



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

**FISIOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE QUIABEIRO
UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS SOB APLICAÇÃO
DE ÁCIDO SALICÍLICO**

PEDRO FRANCISCO DO NASCIMENTO SOUSA

**POMBAL-PB
2023**

PEDRO FRANCISCO DO NASCIMENTO SOUSA

**FISIOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE QUIABEIRO
UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS SOB APLICAÇÃO
DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFPG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Co-orientador (a): Prof^a. Dr^a. Lauriane Almeida dos Anjos Soares de Lima

POMBAL-PB

2023

S725f Sousa, Pedro Francisco do Nascimento.

Fisiologia e crescimento inicial de quiabeiro utilizando soluções nutritivas salinas sob aplicação de ácido salicílico / Pedro Francisco do Nascimento Sousa. – Pombal, 2023.

44 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 de Lima”.

Referências.

1. *Abelmoschus esculentus* L. 2. Estresse salino. 3. Fitohormônio. I. Lima, Geovani Soares de. II. Lima, Lauriane Almeida dos Anjos Soares de. III. Título.

CDU 635.648 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

PEDRO FRANCISCO DO NASCIMENTO SOUSA

**FISIOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE QUIABEIRO
UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS SOB APLICAÇÃO
DE ÁCIDO SALICÍLICO**

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: *07/07/2023*

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 - Prof^a. Dr^a. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Luderlândio de Andrade Silva

Membro – Dr. Luderlândio de Andrade Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

Reynaldo Teodoro de Fátima

Membro – M. Sc. Reynaldo Teodoro de Fátima
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL-PB

2023

*A Deus, a minha mãe Rita Paulina do N. Sousa,
aos meus familiares e amigos por todo incentivo e
dedicação que sempre proporcionaram em meus
estudos.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre estar ao meu lado, pela força e coragem durante esta caminhada, por todas as pessoas que tive o prazer de conhecer e conviver;

A minha mãe Rita Paulina do N. Sousa por batalhar dia a dia pela minha educação, pelo exemplo de vida e por me apoiar nos momentos mais difíceis, sendo minha fortaleza quando mais preciso;

Aos meus amigos Pedro, Maria do Socorro (*in memoriam*) por todos os conselhos, incentivos e confiança em mim depositada;

A toda minha família por sempre ter incentivado e ter acreditado em mim, mesmo quando parecia difícil;

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela oportunidade de cursar a Graduação de bacharel em agronomia e a todos os professores que contribuíram em minha formação acadêmica e pessoal.

Aos professores: Dr. Geovani Soares de Lima e Dr^a. Lauriane Almeida dos Anjos Soares pela orientação, apoio, compreensão, paciência, ensinamentos e pela confiança em meu trabalho e desempenho;

Aos meus amigos (as) e colegas da pós-graduação Jean Paiva, Wesley Bruno, Valeska Karolini, Luderlândio Andrade e a todos que fizeram e fazem parte da nossa equipe de pesquisa que contribuíram para que esse trabalho acontecesse;

Aos meus amigos (as), José Ramom, Patrick Lima, Fabrício, Wesley Pinheiro, Lucas Pinheiro, Elcimar Lopes, Tácio Tibério, Diogenes Alves, e especialmente a meus amigos Thiago Lopes, Diogo, Charles Macedo e Maximo Antônio que foram fundamentais para que eu conseguisse ingressar e permanecer no curso.

Aos meus amigos (as) de turma Francisco Macelo, Rosivaldo, Albertine, Rubens, Marcos, Andersom Felipe, Maria Izabel, e todos os outros que tive o privilégio de conviver durante a graduação.

A todos os funcionários da UFCG que contribuíram em meu aprendizado;

A todos os residentes de maneira especial, em nome do vice diretor Rudson Brito, que de forma direta contribuíram para que eu me tornasse uma pessoa melhor.

A todos que diretamente e indiretamente cooperaram e ajudaram-me a vencer mais uma etapa em minha vida, tornando mais um sonho em realidade.

OBRIGADO A TODOS!

LISTA DE TABELAS

	Pág
Tabela 1 Resumo da análise de variância para condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (C_i), taxa de assimilação de CO_2 (A), eficiência instantânea do uso da água ($EiUA$) e eficiência instantânea da carboxilação ($EiCi$) das plantas de quiabeiro 'Canindé' cultivado com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.....	28
Tabela 2 Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F_0), máxima (F_m), variável (F_v), eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) das plantas de quiabeiro 'Canindé' cultivado com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.....	32
Tabela 3 Resumo da análise de variância para conteúdo relativo de água (CRA), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), carotenoides (CAR), número de folha (NF), diâmetro do caule (DC) e altura de planta (AP) das plantas de quiabeiro 'Canindé' cultivado com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.....	34

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1	Temperatura máxima e mínima diária e umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.....	21
Figura 2	Confecção do sistema hidropônico (A), temporizador digital para ativação do sistema de funcionamento das bombas (B).....	22
Figura 3	Preparo das soluções nutritivas (A), e diluição do ferro com EDTA (B).....	23
Figura 4	Fibra de coco utilizada como substrato usado (A), e disposição das plantas de quiabeiro cv. Canindé na bandeja (B).....	24
Figura 5	Preparo das soluções salinas (A), monitoramento da condutividade elétrica da solução nutritiva (B).....	24
Figura 6	Preparo das concentrações de ácido salicílico (A), e aplicação nas plantas quiabeiro cv. Canindé (B).....	25
Figura 7	Condutância estomática - g_s (A), transpiração - E (B), concentração interna de CO_2 - C_i (C), taxa de assimilação de CO_2 - A (D) e eficiência instantânea de carboxilação - $EiCi$ (E) das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função dos níveis salinos da solução nutritiva - CEs _n , em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	29
Figura 8	Eficiência instantânea no uso da água - $EiUA$ das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função da interação dos níveis salinos da solução nutritiva - CEs _n e aplicação exógena de ácido salicílico - AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	31
Figura 9	Fluorescência inicial - F_0 (A), máxima - F_m (B) e variável - F_v (C) das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva - CEs _n e concentrações de ácido salicílico - AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	33
Figura 10	Conteúdo relativo de água - CRA (A) e extravasamento de eletrólitos - EE (B) no limbo foliar das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função dos níveis salinos da solução nutritiva - CEs _n , em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	35
Figura 11	Clorofila a - $Cl a$ (A), b - $Cl b$ (B) e carotenoides - CAR (C) das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função dos níveis salinos da solução nutritiva - CEs _n , em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	36
Figura 12	Clorofila b - $Cl b$ das plantas de quiabeiro 'Canindé', em função da aplicação exógena de ácido salicílico - AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplantio.....	37
Figura 13	Número de folhas - NF (A), diâmetro de caule - DC (B) e altura de plantas - AP (C), em função dos níveis salinos da solução nutritiva -	

CEsn das plantas de quiabeiro 'Canindé', em cultivo hidropônico, aos
34 dias após o transplante.....

38

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Geral	15
2.2. Específicos	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. Aspectos gerais da cultura do quiabeiro.....	16
3.2. Uso de águas salobras na produção agrícola.....	16
3.3. Sistemas hidropônicos convencionais e de baixo custo.....	18
3.4. Solução nutritiva.....	19
3.5. Acido salicílico na atenuação do estresse salino.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Localização da área experimental	21
4.2. Tratamentos, delineamento estatístico e cultura estudada.....	21
4.3. Instalação do sistema hidropônico e condução.....	22
4.4. Preparo das soluções nutritivas.....	23
4.5. Semeio e preparo das mudas.....	23
4.6. Preparo das soluções salinas.....	24
4.7. Preparo e aplicação das concentrações de ácido salicílico.....	25
4.8. Variáveis analisadas.....	25
4.8.1. Parâmetros fisiológicos.....	25
4.8.2. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	27
4.8.3. Variáveis de crescimento.....	27
4.9. Análises Estatísticas	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÕES	38
7. REFERÊNCIAS	38

SOUSA, P. F. N. de. **Fisiologia e crescimento inicial de quiabeiro utilizando soluções nutritivas salinas sob aplicação de ácido salicílico**. 2023. 44f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O cultivo hidropônico tem sido uma alternativa diante da limitada disponibilidade de água de baixa condutividade elétrica para irrigação no semiárido Nordeste, que tem restringido a produção de alimentos, fazendo necessário uso de estratégias para reduzir os efeitos do estresse salino sobre as plantas. Dentre as alternativas, destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico na mitigação do estresse salino nas trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, pigmentos fotossintéticos e crescimento do quiabeiro ‘Canindé’ em sistema hidropônico. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, em Pombal – PB, utilizando-se o sistema de cultivo hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes - NFT. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CE_{sn} (2,1; 3,6; 5,1 e 6,6 dS m⁻¹) considerados as parcelas e as quatro concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), as subparcelas, com quatro repetições e duas plantas por parcela. O ácido salicílico na concentração de 3,6 mM minimizou o efeito da salinidade da solução nutritiva na fluorescência da clorofila *a* e promoveu aumento na síntese de clorofila *b* das plantas de quiabeiro, aos 34 dias após o transplantio. A salinidade da solução nutritiva acima de 2,1 dS m⁻¹ afetou negativamente as trocas gasosas, o conteúdo relativo de água, os pigmentos fotossintéticos, o crescimento e elevou o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de quiabeiro.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus* L. Estresse salino, Fitohormônio.

SOUSA, P. F. N. de. **Physiology and initial growth of okra using saline nutrition solutions under the application of salicylic acid**. 2023. 44f. Monograph (Graduation in Agronomy). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

Hydroponic cultivation has been an alternative to the limited availability of water with low electrical conductivity for irrigation in the Northeastern semi-arid region, which has restricted food production, making it necessary to use strategies to reduce the effects of saline stress on plants. Among the alternatives, the foliar application of salicylic acid stands out. In this context, the objective of this study was to evaluate the effects of foliar application of salicylic acid in mitigating effects of salt stress in gas exchange, chlorophyll *a* fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of hybrid okra 'Canindé' in a hydroponic system. The study was carried out in a greenhouse, in Pombal - PB, using the hydroponic cultivation system the Nutrient Laminar Flow Technique - NFT. The experimental design used was completely randomized in a split-plot scheme, with four levels of electrical conductivity of the nutrient solution - EC_{sn} (2.1, 3.6, 5.1, and 6.6 dS m⁻¹) considered as plots and four concentrations of salicylic acid - AS (0, 1.2, 2.4, and 3.6 mM), as the subplots, with four replicates and two plants per plot. Salicylic acid at a concentration of 3.6 mM minimized the effect of nutrient solution salinity on chlorophyll *a* fluorescence and promoted an increase in the synthesis of chlorophyll *b* in okra plants. Nutrient solution salinity above 2.1 dS m⁻¹ negatively affected gas exchange, relative water content, photosynthetic pigments, growth and increased electrolyte leakage in the leaf blade of okra plants.

Key words: *Abelmoschus esculentus* L., salt stress, phytohormone

2. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Malvaceae, o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma olerícola exigente em água, com ciclo anual, e adaptada às condições edafoclimáticas da região Nordeste (GOES et al., 2019). No semiárido do Nordeste do Brasil para suprir a necessidade hídrica dessa cultura, faz necessário o manejo da irrigação com fontes de águas alternativas, como as oriundas de fontes superficiais e/ou subterrâneas, que geralmente contêm elevados teores de sais (SILVA JUNIOR et al., 1999), pois as chuvas são irregulares, com temperatura e evaporação elevada, ocasionando restrição hídrica em quantidade e qualidade para irrigação.

O estresse salino compromete o desenvolvimento das culturas, redirecionando energia para sinalizar o fechamento dos estômatos, que reduz absorção de água, refletindo no crescimento, seguindo da alteração na homeostase iônica em função do alto acúmulo de cátions e ânions no tecido celular, dificultando a absorção de água e nutrientes e, desencadeando alterações fisiológicas e danos oxidativos (SILVA et al., 2020).

Os efeitos do estresse salino na fisiologia das plantas de quiabeiro foram verificados no estudo desenvolvido por Sales et al. (2021), em que observaram que a irrigação com água de 5,0 dS m⁻¹ induziu o fechamento estomático das plantas de quiabeiro cv Santa Cruz 47 e diminuiu a transpiração, a concentração interna de CO₂ e a taxa fotossintética, aos 30 e 60 dias após transplantio.

Há de se considerar que o uso de águas com elevadas concentrações de sais de forma convencional promove a salinização dos solos, desta forma, o cultivo em sistema hidropônico se destaca como alternativa promissora nas condições de semiárido, pois permite maior eficiência no uso da água, redução do efeito do estresse salino sobre as plantas, devido à ausência do potencial matricial, e outras vantagens como menor quantidade de água comparado aos demais sistemas de cultivos (SANTOS et al., 2018).

Outra estratégia que têm sido utilizada para amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas é a aplicação foliar de ácido salicílico (AS) (SOARES et al., 2022). O AS é um fitohormônio que atua como mecanismo de defesa das plantas, induzindo a produção de osmólitos e metabolismo secundários, atuando nos processos fisiológicos das plantas em condições de estresse (NÓBREGA et al., 2020, SAMADI et al., 2019). O ácido salicílico tem efeito positivo na atividade antioxidante nas plantas sob estresse salino, melhorando as respostas enzimáticas e fotossintéticas, com atuação na abertura estomática e no metabolismo dos carboidratos, impondo a regulação osmótica e o aumento da tolerância das plantas (SILVA et al., 2021).

Contudo, na literatura, são escassos estudos avaliando os efeitos do ácido salicílico como mitigador do estresse salino sobre os parâmetros fisiológicos e crescimento do quiabeiro sob condições hidropônicas. Entretanto, várias pesquisas já identificaram o papel do ácido salicílico como sinalizador e seus efeitos benéficos na tolerância das plantas ao estresse salino, como observado em gravioleira (SILVA et al., 2021), goiabeira (XAVIER et al., 2022), e quiabeiro (MENDONÇA et al., 2022).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar as trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, pigmentos fotossintéticos e crescimento do quiabeiro cv. Canindé cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico em sistema hidropônico.

2.2. Específicos

Avaliar o crescimento das plantas de quiabeiro sob diferentes níveis de solução nutritiva salina e aplicação foliar de ácido salicílico.

Determinar o conteúdo relativo de água e o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar do quiabeiro cv. Canindé cultivado com diferentes níveis salinos e concentrações de ácido salicílico.

Quantificar teores de pigmentos fotossintéticos, do quiabeiro ‘Canindé’ cultivado com diferentes níveis salinos da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico.

Determinar as trocas gasosas de quiabeiro submetidos a salinidade da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais da cultura do quiabeiro

O quiabeiro é uma planta olerícola de origem africana, pertencente à família das Malváceas, gênero *Abelmoschus* e espécie *Abelmoschus esculentus*. É amplamente cultivado na África, Índia, Ásia, Estados Unidos, Turquia e Austrália (GALATI, 2010). É uma cultura de ciclo anual, de fácil cultivo, bem adaptada ao clima tropical, muito cultivada tanto no Nordeste Brasileiro, como nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe (FILGUEIRA et al., 2020).

Apresenta porte arbustivo e ereto, o sistema radicular, em sua maior parte, se localiza a uma profundidade de 20 cm, mais pode atingir até 1,90 m de profundidade (GALATI, 2010). As folhas apresentam limbo recortado, são grandes lobadas e com pecíolos longos, as flores são hermafroditas e o fruto é do tipo cápsula, piloso, roliço e apresenta seção transversal circular ou pentagonal (AGUIAR, 2011).

Apesar de ser uma cultura que se desenvolve bem em vários tipos de solos, é importante que os solos para o cultivo do quiabeiro tenham uma boa drenagem, contendo os nutrientes ideais para a cultura, tais como N, P, K, Ca e Mg, o uso da adubação orgânica também é uma opção que pode trazer inúmeros benefícios (FILGUEIRA, 2012).

Dependendo dos tratos culturais utilizados durante os períodos vegetativos e reprodutivos, o desenvolvimento da cultura do quiabeiro pode ser bastante variável, além de ser influenciado pela cultivar utilizada. A colheita dos frutos pode ser realizada várias vezes, desde que sejam observados alguns aspectos como, por exemplo, o fruto, que deve ser macio ou tenro com coloração verde brilhante e não apresentar estruturas fibrosas, sendo facilmente observado pela quebra da ponta do fruto. Durante o inverno, a colheita começa de seis a sete dias após a floração e, na estação quente, com cinco a seis dias após a abertura da flor (MOTA et al., 2000).

3.2. Uso de águas salobras na produção agrícola

A escassez hídrica (quantitativa e qualitativa) no nordeste brasileiro dificulta a produção agrícola, principalmente na região semiárida, que apresenta uma pluviosidade em torno de 240 a 800 mm por ano, associado a condições de temperatura e evaporação elevadas que aceleram a redução do volume de água dos reservatórios (MELO FILHO et al., 2019).

A distribuição de água de baixa concentração de sais tem prioridade para o consumo humano, tornando-se outras fontes de água de qualidade inferior uma alternativa para o uso na

irrigação, a exemplo, água de elevada condutividade elétrica (SANTOS et al., 2018). Apesar da técnica da irrigação ser amplamente difundida por inúmeros benefícios, no atual cenário de escassez hídrica em várias regiões, o uso da água de boa qualidade tem sido restringido para irrigação. Conforme as diretrizes da Política Nacional dos Recursos Hídricos Art. 1º da Lei 9433/97, em condições de escassez hídrica, as prioridades do uso da água são para o abastecimento humano e a dessedentação de animais, pois a água constituir-se como elemento essencial para a existência de todos os organismos vivos no planeta (ANA, 2018).

Entretanto, o uso destas águas depende de estratégias capazes de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas. As plantas são expostas frequentemente a complexas interações em condições naturais, que envolvem inúmeros fatores ambientais (REJEB et al., 2014; ZRIBI et al., 2017), tais como temperatura, déficit hídrico, salinidade entre outros (SZARESKI et al., 2018). Dentre os estresses abióticos, o salino, tem se destacado como um fator limitante para redução da produção das culturas (REZAEI et al., 2017; PULAVARTY & SARANGI, 2018).

Há uma resposta diferenciada das plantas ao estresse salino (TABATABAEI & EHSANZADEH, 2016), algumas são capazes de produzir rendimentos satisfatórios sob condições salinas, enquanto outras são drasticamente reduzidos (ZRIG et al., 2016; QRUNFLEH et al., 2017). O nível de tolerância ao estresse salino depende da espécie, do estágio de desenvolvimento, da intensidade e duração do estresse salino, das condições climáticas e tratos culturais (MUNNS, 2002).

Estas respostas estão associadas aos efeitos osmóticos que interfere na absorção de água e nutrientes, tendo como consequências mudanças nas relações da água a nível celular (GARCÍA- CAPARRÓS & LAO, 2018), em uma segunda fase, ao acúmulo de íons em excesso (predominantes Na^+ e Cl^-) a níveis tóxicos nas plantas (RADY et al., 2018).

A quantidade de sódio, cálcio, cloreto, potássio e sulfato e outros componentes dissolvidos na água podem ser indicativo da qualidade da água, sendo classificada quanto a salinidade através da condutividade elétrica em relevância ao uso na agricultura como nenhuma restrição ($\text{CEa} < 0,7 \text{ dS m}^{-1}$), moderada ($0,7 > \text{CEa} < 3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e severa ($\text{CEa} > 3,0 \text{ dS m}^{-1}$) (AYERS e WESTCOT 1999). Portanto, a severidade do estresse salino depende de outros fatores, como do tipo e das concentrações de sais que as plantas são submetidas (TARCHOUNE et al., 2012).

3.3. Sistemas hidropônicos convencionais e de baixo custo

Dentre os sistemas hidropônicos desenvolvidos em função da necessidade dos usuários de cada região, o mais utilizado convencionalmente é o Nutrient Film Technique - NFT (SEDIYAMA & PEDROSA, 1999). Os sistemas hidropônicos ainda podem ser classificados como estático ou dinâmico quanto à circulação de solução no sistema; em sistema aberto, com descarte diário da solução, ou fechado com reaproveitamento total da solução e ainda quanto à forma de sustentação da planta em meio líquido ou em substrato (VILLELA JUNIOR et al., 2003).

A adaptação da hidroponia à realidade local, denominada de hidroponia de baixo custo, especialmente nos casos em que há disponibilidade de água salobra, é indispensável. Uma outra característica benéfica é o ordenamento energético ocasionado pela minimização do potencial matricial, dado a ausência de solo, os melhores resultados obtidos quando comparado a cultivos em solo, sob mesmo nível de salinidade (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

Além de viabilizar a produção de qualidade o ano inteiro e precocemente e possibilitando o retorno do capital investido mais rapidamente (SILVA et al., 2016), o cultivo hidropônico pode ser praticado em pequenas áreas, pois facilita o trabalho e permite que uma só pessoa cuide de grande número de plantas, diferentemente do cultivo convencional em solo.

Em sistemas hidropônicos do tipo fechado, o contato direto do efluente salino com o meio ambiente é suprimido, evitando a salinização de áreas adjacentes (LIRA et al., 2018). Este sistema é constituído de um suporte de madeira impermeabilizada ou canos de PVC de menor diâmetro, com dimensões de 6 × 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 6 m de comprimento e 100 mm de diâmetro. Os tubos são perfurados “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas conforme cultura a ser trabalhada, de modo equidistante, considerando-se o eixo central de cada célula. São usados joelhos de mesma bitola e, a estes, uma torneira para saída de água, num sistema “tipo vertedouro” visando a indução de um nível constante de 0,04 m de solução dentro do tubo, distribuída equitativamente em toda a sua extensão (SANTOS JÚNIOR, 2013). A recirculação é feita pelo uso de bombas, onde impulsionam um fino filme de água pelas raízes, permitindo a absorção dos componentes necessários ao crescimento das plantas (RAKOCY et al., 2006).

O desempenho do sistema hidropônico de baixo custo já foi testado no cultivo de girassol ornamental (SANTOS JUNIOR et al., 2014), sendo obtidos resultados promissores quanto a eficiência de uso de água e uniformidade de produto colhido. Este módulo

hidropônico de baixo custo visa eliminar as desvantagens da hidroponia convencional relatadas na literatura, ou seja, não depende exclusivamente da energia elétrica e possibilita o aproveitamento de águas salinas e provenientes de afluentes domésticos na produção das culturas. Além disto, possibilita o trabalho com uma maior densidade de cultivo em condições protegidas, o reaproveitamento da solução, em sistema fechado, podendo ser utilizado com ou sem substrato e opera tanto em estado estático como dinâmico.

3.4. Solução nutritiva

A solução nutritiva pode ser definida como um sistema homogêneo, onde os nutrientes necessários à planta estão dispersos, geralmente na forma iônica e em proporções adequadas. Também é necessário que a solução nutritiva contenha O_2 e esteja na temperatura adequada à absorção dos nutrientes. Apesar dos nutrientes serem apontados como mais importantes, uma solução nutritiva não é composta inteiramente de elementos em suas formas minerais, puras e simples, em que seu método de ação e eficácia seja desvendado em uma simples análise (COMETT et al., 2006).

Há muitos anos que a composição da solução nutritiva tem sido estudada, com relatos por volta do ano de 1865, (RESH, 2002). Contudo, só a partir de 1933 houve uma maior atenção com o preparo de uma solução contendo micronutrientes. Baseando-se na composição de plantas cultivadas em vasos com solução nutritiva, Hoagland & Arnon apresentaram em 1938 uma solução nutritiva completa e balanceada para tomateiro (Hoagland & Arnon, 1950). Objetivando manter o pH da solução nutritiva próximo a cinco, em 1957, essa solução sofreu pequena adaptação na relação $NO_3^-: NH_4^+$ para 7:1, por Johnson et al. (1957).

Diversas soluções nutritivas têm sido propostas, sempre havendo diferenças em relação às concentrações dos macronutrientes, já, para os micronutrientes, as alterações são bem menores. Na literatura, é comum encontrar nos artigos científicos a “solução nutritiva modificada de Hoagland”, modificações feitas para adaptações a culturas trabalhadas, fórmulas derivadas da solução nutritiva proposta por Hoagland & Arnon (1950).

3.5. Ácido salicílico na atenuação do estresse salino

Algumas práticas de manejo da irrigação com águas salinas associadas à aplicação de substâncias pode ser uma importante estratégia para diminuir os efeitos deletérios do estresse salino sobre as plantas (LOPES, 2021), já que a indução de mecanismos de defesa, que induz a tolerância das plantas ao estresse, pode ser desencadeada, não apenas de forma endógena, mas também exógena. Alguns compostos (naturais ou sintéticos) aplicados previamente em

concentrações adequadas podem resultar em maior tolerância ao estresse e ser efetivamente usados como agentes atenuantes (ANTONIOU et al., 2016); destacando-se o ácido salicílico.

O ácido salicílico, é um composto fenólico (antioxidante não enzimático), que contribui no processo fotossintético, bioquímico, e regulador do crescimento e produção das plantas; é um fitohormônio que atua como atenuante ao estresse de ordem abiótica nas plantas, como por exemplo do estresse salino (SILVA et al., 2018). Segundo Szepesi (2008), o ácido salicílico também aumenta a atividade de enzimas antioxidantes como peroxidase, superóxido dismutase e catalase.

O ácido salicílico pode aumentar o conteúdo de ATP, devido ao aumento da atividade da RuBisCO e, absorção de potássio, mantendo a ótima relação K^+/Na^+ nas plantas, favorecendo desta forma uma melhor tolerância ao estresse salino (LEE et al., 2014). Contudo, estudo realizado por Oraei et al. (2019), mostram que a indução imposta pelo ácido salicílico à tolerância ao estresse salino depende das espécies vegetais, concentração do ácido, fase de desenvolvimento e condições ambientais atribuídas às plantas.

Em estudo desenvolvido por Samadi et al. (2019) com a cultura do morango (*Fragaria*) sob estresse salino, constataram que a aplicação foliar de 100 μ M de ácido salicílico reduziu os efeitos do estresse salino e melhorou funcionamento do PSII, induziu a síntese de osmólitos compatíveis e metabolismo do fenol, e reduziu os danos à membrana.

Em estudo desenvolvido por Lotfi et al. (2020) com a cultura do feijão (*Vigna radiata* L.) sob estresse salino e aplicação de ácido salicílico, foi observado que concentração de 1.0 mM de ácido salicílico regulou a condutância estomática, o índice de clorofila e a fluorescência da clorofila a e, conseqüentemente, a atividade do PSII das plantas, melhorando o acúmulo de K^+ e diminuindo o Na^+ nas folhas.

O ácido salicílico na concentração de até 1 mM, também contribuiu na absorção de N, P, K, Ca e Mg, além disto, diminui a absorção de Na^+ , os danos oxidativos e osmóticos; além disso aumenta a atividade das enzimas antioxidantes e os açúcares solúveis, proteínas e betaína glicina em plantas de soja (*Glycine max* L.) sob estresse salino (FARHANGI-ABRIZ et al., 2018).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida durante o período de outubro de 2021 a janeiro de 2022, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, Paraíba, Brasil, situado pelas coordenadas geográficas 6°46'13'' de latitude Sul, 37°48'6'' de longitude Oeste e uma altitude média de 184 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

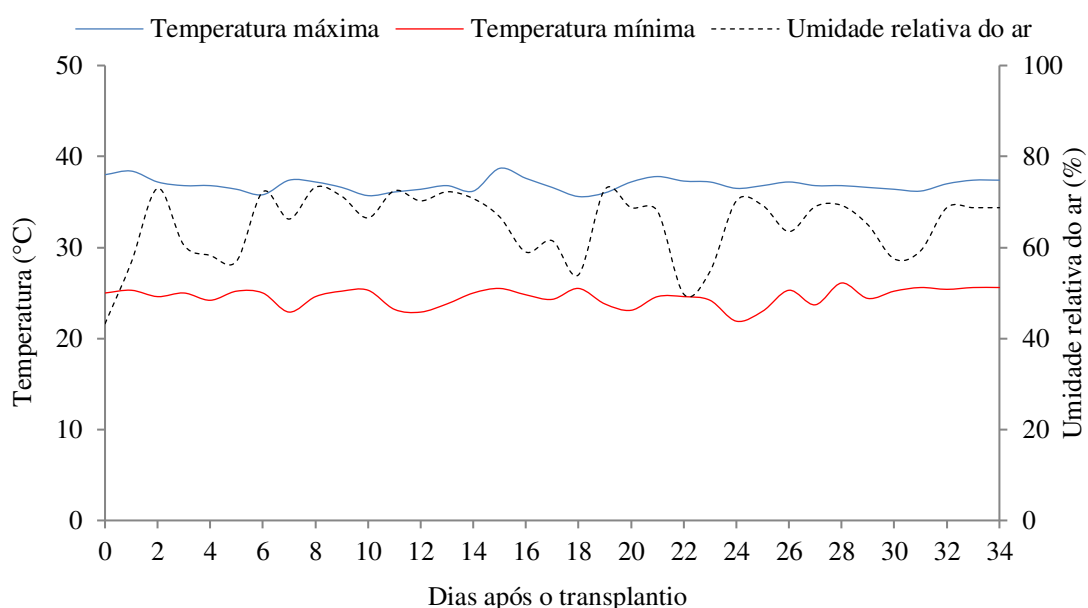


Figura 1. Temperatura máxima e mínima diária e umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

4.2 Tratamentos, delineamento estatístico e cultura estudada

Os tratamentos consistiram em quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n (2,1; 3,6; 5,1 e 6,6 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, em esquema de parcelas subdividida, sendo os níveis de CEs_n consideradas as parcelas e as concentrações de AS as subparcelas, com quatro repetições e duas plantas por parcelas. As concentrações de ácido salicílico utilizadas nesta pesquisa foram baseadas em trabalho realizado com meloeiro ‘Gaúcho’ (SOARES et al., 2022), enquanto os níveis salinos da solução nutritiva foram

adaptados a partir do estudo realizado por Mendonça et al. (2022) com a cultura do quiabeiro cv. Canindé.

Nesta pesquisa foram utilizadas sementes do quiabo ‘Canindé’ da ISLA®. Essa cultivar possui ciclo em torno de 80 dias, plantas de porte alto e altamente produtivas, com ótima adaptabilidade em diferentes regiões de cultivo. As vagens apresentam cinco quinas e excelente qualidade pós-colheita, com comprimento entre 10 e 15 cm e diâmetro variando de 18 a 20 mm. Além disso, o quiabeiro ‘Canindé’ é resistente ao vírus do Mosaico de Veias Amarelas.

4.3. Instalação do sistema hidropônico e condução

O sistema hidropônico utilizado foi do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente – NFT, confeccionado com tubos de policloreto de vinil (PVC) de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, espaçados por 0,40 m. Nos canais, o espaçamento foi de 0,50 m entre plantas e 1,0 m entre tratamentos (subsistemas), e as células para plantio na parte superior do tubo tiveram diâmetro de 54,17 mm. Os canais foram apoiados em cavaletes com altura de 0,60 m e com inclinação de 4% para o escoamento da solução nutritiva (Figura 2A). Na cota mais baixa de cada bancada do sistema hidropônico, constava uma caixa de polietileno de 150 L com a finalidade de coletar e reconduzir a solução nutritiva até os canais. A solução nutritiva era injetada nos canais de cultivo por bomba com potência de 35 W, e vazão de 3 L min⁻¹. A circulação da solução nutritiva foi programada por um timer (Figura 2B), com fluxo intermitente de 15 min a cada hora durante o dia e a cada 30 min no período noturno.

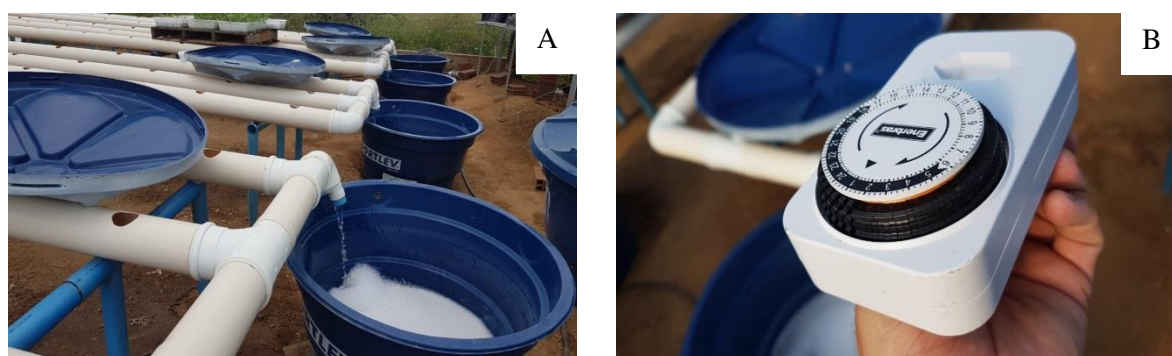


Figura 2: Confeção do sistema hidropônico (A), temporizador digital para ativação do sistema de funcionamento das bombas (B).

4.4. Preparo das soluções nutritivas

A solução nutritiva foi preparada conforme recomendação de Hoagland e Arnon (1950), utilizando água de abastecimento municipal com condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, resultando no menor nível de CEsn ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$). Para a preparação de 150 L de solução nutritiva (Figura 3A e 3B), com concentrações (mg L^{-1}) de 210, 31, 234, 200, 48, 64, 0,5, 0,5, 0,05, 0,02, 0,01, e 5,1,2, 0,65 de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Fe, Na e Cl respectivamente utilizando 136,09, 101,10, 236,15, e 246,49 g L^{-1} de KH_2PO_4 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ respectivamente, além de 3,10, 1,70, 0,22, 0,75, 1,25, 13,9, e 13,9 g L^{-1} de H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, FeSO_4 , e EDTA - Na.

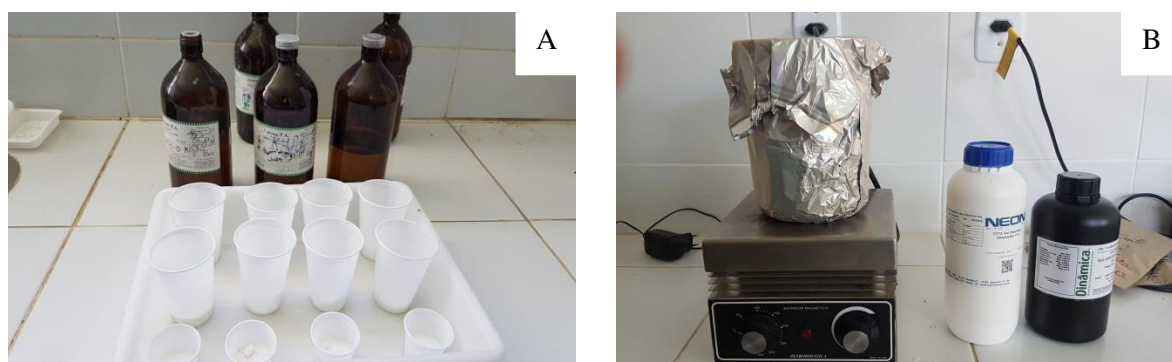


Figura 3: Preparo das soluções nutritivas (A), e diluição do ferro com o EDTA (B).

4.5. Semeio e preparo das mudas

A semeadura foi realizada em recipientes de polietileno com capacidade de 50 mL contendo esponja vegetal (Figura 4A), disposto em bandejas (Figura 4A). Antes da semeadura, a fibra vegetal foi sanitizada com hipoclorito de sódio (2,5%), lavadas e secadas ao ar livre. Da germinação até o surgimento da primeira folha verdadeira (em média dez dias após semeadura) utilizou solução nutritiva a meia força (50% da recomendação). Após o surgimento da primeira folha verdadeira foi retirado à esponja vegetal e efetuado a inserção das plantas nos perfis hidropônicos e passou-se a utilizar solução nutritiva da concentração plena (100% da recomendação).

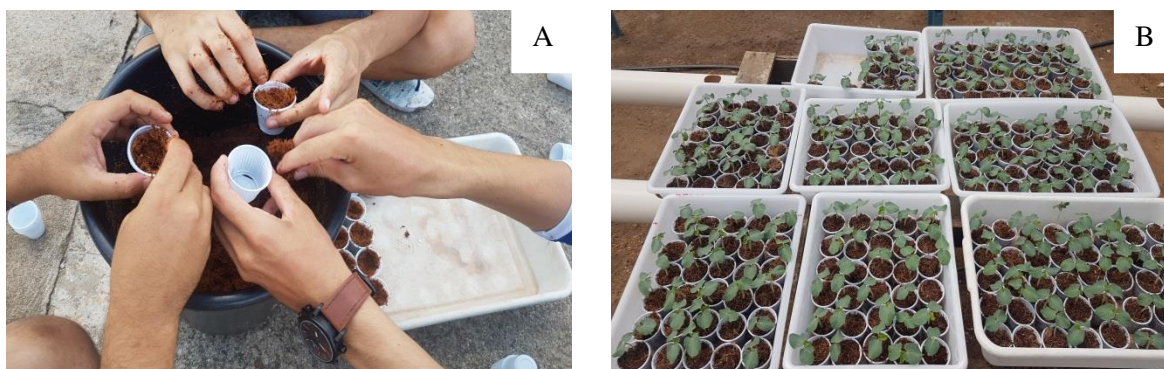


Figura 4: Fibra de coco utilizada como substrato (A), e disposição das plantas de quiabeiro cv. Canindé na bandeja (B).

4.6. Preparo das soluções salinas

As soluções salinas (Figura 5A) foram obtidas mediante adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e de magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) à solução nutritiva preparada em água do sistema de abastecimento do município de Pombal, Paraíba, Brasil, sendo incorporadas na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente. Trata-se da proporção de Na, Ca e Mg comumente encontradas nas fontes hídricas utilizadas para irrigação no semiárido do Nordeste brasileiro (SILVA et al., 2018).

A substituição completa da solução nutritiva ocorreu a cada oito dias, ou caso houvesse uma variação de 20% da condutividade desejada, contudo, a condutividade elétrica e pH foram monitoradas diariamente (Figura 5B), e sempre que necessário foi realizado o ajuste da solução através da adição de água com CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, mantendo sempre a CEsn, conforme os tratamentos estabelecidos. O pH foi mantido entre 5,5 e 6,5 mediante adição de 0,1 M KOH ou HCl. As plantas foram cultivadas nos perfis hidropônicos utilizando-se tutoramento vertical com nylon.

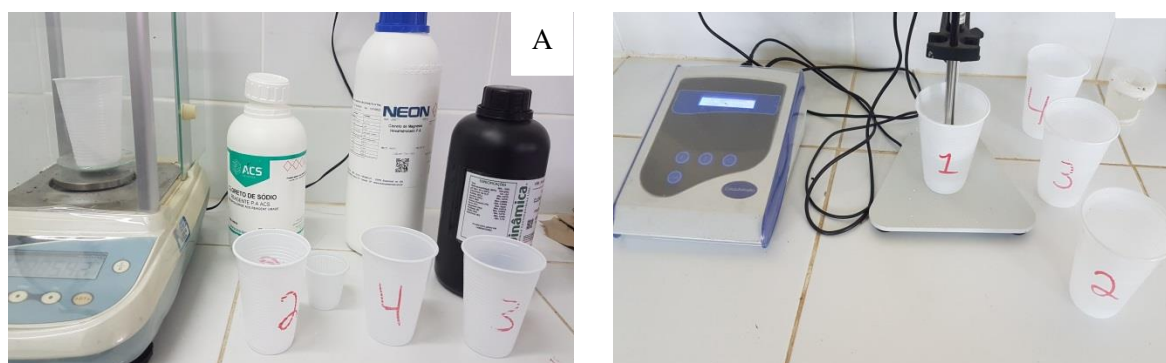


Figura 5: Preparo das soluções salinas (A), monitoramento da condutividade elétrica da solução nutritiva (B).

4.7. Preparo e aplicação das concentrações de ácido salicílico

As concentrações de ácido salicílico foram obtidas pela dissolução em álcool etílico a 30%, cujo preparo foi realizado em cada aplicação (Figura 6A). A primeira aplicação foi realizada 72 horas antes do início da aplicação da solução nutritiva salina entre 17:00 e 18:00 h; aplicando em média 18 mL por planta, as demais aplicações foram feitas em intervalos de 10 dias, pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas, utilizando um borrifador. O adjuvante Wil fix foi utilizado na concentração de 0,5 mL L⁻¹ de solução para reduzir a tensão superficial das gotas na superfície foliar. Durante a pulverização de AS, foi utilizada uma estrutura física para evitar a deriva sobre as plantas vizinhas (Figura 6B).



Figura 6: Preparo das concentrações de ácido salicílico (A), e aplicação nas plantas de quiabeiro cv. Canindé (B).

4.8. Variáveis analisadas

4.8.1. Variáveis fisiológicas

O efeito dos tratamentos foi mensurado, aos 34 dias após a inserção das plantas nos perfis hidropônicos. As trocas gasosas foram mensuradas através da condutância estomática - g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração - E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 - C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro + Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), irradiação de $1200 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200 mL min^{-1} , e concentração de CO_2 atmosférico, usando a terceira folha a partir do ápice da planta, sendo avaliado no período da manhã. Após a coleta dos dados foi quantificado a eficiência instantânea do uso da água - $EiUA - A/E$ [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação - $EiCi - A/C_i$ [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

Foi determinado no mesmo período, o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar, coletando-se folhas do terço médio, e retirando-se 8 discos foliares de 113 mm^2 de área,

lavados com água destilada visando à eliminação de outros eletrólitos aderidos às folhas, em seguida, foram acondicionados em Beckers, com 50 mL de água bidestilada e fechados com papel alumínio. Durante 24 horas às amostras ficaram em temperatura de 25 °C, e procedida à condutividade elétrica inicial (Ci); posteriormente, conduziu os beakers à estufa com circulação forçada de ar e submetidas à temperatura de 80 °C, durante 150 minutos, em seguida foi realizado o esfriamento e realizada novamente a determinação da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), conforme Eq. 4.

$$EE = \frac{Ci}{Cf} \times 100 \quad (4)$$

em que:

EE = Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (%);

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

Cf = condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

Para determinação do conteúdo relativo de água (CRA) no limbo foliar foram retiradas 3 folhas totalmente expandidas localizadas no terço superior da planta e foi determinando a massa fresca (MF). Imediatamente, as folhas foram pesadas, evitando perdas de umidade, obtendo-se a massa fresca (MF); em seguida, essas amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em 50 mL de água destilada e acondicionadas por 24 horas. Após este período e enxugando o excesso de água com papel toalha, obteve-se a massa túrgida (MT) das amostras, as quais foram levadas à estufa (temperatura ≈ 65 °C ±3 °C, até peso constante) para obtenção da massa seca (MS) das amostras. A determinação do CRA foi feita de acordo com a Weatherley (1950), utilizando-se a Eq. 5:

$$CRA = \frac{(MF-MS)}{(MT-MS)} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

CRA - Conteúdo relativo de água (%);

MF- Massa fresca de folha (g);

MT - Massa túrgida (g); e

MS - Massa seca (g)

;

4.8.2. Fluorescência da clorofila *a*

Na mesma época, a fluorescência da clorofila *a* foi avaliada na terceira folha, contada a partir do ápice do ramo principal da planta, as 8:00 horas, utilizando-se um fluorímetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; utilizando-se o protocolo Fv/Fm para determinação das variáveis: fluorescência inicial (F0), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm). Tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de 30 min.

Os teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*) e carotenoides (Car), foram determinados, conforme metodologia de Lichtenthaler (1987), utilizando 1 disco do tecido vegetal coletado da terceira folha contado a partir do ápice. O disco foi imerso em 80% de acetona e armazenado no escuro por 48 horas, em tubos fechados. Os extratos obtidos foram submetidos à leitura em espectrofotômetro com comprimentos de onda de absorvância (ABS) 470, 646 e 663 nm, utilizando-se as Eqs. 1, 2 e 3.

$$\text{Cl } a = 12,21 \text{ ABS}_{663} - 2,81 \text{ ABS}_{646} \quad (1)$$

$$\text{Cl } b = 20,13 \text{ ABS}_{646} - 5,03 \text{ ABS}_{663} \quad (2)$$

$$\text{Car} = (1000 \text{ ABS}_{470} - 1,82 \text{ Cl } a - 85,02 \text{ Cl } b) / 198 \quad (3)$$

Em que:

Cl *a* - clorofila *a* (mg g⁻¹ MF)

Cl *b* - clorofila *b* (mg g⁻¹ MF)

Car – carotenoides totais (mg g⁻¹ MF)

Os teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*) e carotenoides (Car) foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF).

4.8.3. Variáveis de crescimento

O crescimento foi analisado por meio da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF). A altura de plantas foi medida tomando-se como referência a distância do tubo de policloreto de vinil (PVC) até a inserção do meristema apical e o DC (mm) medido a três centímetros acima do perfil hidropônico. Já o número de folha foi determinado através da contagem das folhas de cada planta que apresentavam comprimento mínimo de 3 cm.

4.9. Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de dados pelo teste F ao nível de 0,05 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial

(linear e quadrática) para os níveis salinos da solução nutritiva e para as concentrações de ácido salicílico, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.6. (FERREIRA, 2014).

5. RESULTADOS E DISCURSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os níveis de solução nutritiva salina (CEsn) e ácido salicílico (AS) sobre a eficiência instantânea do uso da água das plantas de quiabeiro (Tabela 1). De forma isolada, os níveis salinos da solução nutritiva afetaram significativamente todas as variáveis estudadas de trocas gasosas; e o ácido salicílico não influenciou de forma significativa nenhuma das variáveis mensuradas.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO₂ (*Ci*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea do uso da água (*EiUA*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’ cultivado com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>EiUA</i>	<i>EiCi</i>
Solução nutritiva salina (CEsn)	3	0,27**	6,12**	118222,53**	1287,00**	27,68**	0,02**
Regressão Linear	1	0,06**	17,99**	32320,86*	3684,05**	76,76**	0,05**
Regressão Quadrática	1	0,08*	0,33 ^{ns}	3135,98 ^{ns}	102,98**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Ácido Salicílico (AS)	3	0,02 ^{ns}	0,65 ^{ns}	768,96 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1290,69 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,01 ^{ns}	0,13 ^{ns}	802,78 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Interação (CEsn × AS)	9	0,00 ^{ns}	1,94 ^{ns}	595,28 ^{ns}	13,58 ^{ns}	4,97*	0,00 ^{ns}
Erro 1	9	0,01	0,85	1321,87	4,32	1,54	0,00
Erro 2	36	0,00	0,70	223,40	5,07	1,46	0,00
CV 1 (%)		24,63	21,37	24,75	9,10	23,04	28,58
CV 2 (%)		15,52	19,39	10,17	9,86	22,44	16,68

ns, *, **, respectivamente não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, CV= coeficiente de variação; GL – Grau de liberdade

A solução nutritiva de condutividade elétrica 2,1 dS m⁻¹ promoveu maior condutância estomática (0,59 mol H₂O m⁻² s⁻¹) nas plantas de quiabeiro, enquanto o maior nível da solução nutritiva salina (6,6 dS m⁻¹) resultou em valor mínimo de 0,31 mol H₂O m⁻² s⁻¹, cuja redução foi 47,70% na *gs* ao comparar as plantas cultivadas sob CEsn de 6,6 dS m⁻¹ em relação as que receberam 2,1 dS m⁻¹ (Figura 2A). Sob elevada salinidade, as plantas fecham os estômatos para reduzir a perda de água para atmosfera e diminuir a absorção de sais, especialmente os íons tóxicos como Na⁺ e Cl⁻, situação que afeta a produção de fotoassimilados (DIAS et al.,

2018a). Semelhante ao resultado obtido nesse estudo, Batista et al. (2021), verificaram redução da g_s em três cultivares de tomate cereja com o aumento da solução nutritiva salina de 2,3 a 8,5 dS m⁻¹ em sistema hidropônico, aos 15 e 30 dias após transplântio.

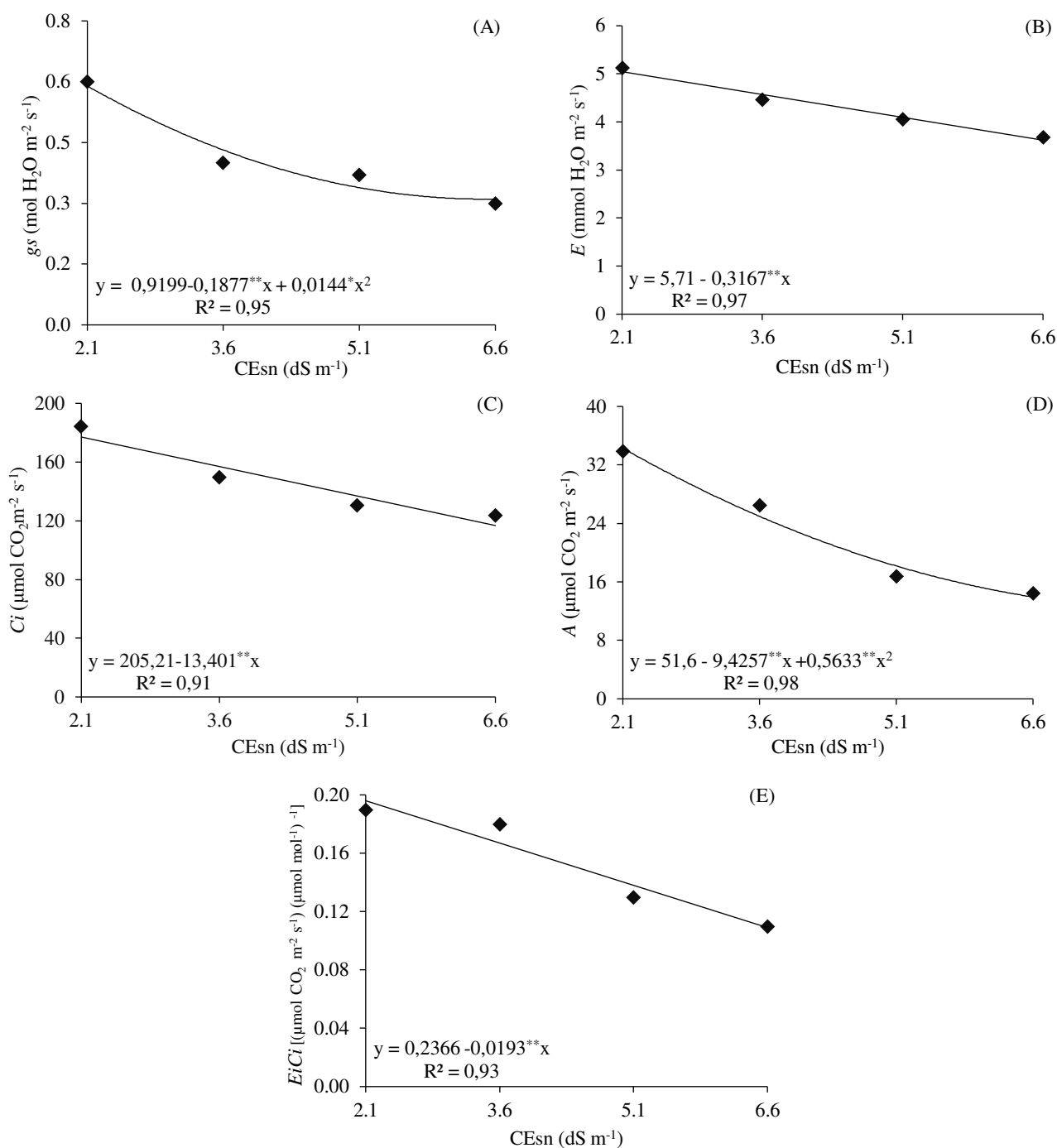


Figura 7: Condutância estomática - g_s (A), transpiração - E (B), concentração interna de CO₂ - C_i (C), taxa de assimilação de CO₂ - A (D) e eficiência instantânea de carboxilação - E_iC_i (E) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função dos níveis salinos da solução nutritiva - CEsn, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

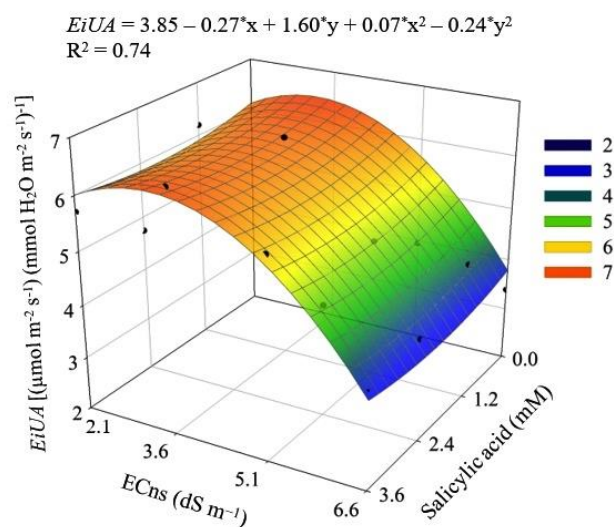
A transpiração e a concentração interna de CO₂ das plantas de quiabeiro também reduziu em função do aumento dos níveis salinos da solução nutritiva (Figura 2B e 2C), com decréscimos de 5,54 e 6,53% por aumento unitário da CEs_n. A transpiração é um mecanismo das plantas manter o status hídrico, onde a diferença de potencial hídrico das paredes celulares, espaço intracelular e xilema impulsiona absorção de água e nutriente pelo sistema radicular, dessa forma, as plantas fecham os estômatos para reduzir absorção de íons tóxicos e a perda de água na forma de vapor para atmosfera (SÁ et al., 2019). Os estômatos parcialmente fechados também comprometem a entrada de CO₂ para câmara subestomática, pois quanto menor abertura dos estômatos, menor o influxo do CO₂ para a câmara subestomática e, por ventura, ao sítio de carboxilação da RuBisCO no interior dos cloroplastos, reduzindo o uso da água e a fotossíntese (DIAS et al., 2018b).

Quanto a taxa de assimilação de CO₂ das plantas sob aplicação da solução nutritiva salina, nota-se que o valor máximo e mínimo de 34,29 e 13,93 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, foram obtidos sob CEs_n de 2,1 e 6,6 dS m^{-1} , respectivamente (Figura 2D). A redução na taxa de assimilação de CO₂ é reflexo da menor condutância estomática e entrada de CO₂ na câmara subestomática com o aumento da salinidade da solução nutritiva, provocando distúrbios metabólicos como fosforilação, menor atividade da Rubisco e demais enzimas envolvidas no ciclo de Calvin (DIAS et al., 2018b). No estudo de Sousa et al. (2020), também foi verificado diminuição na condutância estomática, transpiração e da taxa de assimilação de CO₂ das plantas de quiabeiro cv. Santa Cruz 47 com o aumento da salinidade da água de 1,0 a 5,0 dS m^{-1} .

Na Figura 2E, observa-se que a eficiência instantânea de carboxilação reduziu linearmente com o aumento da solução nutritiva salina, resultando em decréscimos de 8,15 % por aumento unitário da CEs_n. Essa diminuição é resultante da baixa concentração de CO₂ e da taxa de assimilação de CO₂ no mesófilo foliar, afetando negativamente a regeneração da enzima RuBisCO no ciclo de Calvin e a eficiência fotossintética (DIAS et al., 2019). Resultados semelhantes também foram obtidos por Soares et al. (2022) com a cultura do meloeiro gaúcho sob salinidade da solução nutritiva salina (CEs_n de 2,1 a 5,4 dS m^{-1}) e aplicação de ácido salicílico em cultivo hidropônico, cuja redução por aumento unitário da CEs_n foi 1,96, 3,14 e 5,16% para a transpiração, a taxa de assimilação de CO₂ e a eficiência instantânea da carboxilação, respectivamente.

Para eficiência instantânea no uso da água (Figura 3), as plantas submetidas à solução nutritiva de 3,4 dS m^{-1} sem aplicação de ácido salicílico (0 mM) obtiveram valor máximo estimado de 6,52 [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$]. Já o menor valor de 3,70 [$(\mu\text{mol}$

$\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)⁻¹] foi obtido nas plantas submetidas a CEs_n de 6,6 dS m⁻¹ e concentração 1,6 mM de AS. Com a restrição hídrica imposta pelos efeitos osmóticos, as plantas reduziram a transpiração e a taxa de assimilação de CO₂, contudo, até a CEs_n de 3,4 dS m⁻¹ manteve uma eficiência do uso da água razoável ao comparar as plantas sob CEs_n de 6,6 dS m⁻¹, no entanto, com o aumento da CEs_n o ácido salicílico não promoveu efeito benéfico nas plantas de quiabeiro. Figueiredo et al. (2019), também verificaram redução na eficiência instantânea no uso da água com aplicação de ácido salicílico na concentração até 2,0 mM, com a cultura *Erythrina velutina* Willd cultivada em vasos contendo solo, sob irrigação com água de condutividade elétrica de 0,5 a 9,0 dS m⁻¹.



X e Y - Condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n e concentração de ácido salicílico - AS, respectivamente;

Figura 8. Eficiência instantânea no uso da água - *EiUA* das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função da interação dos níveis salinos da solução nutritiva – CEs_n e aplicação exógena de ácido salicílico – AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

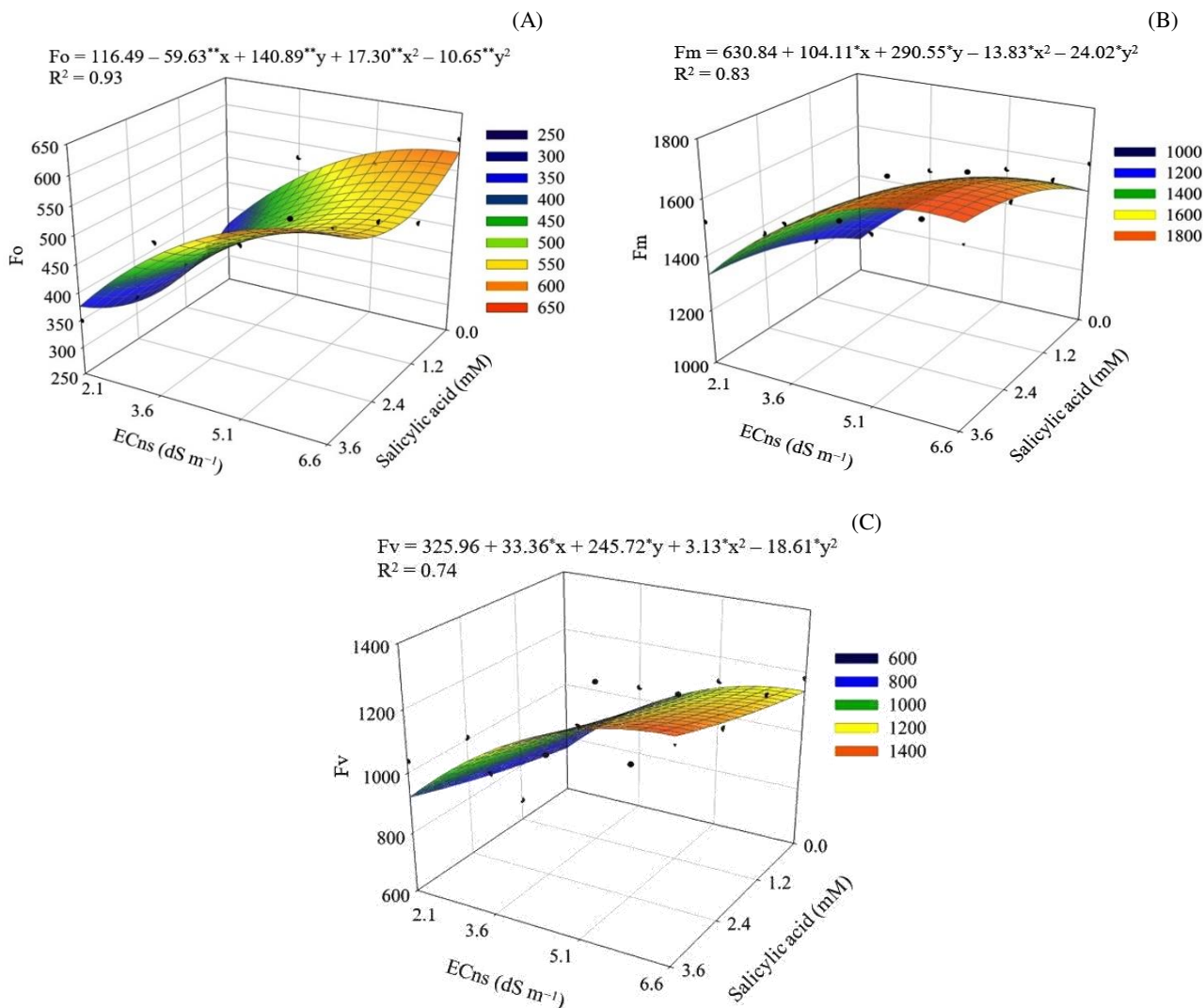
A interação entre a condutividade elétrica da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico (CEs_n × AS) influenciou significativamente todas as variáveis de fluorescência da clorofila *a* das plantas de quiabeiro, exceto a eficiência quântica do fotossistema II (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (*F*₀), máxima (*F*_m), variável (*F*_v), eficiência quântica do fotossistema II (*F*_v/*F*_m) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’ cultivado com solução nutritiva salina (CEs_n) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio			
		F ₀	F _m	F _v	F _v /F _m
Solução nutritiva salina (CEsn)	3	162802,49**	421126,24**	276573,91**	0,00 ^{ns}
Regressão Linear	1	383550,13**	1048168,59**	765973,71**	0,00 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	97170,13**	161034,66**	27225,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Ácido Salicílico (AS)	3	6891,61 ^{ns}	100303,18**	80923,22*	0,00 ^{ns}
Regressão Linear	1	2840,35 ^{ns}	266325,31*	231412,11**	0,00 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	1175,20 ^{ns}	11944,03 ^{ns}	961,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Interação (CEsn × AS)	9	11750,09*	105222,88**	121635,81**	0,01 ^{ns}
Erro 1		3528,94	13152,55	18821,42	0,01
Erro 2		7376,99	23211,67	24290,11	0,00
CV 1 (%)		12,30	7,66	12,86	15,44
CV 2 (%)		17,79	10,18	14,61	13,51

ns, *, **, respectivamente não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, CV= coeficiente de variação; GL – Grau de liberdade

Para a fluorescência inicial (Figura 5A) e máxima (Figura 5B), os valores máximos estimados de 591,99 e 1704,97, respectivamente, foram obtidos nas plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ e concentração de salicílico de 3,6 mM. Enquanto, as plantas sob solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹ com aplicação de 1,7 mM e 0 mM do AS, obtiveram valores mínimos de 314,02 e 1135,07 para a F₀ e F_m, respectivamente. Apesar do aumento da fluorescência inicial indicar redução na capacidade de transferência de elétrons pela dissociação do centro de reação do fotossistema II (CINTRA et al., 2020), o ácido salicílico acumulado nos tecidos vegetal é sintetizado em condições de estresse salino, atua na resistência das plantas ao regular os processos fisiológicos através de enzimas antioxidantes, restauração do potencial de membrana, metabolismo de nitrogênio, prolina, produção de glicina betaína, estímulo do fluxo de elétrons no fotossistema II e a atividade de transporte de elétrons associada ao fotossistema I (LOTFI; GHASSEMI-GOLEZANI; PESSARAKLI, 2020). Assim, o aumento da fluorescência máxima, é um indicativo de redução dos danos provocados pelo efeito do estresse salino, pois aumenta a capacidade da planta em transferir energia para formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida, como também, contribuem para assimilação de CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese (DIAS et al., 2019).



X e Y - Condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n e concentração de ácido salicílico - AS, respectivamente;

Figura 9: Fluorescência inicial – F₀ (A), máxima – F_m (B) e variável - F_v (C) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEs_n e concentrações de ácido salicílico – AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

Com relação à fluorescência variável (Figura 5C), o valor máximo estimado (1216,59) foi obtido nas plantas submetidas à CEs_n de 6,6 dS m⁻¹ e aplicação foliar de 3,6 mM de AS. Por outro lado, o valor mínimo de 759,90 foi verificado nas plantas que receberam o menor nível de CEs_n (2,1 dS m⁻¹). O ácido salicílico possibilitou melhor funcionamento da atividade fotoquímica nas folhas para as plantas submetido ao maior nível da CEs_n, onde o aumento da fluorescência variável refletiu na capacidade de transferir a energia dos elétrons ejetados das moléculas de pigmento para formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida (DIAS et al., 2018a). Soares et al. (2022), avaliando os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico na

cultura do meloeiro ‘Gaúcho’ cultivado sob soluções nutritivas salinas em sistema hidropônico, também obtiveram aumento na fluorescência máxima e variável nas plantas submetida a CEs_n de 4,3 e 4,2 dS m⁻¹.

A interação entre os fatores níveis de solução nutritiva salina (CE_{sn}) e concentrações de ácido salicílico (AS) não afetou de forma significativa as variáveis estudadas (Tabela 3). Contudo, os níveis salinos da solução nutritiva influenciaram significativamente o conteúdo relativo de água, extravasamento de eletrólitos no limbo foliar, os teores de pigmentos fotossintéticos (Cl *a*, Cl *b* e CAR), e o crescimento das plantas de quiabeiro. Enquanto, as concentrações de ácido salicílico influenciaram de forma significativa apenas os teores de clorofila *b* das plantas de quiabeiro, aos 34 dias após o transplântio.

Tabela 3: Resumo da análise de variância para conteúdo relativo de água (CRA), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), carotenoides (CAR), número de folha (NF), diâmetro do caule (DC) e altura de planta (AP) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’ cultivado com solução nutritiva salina (CE_{sn}) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		CRA	EE	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	CAR	NF	DC	AP
Solução nutritiva salina (CE _{sn})	3	438,60**	224,14**	470,75**	18,31**	0,93**	244,65**	6,18**	67,22*
Regressão Linear	1	1259,28**	639,88**	1280,00**	70,14**	2,79**	689,82**	18,47**	277,77**
Regressão Quadrática	1	5,11 ^{ns}	3,49 ^{ns}	1,37 ^{ns}	11,67 ^{ns}	0,01 ^{ns}	25,20 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Ácido Salicílico (AS)	3	9,41 ^{ns}	9,73 ^{ns}	2,77 ^{ns}	8,55*	0,06 ^{ns}	12,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}	5,73 ^{ns}
Regressão Linear	1	27,51 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,35 ^{ns}	3,03*	0,04 ^{ns}	7,55 ^{ns}	0,00 ^{ns}	16,95 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,02 ^{ns}	1,27 ^{ns}	5,35 ^{ns}	27,30 ^{na}	0,00 ^{ns}	2,84 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Interação (CE _{sn} × AS)	9	9,51 ^{ns}	8,33 ^{ns}	5,92 ^{ns}	3,42 ^{ns}	0,13 ^{ns}	16,72 ^{ns}	0,57 ^{ns}	1,87 ^{ns}
Erro 1		10,32	6,74	2,72	1,64	0,18	9,00	0,62	6,44
Erro 2		11,41	7,23	2,06	1,91	0,08	5,13	0,23	2,43
CV 1 (%)		4,49	19,00	8,64	15,77	6,36	28,58	16,78	20,58
CV 2 (%)		4,72	19,68	7,53	17,01	4,26	21,57	10,23	12,65

ns, *, **, respectivamente não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, CV= coeficiente de variação.

O conteúdo relativo de água das plantas do quiabeiro reduziu linearmente com o incremento dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (Figura 6A), cuja diminuição foi de 3,18% por aumento unitário da CEs_n. Altas concentrações de sais na solução nutritiva ocasiona o fechamento dos estômatos comprometendo o estado hídrico das plantas, interfere na absorção de água e conseqüentemente no conteúdo relativo de água no limbo foliar, (SILVA et al., 2021). Mendonça et al. (2022), também constataram reduções no CRA, com decréscimo de 1,98% por incremento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva das plantas de quiabeiro cultivada em sistema hidropônico com CEs_n de até 6,6 dS m⁻¹, aos 60 dias após transplântio.

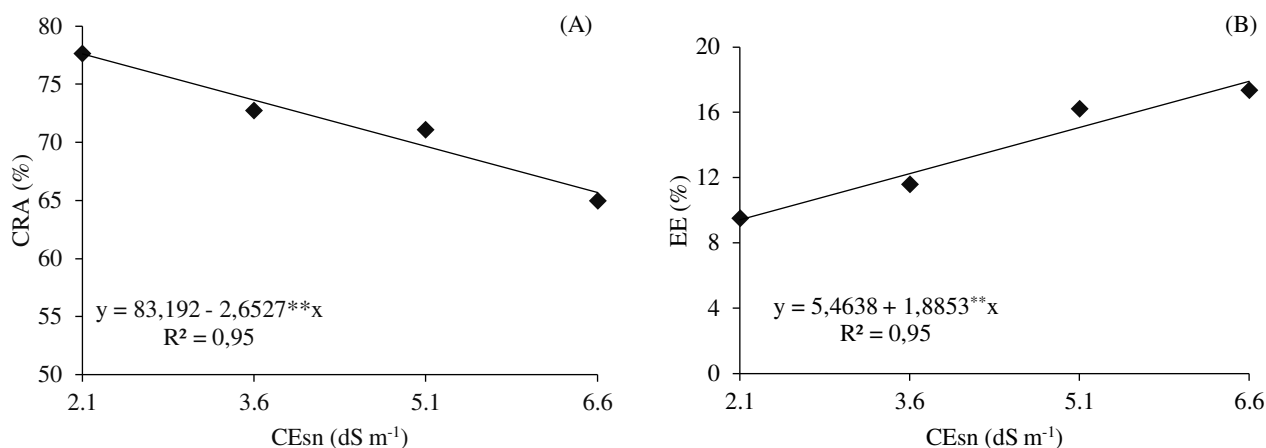


Figura 10: Conteúdo relativo de água – CRA (A) e extravasamento de eletrólitos – EE (B) no limbo foliar das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função dos níveis salinos da solução nutritiva – CEsn, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

A solução nutritiva salina aumentou de forma linear o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de quiabeiro (Figura 6B), cujo incremento foi de 34,50% por aumento unitário da CEsn. Geralmente nas plantas cultivadas sob estresse salino os íons tóxicos como Na⁺ e Cl⁻ ocasiona maior produção de EROs, e o desequilíbrio entre a produção e eliminação de EROs pode ocasionar peroxidação lipídica e provocando dano e/ou ruptura celular que extravasa o conteúdo interno com a oxidação das membranas (SACHDEV et al., 2021). No entanto, o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar obtido neste trabalho foi inferior a 50%, indicando que não houve dano significativo nas plantas de quiabeiro, pois de acordo com Sullivan (1972), o tecido é considerado injuriado quando ultrapassa de 50% das células extravasada.

Quanto os teores de clorofila *a* e *b* (Figura 7A e 7B) das plantas de quiabeiro, verifica-se redução de 8,68 e 5,17% para cada aumento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva, respectivamente. Comparando-se as plantas cultivadas sob CEa de 6,6 dS m⁻¹ em relação as submetidas ao menor nível salino (2,1 dS m⁻¹), verifica-se declínio nos teores de Cl *a* e Cl *b* de 47,82 e 26,06%, respectivamente. O estresse salino aumenta atividade da enzima clorofilase, rompendo os tilacóides e a camada involucra dos cloroplastos, impedido a formação de novas moléculas de clorofila com a presença de íons de Na⁺ e Cl⁻ em excesso, formando radicais livres que reduz a ação das membranas envolvidas no processo fotossintético (OLIVEIRA et al., 2018). Em pesquisa desenvolvida por Dantas et al. (2022), com abobrinha italiana sob estresse salino (CEsn entre 2,1 e 6,6 dS m⁻¹) e aplicação de peróxido de hidrogênio em sistema hidropônico, também constataram redução nos teores de

clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva salina, aos 35 dias após o transplântio.

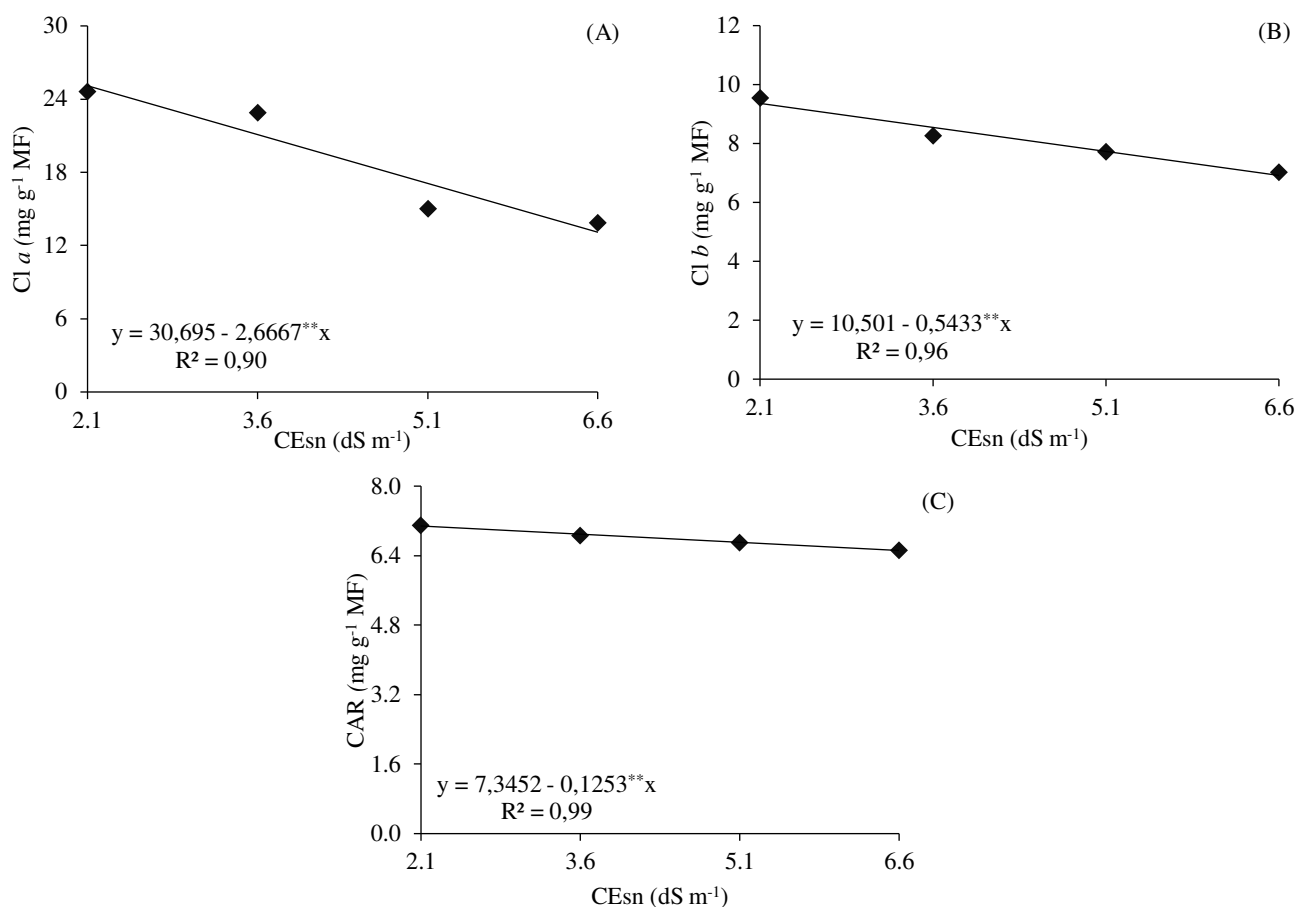


Figura 11: Clorofila *a* – Cl *a* (A), *b* – Cl *b* (B) e carotenoides – CAR (C) das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função dos níveis salinos da solução nutritiva – CEsn, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

Os teores de carotenoides das plantas de quiabeiro também foram reduzidos linearmente com o aumento dos níveis salinos da solução nutritiva (Figura 7C), com decréscimos de 1,70% por acréscimo unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva salina. A redução nos teores de carotenoides nas plantas submetidas à elevada salinidade da solução nutritiva deve-se a foto-oxidação dos β -caroteno, afetando negativamente sua função de absorção e transferência de luz para a clorofila, reduzindo a fotossíntese e o crescimento das plantas (SILVA et al., 2016).

O ácido salicílico aumentou os teores da clorofila *b* nas plantas de quiabeiro (Figura 8), cujo incremento foi de 4,95% para cada aumento unitário da concentração de AS. De acordo com Ram, Verma e Gadi (2014) o AS induz as plantas a sintetizar citocinina que influencia no aumento dos pigmentos fotossintéticos pelo mecanismo de biossíntese da clorofila. O efeito positivo do ácido salicílico também foi verificado no estudo de Hamani et al. (2020),

avaliando os teores de pigmentos fotossintéticos em plantas de algodoeiro sob estresse salino (0 e 150 mM) e aplicação foliar de ácido salicílico, observaram que a concentração de 1,0 mM do AS estimulou a biossíntese de clorofila *b* das plantas de algodoeiro.

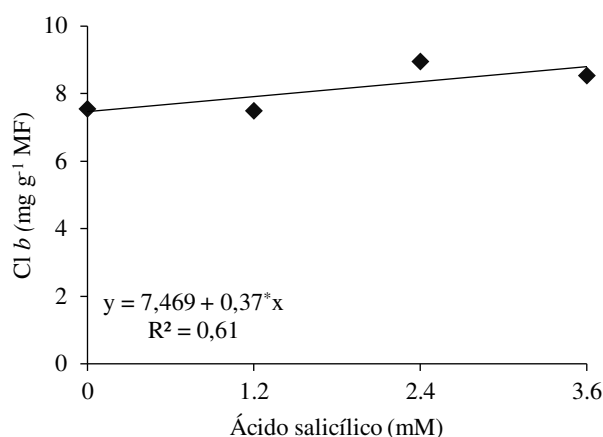
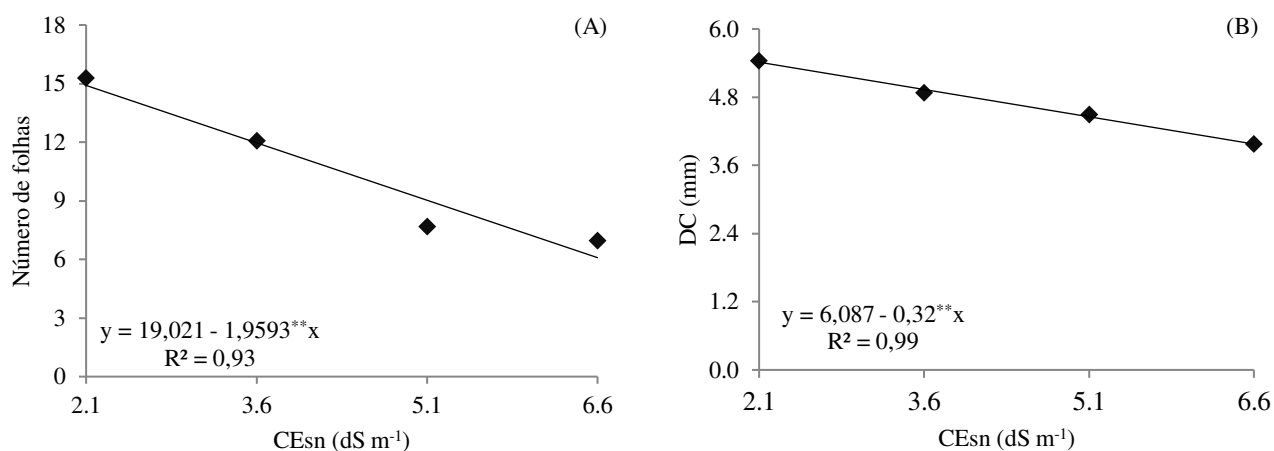


Figura 12: Clorofila *b* – Cl *b* das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em função da aplicação exógena de ácido salicílico – AS, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.

O crescimento das plantas de quiabeiro foi reduzido linearmente com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva (Figura 9A, B e C), com decréscimos de 10,30; 5,25 e 6,23% por aumento unitário da CEsn no número de folhas, diâmetro de caule e altura de plantas, respectivamente. Comparando as plantas cultivadas sob CEsn de 6,6 dS m⁻¹, com aquelas submetidas ao menor nível de CEsn (2,1 dS m⁻¹), nota-se diminuição de 8,82 folhas, 1,44 mm e 4,74 cm, para o NF, DC e AP, respectivamente. Esse efeito negativo é reflexo do fechamento estomático que limita absorção de água e nutriente, desestabilizando a homeostase osmótica e iônica, oxidando proteínas, ácidos nucleicos e lipídeos, impedindo a expansão e alongamento celular, resultando no menor crescimento e limitação fotossintética com a redução do número de folha (SILVA et al., 2018).



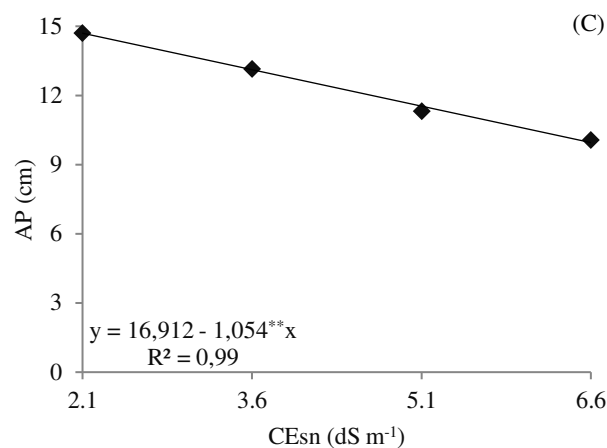


Figura 13: Número de folhas – NF (A), diâmetro de caule – DC (B) e altura de plantas – AP (C), em função dos níveis salinos da solução nutritiva – CEsn das plantas de quiabeiro ‘Canindé’, em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio

6. CONCLUSÕES

O ácido salicílico na concentração de 3,6 mM reduz o efeito negativo na fluorescência da clorofila *a* das plantas cultivadas sob salinidade da solução nutritiva de até 6,6 dS m⁻¹. Mas, não mitiga o efeito do estresse salino sobre a eficiência instantânea no uso da água.

A solução nutritiva salina acima de 2,1 dS m⁻¹ afeta negativamente as trocas gasosas, os pigmentos fotossintéticos, o conteúdo relativo de água, o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar e o crescimento das plantas de quiabeiro ‘Canindé’ em cultivo hidropônico.

A aplicação foliar de 3,6 mM de ácido salicílico aumenta a síntese de clorofila *b* em plantas de quiabeiro hidropônico.

7. REFERENCIAS

ABBAS, T.; BALAL, R. M.; SHAHID, M. A.; PERVEZ, M. A.; AYYUB, C. M.; AQUEEL, M. A.; JAVAID, M. M. Silicon-induced alleviation of NaCl toxicity in okra (*Abelmoschus esculentus*) is associated with enhanced photosynthesis, osmoprotectants and antioxidante metabolismo. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.37, n.6, p.1-15, 2015.

AGUIAR, F. M. **Resistência de acessos de quiabeiro à murcha-de-fusário**. 53f. (Dissertação de mestrado): UFRPE, 2011.

BATISTA, M. C. et al. Physiology and production of cherry tomato cultivars in a hydroponic system using brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 25: 219-227, 2021.

CINTRA, P. H. N. et al. Análise de fluorescência da clorofila a em mudas de cafeeiro sob estresse hídrico. **Brazilian Journal of Development**, 6: 28006-28014, 2020.

COMETTI, N. N., FURLANI, P. R., RUIZ, H. A., & FERNANDES FILHO, E. I. **IV-Soluções nutritivas: formulação e aplicações**. Nutrição mineral de plantas, 90-112, 2006.

DANTAS, M. V. et al. Hydrogen peroxide and saline nutrient solution in hydroponic zucchini culture. **Semina: Ciências Agrárias**, 43: 1167-1186, 2022.

DA SILVA, A. A. R., DE LIMA, G. S., DE AZEVEDO, C. A. V., VELOSO, L. L. D. S. A., & CAPITULINO, J. D. **Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino na formação de mudas de maracujá**. 2018.

DIAS, A. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação com nitrato-amônio. **Irriga**, 23: 220-234, 2018a.

DIAS, A. S. et al. Gas exchanges and photochemical efficiency of west Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 22: 628-633, 2018b.

DIAS, A. S. et al. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, 32: 429-439, 2019.

FARHANGI-ABRIZ, S.; GHASSEMI-GOLEZANI, K. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants? **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.147, n.1, p.1010-1016, 2018.

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

FIGUEIREDO, F. R. A. et al. Physiological responses of Mulungu submitted to salt stress and application of calicylic acid. **Irriga**, 24: 662-675, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R.. **Novo manual de olericultura**. Ed. UFV, 3 ed. Viçosa MG, 2012. 421p.

FILGUEIRA, H. T. R., DE LIMA, F. F., BIZERRA, M. M. S., DA SILVA COSTA, K. D., DOS SANTOS, A. M. M., DE OLIVEIRA SILVA, M.; COSTA, C. D. S. R. (2020). Reação de resistência de genótipos de quiabeiro ao *Meloidogyne incognita* raça 1. **Brazilian Journal of Development**, 6(6), 40776-40785.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 26f. (Dissertação de mestrado): UNESP, 2010.

GARCÍA-CAPARRÓS, P.; LAO, M. T. The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 240, n.2, p. 430-439, 2018.

GOES, G. F. et al. Ambiência agrícola e estresse salino em mudas de quiabo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 13: 3646-3655, 2019.

HAMANI, A. K. M. et al. Responses of leaf gas exchange attributes, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in NaCl-stressed cotton (*L.*) seedlings to exogenous glycine betaine and salicylic acid. **BMC Plant Biology**, 20: 1-14, 2020.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The waterculture method for growing plants without soil**. 2.ed. Circular. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. n. 347, 32p.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C. & CARLTON, A.B. **Comparative chlorine requirements of different plant species**. *Plant Soil*, 8:337-353, 1957.

LEE, S. Y.; DAMODARAN, P. N.; ROH, K. S. Influence of salicylic acid on rubisco and rubisco activase in tobacco plant grown under sodium chloride in vitro. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.21, n.5, p.417-426, 2014.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Plant Cell Membranes**, 148: 350-382, 1987.

LIMA, G. S. DE; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n.5, p.854-866, 2014.

LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; WILLADINO, L.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; ANDRADE, G. R. Activity of antioxidative enzymes in watercress and Chinese cabbage plants grown under hydroponic system with brackish water. **Horticultura Brasileira**, v.36, n.2, p.205-210, 2018.

LOPES, IRACY AMÉLIA PEREIRA ET AL. Aplicação exógena de peróxido de hidrogênio como atenuante ao estresse salino em quiabeiro. 2021.

LOTFI, R.; GHASSEMI-GOLEZANI, K.; PESSARAKLI, M. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, 20: 1-14, 2020.

MENDONÇA, A. J. T. et al. Salicylic acid modulates okra tolerance to salt stress in hydroponic system. **Agriculture**, 12: 1687, 2022.

NÓBREGA, J. S. et al. Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntzesob estresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, 9: e121953286, 2020.

OLIVEIRA, W. J. et al. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 12: 2592-2603, 2018.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. **Mudanças climáticas e recursos hídricos**. In: Bicudo, C. E. M.; Tundisi, J. G.; Scheuenstuhl, M. C. B. (eds.). *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 201-215.

MELO FILHO, V. C.; VIEIRA, A. S.; MEDEIROS, A. C.; MOREIRA, A. R.; MARACAÇA, P. B. 2019. Análise da pegada hídrica no perímetro irrigado de São Gonçalo, localizado no sertão paraibano. **Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente**, v.1, n.1, p.14-24, 2019.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro**. Viçosa: UFV, 2000. 144 p.

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

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

NEGRÃO, LUÍS. Tese de Dissertação de Mestrado. 2014. Tese de Doutorado. **Universidade do Algarve**.

NIU, G.; SUN, Y.; MASABNI, J. G. Impact of low and moderate salinity water on plant performance of leafy vegetables in a recirculating NFT system. **Horticulturae**, v.4, n.6, p. 1-13, 2018.

ORAEI, M.; GOHARI, G.; PANAHIRAD, S.; ZAREEI, E.; ZAARE-NAHANDI, F. Efeito da aplicação foliar de ácido salicílico sobre o estresse de salinidade de *Vitis vinifera* L. cv.' sultana. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, v.18, n.2, p.159-169, 2019.

PULAVARTY, A.; SARANGI, B. K. Screening bamboo species for salt tolerance using growth parameters, physiological response and osmolytes accumulation as effective indicators. **Chemistry and Ecology**, v.34, n.4, p.340-354, 2018.

QRUNFLEH, I. M.; AMMARI, T. G.; ABU-ROMMAN, S. 'Superior Seedless' grafted on three selected grapevine rootstocks grown on calcareous soil under diluted brackish water irrigation. I. Growth performances. **Advances in Horticultural Science**, v.31, n.4, p. 249-256, 2017.

RADY, M. O. A.; SEMIDA, W. M.; EL-MAGEED, T. A. A.; HEMIDA, K. A.; RADY, M. M. Upregulation of antioxidative defense systems by glycine betaine foliar application in onion plants confer tolerance to salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v.240, n.1, p.614-622, 2018.

RAM, A.; VERMA, P.; GADI, B. R. Effect of fluoride and salicylic acid on seedling growth and biochemical parameters of watermelon (*Citrullus lanatus*). **Fluoride**, 47: 49-55. 2014.

RESH, H.M. Hydroponic food production. **6.ed. Califórnia**, Woodbridge Press, 567p. 2002.

REZAEI, Y.; TAVAKOLI, A.; SHEKARI, F.; NIKBAKHT, J.; JUHOS, K.; ANSARI, M. Effect of salinity Stress on biochemical and physiological aspects of *Brassica napus* L. cultivars. **Academia Journal of Agricultural Research**, v.5, n.8, p.189-195, 2017.

REJEB, I. B.; PASTOR, V.; MAUCH-MANI, B. Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. **Plants**, v.3, n.4, p.458-475, 2014.

SAMADI, S.; HABIBI, G.; VAZIRI, A. Effects of exogenous salicylic acid on antioxidant responses, phenolic metabolism and photochemical activity of strawberry under salt stress. **Plant Physiology**, v.9, n.2, p.2685-2694, 2019.

SANTOS JÚNIOR, J. A. **Manejo de águas salinas e residuárias na produção de flores em sistema hidropônico alternativo para regiões semiáridas**. 235p. (Tese de Doutorado): UFCG, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; MEDEIROS, S. DE S.; GUEDES FILHO, D. H. Substratos e tempo de renovação da água residuária no crescimento do girassol ornamental em sistema semi-hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.790-797, 2014.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, n.3, p.420-432, 2016.

SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W. **Hidroponia: uma técnica alternativa de cultivo**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 1999. 12p.

SÁ, F. V. da S. et al. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, 35: 211-221, 2019.

SACHDEV, S. et al. Abiotic stress and reactive oxygen species: Generation, signaling, and defense mechanisms. **Antioxidantes**, 10: 1-37, 2021.

SALES, J. R. da S. et al. Physiological indices of okra under organomineral fertilization and irrigated with salt water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 25: 466-471, 2021.

SANTOS, R. S. da S. et al. Cultivo da rúcula em substrato de fibra de coco sob solução nutritiva salina. **Cultura Agrônômica**, 27: 12-21, 2018,

SCOTTI-CAMPOS, P. et al. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 25: 1002-1013, 2013.

SILVA, A. A. R. da. et al. Salicylic acid relieves the effect of saline stress on sorghum morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, 45: e007021, 2021.

SILVA, A. R. A. da. et al. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresse hídrico e salino, **Revista Agro@ambiente**, 10: 317-325, 2016.

SILVA, E. M. da. et al. Growth and gas exchanges in sorghum under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 22: 776-781, 2018.

SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 3:11-17, 1999.

SOARES, M. D. M. et al. Physiology and yield of 'Gaúcho' melon under brackish water and salicylic acid in hydroponic cultivation. **Arid Land Research and Management**, 37: 1-20, 2022.

SOUSA, G. G. de. et al. Morphophysiological characteristics of okra plants submitted to saline stress in soil with organic fertilizer. **Comunicata Scientiae**, 11: e3241, 2020.

SULLIVAN, C. Y. Sorghum in the seventies: Mechanism of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement. **Sorghum in the Seventies**, 247-264, 1972.

SZARESKI, V. J.; CARVALHO, I. R.; ROSA, T. C.; DELLAGOSTIN, S. M.; PELEGRIN, A. J.; BARBOSA, M. H.; SANTOS, O. P.; MURARO, D. S.; SOUZA, V. Q.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; PEGORARO, C. *Oryza* wild species: an alternative for rice breeding under abiotic stress conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v.9, n.6, p.1093-1104, 2018.

SZEPESI, Á. Influence of exogenous salicylic acid on antioxidant enzyme activities in the roots of salt stressed tomato plants. **Acta Biologica Szegediensis**, v.52, n.1, p.199- 200, 2008.

TABATABAEI, S.; EHSANZADEH, P. Comparative response of a hulled and a free-threshing tetraploid wheat to plant growth promoting bacteria and saline irrigation water. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.38, n.1, p.1-17, 2016.

TARCHOUNE, I.; DEGL'INNOCENTI, E.; KADDOUR, R.; GUIDI, L.; LACHAÂL, M.; NAVARIZZO, F.; OUERGHI, Z. Effects of NaCl or Na₂SO₄ salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.34, n.2, p. 607-615, 2012.

VILLELA JUNIOR, LUIZ VE; DE ARAÚJO, JAIRO AC; FACTOR, THIAGO L. Estudo da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 72-79, 2003.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I - The field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, 49: 81-97, 1950.

XAVIER, A. V. O. et al. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Água**, 17: e.2816, 2022.

Zrig, A.; Ben Mohamed, H.; Tounekti, T.; Khemira, H.; Serrano, M.; Valero, D.; Vadel, A. M. Effect of rootstock on salinity tolerance of sweet almond (cv. Mazzetto). **South African Journal of Botany**, v.102, n.1, p.50-59, 2016.

ZRIBI, O. T.; HESSINI, K.; TRABELSI, N.; ZRIBI, F.; HAMDI, A.; KSOURI, R.; ABDELLY, C. *Aeluropus littoralis* maintains adequate gas exchange, pigment composition and phenolic contents under combined effects of salinity and phosphorus deficiency. **Australian Journal of Botany**, v. 65, n.5, p.453-462, 2017.