



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

**MORFOFISIOLOGIA DO ALGODOEIRO NATURALMENTE COLORIDO SOB
ÁGUAS SALINAS E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

IURI CARVALHO SANTOS CASTRO

**POMBAL - PB
2019**

IURI CARVALHO SANTOS CASTRO

**MORFOFISIOLOGIA DO ALGODOEIRO NATURALMENTE COLORIDO SOB
ÁGUAS SALINAS E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL - PB

2019

C355m Castro, Iuri Carvalho Santos.

Morfofisiologia do algodoeiro naturalmente colorido sob águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio / Iuri Carvalho Santos Castro. – Pombal, 2019.

42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares.”.

“Coorientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima”.

Referências.

1. Cultura do algodoeiro. 2. Estresse salino. 3. Aclimação. 4. *Gossypium hirsutum* L. 5. Irrigação. I. Lima, Geovani Soares de. II. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. III. Título.

CDU 633.516.36 (043)

IURI CARVALHO SANTOS CASTRO

MORFOFISIOLOGIA DO ALGODOEIRO NATURALMENTE COLORIDO SOB
ÁGUAS SALINAS E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

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

Aprovado em: 28 / 11 / 2019

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientador - Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Geovani Soares de Lima

Co-orientador – Prof. Dr. Geovani Soares de Lima
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Pollyanna Freire Montenegro Agra

Examinadora – Profa. Dra. Pollyanna Freire Montenegro Agra
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Rômulo Carantino Lucena Moreira

Examinador – MSc. Rômulo Carantino Lucena Moreira
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL - PB

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio durante todos os momentos da minha vida. Aos meus avós, tios, primos, compadres e amigos pelo carinho, amor e por fazerem parte da minha vida. A minha namorada, pelo apoio, carinho, amor, compreensão e dedicação em todos os momentos de nossa convivência. A minha saudosa avó Osvaldina (in memoriam).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meu refúgio e força, por estar presente em minha vida todas horas do dia, me guiando e me protegendo.

Aos meus pais, Vânia Regina Carvalho Santos Castro e Romenilson do Nascimento Castro, pelos ensinamentos, dedicação e amor. Por sempre está ao meu lado, incentivando a alcançar novos horizontes.

A minha namorada Eliana Nascimento Rocha pelo companheirismo, compreensão e incentivo a que me foi dado durante a realização do trabalho e todo o curso.

A minha orientadora professora Lauriane Almeida dos Anjos Soares, pela amizade, paciência, dedicação e ensinamentos a que me foi conferida durante todo esse curso e trabalho de monografia.

Ao meu coorientador Geovani Soares de Lima pelos ensinamentos, paciência, atenção e auxílio desde o início do trabalho.

A toda equipe do experimento, Eliana, Fernanda, Iara, Jessica, Michael, Rômulo, Saulo e Wesley que me ajudaram em sua condução.

Aos amigos que a Universidade me concedeu Cassiano Nogueira, Iara Bezerra, Mateus Lins, Mayara Dantas, Lago Neto, Leandro Clemente, Moises Esdras, Raiana Almeida, Thamara Medeiros, Hemile Nascimento, Irrlan Victor, Karen Barbosa, Léa Thaiza, Mateus Bernardino, Rutte Lemos, Taise e Ulisses Pereira

Aos amigos da residência universitária Carlos, Douglas, Erik, Jorge, Kaique, Pedro, Thiago, Tibério e Wesley.

Aos funcionários da Restaurante Universitário Adriana, Maria, Mauro, Neide, Railda e Socorro.

Aos amigos que a cidade de Pombal me concedeu Acélio, Amanda Carreiro, Azulil, Devam, Éder, Dijanierisson, Flavia, Itala, João Paulo, Juninho, Lauter, Luis, Talismar, Zé do Bar.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade de tempo para correção e avaliação deste trabalho, fico agradecido pelas sugestões que são fundamentais no aprimoramento do trabalho.

A todos os professores do CCTA pelos ensinamentos recebidos, grandes responsáveis pelo meu desenvolvimento.

A todos aqueles que colaboraram de alguma forma para o cumprimento desta etapa da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral	13
2.2. Específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. A cultura do algodoeiro	14
3.2. Efeitos dos sais nas plantas.....	16
3.2.1 Efeitos da salinidade na cultura do algodoeiro	17
3.3. Peróxido de hidrogênio na aclimação ao estresse salino	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Localização	20
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico	20
4.3. Condições de cultivo	20
4.4. Semeadura	22
4.5. Preparo das águas de irrigação	22
4.6. Manejo da irrigação.....	22
4.7. Tratos culturais e fitossanitários.....	23
4.8. Características avaliadas	23
4.8.1. Variáveis de crescimento.....	23
4.8.2. Parâmetros fisiológicos.....	24
4.9. Análises estatísticas.....	25

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÕES	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Atributos físico-hídricos e químicos do material de solo utilizado no experimento.....	19
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista geral do experimento de algodoeiro colorido BRS Jade aos 35 (A) e 50 (B) dias após a semeadura.....20
- Figura 2.** Análises de crescimento no algodoeiro colorido “BRS Jade” aos 35 dias após a semeadura.....23
- Figura 3.** Utilização do IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK) para avaliações das trocas gasosas do algodoeiro colorido “BRS Jade” aos 35 dias após a semeadura.....24
- Figura 4.** Número de folhas – NF (A) e área foliar - AF (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.....26
- Figura 5.** Altura de plantas – AP (A) e diâmetro de caule - DC (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.....27
- Figura 6.** Condutância estomática – g_s (A) e transpiração - E (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.....29
- Figura 7.** Concentração interna de CO_2 – C_i (A) e taxa de assimilação de CO_2 - A (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.....31

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.

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, tornando-se um fator limitante para a produção agrícola nesta região; entretanto, o peróxido de hidrogênio em concentrações reduzidas pode aumentar a tolerância a salinidade. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a morfofisiologia do algodoeiro naturalmente colorido 'BRS Jade' sob pulverização foliar com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) sobre a aclimação ao estresse salino, onde as plantas foram conduzidas em lisímetros sob condições de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Universidade Federal de Campina Grande. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 5, 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 cinco concentrações de peróxido de hidrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 μM), com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. O aumento da CEa de irrigação afeta o crescimento das plantas de algodoeiro BRS Jade. O algodoeiro BRS Jade reduz suas trocas gasosas quando há o aumento da condutividade elétrica da água. A concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio provoca uma aclimação ao estresse salino sobre a condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO_2 .

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., estresse salino, aclimação.

CASTRO, I. C. S. **Morphophysiology of naturally colored cotton under saline waters and foliar application of hydrogen peroxide.** 2019. 42 f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agri-Food Science and Technology. Pombal, PB.

ABSTRACT

In the semiarid region of northeastern Brazil, the occurrence of water with high salt concentrations promotes osmotic and ionic limitations on plants, becoming a limiting factor for agricultural production in this region; however, low concentrations of hydrogen peroxide may increase salinity tolerance. In this context, the present work aimed to evaluate the morphophysiology of the naturally colored 'BRS Jade' cotton under hydrogen peroxide (H₂O₂) leaf spraying on acclimatization to saline stress, where the plants were conducted in lysimeters under field conditions, in the field. Center for Agri-Food Science and Technology belonging to the Federal University of Campina Grande. The treatments were distributed in a randomized block design in a 5 x 5 factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of the irrigation water - EC_a (0.3, 2.0, 3.7, 5.4 and 7.1 dS. m⁻¹) and five hydrogen peroxide concentrations (0, 25, 50, 75 and 100 µM), with three repetitions, totaling 75 experimental units. Increased irrigation EC_a affects the growth of BRS Jade cotton plants. BRS Jade cotton reduces its gas exchange when the electrical conductivity of the water increases. The 75 µM hydrogen peroxide concentration causes acclimation to saline stress on stomatal conductance, transpiration and CO₂ assimilation rate.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., salt stress, acclimatization.

1. INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, causando restrições de uso para consumo humano, animal e na irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Em tais regiões, é comum ainda, a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais, principalmente sódio, reduzindo a sua qualidade e utilização na agricultura (NEVES et al., 2009). Entretanto, águas salinas podem ser utilizadas para a irrigação de culturas, durante certo período do crescimento, com pouca ou nenhuma redução no seu rendimento (FRANÇOIS et al. 1994); No entanto, sua utilização requer melhorias na gestão da água, manutenção do solo e cultivo de culturas tolerantes à salinidade (OSTER, 1994).

Dentre as culturas consideradas tolerantes, tem-se o algodoeiro, sendo a salinidade limiar de $7,7 \text{ dS m}^{-1}$ (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo), por não haver queda de produção das plantas até esse nível. Após esse nível ocorre redução do rendimento de 10%, 25%, 50% e 100% quando a condutividade elétrica é de 9,6, 13,0, 17,0 e $27,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (MAAS e HOFFMAN, 1977), ou seja, mesmo sendo considerado tolerante, pode sofrer reduções substanciais no crescimento e produção quando a planta é exposta à condição de alta salinidade.

A irrigação do algodoeiro com diferentes níveis de salinidade foi investigada em vários estudos (JÁCOME et al., 2003; QUEIROZ e BULL, 2006). Em geral, nesses estudos tem sido demonstrado que a salinidade retarda e reduz a germinação e emergência, diminui o crescimento de ramos e vários outros componentes de crescimento, bem como, compromete algumas características da qualidade de fibra quando irrigado com águas de moderada à elevada salinidade. Essas limitações acontecem pelo fato de, em condições salinas, ocorrerem redução na disponibilidade de água às plantas, por redução do potencial osmótico da solução do solo (LEONARDO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2010). Além disso, a salinização leva ao desbalanço nutricional uma vez que o excesso de sódio na solução de solo provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de íons, como Ca, Mg e K na planta (VIANA et al., 2001).

O estresse salino também induz o acúmulo de espécies reativas de oxigênio, como o peróxido de hidrogênio, que é altamente reativa e pode alterar o metabolismo celular levando à destruição oxidativa das células (AZEVEDO NETO e SILVA, 2015). Entretanto, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em concentrações baixa ou moderada pode atuar como mensageiro secundário em cascatas de sinalização intracelulares que sinalizam as respostas das células vegetais contra diferentes tipos de estresse (CHRISTOU et al., 2014). Neste cenário, diversos autores reportaram que a aplicação exógena de H_2O_2 aumentou a tolerância ao estresse salino em milho (GONDIM et al., 2011), morango (CHRISTOU et al., 2014) e arroz (CARVALHO et al., 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a morfofisiologia do algodoeiro naturalmente colorido 'BRS Jade' sob águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio.

2.2. Específicos

- Verificar a intensidade do estresse causado pela salinidade com base nas determinações de crescimento do algodoeiro colorido;
- Identificar as concentrações de peróxido de hidrogênio mais eficientes quando associadas a distintos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, como forma de melhoria na tolerância do algodoeiro ao estresse salino;
- Avaliar as alterações nas trocas gasosas das plantas de algodoeiro colorido em resposta a diferentes níveis de salinidade da água e concentrações de H₂O₂.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cultura do algodoeiro

O algodoeiro é uma planta de hábito de crescimento indeterminado, apresentando pelo menos dois tipos de ramificação, dois tipos de folhas verdadeiras pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não, inteira ou recortada e pelo menos duas gemas situadas na base de cada folha, possui metabolismo fotossintético C3 (BELTRÃO e SOUZA, 2001). As flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, apresentando coloração creme; os frutos são denominados de maçãs quando verdes e de capulhos quando se abrem, são capsulares de deiscência longitudinal, possuindo três a cinco lóculos, podendo possuir entre seis e dez sementes. As sementes são revestidas de pelos longos, denominados de fibra ou línter, essa fibra é utilizada em mais de quatrocentas aplicações industriais, desde a confecção de fios para tecelagem de tecidos até a obtenção de celulose (CORRÊA, 1989).

Conforme Beltrão et al. (2008), o algodoeiro é uma planta de grande complexidade morfológica, produtora de fibra média e possuindo particularidades importantes usadas, inclusive, na identificação da espécie dentro do gênero *Gossypium* e da família *Malvaceae*. No Brasil, de acordo com Dutra e Medeiros Filho (2009) as áreas de maior expressão cultivadas com algodão estão situadas nos Estados da Bahia, Mato Grosso e Goiás. Na região Nordeste, em especial no Rio Grande do Norte, na Paraíba, em Pernambuco, no Ceará, no Piauí e na Bahia, pode-se produzir um dos melhores algodões do mundo, pois o clima seco, quente e a alta luminosidade favorecem a produção de tipos melhores de fibra, mais procurados no mercado global do algodão (BELTRÃO et al., 2008).

De acordo com CARDOSO et al., 2010 o algodoeiro de fibra naturalmente colorida para a região nordeste tem grande potencial econômico e social, atrelado a mão de obra, geração de empregos e fornecimento de matéria-prima para a indústria; ainda, atende as questões ambientais, uma vez que elimina a fase de tingimento na indústria têxtil, a qual tem lançado grande quantidade de resíduos no ambiente.

Atualmente há uma crescente preocupação com o meio ambiente, levando as indústrias a buscarem cada vez mais tecnologias de produção ecologicamente corretas. Esta tendência tem influenciado também a indústria têxtil, que está atenta a crescente consciência crítica dos consumidores face aos assuntos relacionados com questões ambientais. Despertando, desta maneira, o interesse por fibras naturalmente coloridas em trabalhos artesanais de fins sociais e mesmo para alguns mercados restritos e especializados em produtos naturais, além do interesse de outros países como, por exemplo, o Japão, em adquirir esse tipo de fibra (FREIRE, 2011).

3.2. Produção de algodão

A produção nacional (2018/2019) é de 2,36 milhões de toneladas, numa área total de 1,44 milhão de hectares, aumento de 17,8%, em produção, e de 23,2%, em área, em relação à safra 2017/2018 (CONAB, 2018b). A maior produção nacional de algodão está no Centro-Oeste, com 1,69 milhão de toneladas para a atual safra. Em seguida está a região Nordeste, com 588,5 mil toneladas, o Sudeste com 72,3 mil toneladas e o Norte, com 15 mil toneladas. No Nordeste, teve um aumento de 7,7% na produção e de 21,7% em área com a melhoria nas condições climáticas. Nos três grandes produtores nordestinos, Bahia, Maranhão e Piauí, o aumento de área deveu-se aos ótimos resultados obtidos na safra anterior, que estimularam o produtor a aumentar investimentos na cotonicultura, confiando na expectativa de um bom clima e de boa produtividade (CONAB, 2018b). Entre os estados, Mato Grosso é o maior produtor, seguido pela Bahia. Em seguida, Goiás, Mato Grosso do Sul e Maranhão. O Nordeste aumentou 36%, puxada principalmente pelo aumento da produção baiana (25%), maranhense (171%) e piauiense (319%), fato que comprova o êxito do esforço de migração da cotonicultura para os cerrados nas últimas décadas, notadamente para os nordestinos (CONAB, 2018b).

3.3. Efeitos dos sais nas plantas

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam a produção agrícola em várias regiões do globo terrestre, em razão de seus efeitos no crescimento e desenvolvimento vegetal, os quais podem ser de natureza iônica, osmótica ou ambas (HASEGAWA et al., 2000). De modo geral, os maiores problemas de salinidade no mundo estão nas regiões áridas e semiáridas. No Nordeste brasileiro devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos, ocorrem áreas com acúmulo de sais no solo, o que os torna ao decorrer dos anos, inviáveis para a maioria das espécies agrícolas (GHEYI, 2000).

O excesso de sais solúveis na solução do solo prejudica o desenvolvimento das plantas devido à diminuição do potencial osmótico na rizosfera, que juntamente com o potencial mátrico, representam resistências às raízes das plantas para absorver água do solo (MEDEIROS, 1996). Como consequência imediata desse déficit hídrico induzido pela salinidade, o crescimento das plantas torna-se mais lento, em adição os sais também podem ser absorvidos no fluxo transpiratório e atingir níveis tóxicos dentro das plantas, normalmente, provocada pelos íons cloreto, sódio e boro (AYERS e WESTCOT, 1999).

Os danos devido à toxicidade podem reduzir, significativamente, o rendimento das culturas, estando sua magnitude dependente do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas. Os problemas de toxicidade, frequentemente, acompanham ou potencializam os de salinidade ou de permeabilidade, podendo surgir mesmo em baixa salinidade. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações de sais no interior da planta sejam suficientemente altas ou acima de seus níveis de tolerância (AYERS e WESTCOT, 1999).

A interação dos sais com nutrientes minerais presentes no solo é outra consequência do estresse salino, resultando em desbalanços e deficiências nutricionais na planta (ZHU, 2003). Outra interferência, remetendo-se ao aspecto nutricional, é verificada em faixas de pH geralmente altas, associadas a solos sódicos, reduzindo a disponibilidade de elementos essenciais às

plantas, nesse caso, a absorção do potássio, cálcio e magnésio é reduzida, como também dos elementos essenciais zinco, manganês e ferro, reduzindo o crescimento das plantas (GHEYI et al., 1991).

Segundo Ayers e Westcot (1999) as espécies e cultivares de plantas se comportam diferentemente à salinidade, cada espécie apresenta determinado nível de tolerância, a partir do qual o rendimento começa a decrescer. De uma maneira geral, a salinidade afeta as plantas em todos seus estádios, sendo que em algumas culturas mais sensíveis isto pode variar dos primeiros estádios para os últimos (MAAS e HOFFMAN, 1977).

3.3.1 Efeitos da salinidade na cultura do algodoeiro

Silva et al. (2008), constatou que cerca de 23.000 ha dos perímetros irrigados na região Nordeste estão com suas áreas afetados por sais. Nessas regiões a salinidade é considerada um dos principais estresses abióticos que contribui com a diminuição da produtividade e da qualidade das culturas (GONDIM et al., 2010), induzindo redução do crescimento das plantas (GARCIA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010). A forma em que as plantas respondem sob diferentes condições de salinidade é um fenômeno extremamente complexo, pois envolve alterações morfológicas e de crescimento, além de processos bioquímicos e fisiológicos. De tal maneira, de acordo com Garcia et al. (2010) a exposição das plantas em condições de salinidade pode exigir processos adaptativos que envolve desde a absorção, o transporte e a distribuição de íons nos vários órgãos da planta, bem como a compartimentação de nutrientes minerais dentro das células. As alterações no metabolismo induzidas pela salinidade são resultado de várias respostas fisiológicas da planta, onde se destaca o comportamento estomático, as modificações no crescimento, e capacidade fotossintética. A redução do crescimento das plantas, o declínio da produtividade em condições de salinidade elevada, está atrelado principalmente à baixa capacidade fotossintética, devido a limitações estomáticas e não estomáticas (SILVA et al., 2008), decorrentes do fechamento estomático e da diminuição na atividade de fixação do carbono (ZANANDRES et al., 2006). A capacidade fotossintética é reduzida em função da salinidade e também pode ser atribuída à diminuição do

conteúdo dos pigmentos fotossintéticos. A salinidade aumenta o teor de clorofila em plantas tolerantes e diminui em plantas sensíveis ao sal (JAMIL et al., 2007). Os processos de crescimento são sensíveis ao efeito da salinidade, de modo que a taxa de crescimento, a capacidade fotossintética e capacidade da planta para tolerar esse estresse, são bons parâmetros para a avaliação dos efeitos da salinidade (CORREIA et al., 2009; GARCIA et al., 2010).

3.4. Peróxido de hidrogênio na aclimação ao estresse salino

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é um componente vital para o desenvolvimento, metabolismo e homeostase de diferentes organismos (BIENERT et al., 2006). Nas plantas, o H_2O_2 é uma das ROS mais estáveis, estando envolvida nos processos de aclimação, defesa e desenvolvimento (SLESÁK et al., 2007). Diferentemente do superóxido, o peróxido de hidrogênio não é um radical livre e não apresenta carga, por isso, e devido à sua longa meia-vida quando comparada às de outras ROS, o mesmo pode atuar como uma molécula sinalizadora capaz de percorrer longas distâncias até o seu alvo (HALLIWELL, 2006).

O H_2O_2 pode atuar de duas formas nas plantas: em altas concentrações provoca estresse oxidativo além de ativar a morte programada da célula e, em concentrações reduzidas, ele age como uma molécula mensageira envolvida na sinalização da aclimação, aumentando a tolerância contra estresses abióticos (AZEVEDO NETO et al., 2005). Deste modo, parece provável que o acúmulo de H_2O_2 , em tecidos específicos e em quantidades apropriadas, pode ser um fator chave mediando os fenômenos da aclimação e da tolerância cruzada, em que a exposição prévia a um estresse pode induzir, respectivamente, tolerância à exposição subsequente do mesmo ou de diferentes estresses (BOWLER e FLUHR, 2000).

Alguns estudos foram desenvolvidos utilizando a pulverização das folhas com H_2O_2 no sentido de induzirem aclimação das plantas contra estresses abióticos. Gechev et al. (2002), em *Nicotiana tabacum* induziram tolerância das plantas contra o estresse oxidativo, gerado por alta intensidade luminosa ou por um agente inibidor da catalase, por meio de pulverização foliar com H_2O_2 . Semelhantemente, Gao et al. (2010) detectaram tolerância ao calor em

plantas de *Cucumis sativus* visto que a pulverização das plantas com H_2O_2 contribuiu para o aumento na atividade das enzimas antioxidativas, diminuiu a peroxidação dos lipídios e protegeu a ultraestrutura dos cloroplastos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

A pesquisa foi desenvolvida em condições de campo do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, correspondendo a cinco níveis condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 2,0; 3,7; 5,4 e 7,1 dS m⁻¹) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0, 25, 50, 75 e 100 µM) com três repetições e uma planta por parcela, totalizando setenta e cinco unidades experimentais. As concentrações de peróxido de hidrogênio foram baseadas em pesquisa realizada por Silva et al. (2016).

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 e cobertos com tela de polipropileno, para evitar a obstrução do dreno pelo material de solo. Na base de cada recipiente, foram instaladas duas mangueiras de 15 mm de diâmetro, como drenos, acopladas a um recipiente plástico (2 L) para coleta da água drenada. Em seguida, foram acondicionados materiais de um solo de textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-20 cm), de classificação textural areia franca, previamente destorroado e peneirado, cujos valores dos atributos físico-hídricos e químicos, determinados em laboratório, antes da semeadura do experimento, estão na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físico-hídricos e químicos do material de solo utilizado no experimento

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

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo à capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

A adubação com NPK foram feitas seguindo as recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando-se de ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,5 m e 1,0 m entre plantas na fileira. (Figura 1). O início das aplicações do H₂O₂ se deu aos 15 dias após o semeio (DAS) e posteriormente foram realizadas semanalmente, pulverizando as devidas soluções de peróxido de hidrogênio nas faces abaxial e adaxial das folhas, utilizando-se de um borrifador manual.



Figura 1. Vista geral do experimento de algodoeiro colorido BRS Jade aos 35 (A) e 50 (B) dias após a semeadura.

4.4. Semeadura

A semeadura foi realizada dia quatro de outubro de dois mil de dezenove, as sementes do genótipo de algodoeiro colorido 'BRS Jade' foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ) da Embrapa Algodão. Na semeadura, utilizou-se 5 sementes por recipiente a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; Foi mantida 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 se iniciou a aplicação dos tratamentos. Aos 28 dias após a semeadura (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta por vaso.

4.5. Preparo das águas de irrigação

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade (0,3 dS m⁻¹) foi obtida a partir do sistema público de abastecimento de Pombal-PB; os demais níveis foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O. No preparo das águas de irrigação, foi considerada a relação entre CE_a e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a), extraída de Rhoades et al. (2000). Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 80 litros, um para cada nível de CE_a estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que comprometessem sua qualidade.

4.6. Manejo da irrigação

Após a semeadura, a irrigação foi realizada diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada lisímetro, a água conforme tratamento, sendo a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico; mensurado pelo método dos lisímetros de drenagem, ou seja, aplicando-se um volume de água conhecido nestas plantas (V_a) no dia anterior a irrigação, pela manhã do outro dia era observado o volume de água drenado (V_d) e, a partir da diferença, obteve-se o consumo

destas plantas (CH). A cada 15 dias, um volume de água adicional foi disponibilizado às plantas para se obter uma fração de lixiviação correspondente a 20%, a fim de propiciar a manutenção de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação, conforme a Equação 1.

$$CH = \frac{Va - Vd}{1 - FL} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: CH = consumo hídrico (ml),

Va = Volume de água aplicado às plantas no dia anterior (ml);

Vd = Volume drenado (ml),

FL= Fração de lixiviação, estimada em 20%, a fim de propiciar a redução de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação.

4.7. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado com defensivos naturais e químicos, conforme a necessidade (SANTOS e SANTOS, 2008). A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno, com capacidade volumétrica de 15 L.

No controle de plantas invasoras nos lisímetros, foram efetuadas capinas manuais durante o período de condução do experimento com o objetivo de evitar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

4.8. Características avaliadas

4.8.1. Variáveis de crescimento

Foram mensurados aos 35 DAS o número de folhas, a área foliar, o diâmetro de caule e a altura de planta, sendo considerados os seguintes critérios:

a) Número de folhas: contagem das folhas com comprimento superior a 3 cm, e com coloração característica de cada genótipo.

b) Altura da planta (cm): comprimento da parte aérea, do colo da planta até a gema apical do ramo principal.

c) Diâmetro do caule (mm): mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital (Figura 2A).

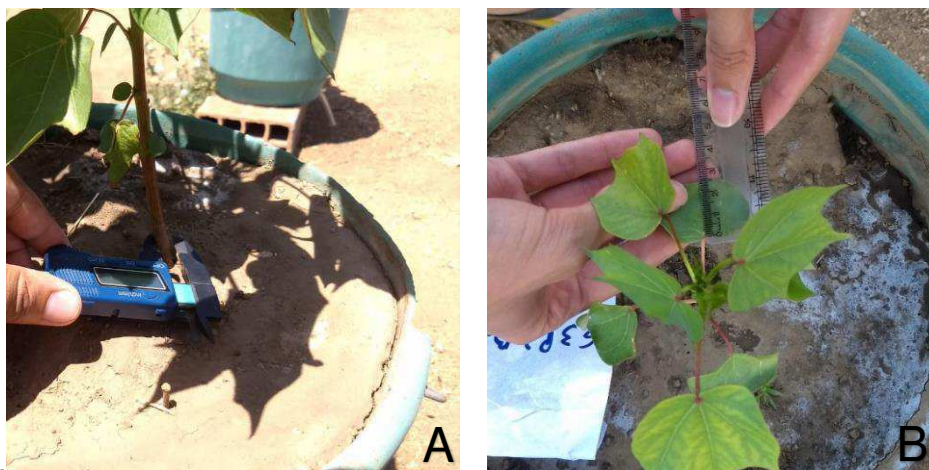


Figura 2. Análises de crescimento no algodoeiro colorido “BRS Jade” aos 35 dias após a sementeira.

d) Área foliar: foi estimada a área foliar (AF) por meio da equação 2, proposta por Grimes e Carter (1969) (Figura 2B):

$$Y = 0,4322 X^{2,3002} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que: Y = Área foliar unitária (cm²) e X = Comprimento da nervura principal da folha do algodoeiro (cm).

4.8.2. Parâmetros fisiológicos

A avaliação das trocas gasosas foi realizada aos 35 DAS as 7:00 horas da manhã, a partir da mensuração da taxa assimilação de CO₂ (A), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO₂ (Ci). Essas análises foram feitas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK) (Figura 6). As leituras foram realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da

gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200 fótons.



Figura 3. Utilização do IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK) para avaliações das trocas gasosas do algodoeiro colorido “BRS Jade” aos 35 dias após a sementeira.

4.9. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância foram realizadas regressões lineares e polinomiais para os fatores níveis salinos da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a interação da salinidade da água de irrigação com as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre o número de folhas do algodoeiro colorido “BRS Jade” (Figura 4A), nota-se que o modelo ao qual os dados se adequaram melhor para as plantas submetidas às concentrações de 0, 25 e 100 μM de peróxido de hidrogênio foi o quadrático, cujos maiores valores para NF (11,66; 10,79 e 10,67 folhas) foram obtidos quando se irrigou as plantas com água de CEa de 3,3; 4,0 e 3,3 dS m^{-1} , respectivamente, sendo que, a partir desta, a tendência foi de redução do NF agravando-se nos níveis salinos mais elevados. Neste sentido, verifica-se que a concentração de H_2O_2 de 25 μM , compensou o crescimento foliar com um nível salino mais elevado (4,0 dS m^{-1}) quando comparada as demais concentrações, reforçando a importância do uso de concentrações de H_2O_2 para melhorias no crescimento e desenvolvimento de plantas de algodoeiro quando submetidas ao estresse salino.

Em relação às plantas que receberam as concentrações de 50 e 75 μM , vê-se conforme estudos de regressão (Figura 4A) não haver efeito significativo sobre o número de folhas, sendo alcançados valores médios de 11,13 e 10,40 folhas. O efeito positivo da aplicação do peróxido de hidrogênio sobre o número de folhas do algodoeiro colorido pode ser atribuído ao fato de que essas concentrações de H_2O_2 nas células ocasionam uma produção de O_2 para respiração mitocondrial e a atividade metabólica (SILVA, 2018).

Aos 35 DAS, mediante o desdobramento da interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio (Figura 4B), observa-se que as plantas que não receberam aplicação exógena de H_2O_2 tiveram sua área foliar reduzida com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, com decréscimo de 28,79% na AF em plantas irrigadas com as águas de maior salinidade (7,1 dS m^{-1}) em relação ao menor nível salino (0,3 dS m^{-1}). Já para as plantas de algodoeiro colorido tiveram o efeito negativo causado pela salinidade mitigado, quando submetidas ao tratamento com peróxido de hidrogênio nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 μM associadas às condutividades elétricas de 2,4; 2,9; 3,6 e 3,3 dS m^{-1} , obtendo uma área foliar de 269,23; 278,29; 274,15 e 242,83 cm^2 . De forma

semelhante, alguns estudos tem associado o efeito benéfico da aplicação exógena do H₂O₂ associada a condições de salinidade, a exemplo de Gondim, et al. (2011) que utilizaram o pré-tratamento em plantas de milho com H₂O₂ na concentração de 10 µM, aplicado via pulverização, sob salinidade de 0mM e 80 mM, verificaram que, o H₂O₂ induziu a aclimatação das plantas de milho ao estresse salino, revertendo parcialmente os efeitos deletérios da salinidade no crescimento.

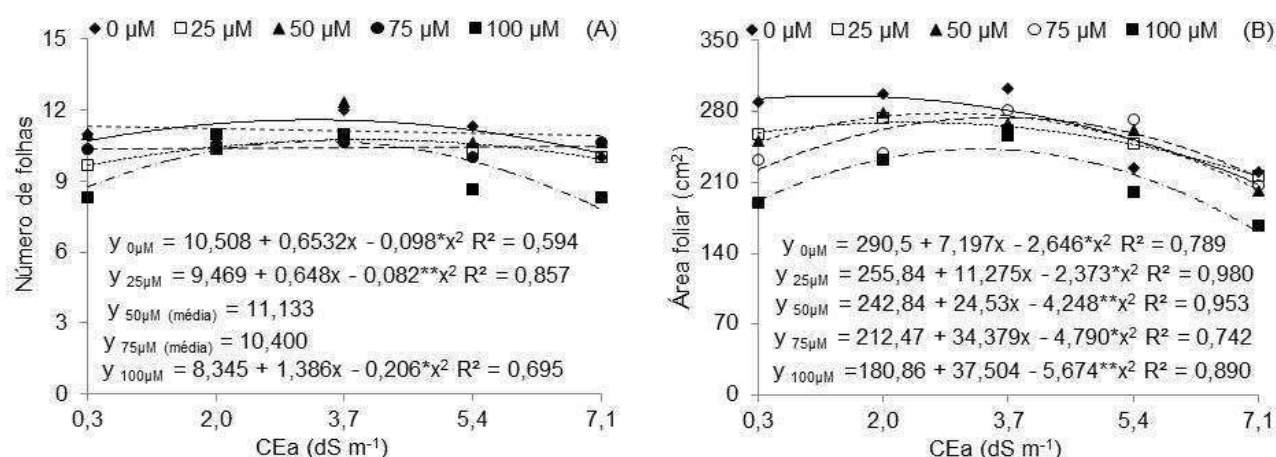


Figura 4. Número de folhas – NF (A) e área foliar - AF (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.

A altura de plantas do algodoeiro (Figura 5A) foi influenciada pela interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, conforme equação de regressão, apenas na concentração de 0 µM (controle) de peróxido de hidrogênio, observou-se comportamento quadrático, com ponto máximo (20,6 cm) obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de 3,5 dS m⁻¹, sendo que, a partir desta, a tendência foi de redução da AP agravando-se nos níveis salinos mais elevados.

Com relação às plantas de algodoeiro cultivadas com a concentração de 25 µM, constata-se um comportamento linear decrescente, sendo um decréscimo de 1,62% na AP por aumento unitário de CEa da água de irrigação, ou seja, a cada incremento unitário da CEa, tem-se um decréscimo 0,32 cm, e quando comparamos as plantas irrigadas com o maior nível salino (7,1 dS m⁻¹)

com as irrigadas com menor nível salino ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), verifica-se um decréscimo de 11,11% da AP do algodoeiro.

Possivelmente essa redução na altura da planta pode ser atribuída aos efeitos adversos do excesso de sais sob o balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo da planta, no qual ocasiona restrições sobre a fisiologia da mesma, acarretando em redução no crescimento. À água salina da irrigação reduz o potencial osmótico do solo, e conseqüentemente a energia livre da água, diminuindo a absorção de água pela planta e a turgescência das células, a qual afeta as taxas de alongação e divisão celular, que reflete diretamente no crescimento das plantas (LIMA et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

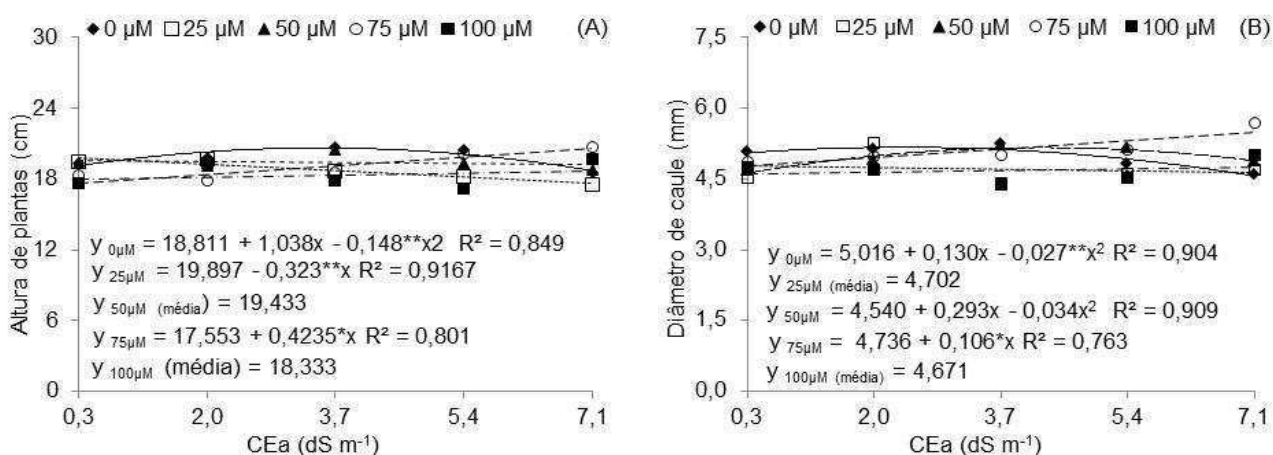


Figura 5. Altura de plantas – AP (A) e diâmetro de caule - DC (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.

Já para às plantas que receberam as concentrações de 50 e 100 µM, observa-se de acordo com estudos de regressão (Figura 5A), não haver efeito significativo sobre a altura das plantas, sendo alcançados valores médios na ordem de 19,43 e 18,33 cm. Com relação às plantas de algodoeiro cultivadas sob a concentração de 75 µM de peróxido de hidrogênio obtiveram um equação de regressão com comportamento linear crescente, mesmo com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo um aumento de 2,41% na AP por aumento unitário de CEa da água de irrigação, ou seja, a cada incremento unitário da CEa, tem-se um acréscimo de 0,42 cm na AP, e quando comparamos as plantas irrigadas com o maior nível salino ($7,1 \text{ dS m}^{-1}$) com as

irrigadas com menor nível salino ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), verifica-se um aumento de 16,28% da AP do algodoeiro. Este fato pode estar relacionado com eficiência de aplicação do produto na aclimação das plantas ao estresse salino. Ressalta-se ainda, que o H_2O_2 funciona como uma molécula sinalizadora em plantas sob condições de estresses bióticos e abióticos (PETROV e BREUSEGEM, 2012).

Assim como a AP, o diâmetro de caule do algodoeiro (Figura 5B) também foi influenciado pela interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, onde conforme equação de regressão, para concentração de $0 \mu\text{M}$ (controle) e de $50 \mu\text{M}$ de peróxido de hidrogênio, observou-se comportamento quadrático, com ponto máximo ($5,1724 \text{ mm}$ e $5,1712 \text{ mm}$) obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de $2,4$ e $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente.

A redução do DC pode ter ocorrido devido aos efeitos específicos dos íons e do efeito osmótico, o que retarda a expansão e divisão celular afetando o crescimento das plantas (SOUZA et al., 2015). Já para as plantas cultivadas sob a concentração de $75 \mu\text{M}$, observa-se através da equação de regressão, que o comportamento foi linear crescente, ou seja a cada aumento de uma unidade de CEa houve um aumento de 2,23% no DC, sendo um aumento unitário de $0,106 \text{ mm}$, e quando comparados às plantas irrigadas com o maior nível salino ($7,1 \text{ dS m}^{-1}$) com o menor nível ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), verifica-se um acréscimo no DC de 14,88% (Figura 5B). Isso pode ter ocorrido devido o H_2O_2 funcionar como um importante sinalizador intracelular para a ativação de respostas ao estresse e de vias de defesas do vegetal, promovendo a tolerância cruzada (MITTLER, 2002), o que pode ter favorecido o crescimento da planta de algodoeiro mesmo com o incremento na CEa da água de irrigação.

As trocas gasosas do algodoeiro também sofreram influência da interação dos fatores. Através da equação de regressão (Figura 6A) para a condutância estomática, verifica-se que para as plantas de algodoeiro cultivadas sob as concentrações de 0 , 25 e $100 \mu\text{M}$ de peróxido de hidrogênio apresentaram comportamento quadrático, com valor máximo ($0,22475$; $0,20525$ e $0,17725 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de $3,5$; $4,5$ e $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, sendo que, a partir destas, a tendência

foi de redução do *gs* agravando-se nos níveis salinos mais elevados. A redução na *gs* pode ser devido ao efeito osmótico ocasionado pelo excesso de sais na água de irrigação, promovendo aumento da concentração de sais no solo (NEVES et al., 2009) o que dificulta a absorção de água pelas raízes das plantas, levando a planta de algodoeiro a diminuir sua abertura estomática para evitar a perda de água.

Para as plantas cultivadas sob a concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio, para a equação de regressão que o comportamento foi linear crescente, sendo que a cada aumento de CEa causou um aumento de 4,37% na *gs*, e quando comparadas as plantas irrigadas com a CEa de maior nível salino (7,1 dS m^{-1}) com o menor nível (0,3 dS m^{-1}), verifica-se um acréscimo na *gs* de 29,39%.

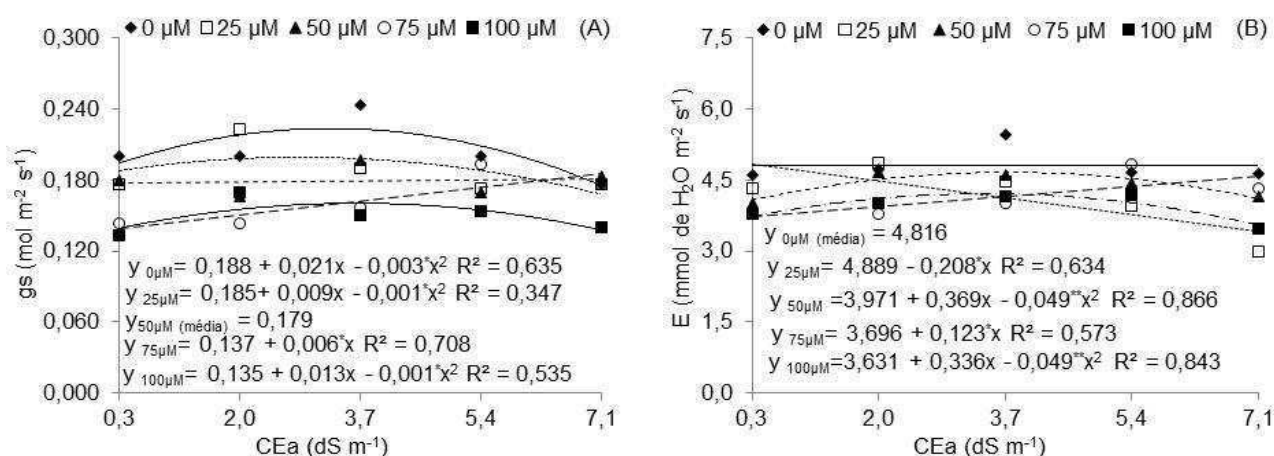


Figura 6. Condutância estomática – *gs* (A) e transpiração - *E* (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio.

Para a taxa de transpiração, verifica-se na interação dos fatores estudados, verificando-se nas plantas cultivadas sob 50 e 100 μM de peróxido de hidrogênio, verifica-se conforme equação de regressão (Figura 6B) que o comportamento foi quadrático com valor máximo (4,67 e 4,21 $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) sendo obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de 3,8 e 4,21 dS m^{-1} , respectivamente. Com relação às plantas sob 25 μM de peróxido de hidrogênio, observa-se através da equação de regressão comportamento linear decrescente, quando comparadas as plantas irrigadas com a menor salinidade

com as irrigadas com o maior nível salino, ocorreu um decréscimo de 29,305 na E . A redução da transpiração pode ser atribuída ao fechamento estomático em resposta a osmose estresse causado pelo aumento da salinidade, onde este processo é conhecido como o mecanismo de aclimação à solução salina estresse (SOUSA et al., 2016), além disso, com a redução da g_s com redução da condutância estomática, conseqüentemente, a taxa de transpiração serão afetada, pois essas variáveis estão diretamente relacionadas.

Assim como par a g_s , para a E , a concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio influenciou de forma positiva a transpiração foliar, onde conforme equação de regressão (Figura 6B), também se observa comportamento linear crescente, e quando se compara as plantas irrigadas com a CEa de maior nível salino (7,1 dS m^{-1}) com o menor nível (0,3 dS m^{-1}), com acréscimo na E de 22,40%. O aumento da E com a aplicação da concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio mesmo com o aumento dos níveis salinos pode estar atribuído ao aumento ocorrido na g_s (Figura 6A), já que essa mesma concentração de peróxido favoreceu está variável, na qual tanto a g_s como a E estão diretamente relacionadas, além disso, tal fato pode estar relacionado com a eficiência de aplicação do produto na aclimação das plantas ao estresse salino.

A concentração interna de CO_2 foi influenciada pela interação entre os fatores estudados no presente trabalho, e para as plantas cultivadas sob as concentrações de 0; 25; 50 e 100 μM de peróxido de hidrogênio, observam-se conforme equação de regressão reposta quadrática (Figura 7A) com valor máximo (236,938; 201,494; 202,969 e 206,648 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de 3,4; 4,2; 3,5 e 2,1 dS m^{-1} , respectivamente, sendo que, a partir destas, a tendência foi de redução do C_i agravando-se nos níveis salinos mais elevados. Já para as plantas cultivadas com a concentração de 75 μM de peróxido de hidrogênio, verifica-se através da equação de regressão (Figura 7A), que o modelo que se o qual se ajustou foi o linear decrescente, com redução de 5,33 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ por aumento unitário da CEa da água de irrigação, e quando comparados às plantas irrigadas com o menor nível salino com as irrigadas com o maior nível, verifica-se um decréscimo de 17,20% na C_i das plantas de algodoeiro. Esse comportamento reflete restrições estomáticas, já que os valores de g_s também descaíram com

o aumento dos níveis da CEa, onde se os valores de C_i forem muito baixos, a entrada de CO_2 nas células mesófilas é limitada, assim, a planta utiliza CO_2 da respiração para manter um nível mínimo de taxa fotossintético, tornando-o limitado (CAMPOS et al., 2014; MELO et al., 2017).

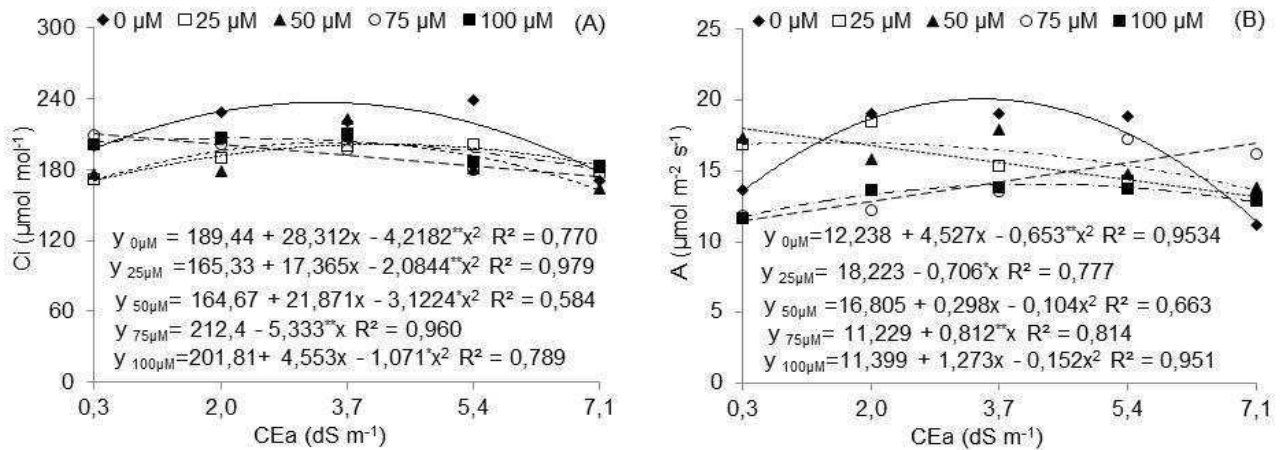


Figura 7. Concentração interna de CO_2 – C_i (A) e taxa de assimilação de CO_2 – A (B) do algodoeiro “BRS Jade” em função da interação entre salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio

Conforme análise de regressão para a taxa de assimilação de CO_2 , as plantas cultivadas sob as concentrações de 0; 50 e 100 μM obtiveram comportamento quadrático, no qual obtiveram valor máximo (20,08; 17,02 e 14,06 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtido quando se irrigou as plantas com água de CEa de 3,4; 1,2, e 4,2 dS m^{-1} , respectivamente, sendo que, a partir destas, a tendência foi de redução do C_i agravando-se nos níveis salinos mais elevados (Figura 7B). Já para as plantas que receberam a concentração de 25 μM obtiveram comportamento linear crescente, sendo um decréscimo de 26,63% quando comparadas as plantas irrigadas com o maior nível salino com o menor nível. Isso pode ser justificado por causa das reduções ocorridas na condutância estomática e na taxa de transpiração, a taxa de assimilação de CO_2 (Figura 7B) sofreu danos com aumento da CEa , pois as plantas quando submetidas a estresse salino, tendem a mostrar redução na A , devido o fechamento dos estômatos restringir a entrada de CO_2 nas células e, portanto, é a principal causa da redução da fotossíntese (MUSYIMI et al., 2007; LÓPEZ-CLIMENT et al., 2008).

As plantas que foram pulverizadas com 75 μM de peróxido de hidrogênio apresentaram equação de regressão linear crescente (Figura 7B), quando comparamos com as plantas irrigadas com o maior nível salino com as de menor nível salino, verifica-se um acréscimo de 47,83% na *A*. Esse aumento na taxa de assimilação de CO_2 nesta concentração de peróxido de hidrogênio pode ser associado ao aumento que essa concentração de 75 μM causou na *g_s* e na *E*. Gondim et al. (2011) destaca que o processo de aclimação a determinadas condições de estresse se constitui numa alternativa para aumentar a capacidade de sobrevivência das plantas a condições adversas. Outrossim, a aplicação de H_2O_2 podem induzir os sistemas de defesa antioxidativos, de modo a minimizar os efeitos deletérios da salinidade (CARVALHO et al., 2011).

6. CONCLUSÕES

O aumento da CEa de irrigação afeta negativamente o crescimento das plantas de algodoeiro BRS Jade.

O algodoeiro BRS Jade reduz suas trocas gasosas quando há o aumento da condutividade elétrica da água a partir de 3,7 dS m⁻¹

A concentração de 75 µM de peróxido de hidrogênio provoca uma aclimação ao estresse salino sobre a condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).

AZEVEDO NETO, A.D.; PRISCO, J.T.; ENÉAS FILHO, J.; MEDEIROS, J.V.; GOMES FILHO, E. Hydrogen peroxide pre-treatment induces salt-stress acclimation in maize plants. **Journal of Plant Physiology**, v.162, n.10, p.1114-1122, 2005.

AZEVEDO NETO A. D.; SILVA E. C. Physiology and biochemistry of salt stress tolerance in plants. In: Chakraborty U, Chakraborty B (ed.). **Abiotic stresses in crop plants**. Wallingford: CABI, 2015, 278p.

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.35-53.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 28 p. (Documentos, 201).

BIENERT, G.P.; SCHJOERRING, J.K.; JAHN, T.P. Membrane transport of hydrogen peroxide. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1758, n.8, p.994-1003, 2006.

BOWLER, C.; FLUHR, R. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. **Trends in Plant Science**, v.5, n.6, p.241-245, 2000.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n.3, p. 456-462, 2010.

- CAMPOS, H. et al. Stomatal and non-stomatal limitations of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under water stress and re-watering: Delayed restoration of photosynthesis during recovery. **Environmental and Experimental Botany**, v.98, p.56-64, 2014.
- CARVALHO, F. E. L.; LOBO, A. K. M.; BONIFACIO, A.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.4, p.416–423, 2011.
- 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.
- CORRÊA, J.R.V. **Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo**. Belém: EMBRAPA-UEPAE Belém, 1989. 29p. (EMBRAPA-UEPAE Belém. Documentos, 11).
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.514-521, 2009.
- CONAB 3º. Levantamento da safra brasileira de grãos 2018/2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 11 dez. 2018b.
- DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da pré-hidratação das sementes de algodão na resposta do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.13, n.2, p.45-52, 2009.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANÇOIS, L. E. Yield and quality response of salt-stressed garlic. **HortScience**, v.29, n.11,p.1314-1317, 1994.
- FREIRE, E.C. História do algodão no Cerrado. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil** (pp 23-61). Brasília: ABRAPA. 2011.
- GAO, Y. GUO, Y.; LIN, S.; FANG, Y.; BAIA, J. Hydrogen peroxide pretreatment alters the activity of antioxidant enzymes and protects chloroplast ultrastructure in heat-stressed cucumber leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n.1, p.20–26, 2010.
- GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro á salinidade. **Engenharia na Agricultura**, v.18, p. 330-338, 2010.
- GECHEV, T. S. GADJEV, I.; VAN BREUSEGEM, F.; INZÉ, D.; DUKIANDJIEV, S.; TONEVA, V.; MINKOV, I. Hydrogen peroxide protects tobacco from oxidative stress by inducing a set of antioxidant enzymes. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.59, n.4, p.708-714, 2002.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70 p.
- GHEYI, H.R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.329-46.
- GONDIM, F. A.; GOMES FILHO, E.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; AZEVEDO NETO, A. D.; MARQUES, E. C. Pretreatment with H₂O₂ in maize seeds: Effects on germination and seedling acclimation to salt stress.

Brazilian Journal of Plant Physiology, v.22, p.103-112, 2010.

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

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.

HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant Physiology**, v.141, s.n., p.312-322, 2006.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BONNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, s.n., p.463-499, 2000.

JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.P.; FERNANDES, D.; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.P.; GONÇALVES, A.C.A. Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.2, p.305-313, 2003.

JAMIL, M., REHMAN, S., LEE, K. J., KIM, J. M., KIM, H. S. AND RHA, E. S. (2007). Salinity reduced growth PSII photochemistry and chlorophyll content in radish. **Sci. Agric.**, 64: 1-10.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; GODOY, L.J.G.; MARCHESE, J.A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, p.1-4. 2003.

LIMA, G. S. et al. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 1-10, 2015.

- LÓPEZ-CLIMENT, M. F. et al. Relationship between salt tolerance and photosynthetic machinery performance in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 62, n. 2, p. 176-184, 2008.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE**, v. 103, n.1, p.15-134, 1977.
- MEDEIROS, J.F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE**. 173f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, PB, 1996.
- MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L.P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- MEDEIROS, J. F. DE; NASCIMENTO, I. B.; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010, parte-IV, p.279-302
- MELO, H. F. de et al. Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.1, p.38-43, 2017.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends Plant Science**, v.7, p. 405-410, 2002.
- MUSYIMI, D. M.; NETONDO, G. W.; OUMA, G. Effects of salinity on gas exchange and nutrient uptake in avocados. **Journal of Biological Sciences**, Toronto, v. 7, n. 3, p. 496–505, 2007.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n.3, p.758-765, 2009.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; 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, p.873-881, 2009.

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

OSTER, J. D., Irrigation with poor quality water. **Agricultural water management**, v.25, n.3, p.271–279. 1994.

OLIVEIRA, I. R. S. de; OLIVEIRA, F. N. de; MEDEIROS, M. A. de; TORRES, S. B.; TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 40-45, Mossoró-RN, 2010.

PETROV, V. D.; BREUSEGEM, F. V. Hydrogen peroxide: a central hub for information flow in plant cell. **AoB Plants**. v. 2012, p.1-13, 2012.

QUEIROZ, S.O.P. de.; BULL, L.T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo. **Revista Irriga**, v. 6, n. 2, p. 124-134, 2001.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.

- SANTOS, J.G.R.; SANTOS, E.C.X.R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. 1ª ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, p.147–157, 2008.
- SILVA, E.M.; LACERDA, F.H.D.; MEDEIROS, A.S.; PÁDUA, L.S.; PEREIRA, F.H.F. Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H₂O₂ em milho sob estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.3, p.1-7, 2016.
- SILVA, A. A. R. **Aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino em gravioleira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, 2018. 82 f.
- SLESÁK, I. Libík, M.; Karpínska, B.; Karpínski, S.; Miszalski, Z. The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. **Acta Biochimica Polonica**, v.54, n.1, p.39-50, 2007.
- SOUZA, L. P. et al. Crescimento de porta-enxerto de goiabeira sob águas salinizadas e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, p. 53-60, 2015.
- SOUSA, J. R. M. de et al. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 415 – 424, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p. 2017.

VIANA, A.P.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ, H.E.P.; HUAMAN, C.A.M.; MOSQUIM, P.R. Teores de Na, K, Mg, e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.187-191. 2001.

ZANANDREA, L.; NASSI, F. L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.157-161, 2006.

ZHU, J.K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v.6, n.5, p.441-445, 2003.