



**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 5. Fluorescência inicial (F_0) (A), fluorescência máxima (F_m) (B), (F_v/F_m) (C) e (F_v/F_0) (D) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) devido ao aumento das concentrações de íons de sódio (Na) e cloreto (Cl) pode inicialmente promover o crescimento das plantas, mas pode levar à diminuição do crescimento ao longo do tempo. Esse fenômeno pode ser explicado pelos seguintes fatores; disponibilidade de nutrientes: Inicialmente, o aumento das concentrações de íons Na e Cl na água de irrigação pode melhorar a disponibilidade de nutrientes essenciais, promovendo a dissolução e mobilidade de certos nutrientes no solo. Isso pode levar a uma melhor absorção de nutrientes pelas raízes das plantas, resultando em um melhor crescimento das plantas e efeitos osmóticos: No início, a presença de íons Na e Cl pode criar um ambiente osmótico favorável para as plantas. Isso pode ajudar as plantas a absorver água com mais eficiência, levando ao aumento do crescimento.

No entanto, à medida que a concentração de íons Na e Cl continua a aumentar na água de irrigação, isso pode levar a efeitos adversos no crescimento das plantas; Estresse salino: Altos níveis de íons Na e Cl na água de irrigação podem causar estresse salino nas plantas. Esse estresse afeta a capacidade das plantas de regular a absorção de água, levando à desidratação, redução do crescimento e até mesmo morte em casos graves. Toxicidade por íons: O acúmulo excessivo de íons Na e Cl nos tecidos das plantas pode ser tóxico para as plantas. Altos níveis desses íons podem interferir em processos metabólicos essenciais, causando danos celulares e inibindo o crescimento das plantas. Desequilíbrio nutricional: Altas concentrações de íons Na e Cl podem levar a desequilíbrios nutricionais, competindo com outros nutrientes essenciais para a absorção pelas raízes das plantas. Isso pode resultar em deficiências de nutrientes essenciais, afetando negativamente o crescimento das plantas. Degradação da estrutura do solo: O uso contínuo de água de irrigação salina pode levar à degradação da estrutura do solo, reduzindo a capacidade do solo de reter água e nutrientes, prejudicando o crescimento das plantas.

Em conclusão, embora o aumento inicial da condutividade elétrica devido às maiores concentrações de Na e Cl possa promover o crescimento das plantas, a exposição prolongada a altos níveis desses íons pode levar a vários efeitos prejudiciais, diminuindo eventualmente o crescimento das plantas. É essencial monitorar e gerenciar a qualidade da água de irrigação para manter o crescimento e a produtividade das plantas em níveis ótimos.

5. CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da água de irrigação entre 0,55 a 1,13 dS m^{-1} aumenta os valores das seguintes variáveis: clorofila a, clorofila b, clorofila total, taxa relativa de crescimento de altura, área foliar, massa de matéria seca foliar, F_m, F_v/F_m, F_v/F_o. Com maiores valores, verifica-se decréscimo.

A taxa relativa de crescimento de diâmetro, massa de matéria seca caulinar e radicular das mudas de jaqueira mole diminuíram linearmente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

De acordo com os resultados obtidos através do presente trabalho, recomenda-se os valores entre 0,55 a 1,13 dS m^{-1} de condutividade elétrica da água de irrigação, para produção de mudas de jaqueira mole. Valores de CEai superiores aos mencionados diminuem o crescimento das mudas de jaqueira mole.

REFERÊNCIAS

ABDELHAMID, M. T.; SEKARA, A.; PESSARAKLI, M.; ALARCON, J. J.; BRESTIC, M.; EL-RAMADY, H.; GAD, N.; MOHAMED, H. I.; FARES, W. M.; HEBA, S. S. et al. New approaches for improving salt stress tolerance in rice. In: ROYCHOUDHURY, A. (Ed.). Rice Research for Quality Improvement: Genomics and Genetic Engineering. Singapore: **Springer**, 2020.

AHMADI, F. I.; KARIMI, K.; STRUIK, P. C. Effect of exogenous application of methyl jasmonate on physiological and biochemical characteristics of *Brassica napus* L. cv. Talaye under salinity stress. **South African Journal of Botany**, v. 115, p. 5-11, 2018.

AHMAD, P.; ABD ALLAH, E. F.; ALYEMENI, M. N.; WIJAYA, L.; ALAM, P.; BHARDWAJ, R.; SIDDIQUE, K. H. M. Exogenous application of calcium to 24-epibrassinosteroid pre-treated tomato seedlings mitigates NaCl toxicity by modifying ascorbate-glutathione cycle and secondary metabolites. **Scientific Reports**, v. 8, p. 13515, 2018.

AJIBOYE, B. O. et al. Ameliorative activity of ethanolic extract of *artocarpus heterophyllus* stem bark on alloxan-induced diabetic rats. **Advanced Pharmaceutical Bulletin**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 141-147, 2018.

AKYOL, T. Y.; YILMAZ, O.; UZILDAY, B.; UZILDAY, R. Ö.; TÜRKAN, İ. Plant response to salinity: An analysis of ROS formation, signaling, and antioxidant defense. Turk. **J. Bot.**, v. 44, p. 1-13, 2020.

AL-TAEY, D.K.A.; AL-JANABI, A.H.; RACHID, A.M. Role of Additive in Mitigation of the Negative Effects of Saline Water on Cabbage (*Brassica oleracea var. Capitata* L.). **Plant Archives**, [S.l.], v. 19, n. Supplement 1, p. 78-85, 2019a.

AL-TAEY, D.K.A.; AL-NAELY, Imad J.C.; KSHASH, B.H. A study on effects of water quality, cultivars, organic and chemical fertilizers on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and yield to calculate the economic feasibility. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, [S.l.], v. 25, n. 6, p. 1239-1245, 2019b.

AZARMI-ATAJAN, Farhad; SAYYARI-ZOHAN, Mohammad Hassan. Alleviation of salt stress in lettuce (*Lactuca sativa* L.) by plant growth-promoting rhizobacteria. **Journal of Horticulture and Postharvest Research**, v. 3, n. Special Issue-Abiotic and Biotic Stresses, p. 67-78, 2020.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal, **FUNEP**, 2003. 41p.

BEZERRA, A.C.; VALENÇA, D.A.; CARVALHO, D.F.; PINHO, C.A.; REINERT., F.; GOMES, D. P.; GABETTO, F.P.; AZEVEDO, R. A.; MASSERONI, D. & MEDICI, L.O. Automation of lettuce seedlings irrigation with sensors deployed in the substrate or at the atmosphere. **Sci. Agric**. v.76, n.2, p.179-189. 2019.

BEZERRA, L. T. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (*Mart. exTul*.) em diferentes níveis de salinidade na água de irrigação. Brazilian **Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1126-1140, 2020.

DING, Z.; KORIEM, M. A.; IBRAHIM, S. M.; ANTAR, A. S.; EWIS, M. A.; HE, Z.; KHEIR, A. M. S. Seawater intrusion impacts on groundwater and soil quality in the northern part of the Nile Delta, Egypt. **Environmental Earth Sciences**, v. 79, p. 313, 2020.

ESTAJI, A. et al. How glycine betaine induces tolerance of cucumber plants to salinity stress. **Photosynthetica**, v. 57, n. 3, p. 753-761, 2019.

ETESAMI, H.; NOORI, F. Soil salinity as a challenge for sustainable agriculture and bacterial-mediated alleviation of salinity stress in crop plants. In: Saline Soil-Based Agriculture by Halotolerant Microorganisms. Singapore: **Springer**, p. 1-22, 2019.

FASEELA, P. et al. Chlorophyll a fluorescence parameters as indicators of a particular abiotic stress in rice. **Photosynthetica**, v. 57, n. SI, p. 108-115, 2019.

FIGUEIREDO, F. R. A. et al. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.

GULZAR, S.; HUSSAIN, T.; GUL, B.; HAMEED, A. Photosynthetic Adaptations and Oxidative Stress Tolerance in Halophytes from Warm Subtropical Region. Cham: **Springer**, 2020.

HAMEED, A.; AHMED, M. Z.; HUSSAIN, T.; AZIZ, I.; AHMAD, N.; GUL, B.; NIELSEN, B. L. Effects of Salinity Stress on Chloroplast Structure and Function. **Cells**, v. 10, n. 8, p. 2023, 2021.

HNILICKOVA, H.; KRAUS, K.; VACHOVA, P.; HNILICKA, F. Salinity Stress Affects Photosynthesis, Malondialdehyde Formation, and Proline Content in *Portulaca oleracea* L. **Plants**, v. 10, n. 5, p. 845, 2021.

HUSSAIN, T.; HUCHZERMEYER, B.; KOYRO, H.-W.; KHAN, M. A. Linkage between leaf development and photosynthetic response at hyperosmotic salinity in the C-4 grass *Panicum antidotale*. **Flora**, v. 256, p. 52-60, 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

KHAN, A.U.; EMA, I.J.; FARUK, M.R.; TARAPDER, S.A.; KHAN, A.U.; NOREEN, S.; ADNAN, M. Review on importance of *Artocarpus heterophyllus* L. (Jackfruit). **J. Multidiscip. Appl. Nat. Sci.**, v. 1, p. 106-116, 2021a.

KHAN, A. U.; CHOUDHURY, M. A. R.; MALEQUE, M. A.; DASH, C. K.; TALUCDER, M. S. A.; MAUKEEB, A. R. M.; EMA, I. J.; ADNAN, M. Management of insect pests and diseases of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) in agroforestry system: a review. **Acta Entomology and Zoology**, v. 37-46, 2021b.

KUMAR, S.; PANDEY, G. Biofortification of pulses and legumes to enhance nutrition. **Heliyon**, v. 6, n. 3, p. 4–9, 2020.

MUHIALDIN, B. J.; ZAWAWI, N.; RAZIS, A. F. A.; BAKAR, J.; ZAREI, M. Antiviral activity of fermented foods and their probiotics bacteria towards respiratory and alimentary tracts viruses. **Food Control**, v. 127, p. 108140, 2021.

NOGUEIRA, N. W.; FREITA de, R. M. O.; LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B. Estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de jurema-branca. **Revista Adv. For. Sci**, Cuiabá, v. 7, n. 3, p. 1081-1087, 2020.

NSUBUGA, D.; BANADDA, N.; KABENGE, I.; WYDRA, K. D. Potential of jackfruit waste for biogas, briquettes and as a carbon dioxide sink - a review. **Journal of Sustainable Development**, v. 13, n. 4, p. 60, 2020.

ORS, Selda et al. Interactive effects of salinity and drought stress on photosynthetic characteristics and physiology of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings. **South African Journal of Botany**, v. 137, p. 335-339, 2021.

PASCUAL, J. A.; CEGLIE, F.; TUZEL, Y.; KOLLER, M.; KOREN, A.; HITCHINGS, R.; TITTARELLI, F. Organic substrate for transplant production in organic nurseries: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, p. 35, 2018.

PALAMTHODI, S.; SHIMPI, S.; TUNGARE, K. A study on nutritional composition and functional properties of wheat, ragi and jackfruit seed composite flour. Food **Science and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 63, 2021.

RAGHDA'A ALI AL-KHAFAJY, Duraid; AL-TAEY, K. A.; AL-MOHAMMED, M. H. The impact of water quality, bio fertilizers and selenium spraying on some vegetative and flowering growth parameters of *Calendula officinalis* L. under salinity stress. **International Journal of Agricultural and Statistical Sciences**, v. 16, p. 1175-1180, 2020.

RAMLI, A. N. M.; BADRULZAMAN, S. Z. S.; HAMID, H. A.; BHUYAR, P. Antibacterial and antioxidative activity of the essential oil and seed extracts of *Artocarpus heterophyllus* for effective shelf-life enhancement of stored meat. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 1, 2021.

RANASINGHE, R. A. S. N.; MADUWANTHI, S. D. T.; MARAPANA, R. A. U. J. Nutritional and health benefits of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A review. **International Journal of Food Science**, v. 2019, p. 4327183, 2019.

RASEL, M.; TAHJIB-UL-ARIF, M.; HOSSAIN, M. A.; HASSAN, L.; FARZANA, S.; BRESTIC, M. Screening of salt-tolerant rice landraces by seedling stage phenotyping and dissecting biochemical determinants of tolerance mechanism. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 1-16, 2020.

RASOULI, F.; KIANI-POUYA, A.; TAHIR, A.; SHABALA, L.; CHEN, Z.; SHABALA, S. A comparative analysis of stomatal traits and photosynthetic responses in closely related halophytic and glycophytic species under saline conditions. **Environmental and Experimental Botany**, v. 181, p. 104300, 2021.

SAHAAR, S. A.; NIEMANN, J. D. Impact of regional characteristics on the estimation of root-zone soil moisture from the evaporative index or evaporative fraction. **Agricultural Water Management**, v. 2381, p. 106225, 2020.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., & CUNHA, T. (2018). **Sistema brasileiro de classificação de solos (5 a ed.)**. Brasília: Embrapa.

SHAHID, S. A.; ZAMAN, M.; HENG, L. Introduction to soil salinity, sodicity and diagnostics techniques. In: Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. Switzerland: **Springer Nature**, 2018.

SILVA, A. A. R. da.; OLIVEIRA, L. P. de.; NASCIMENTO, K. J. T. do.; CARVALHO, J. G. de.; ALVES, E. U. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v. 23, n. 4, p. 257-263, 2019.

STEFANELLO, R.; VIANA, B. B.; NEVES, L. A. S. Germinação de sementes de *Thymus vulgaris* submetidas ao estresse salino. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, n. 30, v. 2, p. 19-27, 2018.

SWAMI, S. B.; KALSE, S. B. In: Mérillon, J. M.; Ramawat, K. G. (Eds.). Bioactive molecules in food. **Springer**, Cham, 2018.

UDDIN, R.; THAKUR, M.U.; UDDIN, M.Z.; ISLAM, G.M.R. Study of nitrate levels in fruits and vegetables to assess the potential health risks in Bangladesh. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 4704, 2021.

UMAR, M. et al. Responses of photosynthetic apparatus in sunflower cultivars to combined drought and salt stress. **Photosynthetica**, v. 57, n. 2, p. 627-639, 2019.

WALKER, S.; KUMAR, J.; BISWAS, B. Assessment of different indices (vegetation, salinity) and salt effected area trend analysis using shannon entropy approach – a case study in a semi-arid region of India using RS/GIS. **Plant Archives**, v. 19, p. 3457-3466, 2019.