

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**USO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA MITIGAR OS EFEITOS
DO ESTRESSE SALINO EM COENTRO CULTIVADO EM SISTEMA
HIDROPÔNICO**

HÉSSICA SILVA EVANGELISTA

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

MAIO – 2023

USO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA MITIGAR OS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM COENTRO CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO

HÉSSICA SILVA EVANGELISTA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto

Coorientador: Dr. Petterson Costa Conceição Silva

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

MAIO – 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE HÉSSICA SILVA EVANGELISTA**



Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)



Dr. Mairton Gomes da Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES.....	19
5. REFERÊNCIAS	20

USO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA MITIGAR OS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM COENTRO CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o papel do peróxido de hidrogênio como mitigador dos efeitos deletérios do estresse salino em plantas de coentro cultivadas em sistema hidropônico. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação em sistema hidropônico do tipo DWC (Cultivo em águas profundas) em delineamento inteiramente casualizado. A combinação entre as doses de H₂O₂ (0,1; 1 ; 10 e 100 mM de H₂O₂) e os tempos de embebição (12, 24 e 36 h) resultou em 14 tratamentos, com quatro repetições. Foram analisadas as variáveis de crescimento matéria seca e fresca da parte aérea e número de folhas. Com os dados de matéria fresca da parte aérea foi determinado o índice de tolerância (IT) e selecionados quatro tratamentos de destaque para determinação dos teores de pigmentos (clorofilas e carotenoides) e de solutos inorgânicos sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e cloreto (Cl⁻). A biomassa e os teores de clorofila das plantas de coentro foram reduzidos pelo estresse salino. Entretanto, no geral, as plantas que foram submetidas ao pré-tratamento com H₂O₂ foram menos afetadas pela condição de estresse. O condicionamento das sementes na concentração de 0,1 mM H₂O₂ + 36 h de embebição aumentou a tolerância de plantas de coentro a salinidade. O H₂O₂ no aumento da tolerância ao sal atua com vias de sinalização e está diretamente associado à manutenção da homeostase iônica pela redução do teor de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas.

Palavras-chave: *Coriandrum sativum*; H₂O₂; salinidade; condicionamento de sementes.

USE OF HYDROGEN PEROXIDE TO MITIGATE THE EFFECTS OF SALINE STRESS IN CORIANDER GROWN IN A HYDROPONIC SYSTEM

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the role of hydrogen peroxide as a mitigator of the deleterious effects of saline stress in coriander plants grown in a hydroponic system. The work was carried out in a greenhouse in a hydroponic system of the DWC type (Deep Water Culture) in a completely randomized design. The combination of H₂O₂ doses (0.1; 1; 10 and 100 mM of H₂O₂) and imbibition times (12, 24 and 36 h) resulted in 14 treatments, with four replications. The growth variables dry and fresh matter of shoots and number of leaves were analyzed. With the fresh matter data of the aerial part, the tolerance index (TI) was determined and four outstanding treatments were selected to determine the levels of pigments (chlorophylls and carotenoids) and inorganic solutes sodium (Na⁺), potassium (K⁺) and chloride (Cl⁻). Biomass and chlorophyll contents of coriander plants were reduced by saline stress. However, in general, the plants that were submitted to pre-treatment with H₂O₂ were less affected by the stress condition. Seed conditioning at a concentration of 0.1 mM H₂O₂ + 36 h of imbibition increased the tolerance of coriander plants to salinity. H₂O₂ in increasing salt tolerance acts with signaling pathways and is directly associated with the maintenance of ionic homeostasis by reducing the Na⁺ and Cl⁻ content in the leaves.

Keywords: *Coriandrum sativum*; H₂O₂; salinity; seed conditioning.

1. INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta herbácea anual da família Apiaceae, uma das especiarias que ocupa posição de destaque em todo o mundo (RASHED; DARWESH, 2015). Segundo Gadotti *et al.* (2020), um grande número de produtores tem participação ativa no cultivo do coentro no Brasil, garantindo assim, uma cultura de significativo valor socioeconômico. Além disso, o coentro configura-se como uma das hortaliças mais consumidas, principalmente na culinária das regiões Norte e Nordeste, por meio do consumo *in natura* das folhas, dando aroma e sabor a diversos pratos (ALVES *et al.*, 2020).

No Nordeste, dos seus nove estados, metade tem mais de 85% de sua área caracterizada como semiárida (SUDENE, 2017). Nessas regiões, a disponibilidade de água de boa qualidade para a produção agrícola é consideravelmente reduzida (SILVA *et al.*, 2024), principalmente porque é comum a presença de águas com altas concentrações de sais, as quais não são viáveis para serem utilizadas na irrigação na maioria das culturas (SANTOS *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018). Entretanto, nessa região, mesmo em condições desfavoráveis de disponibilidade hídrica, a agricultura tem papel de destaque na economia regional (ZAMORA *et al.*, 2019).

Para as plantas, a salinidade compromete os rendimentos morfológicos e fisiológicos por causar desequilíbrio iônico e consequente toxicidade, além de favorecer o estresse oxidativo, a seca fisiológica e a deficiência de nutrientes (ZORB *et al.*, 2019). Para minimizar os efeitos deletérios da salinidade, uma alternativa é o cultivo hidropônico. Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de viabilizar o uso de águas salinas como insumo nesse sistema de cultivo (LIMA *et al.*, 2017; MORAIS *et al.*, 2018; SILVA JUNIOR *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2021; Ó *et al.*, 2021)

No cultivo hidropônico, as plantas podem apresentar uma melhor resposta ao mesmo nível de salinidade comparado com o cultivo no solo; pois há uma maior disponibilidade da água para as plantas, visto que na hidroponia o potencial matricial tende a zero, sendo esse potencial uma das causas da diminuição da energia livre da água no solo (FREITAS *et al.*, 2021). Embora no sistema hidropônico possa haver melhores respostas das plantas em condições salinas comparado ao solo, dependendo do nível de salinidade, reduções no crescimento e na produção das plantas são esperadas (SILVA *et al.*, 2018; LACERDA *et al.*, 2022). Assim, outra alternativa para atenuar os efeitos causados pelo estresse salino é a aplicação de

condicionadores químicos, como exemplo do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), uma espécie reativa de oxigênio (ERO) que em condições elevadas pode causar oxidação de lipídios e proteínas, alterações no DNA e modulação da expressão gênica (RAMOS *et al.*, 2022). Entretanto, se usado em baixas ou moderadas concentrações, atua como mensageiro secundário em cascatas de sinalização intracelular que medeiam as respostas das células vegetais contra diferentes tipos de estresse (SILVA *et al.*, 2019).

Segundo Pereira *et al.* (2023), o uso de H_2O_2 em pequenas quantidades pode ser uma alternativa potencial para a aclimação de plantas ao estresse salino. Quando submetidas ao pré-tratamento com concentrações adequadas de H_2O_2 as plantas sofrem alterações metabólicas, por meio da ativação do sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático, o que lhes confere maior tolerância a estresses abióticos, como a salinidade (VELOSO *et al.*, 2022). Silva *et al.* (2016) constataram que a aplicação de H_2O_2 na sementeira e pulverização foliar promoveu a aclimação de plantas de milho irrigadas com águas salinas na fase inicial de crescimento. Trabalhando com a mesma cultura, Lacerda *et al.* (2022) observaram que o aumento da concentração de H_2O_2 favoreceu o crescimento primário das plantas. Ademais, Silva *et al.* (2017) verificaram que a aplicação de H_2O_2 em soluções hidropônicas salinas foi uma técnica viável para o cultivo de manjerição.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o papel do peróxido de hidrogênio como mitigador dos efeitos deletérios do estresse salino em plantas de coentro cultivadas em sistema hidropônico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) em Cruz das Almas – BA, no Núcleo de Engenharia de Água e Solo - NEAS, pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil.

As sementes de coentro cv. 'Verdão' (TopSeed) foram colocadas para germinar em copos descartáveis com capacidade para 50 mL (dispondo-se 12 sementes por copo), os quais foram preenchidos com substrato de fibra de coco. Os copos foram distribuídos em bacias com capacidade para 15 L, os quais foram mantidos em condições de saturação utilizando quatro concentrações de H_2O_2 (0,1; 1; 10 e 100 mM) e mantidos nestas condições por três de tempos (12, 24 e 36 h),

sem a presença de luz. Em outra bacia, os copos foram mantidos em condições de saturação com água deionizada por 36 h, que posteriormente deu origem aos tratamentos controles: sem estresse salino (ausências de H_2O_2 e NaCl) e com estresse salino (ausência de H_2O_2 e presença de 50 mM NaCl). Ao final das 12, 24 e 36 h de embebição com H_2O_2 , os copos (conteúdo substrato e as sementes) foram lavados exaustivamente e mantidos em água deionizada até totalizar 36 h.

Após o pré-tratamento das sementes, os copos foram levados para casa de vegetação. Após a germinação, foi realizado o desbaste, mantendo-se oito plantas por copo, constituindo o maço. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram dispostas no sistema hidropônico DWC (Cultivo em águas profundas) utilizando-se vasos com capacidade para 15 L preenchidos com soluções nutritivas (FURLANI 1999) + 50 mM de NaCl , com exceção do tratamento controle sem estresse salino. A condutividade elétrica da solução (CEsol) utilizada foi de aproximadamente 2 dS m^{-1} para o controle e 7 dS m^{-1} para as soluções salinizadas. No total, foram testados 14 tratamentos, sendo eles: T1: controle (ausências de H_2O_2 e NaCl); T2: controle salino (ausência de H_2O_2 e presença de 50 mM de NaCl); T3: 0,1 mM H_2O_2 por 12 h + 50 mM NaCl ; T4: 0,1 mM H_2O_2 por 24 h + 50 mM NaCl ; T5: 0,1 mM H_2O_2 por 36 h + 50 mM NaCl ; T6: 1 mM H_2O_2 por 12 h + 50 mM NaCl ; T7: 1 mM H_2O_2 por 24 h + 50 mM NaCl ; T8: 1 mM H_2O_2 por 36 h + 50 mM NaCl ; T9: 10 mM H_2O_2 por 12 h + 50 mM NaCl ; T10: 10 mM H_2O_2 por 24 h + 50 mM NaCl ; T11: 10 mM H_2O_2 por 36 h + 50 mM NaCl ; T12: 100 mM H_2O_2 por 12 h + 50 mM NaCl ; T13: 100 mM H_2O_2 por 24 h + 50 mM NaCl ; T14: 100 mM H_2O_2 por 36 h + 50 mM NaCl . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

As soluções nutritivas foram aeradas usando um compressor de ar com vazão de 18.000 L h^{-1} (Resun, GF-180), acionado por um timer analógico a cada 3 h e mantido ligado por 15 minutos. A reposição da água perdida por evapotranspiração foi realizada com água de abastecimento local (condutividade elétrica de $0,30 \text{ dS m}^{-1}$).

A colheita foi realizada aos 35 DAS (20 dias de exposição aos tratamentos), realizando-se a contagem do número de folhas (NF) do maço; posteriormente, as plantas foram seccionadas em duas partes (folhas e caules) e imediatamente levadas à balança analítica ($0,0001 \text{ g}$), mensurando-se a massa fresca das folhas

(MFF) e do caule (MFC). A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi obtida pelo somatório da MFF e MFC.

Posteriormente, as plantas foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa com fluxo de ar forçado a $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 72 horas para quantificação das massas secas das folhas (MSF) e caule (MSC), em balança analítica. A massa seca da parte aérea (MSPA) foi obtida pelo somatório da MSF e MSC. Com os dados de MFPA, foi determinado o índice de tolerância (IT) de acordo com a equação abaixo:

$$\text{IT}(\%) = \frac{\text{MFPA tratamento com salinidade}}{\text{MFPA tratamento controle}} \times 100$$

Os índices de tolerância foram estabelecidos com base na proposta de Soares Filho (2016) para os valores de redução da produção (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação de plantas de coentro quanto a tolerância a salinidade, baseado na produção de massa fresca.

Classificação	Índice de tolerância (%)
Tolerante	100 – 80
Moderadamente tolerante	79,9 – 60
Moderadamente suscetível	59,9 – 40
Suscetível	< 40

A partir dos resultados do índice de tolerância, foram selecionados quatro tratamentos para determinação de pigmentos e solutos inorgânicos. Os tratamentos selecionados foram os dois controles e dois tratamentos de embebição das sementes com H_2O_2 que apresentaram resultados mais contrastantes.

Para a determinação de pigmentos fotossintéticos foi realizada a coleta do segundo par de folhas completamente expandido a partir do ápice. A extração dos pigmentos foi realizada com etanol a 95% e a determinação dos teores de clorofila a (Clf a), clorofila b (Clf b) e carotenoides (Car) foi realizada por espectrofotometria a 470, 649 e 664 nm, respectivamente, de acordo com a metodologia descrita por Lichtenthaler (1987). A partir dos teores de Clf a, Clf b e Car, foram calculados os de clorofila total (Clf t) e a razão clorofila total/carotenoides Clf t/Car.

Para a determinação de solutos inorgânicos como sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloreto (Cl^-) foram utilizadas as amostras das folhas secas. Os extratos foram obtidos conforme a metodologia descrita por Gondim et al. (2011) e Azevedo Neto et

al. (2020). Os teores de Na^+ e K^+ foram determinados em fotômetro de chama, conforme descrito por Faithfull (2002). O teor de Cl^- foi determinado em espectrofotômetro UV 2000, seguindo as metodologias descritas por Gaines *et al.* (1984), utilizando uma solução de tiocianato de mercúrio em metanol absoluto e nitrato de ferro III a 20,2%.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), por meio do teste F ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) em todas variáveis de crescimento (MFF – massa fresca das folhas, MSF – massa seca das folhas, MFC – massa fresca do caule, MSC – massa seca do caule, MFPA – massa fresca da parte aérea; MSPA – massa seca da parte aérea e NF – número de folhas) em função dos tratamentos analisados (Tabela 2). A biomassa das plantas de coentro foi reduzida pelo estresse salino. Dessa forma, no tratamento do controle salino (T2) em comparação ao tratamento controle sem salinidade (T1), as médias de MFF, MFC, MFPA, MSF e MSC foram menores 81, 89, 86, 82, 83 e 83%, respectivamente. A restrição no crescimento e perda de produtividade são alguns dos distúrbios no metabolismo das plantas causados pela salinidade. Segundo Lira *et al.* (2015), o decréscimo no crescimento é, talvez, o efeito mais evidente do estresse salino sobre as plantas, devido ao desequilíbrio iônico e/ou redução do potencial osmótico provocado pelo excesso de íons Na^+ e Cl^- .

Tabela 2. Efeito do estresse salino e do pré-tratamento de sementes com H_2O_2 nos parâmetros de crescimento do coentro cultivado em condições hidropônicas por 20 dias após transplântio.

Trat.	MFF	MSF	MFC	MSC	MFPA	MSPA	NF
	----- (g maço ⁻¹ com 8 plantas) -----						
T1: Controle	8,16 a	1,41 a	13,93 a	1,18 a	22,10 a	2,60 a	82 a
T2: Controle Salino	1,53 d	0,25 c	1,60 c	0,20 d	3,13 d	0,45 d	54 b
T3: 0,1 mM H_2O_2 - 12h	5,37 b	0,79 b	6,81 b	0,54 c	12,18 b	1,33 c	64 a
T4: 0,1 mM H_2O_2 - 24h	7,13 a	1,18 a	3,35 c	0,69 b	10,49 b	1,88 b	64 a
T5: 0,1 mM H_2O_2 - 36h	7,85 a	1,10 a	11,82 a	0,89 b	19,67 a	1,99 b	68 a
T6: 1 mM H_2O_2 - 12h	3,82 c	0,61 b	6,27 b	0,42 d	10,09 b	1,03 c	41 b
T7: 1 mM H_2O_2 - 24h	8,20 a	1,05 a	10,65 a	0,81 b	18,84 a	1,86 b	60 a

T8: 1 mM H ₂ O ₂ - 36h	6,98 a	0,99 a	10,47 a	0,96 b	17,46 a	1,95 b	60 a
T9: 10 mM H ₂ O ₂ - 12h	4,95 b	0,71 b	6,68 b	0,60 c	11,63 b	1,31 c	54 b
T10: 10 mM H ₂ O ₂ - 24h	7,07 a	0,92 a	8,29 a	0,75 b	15,36 a	1,67 b	68 a
T11: 10 mM H ₂ O ₂ - 36h	3,55 c	0,52 b	4,24 c	0,37 d	7,79 c	0,89 d	42 b
T12: 100 mM H ₂ O ₂ - 12h	7,47 a	1,11 a	11,17 a	0,87 b	18,64 a	1,98 b	66 a
T13: 100 mM H ₂ O ₂ - 24h	6,83 a	1,02 a	9,84 a	0,79 b	16,67 a	1,81 b	68 a
T14: 100 mM H ₂ O ₂ - 36h	6,02 a	0,82 b	7,21 b	0,57 c	13,23 b	1,40 c	52 b
Significância	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	17,9	21,9	26,3	22,4	19,9	21,4	18,9

MFF – massa fresca das folhas; MSF – massa seca das folhas; MFC – massa fresca do caule; MSC – massa seca do caule; MFPA – massa fresca da parte aérea; MSPA – massa seca da parte aérea; CV – coeficiente de variação; ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F; médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Nas plantas oriundas de sementes pré-tratadas com H₂O₂, os resultados variaram significativamente entre os tratamentos estudados. Assim, os tratamentos T5, T7, T8, T10, T12 e T13 não diferiram estatisticamente do controle para a maioria das variáveis (MFF, MSF, MFC e MFPA) (Tabela 2). Por outro lado, o tratamento T11 apresentou os menores valores em todas as variáveis de crescimento analisadas, quando comparado aos demais tratamentos com H₂O₂. Os demais tratamentos (T3, T4, T6, T9, T14) apresentaram resultados intermediários entre estes dois extremos.

Esses dados corroboram com os resultados encontrados por Santos *et al.* (2021), trabalhando com cebolinha em solução salina após aclimação com H₂O₂. Naquele estudo, os autores observaram que o uso H₂O₂ como condicionador em sementes de cebolinha induziu a tolerância ao estresse salino, minimizando os efeitos deletérios da salinidade na solução nutritiva sobre o crescimento.

Portanto, a exposição da planta à salinidade pode levar ao estresse salino. Entretanto, o condicionamento prévio com metabólitos sinalizadores, como o H₂O₂, pode desencadear uma série de reações nas células, que aumentam a produção de enzimas antioxidantes e melhoram o desempenho fisiológico, reduzindo os danos quando a planta é exposta a condições de estresse ambiental (SAVVIDES *et al.*, 2016). De acordo com Veloso *et al.* (2022), o H₂O₂ desempenha a função de sinalização hormonal, controlada por sua produção e eliminação, e atua na regulação de processos biológicos, como o crescimento.

Para o NF, não houve diferença significativa entre o controle e os tratamentos T3, T4, T5, T7, T8, T10, T12 e T13. Os demais tratamentos (T2, T6, T9, T11 e T14)

não diferiram entre si, com uma média menor em aproximadamente 41% quando comparados ao T1. Segundo Silva *et al.* (2018), em condições de estresse salino, o coentro pode reduzir o tamanho das folhas como mecanismo de aclimação, no entanto não deixa de produzi-las. O coentro é comercializado por maço, portanto, o NF é uma variável importante para essa cultura.

Quanto ao índice de tolerância (IT), o tratamento controle foi utilizado como referência, representando um índice de 100%. Ademais, esses valores foram agrupados em tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente suscetível e suscetível (Figura 1), conforme os valores propostos por Soares Filho (2016). Os tratamentos suscetíveis foram o controle salino (T2) e o T11, com maiores perdas na produção. Os tratamentos T3, T4, T6, T9 e T14 formaram o grupo classificado como moderadamente suscetível, enquanto o grupo formado pelos tratamentos T8, T10 e T13 foi moderadamente tolerante. As maiores tolerâncias foram obtidas pelos tratamentos T5, T7 e T12. Neste, o T5 se destacou como o mais tolerante. Esse tratamento também obteve destaque em todas as variáveis de crescimento.

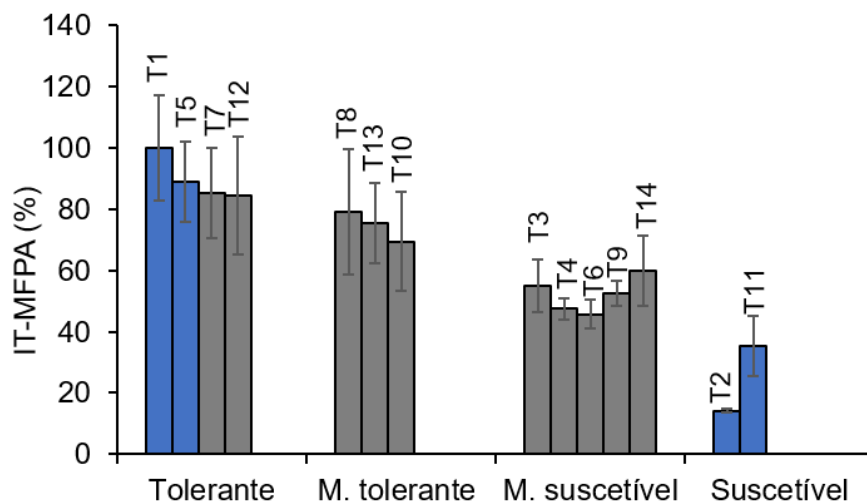


Figura 1. Índice de tolerância à salinidade (IT) com base na massa fresca das folhas (MFPA) do maço de coentros cultivadas em soluções salinas com diferentes doses de H_2O_2 e tempos de embebição em sistema hidropônico por 20 dias após transplante. As barras representam o desvio padrão dos valores.

A partir dos resultados apresentados da Figura 1, foram selecionados os tratamentos T1 (controle, ausência de H_2O_2 e NaCl), T2 (controle salino, ausência de H_2O_2 e presença de 50 mM NaCl), T5 (0,1 mM H_2O_2 por 36 h e presença de

NaCl) e T11 (10 mM H₂O₂ por 36 h e presença de 50 mM NaCl) para determinação dos teores de pigmentos e de solutos inorgânicos.

Os teores pigmentos e solutos inorgânicos diferiram significativamente ($p \leq 0,01$) entre os tratamentos avaliados (Figuras 2 e 3). Os maiores valores para Clorofila *a* (1,98 mg g⁻¹ MF), Clorofila *b* (1,44 mg g⁻¹ MF) e Clorofila total (3,42 mg g⁻¹ MF) foram encontrados no tratamento controle (Figuras 2A, 2B e 2C). Portanto, as plantas que foram expostas à salinidade reduziram os teores de clorofila. Segundo Taiz *et al.* (2017), o estresse salino provoca desnaturação proteica e desestabilização de membranas, podendo reduzir o crescimento vegetal como consequência da menor fotossíntese. A presença de 50 mM de NaCl na solução nutritiva ocasionou reduções nos teores de Clf *a* em aproximadamente 27% para o tratamento T2 e 40% para os T5 e T11, em comparação ao T1 (Figura 2A). Com relação à Clf *b*, comportamento similar foi observado; porém, os tratamentos com a presença de H₂O₂ diferiram estatisticamente de T1 e T2, como mostrado na Figura 2B. A redução na biossíntese de clorofilas pode ser uma resposta de aclimação ao estresse no sentido de economia de energia e menor captação de energia luminosa (SILVEIRA *et al.*, 2016). Segundo Aderaldo *et al.* (2022), assim como outros estresses abióticos, o estresse salino ocasiona reduções significativas no conteúdo de clorofila em folhas das plantas.

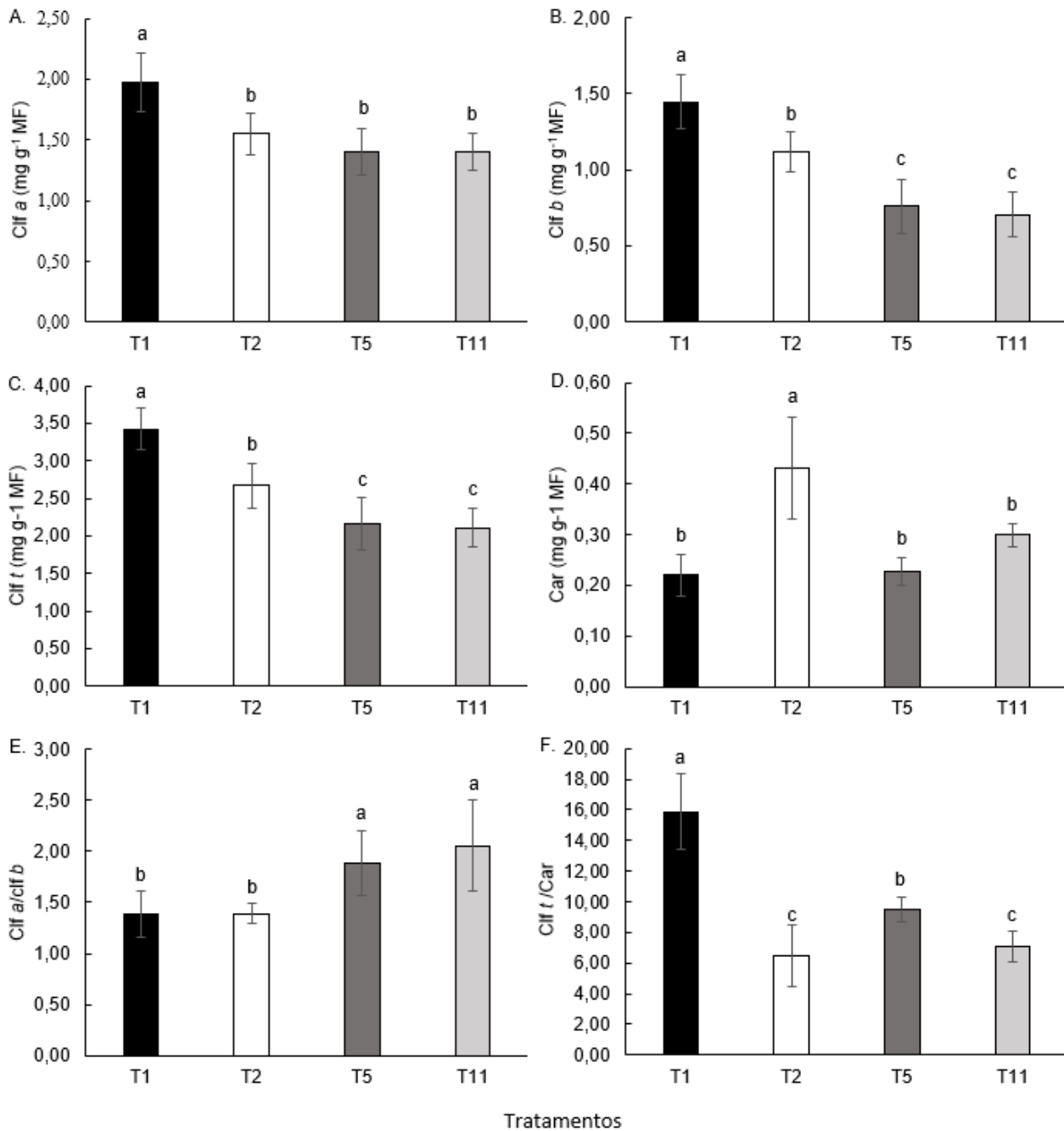


Figura 2. Teores de Clorofila *a* (A), clorofila *b* (B), clorofila total (C), carotenoides (D), razão entre clorofila *a* e *b* (E) e relação entre clorofilas e carotenoides (F) no coentro cultivado em soluções salinas com diferentes doses de H₂O₂ e tempos de embebição em sistema hidropônico por 20 dias após transplantio. As barras representam o desvio padrão dos valores.

Os primeiros efeitos causados pela salinidade nas plantas são de natureza biofísica, se destacando os efeitos osmóticos, restringindo o transporte de água das raízes até a parte aérea (GHEYI *et al.*, 2016). Os sais solúveis na solução aumentam as forças de retenção, ocorrendo assim, redução na absorção de água pela planta.

Portanto, se a planta está com restrição de água, é desencadeada uma série de eventos, como a inibição da fotossíntese (TAIZ *et al.*, 2021).

Os primeiros efeitos causados pela salinidade nas plantas são de natureza biofísica, se destacando os efeitos osmóticos, restringindo o transporte de água das raízes até a parte aérea (GHEYI *et al.*, 2016). Os sais solúveis na solução aumentam as forças de retenção, ocorrendo assim, redução na absorção de água pela planta. Portanto, se a planta está com restrição de água, é desencadeada uma série de eventos, como a inibição da fotossíntese (TAIZ *et al.*, 2021).

Ademais, o estresse salino prejudica as reações bioquímicas da fotossíntese, assim diminuindo o consumo de moléculas de NADPH pelo ciclo de Calvin, que por sua vez, reduz a regeneração e a disponibilidade de NADP⁺ para as reações fotoquímicas (aceptor final de elétrons na cadeia transportadora de elétrons (CTE)). Como consequência, induz um excesso de energia de excitação nas membranas dos tilacoides que reduz excessivamente os componentes da CTE, favorecendo a produção de inúmeras EROs (PRISCO *et al.*, 2016). Segundo Shahverdi *et al.* (2019), o excesso de sais pode alterar a estrutura das organelas, a concentração de pigmentos e metabólitos, além das atividades enzimáticas envolvidas no processo fotossintético.

A razão Clf *a*/Clf *b* nos tratamentos controle e controle salino não diferiram estatisticamente entre si, com um valor médio de 1,383 mg g MF (Figura 2E). Para os tratamentos com H₂O₂ obtiveram as maiores razões de Clf *a*/Clf *b*, sendo esse resultado consequência dos menores teores que Clf *b* apresentados por esses tratamentos. Segundo Thiesen *et al.* (2017), as plantas podem passar por condições de estresse e modificar a quantidade de pigmentos fotossintéticos, sendo que o aumento da razão de Clf *a*/Clf *b* pode estar correlacionado à proteção do sistema fotossintético, devido a menor absorção de radiação solar.

O estresse salino aumentou significativamente (48,2%) os teores de carotenoides, apenas no tratamento T2 em comparação ao T1 (Figura 2D). Os carotenoides estão intimamente associados às proteínas que formam o aparelho fotossintetizante e o seu aumento em função da salinidade é uma estratégia vegetal para minimizar os danos ao aparato fotossintético, uma vez que os carotenoides transferem a luz absorvida para a clorofila (TAIZ *et al.*, 2017).

Esses resultados corroboram com os encontrados por Andrade *et al.* (2022), em estudo com maracujá amarelo e o peróxido de hidrogênio como atenuador dos efeitos do estresse salino, onde a concentração de carotenoides nas folhas de maracujazeiro amarelo aumentou com a condutividade elétrica da água. Da mesma forma, o maior teor de Cl^-/CAR foi observado no tratamento controle (Figura 2F), uma vez que as plantas não foram expostas à salinidade. Segundo Silva *et al.* (2020a), a relação do conteúdo de carotenoides e clorofila está relacionada à fisiologia vegetal, em que o incremento no teor de carotenoides são respostas de foto proteção da planta em condições desfavoráveis.

Por terem sido cultivadas em solução salina acrescida com NaCl, os teores de Cl^- nas plantas de coentro foram maiores no tratamento controle salino, apresentando diferença significativa de todos os demais (Figura 3A). As plantas tratadas com o H_2O_2 foram menores os teores de cloreto em 32% para os tratamentos T5 e T11 em relação ao tratamento controle salino. Modesto *et al.* (2019), também estudando o efeito da salinidade em condições hidropônicas, relataram que o excesso de Na^+ despertou sintomas que dificultaram o metabolismo da planta, como estresse oxidativo de proteínas, ácidos nucléicos e lipídios e, quando combinado com a toxicidade por Cl^- , resultou em redução da assimilação de nutrientes, crescimento e desenvolvimento da planta, levando à senescência prematura. Silva *et al.* (2016), trabalhando com diferentes métodos de aplicações e concentrações de H_2O_2 em milho sob estresse salino, constatou que a aplicação induz o maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis que atuam como solutos orgânicos, realizando o ajustamento osmótico das plantas com a salinidade no solo.

Segundo Taiz *et al.* (2017), os efeitos da salinidade alta nas plantas ocorrem por um processo de duas fases: uma resposta rápida à elevação da pressão osmótica na interface raiz-solo e uma resposta mais lenta pela acumulação de Na^+ e Cl^- nas folhas. Ademais, os autores destacam que esses íons em concentrações baixas são essenciais ao crescimento vegetal, mas concentrações mais altas podem ter um efeito nocivo sobre o metabolismo celular. Nas plantas de coentro foi possível observar esse efeito, pois os tratamentos que apresentaram menor crescimento e massa fresca concomitantemente apresentaram os maiores teores de Na^+ e Cl^- .

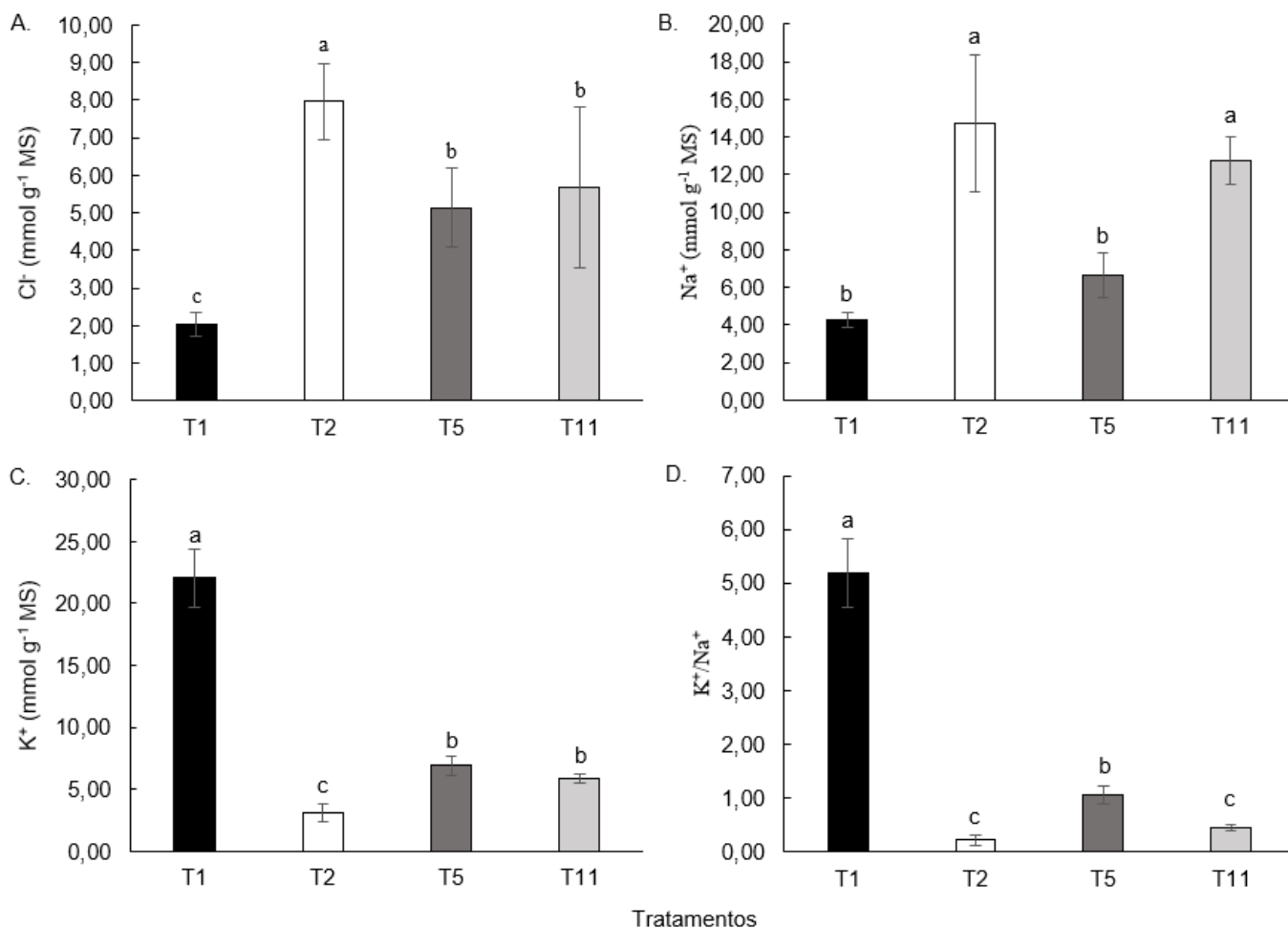


Figura 3. Solutos inorgânicos em plantas de coentro cultivadas em solução salina com diferentes doses de H₂O₂ e tempos de embebição em sistema hidropônico por 20 dias após transplântio. As barras representam o desvio padrão dos valores.

Em relação ao sódio, o T11 e o controle salino não diferiram estatisticamente, apresentando os maiores teores de Na⁺, com média 4,47 mmol g⁻¹ MS (Figura 3B). O acúmulo desse íon foi refletido em outras variáveis, uma vez que esse tratamento apresentou o menor índice de tolerância à salinidade, após o controle salino, e uma acentuada redução nas variáveis de crescimento. Silva *et al.* (2020b), trabalhando com a cultura do girassol condicionadas com H₂O₂ e em solução salina, observou que mesmo com altos teores de Na⁺ nas raízes, as plantas que foram condicionadas com H₂O₂ apresentaram menor teor de Na⁺ nas folhas. Sugerindo, assim, que o H₂O₂ pode desempenhar um papel fundamental na indução de mecanismos de retenção de íons Na⁺ nas raízes, reduzindo o transporte desses íons para as folhas, melhorando assim, a tolerância das plantas ao estresse salino. A capacidade de regular os processos de absorção, retenção e fluxo de Na⁺ e Cl⁻ para a parte aérea, em condições de salinidade elevada, refletem na menor toxicidade foliar e melhor desempenho de crescimento nas plantas (ALVES *et al.*, 2015).

Os teores de K^+ também foram afetados em decorrência do estresse salino, como é possível observar na Figura 3C. Houve uma redução de 86% no teor de K^+ do controle salino quando comparado ao controle. Para as plantas que foram condicionadas com o H_2O_2 essa redução foi de 71%, quando comparada ao controle. Segundo Branco *et al.* (2020), os experimentos em hidroponia e utilizando apenas NaCl como agente estressor geralmente resultam em maiores reduções na concentração de K^+ e menores valores na relação K^+/Na^+ . De modo geral, a concentração de K^+ nas plantas em ambientes salinos tende a ser menor com o aumento do Na^+ pois a alta concentração de sódio interfere na absorção de potássio pelas raízes, além de deformar a membrana das células das raízes e prejudicar a seletividade (SANTOS *et al.*, 2016). Segundo Silva *et al.* (2020a), o aumento dos níveis de Na^+ e Cl^- e a redução de K^+ no citosol, verificados em plantas sob estresse salino, podem causar diversos distúrbios fisiológicos e causar um desequilíbrio iônico.

O condicionamento de sementes com H_2O_2 induz as plantas a ativarem respostas de tolerância quando submetidas a ciclos subsequentes de eventos estressantes, constituindo-se como uma alternativa de baixo custo na ativação da defesa das plantas frente ao estresse (WILLADINO *et al.*, 2016). O H_2O_2 no aumento da tolerância ao sal está diretamente associado à manutenção da homeostase iônica pela redução do teor de Na^+ e Cl^- nas folhas e regulação positiva da absorção de K^+ e NO_3^- além de diminuir o dano oxidativo (SILVA *et al.*, 2020b).

Para a variável K^+/Na^+ , os valores obtidos nas plantas do T5 foram 4,7 vezes mais elevados que os do controle salino (Figura 3D). As espécies diferem largamente na resistência protoplasmática ou tecidual ao estresse salino. Essa capacidade de resistir está ligada principalmente com a intensidade de compartimentalização dos íons salinos dentro dos vacúolos e com a manutenção de um balanço K^+/Na^+ favorável no citosol (SILVEIRA *et al.*, 2016).

4. CONCLUSÕES

A biomassa do coentro é reduzida pela salinidade. Entretanto, a utilização do condicionamento das sementes com H_2O_2 é uma alternativa para atenuar os efeitos do estresse salino.

O condicionamento das sementes na concentração de 0,1 mM H₂O₂ + 36 h de embebição aumenta a tolerância de plantas de coentro a condutividade elétrica da solução nutritiva 7,0 dS m⁻¹.

O H₂O₂ no aumento da tolerância ao sal atua com vias de sinalização e está diretamente associado à manutenção da homeostase iônica pela redução do teor de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas.

5. REFERÊNCIAS

ADERALDO, F. Í. C.; DE SOUSA FERREIRA, G.; DE SOUSA, J. N.; DE BRITO, P. O. B.; GONDIM, F. A. Impactos dos estresses hídrico e salino em mudas de *Erythrina velutina* Wild. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 2, p. 127-134, abr./jun. 2022.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; MAIA, J. M.; FREITAS, J. B. S.; SILVEIRA, J. A. G. Regulação do acúmulo de Na⁺ e resistência à salinidade em (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2015.

ALVES, J. C.; PÔRTO, M. L. A., NETO, G. D. C. G., DE ALMEIDA, T. P.; ARAÚJO, A. L. Produtividade do coentro em função de fontes e doses de nitrogênio. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68635-68647, set. 2020.

ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. de; DE LIMA, V. L. A.; SILVA, S. S. da; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R. Hydrogen peroxide as attenuator of salt stress effects on the physiology and biomass of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 8, p. 571-578, ago. 2022.

AZEVEDO NETO, A. D.; MOTA, K. N. A. B.; SILVA P. C. C.; COVA A. M. W.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R. Selection of sunflower genotypes for salt stress and mechanisms of salt tolerance in contrasting genotypes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. 020120, 2020.

BRANCO, L. M. C.; DE LACERDA, C. F.; MARINHO, A. B.; DE SOUSA, C. H. C.; CALVET, A. S. F.; DE OLIVEIRA, E. G. Production of *Bambusa vulgaris* seedlings

from rhizomes under brackish water irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 337-342, 2020.

FAITHFULL, N. T. Methods in agricultural chemical analysis: A practical handbook. **CABI**, 266p., 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREITAS, F. T. O.; SOARES, T. M.; DA SILVA, M. G.; RAFAEL, M. R. S. Cultivo de alface sob intervalos de recirculações das soluções nutritivas em sistemas hidropônicos usando água salobra. **Irriga**, v.1, n.1, p.67-96, 2021.

FURLANI P. R.; SILVEIRA L. C. P.; BOLONHEZI D.; FAQUIM V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: **IAC**. 52p, 1999 (Boletim técnico, 180)

GADOTTI, G. I.; HORNKE, N. F.; CAVALCANTE, J. A.; DA SILVA, J. G.; GONÇALVES, V. P.; CAPILHEIRA, A. F. Efficiency of the gravity table in the processing of coriander seeds. **Horticultura Brasileira**. v. 38, p. 211-216, 2020.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate extraction. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 3, p. 371-374, 1984.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, 530p.

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

LACERDA, F. H.; PEREIRA, F. H.; SILVA, F. D. A. D.; QUEIROGA, F. M. D.; BRITO, M. E.; MEDEIROS, J. E. D.; DIAS, M. D. S. Physiology and growth of maize under salinity of water and application of hydrogen peroxide. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 771-779, 2022.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. **Journal of Plant Physiology**, v. 131, n. 1-2, p. 101-110, 1987.

LIMA, N. S.; MORAIS, M. B.; SILVA, E. F. F.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. Production and antioxidative metabolism in bell pepper grown with saline water in hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 10, p. 675-680, 2017.

LIRA, R. M.; DOS SANTOS, A. N.; SILVA, Ê. F. F.; DA SILVA, J. S.; BARROS, M. S.; GORDIN, L. C. Cultivo de coentro em diferentes níveis de salinidade e umidade do solo. **Revista Geama**, v. 1, n. 3, p. 293-303, 2015.

MODESTO, F. J. N.; SANTOS, M. Â. C. M.; SOARES, T. M.; SANTOS, E. P. M. Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas. **Irriga**, v. 24, n. 1, p. 86-97, 2019.

MORAIS, P. L. D. DE; DIAS, N. DA S.; OLIVEIRA, A. M. DE; SOUSA NETO, O. N. DE; SARMENTO, J. D. A.; GONZAGA, M. I. S. Effects of nutrient solution salinity on the physiological performance of melon cultivated in coconut fiber. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 713-718, 2018.

Ó, L. M.; COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D. D.; SOUZA, M. G.; SANTOS, A. L.; GHEYI, H. R. Production, water-use efficiency and post-harvest quality of hydroponic mini watermelon under salinity stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 51, 2021.

PEREIRA, F. H.; SANTOS, G. L. D.; DE LACERDA, F. H.; DE SOUSA, D. D.; SOUSA, V. F. D. O.; FERNANDES, J. E. D. M.; BARBOZA, J. B. Use of hydrogen peroxide in acclimatization of melon to salinity of irrigation water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 51-56, 2023.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; MIRANDA, R. DOS S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap. 12, p. 163-180.

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

RASHED, N. M.; DARWESH, R. K. A comparative study on the effect of microclimate on planting date and water requirements under different nitrogen sources on coriander (*Coriandrum sativum*, L.). **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 2, p. 227-243, 2015.

SANTOS, A. N. D.; SILVA, Ê. F. D. F.; SILVA, G. F. D.; BEZERRA, R. R.; PEDROSA, E. M. R. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 4, p. 576-585, 2017.

SANTOS, B. D.; SILVA, P. F. D.; MATOS, R. M. D.; D NETO, J.; DE LIMA, V. L.; BONOU, S. I.; MELO, Y. L. Induction of salt stress tolerance in chives by priming with H₂O₂ in hydroponic cultivation. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 81, n. 3, p. 317-325, 2021.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. DE F. M.; DE LACERDA, C. F.; SOUZA, E. R. DE. DE LIMA, G. S. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap. 18, p. 277-293.

SAVVIDES, A.; ALI, S.; TESTER, M.; FOTOPOULOS, V. Chemical Priming of Plants Against Multiple Abiotic Stresses: Mission Possible? **Trends in Plant Science**. v. 21, n. 4, p. 329–340. 2016.

SHAHVERDI, M. A., OMIDI, H.; TABATABAEI, S. J. Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) responses to NaCl stress: Growth, photosynthetic pigments, diterpene glycosides and ion content in root and shoot. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18 n. 4, p. 355-360, 2019.

SILVA JÚNIOR, F. J.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, M. M.; SILVA, E. F. F.; SOUZA, E. R. Water relations of chives in function of salinity and circulation frequency of nutrient solutions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 5, p. 359-365, 2019.

SILVA, A. A.; LIMA, G. S. D.; DE AZEVEDO, C. A.; VELOSO, L. L.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. 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. M.; LACERDA, F. H. D.; MEDEIROS, A. S.; SOUZA, L. P.; PEREIRA, F. H. F. Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H₂O₂ em milho sob estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 01-07, 2016.

SILVA, H. H. B. **Uso do peróxido de hidrogênio na aclimação do manjeriço ao estresse salino**. 2017. 79f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Cruz das Almas, 2017.

SILVA, J. E. S. B.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; LEITE, M. S.; GUIRRA, K. S.; DANTAS, B. F.; MORAIS, M. B.; GUIRRA, B. S. Pre-germination treatments of melon seeds for the production of seedlings irrigated with biosaline water. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2024.

SILVA, J. S.; SÁ, F. V. S.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; JALES, G.; FERNANDES, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and substrates. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 402-408, 2021.

SILVA, L. R. **Alterações morfofisiológicas em feijoa (*Acca sellowiana*) sob diferentes níveis de sombreamento**. 2020. 79f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Pato Branco, 2020a.

SILVA, M. G.; OLIVEIRA, I. D. S.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; SANTANA, G. D. O.; PINHO, J. D. S. Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 547-552, 2018.

SILVA, P. C. C.; AZEVEDO NETO, A. D. D.; GHEYI, H. R.; RIBAS, R. F.; SILVA, C. R. D. R.; COVA, A. M. W. Salt tolerance induced by hydrogen peroxide priming on seed is related to improvement of ion homeostasis and antioxidative defense in sunflower plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 8, p. 1207-1221, 2020b.

SILVEIRA, J. A.G.; SILVA S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap. 13, p. 181-197.

SOARES FILHO, S. W.; GHEYI, H. R.; BRITO, B. E. M.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; MIRANDA, S. R. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap. 17, p. 259-274.

SUDENE. Resolução no. 115, de 23 de novembro de 2017. Delimitação do Semiárido Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 32, Brasília, 5 dez. 2017.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (2021). **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2021, 584p.

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

THIESEN, L. A.; PINHEIRO, M. V. M.; HOLZ, E.; FONTANA, D. C.; DOS SANTOS, J. Correlação de Pearson entre pigmentos fotossintetizantes e fitomassa de plantas de *Aloysia triphylla*. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 249-257, 2017.

VELOSO, L. L.; DE AZEVEDO, C. A.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. D.; CAPITULINO, J. D.; SILVA, F. D. A. D. H₂O₂ alleviates salt stress effects on photochemical efficiency and photosynthetic pigments of cotton genotypes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 34-41, 2022.

WILLADINO, L.; MORAIS, M. B.; MELO, G. M.; CAMARA, T. R. Cultura de tecidos e priming in vitro como estratégias de redução dos efeitos da salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; DE LACERDA, C. S.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap. 14, p. 199-208.

ZAMORA, V. R. O.; DA SILVA, M. M.; DA SILVA, G. F.; SANTOS, J. A.; MENEZES, D.; MENEZES, S. M. D. Pulse drip irrigation and fertigation water depths in the water relations of coriander. **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 22-28, 2019.

ZORB, C.; GEILFUS, C. M.; AND DIETZ, K. J. Salinity and crop yield. **Plant biology**, v. 21, p. 31-38, 2019.