



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

**MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA ATENUAÇÃO
DO ESTRESSE SALINO NO ALGODOEIRO**

ALENA THAMYRES ESTIMA DE SOUSA

POMBAL - PB

2023

ALENA THAMYRES ESTIMA DE SOUSA

**MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA ATENUAÇÃO
DO ESTRESSE SALINO NO ALGODOEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos A. Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

POMBAL - PB

2023

S725m Sousa, Alena Thamyres Estima de.

Métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio na atenuação do estresse salino no algodoeiro / Alena Thamyres Estima de Sousa. – Pombal, 2023.

49 f. : il. color.

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

“Orientação: Profª. Dra. Lauriane A. dos A. Soares, Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes”.

Referências.

1. *Gossypium hirsutum* L. 2. Salinidade. 3. Aclimação. 4. Algodoeiro - Fisiologia. 6. Algodoeiro - Produção - Crescimento. I. Soares, Lauriane A. dos A. II. Lopes, Kilson Pinheiro. III. Título.

CDU 633.51 (043)

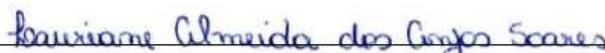
ALENA THAMYRES ESTIMA DE SOUSA

**MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA ATENUAÇÃO
DO ESTRESSE SALINO NO ALGODOEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 05/07/2023

BANCA EXAMINADORA:



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



Documento assinado digitalmente
KILSON PINHEIRO LOPES
Data: 14/07/2023 16:12:39-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Co-orientador - Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Examinador – MSc. Iara Almeida Roque
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)



Examinador – MSc. Ana Paula Nunes Ferreira
(Universidade Federal Rural do Semi-árido– PPGMSA- UFRSA)

POMBAL-PB

2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Alzeni Olívia e Tarciso Estima pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida, por sempre torcerem pelo sucesso dos meus projetos e por me oferecerem o bem mais preciso, à educação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e me dado força, discernimento e proteção durante toda essa jornada.

Aos meus pais Alzeni Olívia e Tarciso Estima por acreditarem em mim, por todos os ensinamentos, apoio e amor. Por mesmo com a distância sempre estarem comigo, dando forças e me incentivando, e por nunca medir esforços para que pudesse alcançar meus objetivos. Foi por vocês!

Ao meu irmão Thomás Estima, por sempre me apoiar e estar ao meu lado mesmo distante.

Aos meus tios Eliane Estima e Gerson Paiva, os quais considero meus segundos pais, por sempre me incentivarem e me ajudarem a alcançar esse objetivo.

À toda minha família, por todo apoio e torcida, sempre.

A minha orientadora professora Lauriane Almeida dos Anjos Soares por todos os ensinamentos, dedicação, paciência e carinho durante todo período de orientação que se estende além da academia, me proporcionando crescimento profissional e pessoal. Sendo inspiração e um grande exemplo de ser humano. E ao meu co-orientador Kilson Pinheiro Lopes pelos ensinamentos.

À Tatiane Paz, que foi um presente que Pombal me deu, e se tornou uma irmã para mim, deixando os dias mais leves ao longo desses anos.

A Dayana Darley pela amizade construída e por deixar os dias mais leves.

As minhas amigas de sala e que levarei para a vida, Claudiene Moura e Joana D'arc (Curis), pela amizade construída e parceria ao longo dessa caminhada.

Aos meus amigos Fellype Jonathar e Victor Hugo, pela grande amizade construída ao longo dessa jornada.

Ao grupo PET AGRONOMIA por todo conhecimento adquirido e pelos vínculos construídos.

Aos meus amigos Érica Michelle, Nádson Nunes, e Thauana Alécia que mesmo distantes, sempre me acompanharam ao longo desses anos, obrigada por todo apoio.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho, obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral	14
2.2. Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Aspectos gerais da cultura do algodoeiro	15
3.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas	16
3.2.1. Estresse salino no algodoeiro	17
3.3 Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Localização	21
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico	21
4.3. Condições de cultivo.....	21
4.4. Semeadura.....	23
4.5. Preparação das águas salinas e irrigação	23
4.6. Preparo e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.....	24
4.7. Tratos culturais e fitossanitários	24
4.8. Variáveis analisadas.....	25
4.8.1. Parâmetros fisiológicos.....	25
4.8.2. Variáveis de crescimento.....	26
4.8.3 Fitomassa.....	26
4.8.4 Componentes de produção	27
4.9. Análises estatísticas	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÕES	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	21
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), suculência foliar (SUC), teores de clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>), <i>b</i> (Cl <i>b</i>) e carotenoides (Car) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 98 dias após a semeadura.....	27
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 98 dias após a semeadura.....	30
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de plantas (AP) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 100 dias após a semeadura.....	34
Tabela 5. Resumo da análise de variância referente a fitomassa seca total (FST), massa de algodão em pluma (MAP) e massa de sementes total (MTS) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 120 dias após a semeadura.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.....	20
Figura 2. Distribuição das unidades experimentais na área de estudo	21
Figura 3. Pulverização foliar de peróxido de hidrogênio em plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’	23
Figura 4. Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar - EE (A) e suculência foliar – SUC (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 98 dias após a semeadura.....	28
Figura 5. Clorofila a – Cl a em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B); e clorofila b - Cl b (C) e carotenóides - Car (D) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação aos 98 dias após a semeadura.....	29
Figura 6. Fluorescência máxima– Fm do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre a salinidade da água de irrigação- CEa e os métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio aos 98 dias após a semeadura.....	32
Figura 7. Fluorescência inicial - Fo e eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A e C) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B e D) aos 98 dias após a semeadura.....	33
Figura 8. Área foliar - AF (A e B) e diâmetro do caule - DC (C e D) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre a salinidade da água de irrigação-CEa e os métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio aos 100 dias após a semeadura.....	35
Figura 9. Número de folhas - NF em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B); e altura de plantas - AP do algodoeiro ‘BRS Jade’ da salinidade da água de irrigação-CEa (C) aos 100 dias após a semeadura.....	37
Figura 10. Fitomassa seca total – FST em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B) aos 120 dias após a semeadura.....	39
Figura 11. Massa do algodão em pluma - MAP (A) e massa total de sementes- MTS (B); do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 120 dias após a semeadura.....	39

SOUSA, A. T. E. **Métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio na atenuação do estresse salino no algodoeiro**. 2023. 49f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

RESUMO

No semiárido do Nordeste brasileiro a ocorrência de águas com elevadas concentrações de sais promove limitações de natureza osmótica e iônica sobre as plantas, situação que pode ser mitigada pela aplicação de condicionadores fisiológicos, tais como o peróxido de hidrogênio. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a morfofisiologia e a produção do algodoeiro cv. BRS Jade sob estresse salino e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio. A pesquisa foi desenvolvida em campo pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 2,0; 3,7; 5,4, e 7,1 dS m^{-1}) e quatro métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (M1 - sem aplicação de H_2O_2 , M2 - aplicação via embebição das sementes, M3 - aplicação por pulverização foliar e M4 - aplicação por embebição das sementes e pulverização foliar), com três repetições e uma planta por unidade experimental. O aumento da salinidade da água reduz a altura das plantas, número de folhas, massa de algodão em pluma e peso total de sementes do algodoeiro colorido 'BRS Jade'. O aumento da salinidade da água reduz a altura das plantas, número de folhas, massa de algodão em pluma e peso total de sementes do algodoeiro colorido 'BRS Jade'. O método sem aplicação de peróxido de hidrogênio proporcionou acréscimos no teor de clorofila *a*, eficiência quântica do fotossistema II e fitomassa seca total. O método de aplicação de peróxido de hidrogênio via embebição das sementes atenua os efeitos deletérios da salinidade de irrigação sob o diâmetro do caule e área foliar. As concentrações de peróxido de hidrogênio acima de 50 μM (via embebição + pulverização foliar) promovem reduções no número de folhas e área foliar na concentração de 7,1 dS m^{-1} das plantas de algodoeiro colorido 'BRS Jade'.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., salinidade, aclimatação, fisiologia, crescimento, produção.

SOUSA, A. T. E. **Methods of application of hydrogen peroxide in the attenuation of saline stress in cotton.** 2023. 49f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

ABSTRACT

In the semi-arid region of the Brazilian Northeast, the occurrence of water with high salt concentrations promotes osmotic and ionic limitations on plants, a situation that can be mitigated by the application of physiological conditioners, such as hydrogen peroxide. In this context, the present work aimed to evaluate the morphophysiology and production of cotton cv. BRS Jade under saline stress and hydrogen peroxide application methods. The research was carried out in a field belonging to the Federal University of Campina Grande, located in the municipality of Pombal, Paraíba. The experimental design used was randomized blocks, in a 5×4 factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3; 2.0; 3.7; 5.4, and 7.1 dS m⁻¹) and four methods of application of hydrogen peroxide -H₂O₂ (M1 - without application of H₂O₂, M2 - application via seed imbibition, M3 - application by foliar spraying and M4 - application by imbibition of seeds and foliar spraying), with three replicates and one plant per experimental unit. Increased water salinity reduces plant height, number of leaves, mass of cotton lint and total weight of seeds of 'BRS Jade' colored cotton. The method without hydrogen peroxide application provided greater chlorophyll a synthesis, photosystem II quantum efficiency and total dry phytomass. The hydrogen peroxide application method via seed imbibition attenuates the deleterious effects of irrigation salinity on stem diameter and leaf area. Hydrogen peroxide concentrations above 50 µM (via imbibition + foliar spraying) promoted reductions in leaf number and leaf area at a concentration of 7.1 dS m⁻¹ of 'BRS Jade' colored cotton plants.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., salinity, acclimatization, physiology, growth, production

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), pertencente à família Malvaceae, possui grande importância socioeconômica, tendo ampla utilização da fibra pela indústria têxtil como matéria prima, além da fabricação de óleo vegetal e do bagaço utilizado como ração para animais, sendo fundamental na geração de renda para a agricultura familiar (CARDOSO et al., 2015; VIOTTO et al., 2018). Tais finalidades destacam o algodoeiro como uma das principais *commodities* mundiais, no Brasil ocupa o quarto lugar em volume de produção mundial, atrás apenas da Índia, China e Estados Unidos, que junto ao Paquistão, equivalem a 74% de toda a produção mundial (CONAB, 2020).

A cotonicultura da região Nordeste tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande valor para o agronegócio brasileiro, assim o interesse pelo cultivo da fibra colorida crescente nessa região. O algodoeiro de fibra colorida tem uma maior agregação do valor de venda quando comparado ao algodão branco, a fibra de coloração natural valoriza os subprodutos, dispensando o tingimento artificial, proporcionando melhorias ao meio ambiente, diminuindo a geração de resíduos (NASCIMENTO et al., 2019).

No entanto, na região Nordeste do Brasil a inconstância do período chuvoso e os longos períodos de seca, têm ocasionado problemas de déficit hídrico o que tem levado a utilização de água com elevados teores de sais para irrigação (FRACASSO et al., 2016; ZONTA et al., 2017). O estresse salino limita os mecanismos fisiológicos das plantas, como síntese de pigmentos fotossintéticos, trocas gasosas e a produção de fotoassimilados devido aos efeitos osmóticos que restringem a disponibilidade de água e nutrientes. (SOARES et al., 2018; SÁ et al., 2019; LIMA et al., 2022). Alguns estudos relatam os efeitos da irrigação com água salina no algodoeiro colorido, como o realizado por Souza et al. (2023), mostraram que a irrigação com água a partir de 0,3 dS m⁻¹ induz o fechamento estomático, diminui a transpiração, a taxa de assimilação de CO₂, os teores de pigmentos fotossintéticos e os componentes de produção do algodoeiro do algodoeiro cv. BRS Jade.

Com isso o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) surge como uma alternativa na mitigação dos efeitos causados pelo estresse salino. Por ser caracterizado como uma espécie reativa de oxigênio (EROS), e quando utilizado em concentrações baixa ou moderada pode atuar como mensageiro secundário sinalizando no interior das células respostas contra diferentes tipos de estresse, promovendo a tolerância, o acúmulo de proteínas solúveis e carboidratos solúveis (CHRISTOU et al., 2014; SANTOS et al., 2020). Entretanto, as pesquisas se limitam a pontuar a aplicação de

concentrações de peróxido de hidrogênio e não na forma de aplicação. Assim, ainda são incipientes as informações sobre a identificação de um método para aplicação do H₂O₂.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a morfofisiologia e produção do algodoeiro cv. BRS Jade sob estresse salino e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio, como atenuantes dos efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação.

2.2. Específicos

a) Avaliar os pigmentos fotossintéticos e a fluorescência da clorofila do algodoeiro de fibra colorida submetido a níveis de condutividade elétrica da água e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio;

b) Analisar o crescimento e acúmulo de fitomassa do algodoeiro de fibra colorida irrigado com água salina e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio;

c) Determinar o método de aplicação de peróxido de hidrogênio capaz de atenuar os efeitos do estresse salino sobre a produção do algodoeiro cv. BRS Jade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro é uma dicotiledônea de ciclo anual, porte herbáceo, arbustivo ou arbóreo, pertence à família Malvaceae e ao gênero *Gossypium*, nativa do México, cultivado mundialmente para obtenção de fibras para a indústria têxtil (ECHER et al., 2014). Sua domesticação ocorreu a mais de 4.000. anos, sua distribuição geográfica se estende pela Ásia Central, América do Sul, África Ocidental e Oceania (USDA, 2019).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) é uma planta de crescimento indeterminado, com raiz pivotante concentrando-se nos primeiros 30 a 50 cm de profundidade em sua maioria, com caule ereto com altura de 0,8 até 2,5 m e folhas alternadas e pecioladas; com ramos frutíferos que produzem de seis a oito botões florais (BORÉM, 2014). O algodoeiro se propaga principalmente via sexuada e com a presença de agentes polinizadores. Seu fruto é denominado maçã, o qual armazena as sementes. O principal produto do algodão é a fibra, constituída de 95% de celulose (SOUSA, 2010).

O algodoeiro é uma cultura com potencial de se desenvolver em regiões com clima quente, no entanto, requer equilíbrio entre os fatores: temperatura, umidade relativa, duração do dia, velocidade do vento e intensidade de luz. O algodoeiro herbáceo deve ser cultivado sob temperatura média, variando entre 20 °C e 30 °C, precipitação anual variando entre 500 e 1500 mm, umidade relativa média do ar em torno de 60%, para obtenção da produção máxima. Além disso é recomendado o cultivo em solos profundos, bem estruturados, de pH entre 5,5 e 6,5, que não sejam sujeitos a encharcamento ou erosão (ECHER, 2014).

Em relação a tolerância do algodoeiro ao estresse salino, alguns estudos relataram efeitos negativos da salinidade em algodoeiros, uma vez que o nível de tolerância à salinidade pode variar entre os genótipos ou mesmo entre as fases fenológicas da cultura (SOARES et al., 2018).

No Brasil, a cotonicultura possui grande importância econômica, estimando-se um aumento de 10,2% na área plantada, totalizando 1,51 milhão de hectares cultivados em 2021 estimando aumento de 3% na produção da pluma por ano (CONAB, 2021). Destacando-se o Estado, Mato Grosso é o maior produtor de algodão do Brasil, representando 70,11% da produção nacional, as negociações da safra 2022/23 de pluma em atingiram 61,58% da produção prevista em pouco mais de 2 milhões de toneladas (ICAC, 2021; IMEA, 2023).

Na região do Nordeste Brasileiro, o algodão se destaca como uma das principais culturas com uma produção de 1.668,2 mil toneladas dividida entre os estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão (CONAB, 2021). O Valor bruto da produção

(VBP) do algodão no Nordeste chegou a R\$ 8,7 bilhões, o plantio na Bahia, segundo maior produtor, chegou a 312 mil hectares, o que representa expansão de 1,8% sobre a safra 2021/22. (BRASIL, 2023).

Embora recente, o cultivo do algodão colorido no país vem mostrando resultados promissores e apresentando grande potencial, especialmente na região Nordeste, onde teve queda e anos de crise na produção do algodão branco, motivado pelo aparecimento de pragas que inviabilizaram a comercialização, sendo retomado o setor de produção devido ao melhoramento genético com o lançamento de cultivares adaptadas e modificadas geneticamente contra tais pragas, juntamente o aperfeiçoamento dos sistemas produtivos (SOARES, 2016).

A produção do algodão colorido no semiárido expandiu em diversos âmbitos como a agricultura familiar, cultivo convencional e no orgânico. Com a utilização das fibras de algodão colorido diminuindo custos sobretudo com tingimento, devido à ausência de tintura com corantes sintéticos (JERÔNIMO et al., 2014). Com o cultivo do algodão de fibra colorida, cresceu a produtividade e na obtenção de maiores rendimentos através do beneficiamento da fibra e melhoramento no plantio através de programas de adubação mais eficientes (SILVA et al., 2017).

Dentre os algodoeiros de fibra colorida, tem-se a cv. BRS Jade é uma cultivar herbácea que possui fibras coloridas de tom marrom claro, próximo a cor creme, com cerca de 41% de rendimento de fibra e com elevado potencial produtivo. No Cerrado e no semiárido a cultivar apresenta alto potencial produtivo, com boas características de fibra (comprimento, uniformidade, resistência e características propícias à indústria têxtil (EMBRAPA, 2022).

3.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas

O desbalanço hídrico na região semiárida, se destaca como um dos principais entraves para a produção agrícola nessas regiões. A escassez hídrica está diretamente ligada as irregularidades pluviométricas, que aliado à elevadas temperaturas, baixa umidade do ar, baixas precipitações resultam em balanço negativo composto pela reduzida quantidade de água precipitada e pelas altas taxas de evapotranspiração, limitando o desenvolvimento agrícola devido as condições ambientais (LUCENA et al., 2018).

No semiárido, as águas superficiais, as características pluviométricas, geomorfológicas e climáticas contribuem para o acúmulo de sais nas águas e o processo de salinização do solo, (ANTAS; MORAIS, 2011; GHEYI et al., 2016). O efeito osmótico é ocasionado pelo acúmulo de sais que reduz o potencial osmótico da solução do solo, diminuindo a disponibilidade de água para a planta, interrompendo o transporte de nutrientes devido ao fechamento dos estômatos, que

posteriormente resultará no acúmulo de íons tóxicos no tecido vegetal (HNILIČKOVÁ et al., 2017). Com o aumento da pressão osmótica ocasionado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo, poderá atingir também o estresse hídrico, pois a água fica cada vez menos disponível para as plantas, conseqüentemente os nutrientes, causando a seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2016).

O estresse salino resulta em diversas respostas nas plantas, como alterações no metabolismo celular, distúrbios hormonais, desbalanço nutricional, diminuição fotossintética e do sistema radicular, bem como mudanças na taxa de crescimento e produtividade das culturas (BUCHANAN et al., 2015).

O acúmulo de sais no solo pode causar desequilíbrio nutricional, pois altas concentrações de sódio na solução do solo dificultam a absorção de nutrientes, afetando a absorção de íons como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} pela planta, pois diminui a quantidade de água no solo e a disponibilidade dos nutrientes para as plantas (CRUZ et al., 2018). O estresse salino também induz o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), que podem alterar o metabolismo celular, levando à destruição celular oxidativa pois o sistema de defesa antioxidante da planta fica fragilizado, ocasionando toxicidade (DENAXA et al., 2020).

No entanto, a tolerância das plantas é diferentemente afetada pela salinidade, devido ao seu estágio de desenvolvimento ou divergência genética. Tolerância ao sal, mesmo sendo relativamente baixo na maioria das espécies cultivadas, ocorre com grande variabilidade genética, não apenas entre espécies, mas também entre cultivares de uma espécie (TERCEIRO et al. 2013).

Contundo, as plantas sinalizam mecanismos para mitigar o estresse osmótico e oxidativo, reduzindo a perda de água, a partir de variações na condutância estomática, síntese de osmorreguladores e incremento na ativação de enzimas antioxidativas. (RODRIGUES et al., 2016; YAN et al., 2016). Conseqüentemente, tem-se a redução da capacidade fotossintética, resultado de limitações estomáticas e não estomáticas, uma vez a fotossíntese pode ser afetada pelo fechamento estomático ou pela toxicidade devido aos efeitos nocivos do sal, restringindo assim o conteúdo de pigmentos da planta (ZHANG et al., 2014).

3.2.1. Estresse salino no algodoeiro

O algodoeiro é considerado uma cultura tolerante à salinidade, no entanto, dependendo do nível da salinidade, podem ocorrer reduções no crescimento e produção do algodão, alguns estudos desenvolvidos com a cultura do algodão mostram efeitos deletérios do estresse salino

sobre o desempenho produtivo, conforme o manejo de irrigação adotado e o genótipo utilizado (JÁCOME et al., 2003; RICHARDS, 1980).

No estudo realizado por Pereira (2017) avaliando o crescimento e tolerância do algodoeiro aos efeitos isolados e combinados de lâminas de irrigação excessiva (70, 100 e 130% da capacidade de campo) e deficitária sob estresse salino (0,5; 2,5; 5,0; 7,5 dS m⁻¹) observou-se redução na produção de capulhos a partir da irrigação com 5,0 dS m⁻¹ em resposta aos efeitos osmóticos, restringindo a absorção de água causada pelo excesso de sais solúveis no solo, e o acúmulo de íons causando toxicidade, causando grandes perdas na produção.

A utilização de água salina na irrigação do algodoeiro promove redução na turgência das células, alterações na toxicidade dos íons e no desequilíbrio nutricional das plantas devido a restrição da absorção de nutrientes essenciais, promovendo modificações nas funções fisiológicas e bioquímicas, resultando em distúrbios nas relações hídricas, inviabilizando a germinação, retardando seu crescimento e afetando o desenvolvimento vegetal (SANTOS, 2016).

Soares et al., (2019) observou em seu trabalho que a salinidade da água de irrigação e o tempo aumenta a sensibilidade dos genótipos do algodoeiro, principalmente na fase de frutificação. De acordo com Souza et al., (2018) o aumento da salinidade da água de irrigação com CEa superior a 1,7 dS m⁻¹ reduz a emergência, o crescimento e a produção do algodoeiro colorido, sendo a massa de algodão em caroço a variável mais afetada. Avaliando o algodoeiro colorido ‘BRS Rubi’ irrigado com água salina (CEa de 5,1 a 9,1 dS m⁻¹), constatou que a salinidade acima de 5,1 dS m⁻¹ reduz a eficiência fotoquímica e massa total de capulhos (LIMA et al., 2019a).

Estudos com a ‘BRS JADE’ mostram que a irrigação com água a partir de 0,3 dS m⁻¹ reduziu as trocas gasosas, a síntese de pigmentos fotossintéticos e o número de capulhos e induziu o fechamento estomático e diminuiu a transpiração, a taxa de assimilação de CO₂, os teores de pigmentos fotossintéticos e os componentes de produção do algodão (SOUZA et al., 2023).

3.3 Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é uma molécula reativa que auxilia as plantas com melhorias na tolerância ao estresse salino, atuando em diversos processos fisiológicos, bioquímicos e de desenvolvimento, auxiliando no transporte do aumento da atividade fotossintética e do crescimento das plantas em condições de estresse (HASAN et al., 2016; VELOSO et al., 2021).

O peróxido de hidrogênio é produzido normalmente pela planta e induz diversos processos como fechamento estomático, formação de ligações transversais na parede celular, amenizando alguns distúrbios e em pequenas concentrações, sinaliza o estresse com ativação do sistema de defesa intracelular da planta (SILVA et al., 2020).

Com a utilização do peróxido de hidrogênio pode-se viabilizar a utilização de águas salinas na irrigação realizando a exposição prévia das plantas submetidas a algum estresse abiótico ou biótico, interferindo no metabolismo celular, que são responsáveis pela capacidade de desenvolver tolerância mesmo quando se encontram em condições adversas. Um maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis podem ser favorecidos pelo uso de peróxido de hidrogênio que poderão agir como solutos orgânicos, que proporcionam o ajustamento osmótico das plantas sob estresse salino, favorecendo uma maior absorção de água, tendo um bom desenvolvimento pela planta (SILVA et al., 2019).

Alguns estudos comprovam que o peróxido de hidrogênio atua como uma molécula sinalizadora de estresse salino, minimizando efeitos deletérios dos sais sobre as plantas desempenhando funções essenciais nos processos de desenvolvimento fisiológicos e crescimento das plantas, como pré-tratamento em cultura como milho (GONDIM et al., 2011), germinação de sementes (BARBA-ESPÍN et al., 2011), floração (LIU et al., 2013), desenvolvimento do sistema radicular (HERNÁNDEZ et al., 2015), e regulação da abertura estomática (GE et al., 2015).

A exposição prévia das sementes ao H_2O_2 por embebição controlada além de melhorar as características de permeabilidade do tegumento e promover sua hidratação, estimula um maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis, que realizam o ajustamento osmótico das plantas sob estresse salino, permite a entrada de O_2 essencial para respiração das células embrionárias, além de auxiliar na superação de dormência tegumentar e aumento absorção de água pela semente, acelerando o processo de germinação (CARVALHO et al. 2011; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2017).

Em condições de estresse salino, a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio por pulverização e/ou pré-tratamento das sementes, quando em baixas concentrações, manifesta-se promissor na aclimação das culturas ao estresse salino, ativando o mecanismo de defesa da planta, favorecendo uma adaptação das plantas às condições de estresse moderado que provoca o acúmulo de sinais latentes em diferentes partes (BAGHERI et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Os benefícios da aplicação do H_2O_2 em plantas sob condições de estresse podem ser observados em diversos processos fisiológicos, incluindo germinação de sementes, floração,

desenvolvimento do sistema radicular e regulação da abertura estomática, promovendo mudanças metabólicas no sistema de defesa das plantas (GE et al., 2015; GOHARI et al., 2019).

Carvalho et al., 2011 observaram que o pré-tratamento com peróxido de hidrogênio em plântula de arroz na concentração de 1 μM aplicada na solução nutritiva dois dias antes da indução do estresse salino (100 mM de NaCl) proporcionou incrementos na fotossíntese e condutância estomática.

Veloso et al. (2021) investigaram o efeito do peróxido de hidrogênio através da aplicação foliar como atenuador do estresse salino no algodoeiro e concluíram que a irrigação com água de 0,8 dS m^{-1} associada à aplicação foliar de 50 μM de peróxido de hidrogênio promoveram os maiores teores dos pigmentos fotossintéticos e da fluorescência máxima, fluorescência variável e eficiência quântica do PSII do algodoeiro BRS Rubi. De forma semelhante, Castro (2019) estudando os efeitos da aplicação foliar de peróxido sob o estresse salino no algodoeiro verificou que a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio provoca uma aclimatação ao estresse salino sobre a condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO_2 .

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

A pesquisa foi desenvolvida em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, observam-se os dados meteorológicos durante a condução do experimento no período de 18 de agosto de 2022 a 15 de dezembro de 2022.

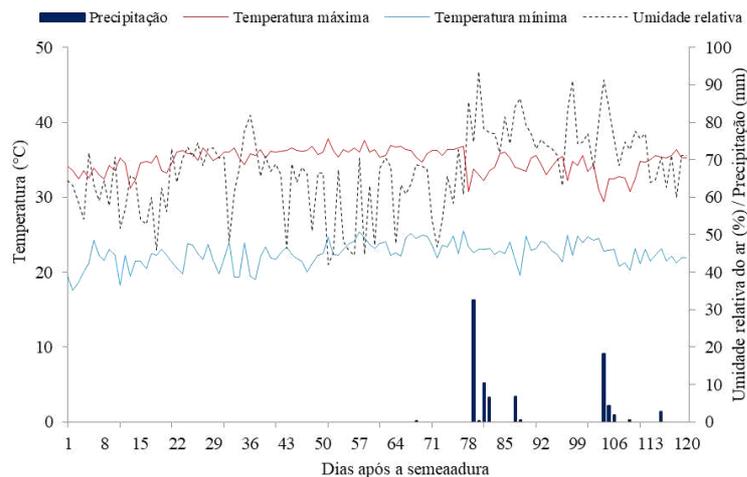


Figura 1. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 2,0; 3,7; 5,4 e 7,1 dS m^{-1}) e quatro métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (M1 - sem aplicação de H_2O_2 , M2 - aplicação via embebição das sementes, M3 - aplicação por pulverização foliar e M4 - aplicação por embebição das sementes e pulverização foliar), com três repetições e uma plantas por unidade experimental, perfazendo o total de 60 plantas. A concentração de peróxido (50 μM) foi definida conforme estudo realizado por SANTOS et al. (2019a).

4.3. Condições de cultivo

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros de drenagem) com 20 L de capacidade, os quais foram preenchidos com uma camada de 3 cm de brita sob uma tela de polipropileno, para evitar a obstrução do dreno pelo material de solo. Na base de cada recipiente, foi instalada uma mangueira de 15 mm de diâmetro, como dreno, acoplada a um recipiente plástico (2 L) para coleta da água drenada. Os vasos foram dispostos em fileiras simples

espaçadas de 1,5 m e 1,0 m entre plantas na fileira (Figura 2). Em seguida, acondicionado um Neossolo Regolítico Eutrófico, de textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes de uma área agrícola do município de Pombal-PB, previamente destorroado e peneirado, cujas características físicas e químicas do solo foram determinadas de acordo com metodologia de Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

pH H ₂ O) (1:2,5)	MO g kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	Características químicas					
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
8,53	3,10	77,30	0,56	0,20	5,08	5,11	0	0
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es} (dS m ⁻¹)	CTC cmol _c kg ⁻¹	RASes (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
0,46	10,95	1,02	1,83	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
				775,70	180,90	43,40	12,45	5,00

pH – Potencial hidrogeniônico; MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M, pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M, pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M, pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RASes - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo o teor de umidade no solo correspondente a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente



Figura 2. Distribuição das unidades experimentais na área de estudo

Realizou-se as adubações com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, correspondendo a 100, 150 e 300 mg por kg de solo para N, K₂O e P₂O₅ respectivamente, utilizando-se ureia, Fosfato Monoamônico (MAP) e cloreto de potássio, como suas respectivas fontes. Inicialmente, aos 18 dias após a semeadura (DAS), os adubos foram aplicados em cobertura via água de irrigação, sendo parceladas em três vezes aos 18, 33 e 63 DAS. Quinzenalmente foram realizadas as aplicações de micro com uma solução de Dripsol[®]

micro ($Mg^{2+} = 1,1\%$; $B = 0,85\%$; $Cu (Cu-EDTA) = 0,5\%$; $Fe (FeEDTA) = 3,4\%$; $Mn (Mn-EDTA) = 3,2\%$; $Mo = 0,05\%$; $Zn = 4,2\%$; Contém 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1 g L^{-1} , via pulverização foliar utilizando-se 2 g do fertilizante por litro. Para aplicação utilizou-se um pulverizador costal modelo da Jacto - Jacto XP[®] com capacidade de 12 L, com pressão de trabalho (máxima) 88 psi (6 bar) e Bico JD 12P.

4.4. Semeadura

Foram semeadas cinco sementes da cv. BRS Jade por lisímetro a 2 cm de profundidade, distribuídas de forma equidistante; mantendo a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, até a emissão da primeira folha definitiva, quando iniciou-se a aplicação dos tratamentos. Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente.

4.5. Preparação das águas salinas e irrigação

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram preparados dissolvendo-se o cloreto de sódio (NaCl) na água de irrigação conforme os tratamentos pré-estabelecidos tomando-se como base a água proveniente do sistema de abastecimento local, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais, extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$C (\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}) \approx 10 \times \text{CEa} \dots \dots \dots (1)$$

Em que:

C = concentração de sais a ser aplicado ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m^{-1}).

Antes da semeadura foi determinado o volume de água necessária para elevar o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo, aplicando-se água de acordo com os tratamentos estabelecidos. No período de floração, iniciou-se a irrigação com as águas salinas, com um turno de rega diário, aplicando-se água em cada lisímetro conforme tratamento, de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo e evitar o acúmulo excessivo de sais no solo, sendo a quantidade a ser aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água, sendo o volume de água a ser aplicado nas plantas determinado por (Ayers; Westcot, 1999), pela Eq. 2:

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

Em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

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

Vd - volume drenado (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10

4.6. Preparo e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio

As sementes destinadas aos tratamentos M2 (embebição) e M4 (embebição + pulverização foliar) passaram por um pré-tratamento com peróxido de hidrogênio na concentração de 50 μM , sendo imersas em recipientes contendo 500 mL da concentração por um período de 24 horas no escuro. Quanto às sementes restantes, foram embebidas em água destilada pelo mesmo período. O tempo de embebição foi definido conforme estudo realizado por SANTOS et al. (2019a), para chegar à concentração desejada realizou-se a diluição em água destilada, da solução de peróxido de hidrogênio 50 μM , cujo preparo foi realizado no dia de cada aplicação. Aos 40, 55, 70, 85 e 100 DAS as plantas do tratamento M3 (pulverização foliar) e M4 (embebição das sementes + pulverização foliar) foram submetidas a aplicações de H_2O_2 (50 μM). As aplicações foram feitas manualmente às 17:00 horas, pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas, de modo a se obter o molhamento completo das folhas, utilizando-se de um borrifador, com o auxílio de uma tela para não ocasionar deriva para as outras plantas (Figura 3).



Figura 3. Pulverização foliar de peróxido de hidrogênio em plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’.

4.7. Tratos culturais e fitossanitários

Durante a condução do experimento, foram realizados tratos culturais como capina, escarificação do solo e controle fitossanitários preconizados para a cultura, monitorando o surgimento de pragas e doenças, adotando-se medidas de controle quando necessário.

4.8. Variáveis analisadas

4.8.1. Parâmetros fisiológicos

a) Extravasamento de eletrólitos

O extravasamento de eletrólitos no limbo foliar foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), para tanto, foram coletados na 3ª folha do ápice caulinar 10 discos foliares de 113 mm² de área, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água bidestilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beckers foram mantidos à temperatura de 25°C, por 24 horas, onde foi procedida a condutividade elétrica inicial (Ci). Posteriormente, os beckers foram conduzidos à estufa, com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80°C por 90 minutos, onde novamente realizou-se a medição da condutividade elétrica final (Cf), sendo obtido assim o percentual de extravasamento de eletrólitos conforme Eq. 3:

$$\%EE = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Em que: %EE =extravasamento de eletrólitos no limbo foliar;

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

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

b) Suculência

A suculência foliar (SUC) foi determinada aos 70 DAS, conforme metodologia proposta por Mantovani (1999), dada pela equação 4:

$$SUC = \frac{MFF - MSF}{AF} \dots \dots \dots (4)$$

Em que: AF é a área foliar total (cm²);

MSF é a massa seca das folhas (g) e

MFF é a massa fresca das folhas (g).

c) Pigmentos fotossintéticos

Neste mesmo período foram quantificados os teores de clorofila e carotenoides foram determinados utilizando-se a metodologia de Arnon (1949), onde a extração da clorofila foi realizada em recipientes contendo 8 mL de acetona 80% e um disco foliar com peso conhecido de área de 2,8 cm² coletado da terceira folha do ápice caulinar, os quais foram mantidos no escuro

e em refrigerador durante 48 horas. Os teores de clorofila e carotenoides nas soluções foram determinados por meio de espectrofotômetro nos comprimentos de onda de absorbância (ABS) (470, 647 e 663), de acordo com as Eqs. 5, 6 e 7:

$$Cl\ a = (12,21 \times ABS_{663}) - (2,81 \times ABS_{646}) \dots \dots \dots (5)$$

$$Cl\ b = (20,13 \times ABS_{646}) - (5,03 \times ABS_{663}) \dots \dots \dots (6)$$

$$Car = ((1000 \times ABS_{470}) - (1,82 \times Chl\ a) - (85,02 \times Chl\ b)) / 198 \dots \dots \dots (7)$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides nas folhas foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF).

d) Fluorescência da clorofila a

A fluorescência da clorofila a foi determinada aos 98 DAS utilizando-se um Fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science; sendo determinada: fluorescência inicial (Fo), máxima (Fm) e variável (Fv = Fm- Fo) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (Sá et al., 2015). Tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de 30 min, com um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores estivessem oxidados, ou seja, com os centros de reação abertos.

4.8.2. Variáveis de crescimento

Aos 100 DAS foram determinados o número de folhas (NF), a área foliar (AF), a altura de plantas (AP) e o diâmetro de caule (DC). O número de folhas foi obtido levando em consideração as folhas que apresentavam comprimento superior a 3 cm e coloração característica da cultivar. A altura de planta foi realizada medindo-se o comprimento da parte aérea do colo da planta até a gema apical do ramo principal. O diâmetro do caule foi mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital. A área foliar foi estimada por meio da Equação 8, proposta por Grimes e Cartes (1969):

$$AF_{Planta} = \Sigma AF = \Sigma (0,4322 x^{2,3002}) \text{ (cm}^2\text{)} \quad (8)$$

Em que: AF é a área foliar de cada folha do algodoeiro e 'x' o comprimento da nervura principal da respectiva folha, sendo a área foliar por planta (AF_{Planta}) determinada pelo somatório da área foliar (AF) de todas as folhas.

4.8.3 Fitomassa

Ao final do ciclo da cultura (120 DAS), coletaram-se as plantas, separando-as em folhas, caules e raízes, e acondicionadas as partes em sacos de papel, levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C, por 24 horas posteriormente, o material foi pesado em

balança de precisão, obtendo-se a fitomassa seca das folhas, caule e raízes, cujo somatório resultou na fitomassa seca total (FST).

4.8.4 Componentes de produção

Neste mesmo período foram quantificados os componentes de produção: massa de algodão em caroço (MAC), massa de algodão em pluma (MAP) e massa total de sementes (MTS), analisados de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos por planta, à medida que atingiam o ponto de colheita, posteriormente foram pesados em balança analítica com resolução de 0,001 g.

4.9. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão polinomial ($p \leq 0,05$) para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se através dos resumos da análise de variância (Tabela 2), que não houve interação entre os métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio e a salinidade da água de irrigação para as variáveis analisadas. O fator salinidade da água de irrigação influenciou de forma isolada todas as variáveis analisadas. Já os métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio diferiram ($p \leq 0,01$) apenas para os teores de clorofila *a*.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), suculência foliar (SUC), teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*) e carotenoides (Car) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 98 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		EE ¹	SUC ¹	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i> ¹	Car
Níveis salinos (NS)	4	2805,078**	0,003**	18,739**	3,166**	347,043**
Regressão linear	1	9604,246**	0,005*	54,675**	10,360**	1180,014**
Regressão quadrática	1	1184,076 ^{ns}	0,008**	19,434**	0,059 ^{ns}	133,144 ^{ns}
Métodos de aplicação (MA)	3	122,976 ^{ns}	0,002 ^{ns}	7,932**	0,584 ^{ns}	17,323 ^{ns}
Interação (NS × MA)	12	700,261 ^{ns}	0,001 ^{ns}	18,631 ^{ns}	2,177 ^{ns}	49,225 ^{ns}
Blocos	2	374,105 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,200 ^{ns}	0,660 ^{ns}	245,239 ^{ns}
Resíduo	38	5112,451	0,001	1,689	0,482	73,720
CV (%)		10,57	14,51	21,86	14,72	12,89

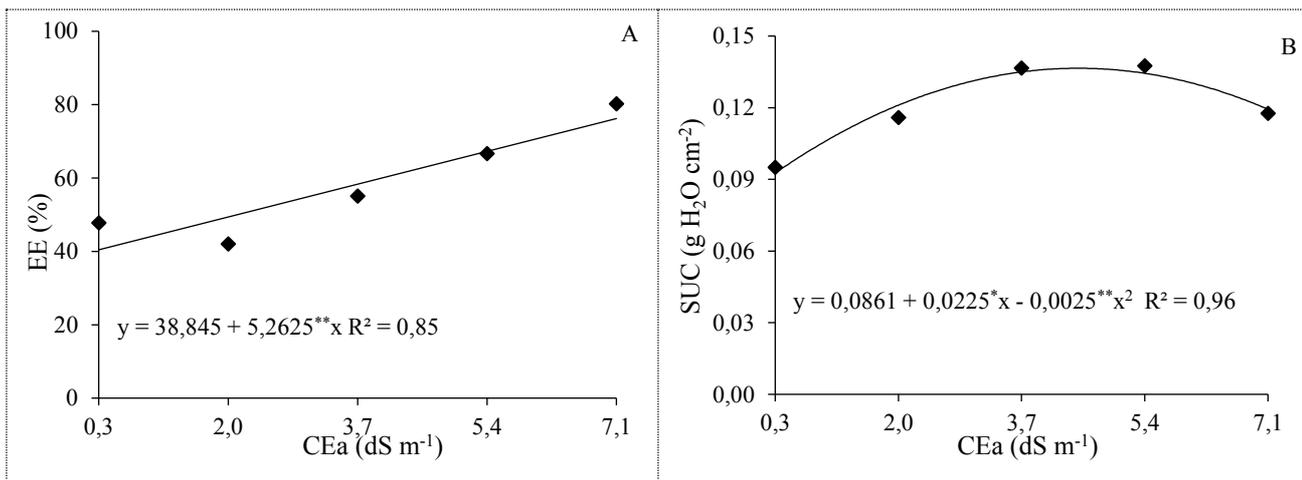
^{ns,**, *} não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$, respectivamente, GL-grau de liberdade, CV-coeficiente de variação.

¹ dados transformados em \sqrt{x} .

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação promoveu um efeito linear crescente no extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (Figura 4A), com incremento de 13,54% por acréscimo unitário da CEa. As plantas irrigadas com água de maior salinidade (7,1 dS m⁻¹) tiveram um aumento de 15,7%, em relação as cultivadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. O aumento da salinidade, e conseqüentemente, da maior concentração dos íons de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas das plantas possibilitou um acréscimo na extrusão de eletrólitos, diante disto, esses íons proporcionaram alterações estruturais de membranas e organelas celulares, promovendo a ruptura da membrana celular e perda do seu conteúdo interno (FERRAZ et al., 2015).

A suculência foliar das plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’ aos 98 DAS, através da análise de regressão (Figura 4B), verifica-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação ocasionou efeito quadrático cujo valor máximo estimado foi de 0,136 g H₂O cm⁻² ao

irrigar com água de CEa de 4,6 dS m⁻¹, a partir desse nível ocorreu redução sendo o valor mínimo alcançado de 0,092 g H₂O cm⁻² nas plantas irrigadas com a CEa (0,3 dS m⁻¹). Resultados semelhantes foram obtidos na pesquisa de Lima et al. (2019a), utilizando algodoeiro sob estresse salino, nas plantas irrigadas na CEa 9,1 dS m⁻¹ quando comparada as irrigadas na CEa de 5,1 dS m⁻¹ no qual atribuíram o aumento da SUC ao ajuste osmótico nas plantas permitindo a regulação da concentração de sais no tecido foliar.



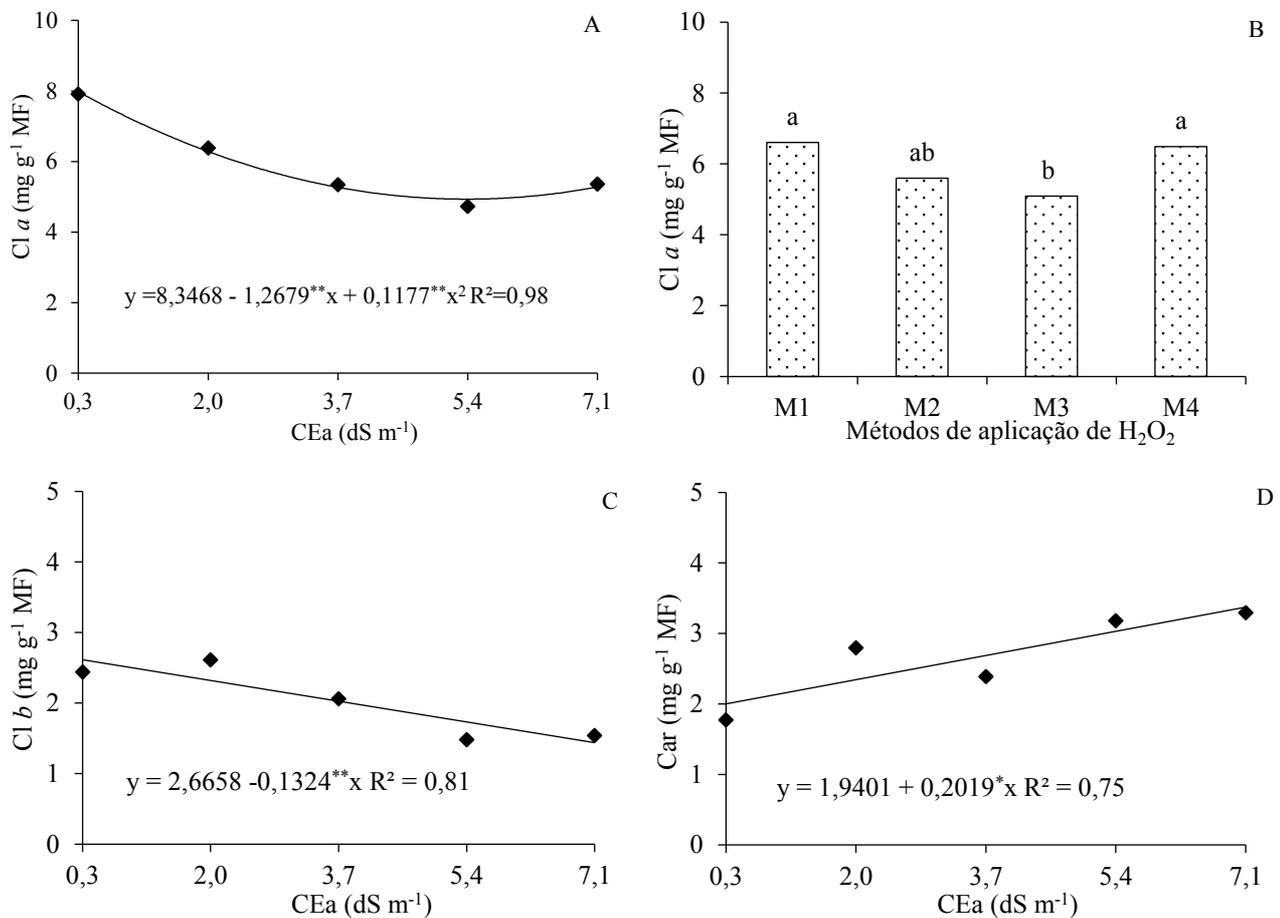
*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente.

Figura 4. Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar - EE (A) e suculência foliar – SUC (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 98 dias após a semeadura.

Para clorofila *a* do algodoeiro ‘BRS Jade’, aos 98 DAS, verifica-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação ocasionou efeito quadrático cujo valor máximo estimado foi de 7,97 mg g⁻¹ MF ao irrigar com água de (0,3 dS m⁻¹), a partir desse nível ocorreu redução sendo o valor mínimo alcançado de 4,93 mg g⁻¹ MF nas plantas irrigadas com a CEa (7,1 dS m⁻¹) (Figura 5A). O acúmulo de sais na planta pode causar alteração na estrutura das organelas, nos teores dos pigmentos e metabólitos, modificando as atividades enzimáticas envolvidas no processo fotossintético (SHAHVERDI et al., 2019). A redução na síntese de pigmentos fotossintéticos pode estar relacionada com a ativação da enzima clorofilase, que é ativada quando as plantas estão sob estresse, estando diretamente relacionado à redução dos pigmentos fotossintéticos. Além disso, os danos causados aos pigmentos alteram as atividades bioquímicas limitando a atividade fotossintética, podendo resultar em danos oxidativos às células (MONTEIRO et al., 2018).

De acordo com o teste de comparação de médias para clorofila *a* (Figura 5B), a aplicação de 50 µM de H₂O₂, por meio da embebição das sementes + pulverização foliar (M4), apresentou

a maior síntese de clorofila *a*, não diferindo das plantas que não receberam a aplicação de peróxido de hidrogênio (M1), superando as formas de aplicação via embebição de sementes (M2) e pulverização foliar (M3). A aplicação de peróxido de hidrogênio através da embebição das sementes + pulverização foliar aumentou os teores de clorofila *a*, através da sinalização metabólica na célula e ativação de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase, catalase, guaiacol peroxidase e ascorbato peroxidase; resultando na diminuição do estresse oxidativo nas plantas (CAVERZAN et al., 2016; NAZIR et al., 2020). Silva et al. (2019), constataram que a aplicação de 50 µM de H₂O₂, via embebição de sementes e pulverização foliar, em mudas de graviola ‘Morada Nova’ irrigada com água salina elevou os teores de clorofila das plantas.



*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os métodos de aplicação de H₂O₂ pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

Figura 5. Clorofila *a* – Cl *a* em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B); e clorofila *b* - Cl *b* (C) e carotenóides - Car (D) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação aos 98 dias após a semeadura.

Verifica-se, aos 98 DAS que apenas o fator salinidade da água afetou o teor de clorofila *b* (Tabela 2), em que, conforme a equação de regressão (Figura 5C), o modelo ao qual os dados

se ajustaram melhor, foi o linear, indicando decréscimo na Cl *b* de 4,96% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 52,17% (0,90 mg g⁻¹ MF) na Cl *b* das plantas irrigadas com água de 7,1 dS m⁻¹ em relação às submetidas a 0,3 dS m⁻¹. Quando as plantas são expostas à alta salinidade, ocorrem alterações no estado funcional das lamelas dos cloroplastos provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência, degradando os pigmentos (WANG et al., 2018). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2019b), que observaram redução no conteúdo de clorofila *b* das plantas de cajueiro com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação e associaram ao mecanismo de adaptação das plantas ao estresse do salino, levando à economia de energia devido à menor captura de energia luminosa e, conseqüentemente, redução do estresse fotooxidativo, proporcionando um menor teor de clorofila.

O teor de carotenóides do algodoeiro ‘BRS Jade foi aumentou significativamente com o aumento dos níveis de salinidade, com base na equação de regressão (Figura 5D), à medida que os níveis de salinidade da água aumentaram, o CAR aumentou linearmente, com um acréscimo de 10,40% por aumento unitário da CEa, ou seja, plantas de algodoeiro cultivadas sob irrigação com água de 7,1 dS m⁻¹ tiveram um aumento de 40,69% no teor de carotenóides, em comparação com aquelas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹ (Figura 5D). Os carotenoides são pigmentos fotoprotetores integrados nas membranas, estando envolvidos nos mecanismos de defesa contra o estresse oxidativo (TAIBI et al., 2016). Dessa forma, o aumento e a manutenção destes pigmentos nas plantas estressadas pela salinidade sugerem uma maior necessidade de dissipação do excesso de energia luminosa e de remoção das espécies reativas do oxigênio. Além disso, essas moléculas também podem atuar como agentes antioxidantes protegendo os lipídios de membrana do estresse oxidativo gerado nas plantas expostas à salinidade (BERNSTEIN et al., 2010; GILL; TUTEJA, 2010).

Verifica-se através do resumo da análise de variância (Tabela 3) efeito significativo da interação entre as condutividades elétricas da água e os métodos de aplicação de peróxido sobre a fluorescência máxima (Fm). As condutividades elétricas da água de irrigação analisadas de forma isolada afetaram significativamente a fluorescência inicial (Fo) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) aos 98 DAS. Os métodos de aplicação de H₂O₂ analisados de forma isolada afetaram significativamente a Fo, Fm e Fv/Fm do algodoeiro ‘BRS Jade’ (Tabela 3).

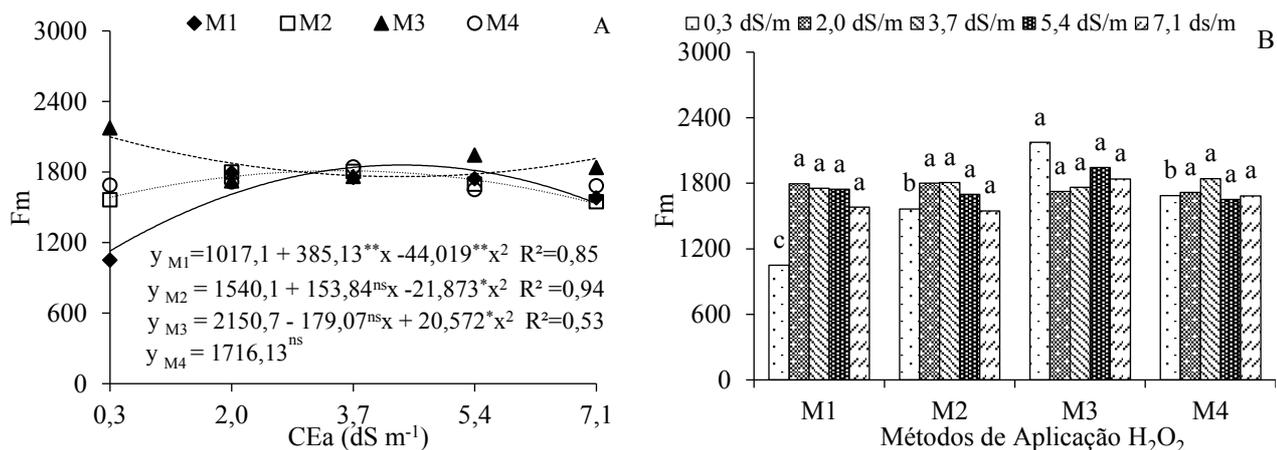
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) do

algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 98 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
Níveis salinos (NS)	4	12424,125 ^{**}	64402,80 ^{ns}	19000,54 ^{ns}	0,0334 ^{**}
Regressão linear	1	34273,20 ^{**}	8892,40 ^{ns}	13546,87 ^{ns}	0,0425 ^{**}
Regressão quadrática	1	148,59 ^{ns}	246330,29 ^{**}	13268,14 ^{ns}	0,0648 ^{**}
Métodos de aplicação (MA)	3	10329,66 ^{**}	240058,72 ^{**}	11501,11 ^{ns}	0,0724 ^{**}
Interação (NS × MA)	12	3095,79 ^{ns}	127791,24 ^{**}	10398,48 ^{ns}	0,0402 ^{ns}
Blocos	2	461,06 ^{ns}	12570,0166 ^{ns}	1349,60 ^{ns}	0,0023 ^{ns}
Resíduo	38	702,76	25441,96	7589,82	0,0022
CV (%)		7,07	9,28	6,15	5,74

^{ns,**,*} não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$, respectivamente, GL-grau de liberdade, CV-coeficiente de variação.

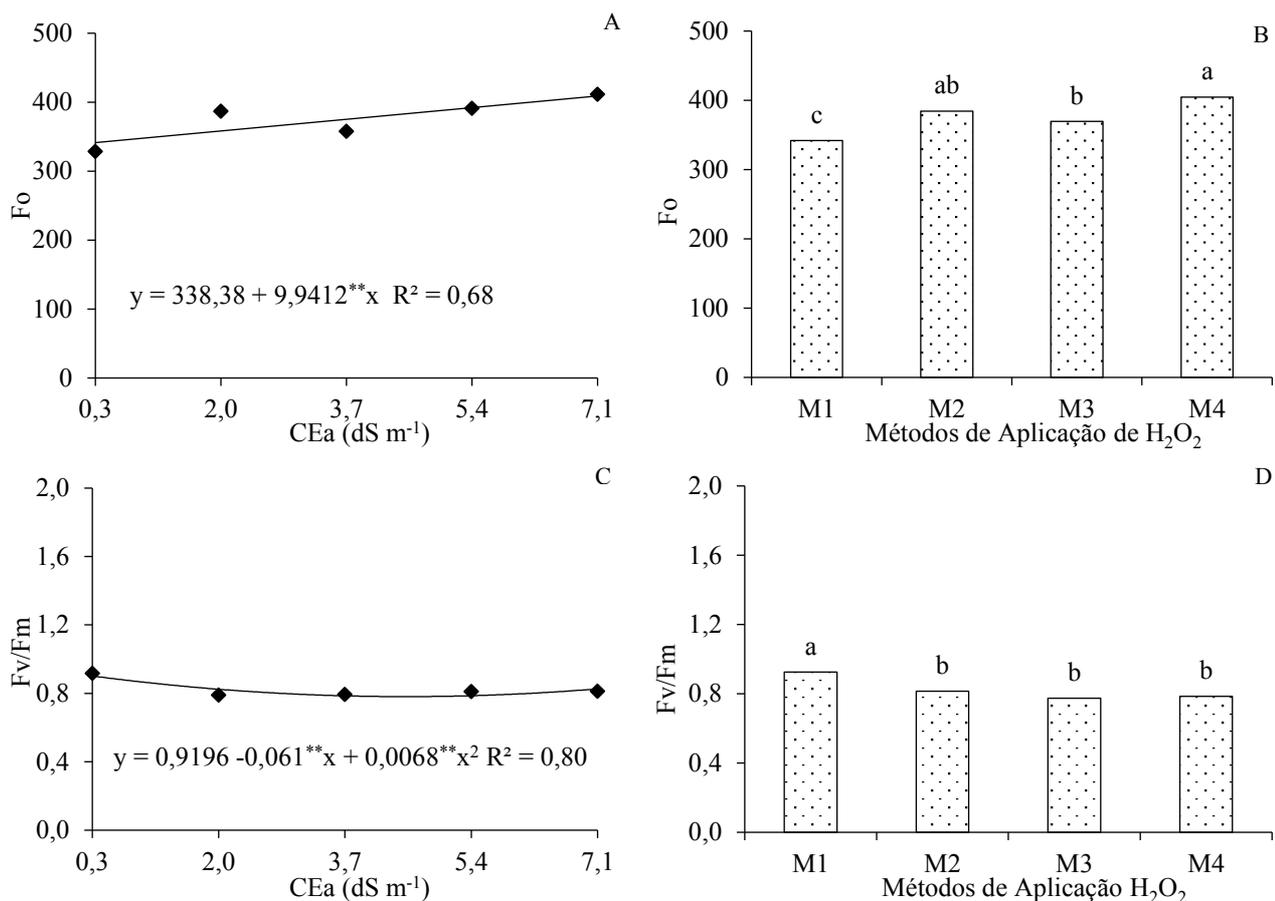
Observa-se através da interação entre os fatores NS x MA para a fluorescência máxima das plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’, que a salinidade da água de irrigação ocasionou efeito quadrático nas plantas submetidas aos métodos sem aplicação de peróxido de hidrogênio (M1), via embebição de sementes (M2) e pulverização foliar (M3), cujos valores máximos de 1859,46; 1810,59 e 2098,83 obtidos nas CEa de 4,4; 3,5 e 0,3 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 6A). Diferenças entre os métodos de aplicação do H₂O₂ foram obtidas na Fm quando as plantas foram irrigadas com 0,3 dS m⁻¹ com maiores Fm obtidas nos métodos pulverização foliar (M3) com acréscimos de 51,67, 28,03 e 22,40% em relação as plantas que não receberam a aplicação de peróxido de hidrogênio (M1), embebição de sementes (M2) e embebição das sementes + pulverização foliar (M4), respectivamente; nos maiores níveis de CEa não ocorreram diferenças entre os métodos de aplicação de H₂O₂ (Figura 6B). Desse modo, pode-se inferir que a pulverização foliar em concentrações adequadas de peróxido de hidrogênio pode atenuar os efeitos deletérios do estresse promovido pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. A aplicação de peróxido de hidrogênio tem assumido um papel preponderante como mecanismo de atenuação do estresse salino nas plantas, em baixas concentrações, age como uma molécula sinalizadora, promovendo uma condição de estresse moderado (SILVA et al., 2019).



*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Em cada condutividade elétrica da água, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os métodos de aplicação de H₂O₂ pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

Figura 6. Fluorescência máxima– Fm do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre a salinidade da água de irrigação- CEa e os métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio aos 98 dias após a semeadura.

Analisando a fluorescência inicial (Fo) das plantas de algodoeiro, através da análise de regressão, verifica-se que o aumento dos níveis salinos proporcionou um incremento linear de 16,52% na fluorescência inicial do algodoeiro ‘BRS Jade’ nas plantas irrigadas com 7,1 dS m⁻¹ em comparação a salinidade da água de 0,3 dS m⁻¹ (Figura 7A). De forma geral, plantas sob estresse salino tendem a ter um aumento na Fo, evidenciando a ocorrência de alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos, comprometendo, assim, a eficiência da energia de excitação a partir da antena coletora de luz e danos aos centros de reação do FSI (TATAGIBA et al., 2014; VELOSO et al., 2021). O método 4 de aplicação de peróxido de hidrogênio (via embebição de sementes + pulverização foliar) proporcionou maior fluorescência inicial (Figura 7B). Em concentrações adequadas, o peróxido de hidrogênio pode resultar numa sinalização metabólica na célula (aumento metabólitos e/ou enzimas antioxidativas) e, portanto, resultar em um melhor desempenho fisiológico, quando a planta é exposta a condições de estresse mais severo (ANDRADE, 2018).



*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os métodos de aplicação de H₂O₂ pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

Figura 7. Fluorescência inicial - F_o e eficiência quântica do fotossistema II – F_v/F_m do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A e C) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B e D) aos 98 dias após a semeadura.

A irrigação com diferentes condutividades elétricas da água proporcionou efeito quadrático na eficiência quântica do fotossistema II (Figura 7C), cujo valor máximo (0,9017) foi obtido na CEa (0,3 dS m⁻¹) e o menor valor (0,781) na CEa (4,5 dS m⁻¹). O acúmulo de sais pode modificar o transporte de elétrons, alterando a atividade do fotossistema II, sendo este responsável pela oxidação das moléculas de água com a finalidade de produzir elétrons, modificando a composição e funcionalidade das membranas dos cloroplastos, além de comprometer o aparato fotossintético das plantas (NAJAR et al., 2019). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2019) em pesquisa avaliando a eficiência fotoquímica de algodoeiro sob condições de estresse salino em solo, observaram que o incremento da salinidade da água de 5,1 para 9,1 dS m⁻¹ resultou em diminuição na eficiência quântica do fotossistema II do algodoeiro ‘BRS Rubi’. A eficiência quântica do fotossistema II das plantas sem aplicação de H₂O₂ (M1) tiveram uma maior F_v/F_m com 0,926 (Figura 7D); pode-se inferir que os efeitos do

peróxido de hidrogênio são dependentes de sua concentração no meio intracelular, atuando como molécula tóxica em grandes concentrações (SIES, 2017).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS × MA) sobre as variáveis área foliar e diâmetro de caule do algodoeiro ‘BRS Jade’ aos 100 DAS (Tabela 4). Observa-se efeito significativo dos fatores isolados condutividade elétrica da água de irrigação e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio para todas as variáveis analisadas, com exceção para altura de plantas com efeito apenas para a CEa (Tabela 4).

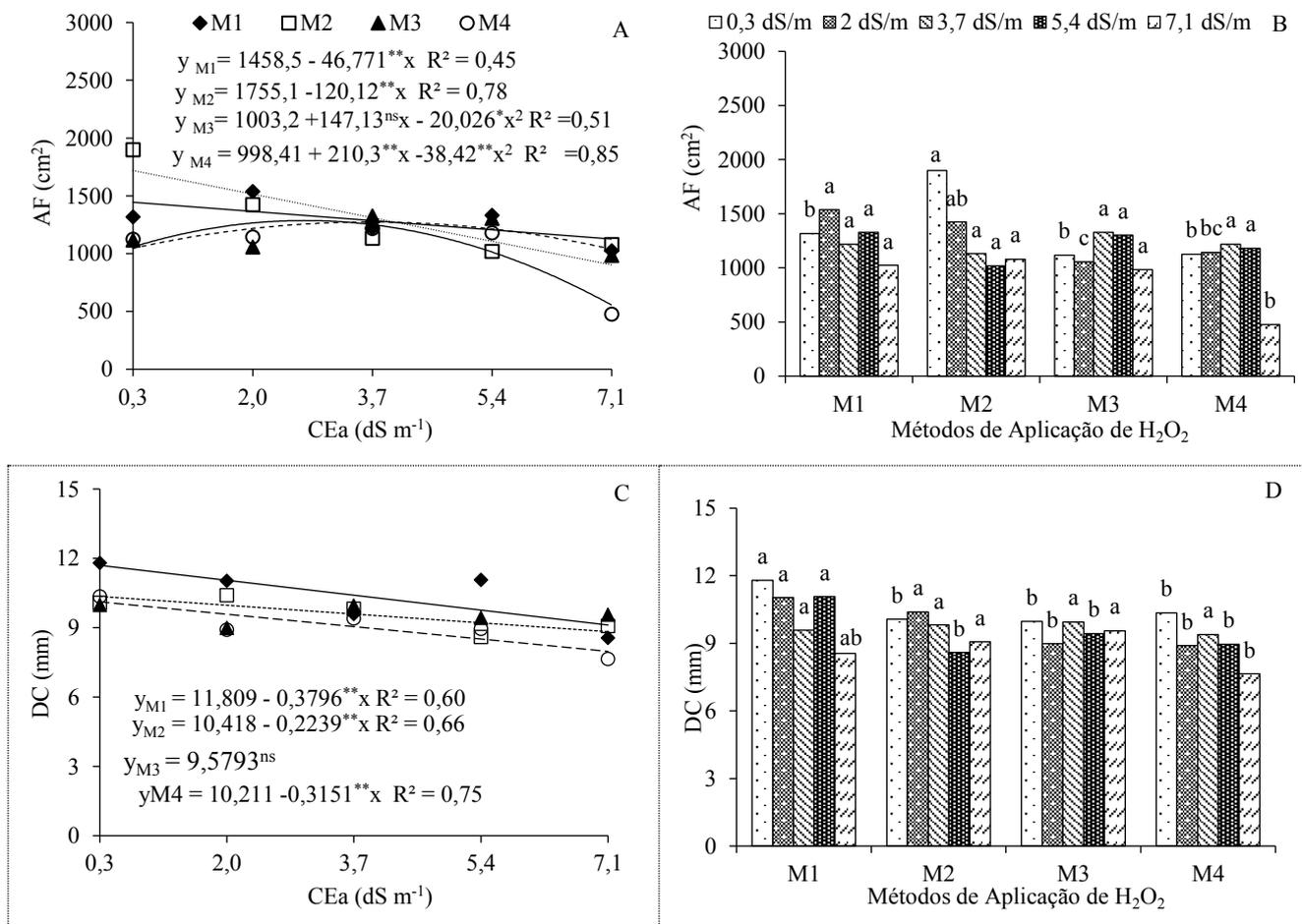
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de plantas (AP) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 100 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		NF	AF	DC	AP
Níveis salinos (NS)	4	114,93*	393149,64**	5,25**	193,04**
Regressão linear	1	456,30**	1269047,65**	19,21**	603,00**
Regressão quadrática	1	2,88 ^{ns}	162343,89*	0,03 ^{ns}	93,00 ^{ns}
Métodos de aplicação (MA)	3	118,00*	253401,05**	4,70**	86,50 ^{ns}
Interação (NS × MA)	12	32,66 ^{ns}	155330,42**	1,63**	64,24 ^{ns}
Blocos	2	37,91 ^{ns}	59251,76 ^{ns}	0,15 ^{ns}	142,20*
Resíduo	38	37,05	22135,36	0,29	41,00
CV (%)		23,66	12,44	5,66	13,55

^{ns}, **, * não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$, respectivamente, GL-grau de liberdade, CV-coeficiente de variação.

Para área foliar em função da interação dos fatores CEa × H₂O₂ (Figura 8A), observou-se reduções lineares nas plantas que não receberam a aplicação de peróxido de hidrogênio (M1) e com H₂O₂ na embebição de sementes (M2) de 3,20 e 6,84%, por aumento unitário de CEa, correspondente a uma diminuição de 22,01 e 47,51%, respectivamente, nas plantas irrigadas com água de 7,1 dS m⁻¹ em comparação com as plantas submetidas a irrigação com água de CEa igual a 0,3 dS m⁻¹. Já ao analisar as plantas que receberam H₂O₂ via embebição das sementes obtiveram os maior área foliar (1514,86 cm²) na CEa de 2,0 dS m⁻¹. A aplicação do M2 de peróxido favoreceu a área foliar (1719,06 cm²) das plantas irrigadas com CEa (0,3 dS m⁻¹); já para o método 4 de aplicação de peróxido ocasionou uma maior redução na AF, onde foi obtido o menor valor (574,78 cm²) na CEa de (7,1 dS m⁻¹) (Figura 8B). Outros estudos também relatam que o

pré-tratamento com peróxido de hidrogênio em sementes, proporciona um contato prévio das sementes com o peróxido antes da exposição ao estresse salino diminuindo os efeitos deletérios da salinidade, induzindo o sistema de defesa, além da absorção de água e íons essenciais (GONDIM et al., 2010; SANTOS et al., 2019b).



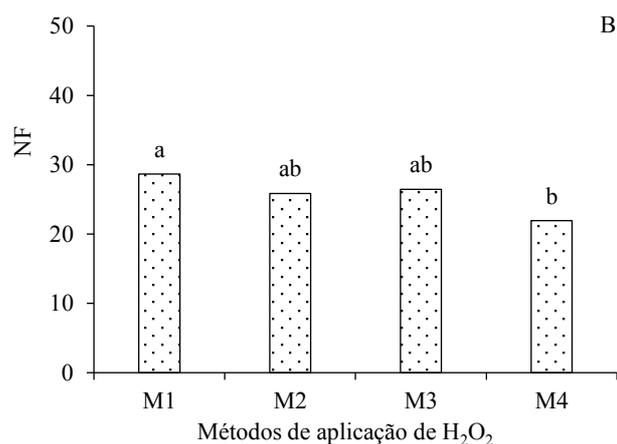
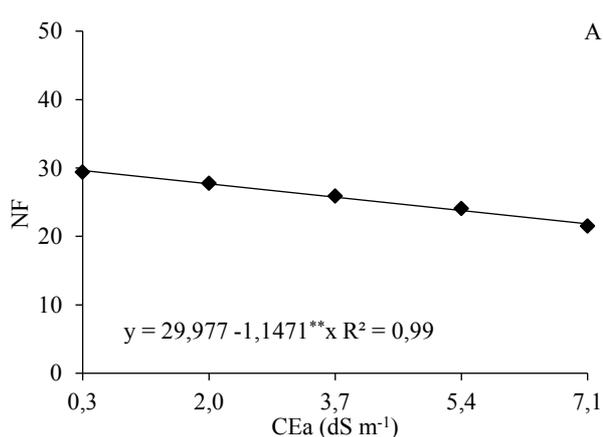
*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Em cada método de aplicação de H_2O_2 , barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as condutividades elétrica da água pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

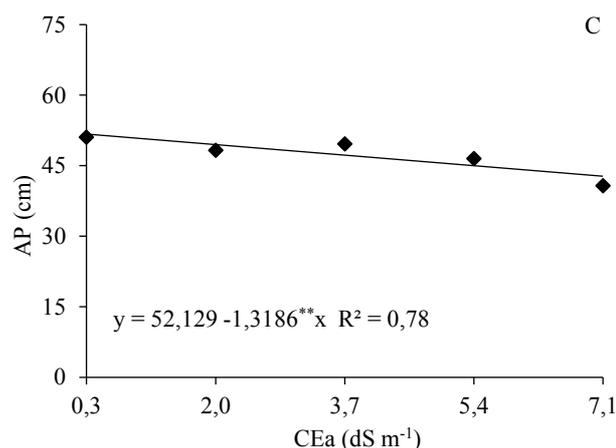
Figura 8. Área foliar - AF (A e B) e diâmetro do caule - DC (C e D) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre a salinidade da água de irrigação-CEa e os métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio aos 100 dias após a semeadura.

O diâmetro caulinar do algodoeiro foi afetado pela interação entre os níveis de condutividade e os métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), constata-se que as plantas de algodoeiro que não receberam aplicação de H_2O_2 obtiveram os maiores valores de DC (11,69; 11,05; 10,40; 9,76 e 9,11 mm) respectivamente para os níveis de salinidade (0,3; 2,0; 3,7; 5,4 e 7,1 dS m⁻¹) nota-se também redução no DC de 28,32% por incremento unitário da CEa (Figura 8C). Conforme observa-se no método 1 os maiores DC (11,69 e 11,05 mm) foram obtidos

nos níveis salinos (0,3 e 2,0 dS m⁻¹). Já no método 2 de aplicação de peróxido o maior valor de DC (9,7 mm) foi encontrado no nível salino (2,0 dS m⁻¹). O M4 proporcionou maior redução no DC (1,14 mm) no nível salino (7,1 dS m⁻¹) em relação aos outros métodos (Figura 8D). Isso pode ser explicado devido à alta concentração de peróxido (via embebição de sementes + pulverização foliar) aumentar os efeitos deletérios da salinidade, influenciando no desenvolvimento da planta. Zhang et al. (2020) em seu estudo também observou que altas concentrações desta espécie reativa de oxigênio resultam em estresse oxidativo, ocasionando a peroxidação lipídica, danos celulares, e a degradação de proteínas.

Observa-se uma redução no número de folhas do algodoeiro ‘BRS Jade’ de aproximadamente 7,8 folhas, ou seja, um decréscimo de 35,72% em consequência do aumento do nível de salinidade de 0,3 de para 7,1 dS m⁻¹ (Figura 9A). Na Figura 9B, observa-se que o M1 (sem aplicação de H₂O₂) se destacou como o melhor método de aplicação de peróxido de hidrogênio quando comparado ao (M2-embebição de sementes) e (M3- pulverização foliar) para o número de folhas das plantas de algodoeiro. O M4 (embebição das sementes + pulverização foliar) reduziu o NF das plantas. O peróxido de hidrogênio em altas concentrações pode conduzir as plantas a condições de estresses reduzindo seu crescimento, provavelmente como parte de uma resposta de adaptação, devido ao aumento da produção de EROs, como observa-se na figura acima, com a aplicação do M4 sendo um nível maior do que a planta necessita para sinalizar a defesa ao estresse, resultando em dano oxidativo à membrana celular (FAROUK; AMIRA, 2018).





*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os métodos de aplicação de H_2O_2 pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

Figura 9. Número de folhas - NF em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B); e altura de plantas - AP do algodoeiro ‘BRS Jade’ da salinidade da água de irrigação-CEa (C) aos 100 dias após a semeadura.

A irrigação com níveis de condutividade elétrica da água contribuiu para a redução linear de 20,96% da altura das plantas por aumento unitário da CEa (Figura 9C). Nota-se que teve uma redução de 8,97 cm nas plantas irrigadas com 7,1 dS m⁻¹ em comparação as plantas irrigadas com a água de 0,3 dS m⁻¹. Tendência semelhante foi observada sobre o número de folhas (Figura 9C) com decréscimo de 35,72% em consequência do aumento do nível de salinidade de 0,3 para 7,1 dS m⁻¹. Tais alterações são decorrentes do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, elevando a pressão osmótica do meio, e restringindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas afetando assim a divisão celular e o crescimento das plantas (DIAS et al., 2016). As reduções no crescimento do algodoeiro ‘BRS Jade’ é um mecanismo adaptação da planta ao estresse salino, através dos ajustes morfológicos e anatômicos diminuindo assim a taxa de transpiração, absorção de íons tóxicos e seu acúmulo nos órgãos vegetativos (SILVA et al., 2011). Dias et al. (2020), observaram que o NF de plantas de algodoeiro reduziu quando irrigados com águas salinas até 6,7 dS m⁻¹.

Houve interação significativa dos fatores (NS X MA) sobre a fitomassa seca total (FST) aos 120 DAS (Tabela 5). As condutividades elétricas da água analisadas de forma isolada afetaram significativamente a FST, MAP e MTS. Já o fator peróxido de hidrogênio analisado de forma isolada afetou a FST das plantas de algodoeiro cv. ‘BRS Jade’ (Tabela 5).

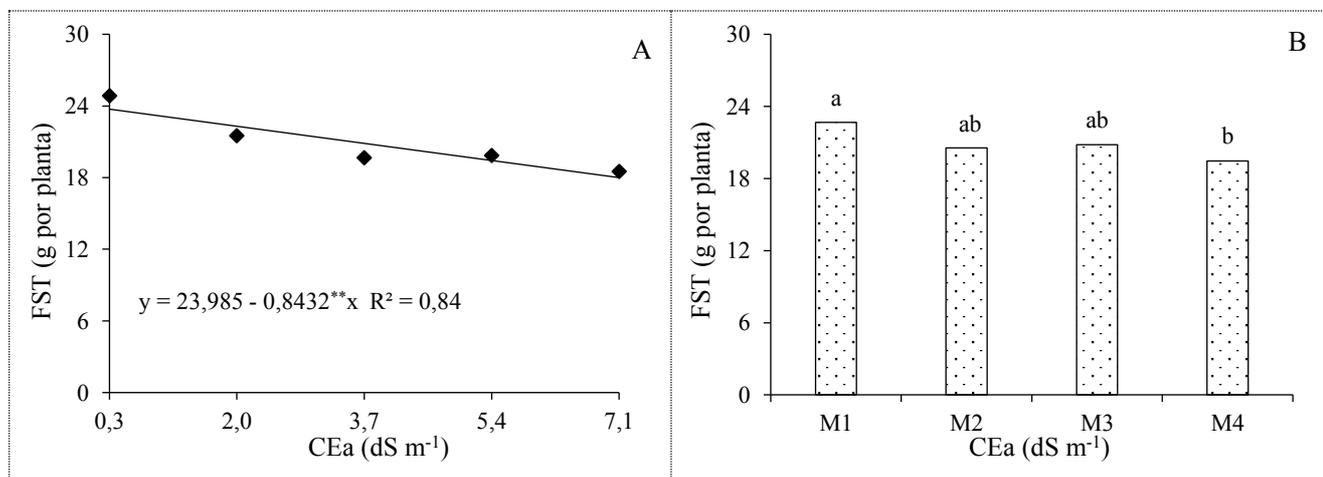
Tabela 5. Resumo da análise de variância referente a fitomassa seca total (FST), massa de algodão em pluma (MAP) e massa de sementes total (MTS) do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado

com águas salinas (NS) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (MA), aos 120 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		FST	MAP	MTS
Níveis salinos (NS)	4	0,0011**	21,5935**	151,5324**
Regressão linear	1	0,0027**	77,9402**	537,6333**
Regressão quadrática	1	0,0015**	4,6766 ^{ns}	41,2830 ^{ns}
Métodos de aplicação (MA)	3	0,0003*	2,6880 ^{ns}	18,1529 ^{ns}
Interação (NS × MA)	12	0,0003**	6,4865 ^{ns}	43,21 ^{ns}
Blocos	2	0,0002 ^{ns}	8,5955 ^{ns}	21,2209 ^{ns}
Resíduo	38	0,0000	3,3652	27,1623
CV (%)		36,20	19,04	20,01

^{ns}, **, * não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$, respectivamente, GL-grau de liberdade, CV-coeficiente de variação.

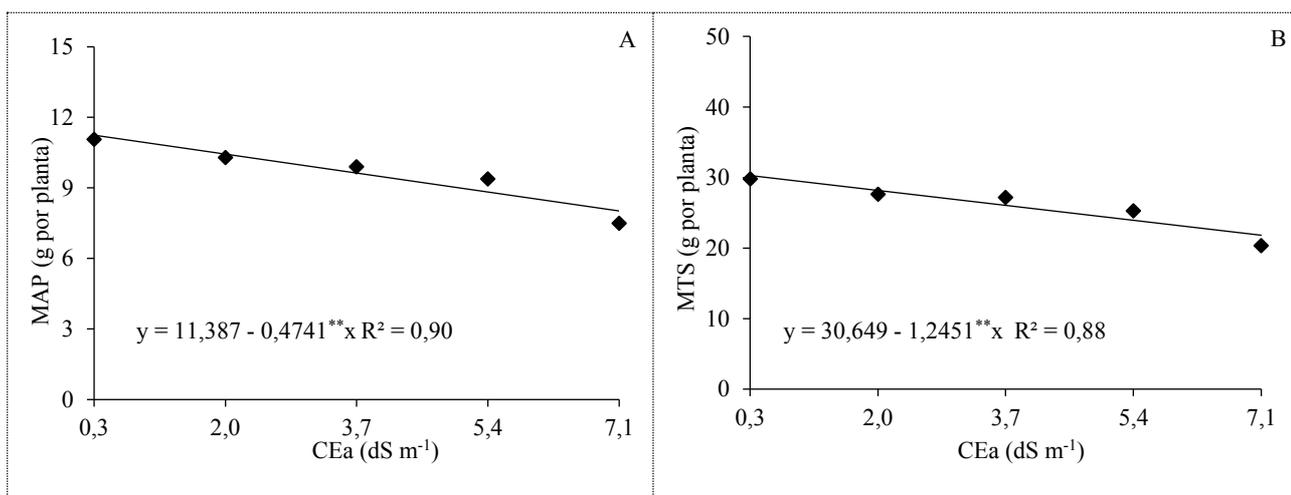
Analisando a fitomassa seca total do algodoeiro ‘BRS Jade’ aos 120 DAS, através da análise de regressão (Figura 10A), verifica-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação redução linear de 31,87%. Soares (2014) também verificou redução de 45,35% da fitomassa com o aumento da condutividade da água, também pode ser influenciada por efeitos da salinidade ao longo do desenvolvimento da planta, reduzindo assim a produção de matéria seca. Observa-se através da (Figura 10B) que o método 1, sem aplicação de peróxido de hidrogênio proporcionou uma maior fitomassa seca total. As concentrações adequadas de peróxido de hidrogênio podem controlar diversos processos celulares e promover melhoras no desenvolvimento das plantas, proporcionando um maior acúmulo de fitomassa (DAS; ROYCHOUDHURY, 2014).



*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. Barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os métodos de aplicação de H_2O_2 pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$.

Figura 10. Fitomassa seca total – FST em função da salinidade da água de irrigação – Cea (A) e métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio (B) aos 120 dias após a semeadura.

A irrigação com água salina proporcionou efeito linear decrescente na massa do algodão em pluma (MAP) (Figura 11A), com um decréscimo de 40,19% das plantas irrigadas com a CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) em relação as irrigadas com a CEa ($7,1 \text{ dS m}^{-1}$). Tendência semelhante foi observada sobre o peso total de sementes (MTS) com redução de 38,82% quando comparado o menor nível salino ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) ao maior nível salino ($7,1 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 11B). A redução na produção do algodoeiro ‘BRS Jade’ em consequência do aumento da CEa pode ser atribuída à menor absorção de água, inibição da divisão e alongamento celular, ocasionando percas na produção, devido ao ajustamento do potencial hídrico da cultura (COELHO et al., 2014). Outros autores observaram resultados similares, à medida que aumentavam os níveis de salinidade, reduziam-se os componentes de produção, como o peso em pluma (JÁCOME et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012).



*,** significativo em $p \leq 0,05$ em $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente.

Figura 11. Massa do algodão em pluma - MAP (A) e massa total de sementes- MTS (B); do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 120 dias após a semeadura.

6. CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água reduz a altura das plantas, número de folhas, massa de algodão em pluma e peso total de sementes do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’.

O método sem aplicação de peróxido de hidrogênio proporcionou uma maior síntese de clorofila *a*, maior eficiência quântica do fotossistema II e uma maior fitomassa seca total.

O método de aplicação de peróxido de hidrogênio via embebição das sementes atenua os efeitos deletérios da salinidade de irrigação sob o diâmetro do caule e área foliar.

As concentrações de peróxido de hidrogênio acima de 50 μM (via embebição + pulverização foliar) promovem reduções no número de folhas e área foliar na concentração de 7,1 dS m^{-1} das plantas de algodoeiro colorido 'BRS Jade'.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M. G. **Águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio no cultivo de maracujazeiro amarelo**. 2018. 104 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, FAO, 1999, 153p. (Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- BAGHERI, M.; GHOLAMI, M.; BANINASAB, B. Hydrogen peroxide-induced salt tolerance in relation to antioxidant systems in pistachio seedlings. *Scientia Horticulturae*, v.243, p.207–213, 2019.
- BARBA-ESPÍN, G. et al. Understanding the role of H₂O₂ during pea seed germination: a combined proteomic and hormone profiling approach. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 34, n. 11, p. 1907-1919, Nov. 2011.
- BERNSTEIN, N.; KRAVCHIK, M.; DUDAI, N. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alterations of morphological development. **Annals of Applied Biology**, v. 156, p. 167-77, 2010.
- BORÉM, A.; FREIRE, E. C.; **Algodão do Plantio a Colheita**. Viçosa: UFV, 312p, 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Valor Bruto da Produção agropecuária (VBP). Disponível em: [≤https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/valor-da-producao-da-agropecuaria-deve-chegar-a-r-1-220-trilhao-em-2022 >](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/valor-da-producao-da-agropecuaria-deve-chegar-a-r-1-220-trilhao-em-2022) Acesso em 04 de Junho de 2023.
- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and Molecular Biology of plants**. Chichester: John Wiley & Sons, p.1280 2015.
- CASTRO, I. C. S. **Morfofisiologia do algodoeiro naturalmente colorido sob águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio**. 2019. 42 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.
- CARDOSO, D. B.O.; MUNDIM, F. M.; SOUSA, L. B. Variabilidade genética e coeficiente de determinação em genótipos de algodoeiro quanto a qualidade da fibra. **Revista Verde. Pombal**, v. 10, n. 3, p 66 71, jul.- set. 2015.

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

CAVERZAN, A.; CASASSOLA, A.; BRAMMER, S. P. Antioxidant responses of wheat plants under stress. **Genetics and Molecular Biology**, v.39, p.1-6, 2016.

CHRISTOU, A.; MANGANARIS, G.A.; FOTOPOULOS, V. Systemic mitigation of salt stress by hydrogen peroxide and sodium nitroprusside in strawberry plants via transcriptional regulation of enzymatic and non-enzymatic antioxidants. **Environmental and Experimental Botany**, v.107, n.1, p.46- 54, 2014.

CRUZ, J. L.; COELHO, E. F.; COELHO, M. A., F.; SANTOS, A. A. Salinity reduces nutrients absorption and efficiency of their utilization in cassava plants. **Ciência Rural**, 48(11), e20180351, 2018.

COELHO, D. S. SIMÕES, W. L. MENDES, A. M. S. DANTAS, B. F. RODRIGUES, JOSÉ A. S. SOUZA, M. A. de. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.1, p.25-30, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura mensal- algodão em pluma. Nono levantamento de safra, novembro 2020 - safra 19/20. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimasnoticias/4316-estimativa-indica-aumento-nahttps://www.conab.gov.br/ultimasnoticias/4316-estimativa-indica-aumento-na-producao-de-graos-na-safra-2021-22-comprevisao-em-288-61-milhoes-de-toneladasproducao-de-graos-na-safra-2021-22-comprevisao-em-288-61-milhoes-de-toneladas> Acesso em 10 de maio de 2022.

DAS, K.; ROYCHOUDHURY, A. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, v.2, n.53, p.1-13, 2014.

DENAXA, N. K.; THEODOROS, D.; ROUSSOS, P. A. Antioxidant defense system in young olive plants against drought stress and mitigation of adverse effects through external application of alleviating products. *Scientia Horticulturae*, v.259, p.1-11, 2020.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v.33, p.470-479, 2020.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F.; SOUZA, E.R.; FERREIRA, J.F.S.; NETO, O.N.S. & QUEIROZ, I.S.R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F.; FILHO, E.G. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 151-161, 2016.

ECHER, F.; OOSTERHUIS, D.; LOKA, D.; ROSOLEM, C. High night temperatures during the oral bud stage increase the abscission of reproductive structures in cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, p. 191-198, 2014.

ECHER, F. R. O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes. **Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt**. ISBN: 978-85-66457-03-2, P.123. Cuiabá, MT, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Algodão colorido BRS JADE. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2810/algodao-colorido---brs-jade>

FAROUK, S.; AMIRA, M. S. A. Q. Enhancing seed quality and productivity as well as physioanatomical responses of pea plants by folic acid and/or hydrogen peroxide application. **Scientia Horticulturae**, v.240, p.29-37, 2018.

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

FRACASSO, A.; TRINDADE, L.; AMADUCCI, S. Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* races in a dry down experiment. **Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 190, p.1-14, 2016.

FERRAZ, R. L. S.; MAGALHÃES, I. D.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO, A. S.; BRITO NETO, J. F.; ROCHA, M. S. Photosynthetic pigments, cell extrusion and relative leaf water content of the castor 45 bean under silicon and salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.12, p.841-848, 2015.

GE, X. M.; CAI, H. L.; LEI, X.; ZHOU, X.; YUE, M.; HE, J. M. Heterotrimeric G protein mediates ethylene-induced stomatal closure via hydrogen peroxide synthesis in Arabidopsis. **The Plant Journal**, v. 82, n.1, p.138-150, 2015.

GILL, S. S. TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 12, p. 909-930, 2010.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Ed.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. INCTSal. Fortaleza/CE. 2 ed. 2016.

GOHARI, G.; ALAVI, Z.; ESFANDIARI, E.; PANAHIRAD, S.; HAJIHOSEINLOU, S.; FOTOPOULOS, V. Interaction between hydrogen peroxide and sodium nitroprusside following

chemical priming of *Ocimum basilicum* L. against salt stress. **Physiologia Plantarum**, v.21, p.1-13, 2019.

GONDIM, F. A.; GOMES-FILHO, E.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.373-38, 2011.

GRIMES, D, W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 61, p. 477-479, 1969.

HASAN, S. A.; IRFAN, M.; MASRAHI, Y. S.; KHALAF, M. A.; HAYAT, S.; TEJADA MORAL, M. Growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Vigna unguiculata* L. treated with hydrogen peroxide. **Cogent Food e Agriculture**, v. 2, p. 1155331, 2016.

HERNÁNDEZ, A.; VELARDE BUENDÍA, A.; ZEPEDA, I.; SANCHEZ, F.; QUINTO, C.; SÁNCHEZ LOPEZ, R.; CARDENAS, L. H. Hydrogen peroxide sensor, indicates the sensitivity of the Arabidopsis root elongation zone to aluminum treatment. **Sensors**, v.15, n.1, p.855- 867, 2015.

HNILIČKOVÁ, H.; HNILIČKA, F.; MARTINKOVA, J.; KRAUS, K. Effects of salt stress on water status, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of rocket. *Plant, Soil and Environment*. **Plant, Solo and Environment**, v.63, p.362-367, 2017.

IMEA. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Boletim Semanal do Algodão. Cuiabá: IMEA, 12 p., 2020. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalhe?>> Acesso em 20 de maio de 2022.

INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton this month**, [S.l.; s.n.], 2021. Disponível em: https://icac.org/Content/PublicationsPdf%20Files/4b1e0c03_e012_4e94_abf2_e1afd5404b2d/cotton-this-month-e1_18.pdf

JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.; FERNANDES, P.D.; GONÇALVES, A.C.A. Comportamento produtivo de genótipo de algodão sob condições salinas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 01, p. 187-194, 2003.

JERÔNIMO, J. F.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, O. R. R. F.; BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V.; GOMES, J. P. Qualidade da semente e fibra de algodão na caracterização do descaroçador de 25 serras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 18, n. 6, p.664-671, 2014.

LIU, J.; MACARISIN, D.; WISNIEWSKI, M.; SUI, Y.; DROBY, S.; NORELLI, J.; HERSHKOVITZ V., Production of hydrogen peroxide and expression of ROS-generating genes

in peach flower petals in response to host and non-host fungal pathogens. **Plant Pathology**, v.62, n.4, p. 820-828, 2013.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G., SILVA, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciências Agrárias**. v.42, p.214-225, 2019.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, p. 214-225, 2019b.

LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R., SOARES, L. A. dos A.; SOUSA, P. F. do N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 26, p. 180-189, 2022.

LUCENA, R. L.; CABRAL, J. B.; STEINKE, E. T. Comportamento hidroclimatológico do Estado do Rio Grande do Norte e do município de Caicó. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, p. 485-496, 2018.

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.42, p.9-14, 1999

MONTEIRO, D. R.; MELO, H. F. DE; LINS, C. M. T.; DOURADO, P. R. M.; SANTOS, H. R. B.; SOUZA, E. R. DE. Chlorophyll a fluorescence in saccharine sorghum irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.10, p. 673-678, 2018.

NAJAR, R., AYDI, S., SASSI-AYDI, S., ZARAI, A., ABDELLY, C. Effect of salt stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Medicago truncatula*. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 153, n. 1, p. 88-97, 2019.

NASCIMENTO, P. S.; ALVES, L. S.; PAZ, V. P. S. Performance of colored cotton under irrigation water salinity and organic matter dosages. **Revista Ambiente e Água**, v. 14, e2369, 2019.

NAZIR, F.; FARIDUDDIN, Q.; T.; KHAN, A. Hydrogen peroxide as a signalling molecule in plants and its crosstalk with other plant growth regulators under heavy metal stress. **Chemosphere**, v. 252, p.126486, 2020.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F. DE; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D.R.C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, supl., p.873-88, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, L. D. de. **Tratamento pré-germinativo de sementes florestais com peróxido de hidrogênio**. 2017. p.173 (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Lavras. 2017.

OLIVEIRA, F.A. MEDEIROS, F.A.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G.; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

PEREIRA, J. M. G. **Resposta do algodoeiro submetido a lâminas de irrigação excessiva e deficitária com diferentes concentrações de água salina**. 118 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

RICHARDS, L.A. Diagnóstico e Realidade de Solos Salinos e Sódicos. 6ed. México: Limusa, 1980. 160p. il. (Manual de Agricultura, 60).

RODRIGUES, J.D.; DA SILVA, C.R.C.; PEREIRA, R.F.; RAMOS, J.P.C.; MELOFILHO, P.A.; CAVALCANTI, J.J.V.; SANTOS, R.C. Characterization of water-stress tolerant cotton cultivars based on plant growth and in activity of antioxidant enzymes. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3763-3770, 2016.

SÁ, F. V. S., GHEYI, H. R., LIMA, G. S. de; PAIVA, E. P. SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L., FERNANDES, P. D., DIAS, A. S. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, v.35, p.211-221, 2019.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; FIGUEIREDO, L. C. Fisiologia da percepção do estresse salino em híbridos de tangerineira - Sunki Comum sob solução hidropônica salinizada. **Comunicata Scientiae**, v.6, p.463-470, 2015.

SANTOS, B. D. B.; BONOU, S. I.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; CABRAL, J. H. A.; OLIVEIRA, R. C.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. L. A. Tratamento pré-germinativo de sementes de cebolinha com peróxido de hidrogênio. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10 n. 5, p. 309, 2019a.

SANTOS, A. S.; ALMEIDA, J. F.; SILVA, M. S. de.; NOBREGA, J. S.; QUEIROGA, B. de; PEREIRA, J. A. R.; LINNÉ, J. A.; GOMES, F. A. L. de. The Influence of H₂O₂ Application Methods on Melon Plants Submitted to Saline Stress. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.11, p.245-252, 2019b.

SANTOS, J.B. Morfofisiologia e Produção do Algodoeiro Herbáceo Irrigado com Águas Salinas e Adubado com Nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v. 7, p.86-96, 2016.

SANTOS, L. C.; SILVA, S. T. A.; MEDEIROS, C. R.; SANTOS, A. V. D.; SEVERO, P. J. S.; MEDEIROS, J. E. DE; PEREIRA, J. D. A. Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse

salino na formação de mudas de pitaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*). **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.27295-27308, 2020.

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

SHAHVERDI, K.; LONI, R.; GHOBADIAN, B.; MONEM, M.; GOHARI, S.; MAROFI, S.; NAJAFI, G. Energy harvesting using solar orc system and archimedes screw turbine (ast) combination with different refrigerant working fluids. *Energy conversion and management*, Elsevier, v. 187, p. 205–220, 2019.

SIES H. Hydrogen peroxide as a central redox signaling molecule in physiological oxidative stress: oxidative eustress. **Redox biology**, v.11, p.613-619, 2017.

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

SILVA, E. S. MEDEIROS, D. A. DIAS, J. A. MALTA, A. O. ALVES DA SILVA, S. I. Adubação foliar nitrogenada e boratada na qualidade da fibra do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. 3, p.1-6, 2017.

SILVA, P. C. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; GHEYI, H. R.; RIBAS, R. F.; REIS SILVA, C. R.; COVA, A. M. W. Salt-tolerance induced by leaf spraying with H₂O₂ in sunflower is related to the ion homeostasis balance and reduction of oxidative damage. **Heliyon**, v.6, 2020.

SILVA, E. N. D.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agrícola**, v.68, p.62-68, 2011.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. P.; VELOSO, L. L. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e55671, p. 1-10, 2019.

SOARES, L. A. dos A., FERNANDES, P. D., LIMA, G. S. de; SUASSUNA, J. F., PEREIRA, R. F. Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at different phenological stages. **Revista Ciência Agronômica**, v.49 n.2, p.239-248, 2018.

SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. DE; BRITO, M. E. B.; NASCIMENTO, R.; ARRIEL, N. H. C. Physiology and production of naturally colored cotton

under irrigation 22 strategies using salinized water. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.746-755, 2018b.

SOARES, C. M. As dificuldades de internacionalização do algodão colorido paraibano: um estudo de caso sobre a cooperativa. CoopNatural. 2016.

SOARES, L.A.A. **Tolerância do algodoeiro colorido ao estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. UFCG, 2014.

SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SILVA, S. S.; MOREIRA, R. C. L.; MEDEIROS, T. L. F. **Acúmulo de fitomassa e produção do algodoeiro colorido sob estresse salino em diferentes fases fenológicas**. V INOVAGRI International Meeting, p.8, 2019.

SOUSA, L. B. de. O Algodoeiro: Alguns Aspectos Importantes Da Cultura. **Revista Verde**, v. 5, p. 1926, 2010.

SOUZA, L. P.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A. Emergence, growth, and production of colored cotton subjected to salt stress and organic fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 719 –729, 2018.

SOUZA, F. S.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; ALMEIDA, A. K. C.; SILVA, A. A. R.; PAIVA, F. J. S.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Fisiologia e componentes de produção do algodoeiro sob estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.44, p.147–170, 2023.

TAIBI, K.; TAIBI, F.; ABDERRAHIM, L. A; ENNAJAH, A.; BELKHODJA, M.; MULET, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. South. **African Journal of Botany**, v. 105, p. 306–312, 2016.

TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Revista engenharia na agricultura-reveng**, v.22, n.2, p.138-149, 2014.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 573, 2017.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S.; Melon yield and quality under management with increasing water salinity. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.43, n.4, p.3, 2013.

USDA - United States Department of Agriculture. Cotton outlook (2019). Acessado em 04 de junho de 2023. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/forum/2019/outlooks/Cotton.pdf>

VELOSO, L. L. S. A.; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, A. A. R. da; Gheyi, H. R. Application methods of hydrogen peroxide in soursop seedlings irrigated with saline water. **Comunicata Scientiae**, v.12, p.1-8, 2021.

VIOTTO, G. F. V., VALE, W. G., SILVA JÚNIOR, A. N., RUFFATO S., GRAVINA, G. A. Avaliação das perdas na colheita do algodão em diferentes velocidades. *Scientific Electronic Archives*. v.11, n.4, p.48-55, 2018.

YAN, W.; ZHONG, Y.; SHANGGUAN, Z. A meta-analysis of leaf gas exchange and water status responses to drought, **Scientific Reports**, v.6, n. 20917, p.1-9, 2016.

WANG, P.; LI, X.; TIAN, L.; GU, Z.; YANG, R. Low salinity promotes the growth of broccoli sprouts by regulating hormonal homeostasis and photosynthesis. **Horticulture Environment and Biotechnology, Jeonbuk**, v. 60, n. 1, p. 19-30, 2018.

ZHANG, L.; MA, H.; CHEN, T.; PEN, J.; YU, S.; ZHAO, X. Respostas morfológicas e fisiológicas de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) à salinidade. **Plos One**, v.9, e112807, 2014.

ZHANG, S.; YAODONG, H; BISWARUP, S.; GUANGYI, W. Reactive oxygen species and their applications toward enhanced lipid accumulation in oleaginous microorganisms. **Bioresource Technology**, v. 307, p.134, 2020.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I. S.; SOFIATTI, V. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, n.4, p. 98, 2017.