**EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM SEMENTES DE TOMATE SUBMETIDAS AO PRÉ-TRATAMENTO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

Livia Vitoria Rocha Alvarenga (CNPq)[[1]](#footnote-1)

Unespar *Paranavaí*, liviaalvarenga83@gmail.com.br

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm.

Unespar *Paranavaí*, franciele.bohm@iesunespar.edu.br

 Modalidade: Pesquisa

Programa Institucional: PIBIC

Grande Área do Conhecimento: Ciências Biológicas

**INTRODUÇÃO**

 O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) uma hortaliça nativa do extremo ocidente da América do Sul, que teve sua intensificação no cultivo no Brasil após a chegada dos europeus e japoneses no século XX.

Devido ao clima, esta planta se desenvolveu bem no Brasil, e o cultivo no país tem aumentado a cada ano, o Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate do mundo (Embrapa, 2023). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2022 a produção de tomate foi de 3.809.986 toneladas no país, em termos financeiros, comparando-se os anos de 2018 e de 2022, em 2018 o rendimento foi de 4.918.702 mil reais e em 2022 os valores chegaram a 8.656. 263 mil reais.

Para garantir a produção e os aumentos expressivos desta cultura, estudos que envolvem novas tecnologias são desenvolvidos para garantir aumento na produção, e envolvem técnicas para desenvolver linhagens com frutos maiores e mais saborosos, resistentes contra pragas e efeitos ambientais adversos (Del Santo, et al., 2019; Távora, et, al., 2021).

A existência dos estudos se deve ao fato de que os cultivadores de tomate no Brasil enfrentam uma variedade de desafios, tanto em cultivo ao ar livre quanto em sistemas protegidos (Del Santo, et al., 2019).

A busca por uma produção sustentável no país é prejudicada pela intensa incidência de pragas e doenças, o que leva ao uso frequente e intensivo de agrotóxicos, por ser a forma mais comum e eficaz de manter a produção dos tomateiros (Távora, et, al., 2021). O alto custo dos insumos, que está vinculado ao aumento do dólar, contribui para aumentar os custos de produção.

Extremos climáticos, em que pode se verificar altas temperaturas, seguidas de seca ou muita chuva sempre existiram, porém a frequência e intensidade têm aumentado (Silva Dias, 2014; Goulard e Mendonça 2020) e trazem impactos à sociedade e agricultura (Ávila et al, 2011).

O estresse térmico, provocado por altas temperaturas pode causar perdas no cultivo de hortaliças e provocar prejuízos financeiros para a agricultura (Carvalho e de Souza, 2023). As altas temperaturas podem afetar negativamente o crescimento, a qualidade e o rendimento das culturas.

Esse estresse ocorre quando as plantas enfrentam temperaturas fora de seu intervalo ideal, seja por excesso de calor (estresse térmico alto) ou por frio excessivo (estresse térmico baixo), o aumento da temperatura devido ao efeito estufa; desastres ambientais; atividade humana vem despertando o pensamento de reflexão sobre maneiras eficazes de controle e produção das hortaliças (Carvalho e de Souza, 2023).

Em um cenário ideal, mudanças drásticas na produção de combustíveis e estilo de vida da população mundial, poderiam contribuir com a manutenção da temperatura no planeta em condições ideais, mas o que se observa atualmente são intensificações de queimadas, mudanças lentas em políticas mundiais no que se refere a utilização de combustíveis fósseis e um acelerado aumento da temperatura no mundo.

Diante disso, busca-se em pesquisas, alternativas para manter a produção de alimentos e reduzir a utilização de insumos químicos sintéticos que podem comprometer a saúde e o meio ambiente. Segundo a Gomes (2023) o tomate apresenta temperaturas entre 18ºC até 25ºC para a germinação e crescimento adequado.

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) tem se destacado como uma solução eficaz em diversas práticas agrícolas, oferecendo benefícios significativos para o cultivo de hortaliças e outras culturas, como para o estresse salino (Veloso, et al., 2023). Embora o estresse térmico seja um desafio importante na agricultura, o uso de H₂O₂ pode ajudar a mitigar alguns dos impactos negativos associados a este e outros problemas.

As plantas apresentam mecanismos de defesa contra diferentes tipos de estresse. Estes mecanismos incluem a Resistencia sistêmica adquirida (SARS) que consiste em um conjunto de alterações fisiológicas provocadas por algum dano na estrutura da planta, como um ataque de inseto (Rocha, 2000).

O dano provoca a liberação de espécies reativas de oxigênio (ERO), como por exemplo, o peróxido de hidrogênio, que em baixas concentrações atuam como moléculas de sinalização celular para promover respostas de resistência para as plantas (Díaz, 2012; Kachroo e Kachroo, 2020). Estes compostos são liberados por um período de 90 dias. Desta forma, dependendo do tipo de ciclo de vida da planta esta liberação pode protegê-la até que ocorra a produção dos frutos.

No entanto, os efeitos biológicos de H₂O₂ dependem de sua concentração, bem como do estágio de desenvolvimento da planta e exposição prévia a outros tipos de estresse (Aragão et al., 2023).

Assim, a exposição prévia das sementes de tomate em baixas concentrações de peróxido de hidrogênio poderiam ativar seu sistema de defesa, promovendo mudanças metabólicas responsáveis pelo aumento de sua tolerância a uma nova exposição ao estresse?

A fim de responder esta pergunta, esta pesquisa foi conduzida, utilizando-se de técnica de pré-tratamento de sementes de tomate e análise de germinação e crescimento inicial das plantas.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa e Análise da UNESPAR Campus de Paranavaí. As sementes tomate foram obtidas de forma comercial. Trata-se de uma pesquisa exploratória.

As sementes foram separadas em dois grupos: as que receberam o pré-tratamento com H₂O₂ 10mM, permaneceram nesta solução durante 6h. E as que não receberam pré-tratamento. Posteriormente elas foram colocadas para germinar em placas de Petri com papel de germinação. Foram colocadas 10 sementes por placas e organizadas em triplicata para os seguintes tratamentos: controle 25ºC sem pré-tratamento, 25ºC com pré-tratamento, 30ºC sem pré-tratamento e 30ºC com pré-tratamento.

As placas foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. com temperatura de 25ºC ou 30ºC com fotoperíodo de 12h de claro. A contagem de germinação ocorreu a cada 24h durante sete dias.

Após o término do período de germinação a porcentagem de germinação (G) foi calculada usando a fórmula: 𝐺 = (𝑁 / 𝐴) 𝑥 100 Onde N: número de sementes germinadas; A: número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido considerando: (IVG= N1/D1+ N2/D2+...+Nn/Dn). Em que: N, número de plântula verificadas no dia da contagem; D, números de dias após a semeadura, sendo realizado a contagem em números de dias após a semeadura. Após sete dias as radículas de cada plântula foram excisadas e medidas com auxílio de uma régua e os resultados expressos em centímetros.

Para a determinação da viabilidade celular, 1,0 cm da ponta das raízes de plântulas germinadas nas condições já descritas foram colocadas em solução de Azul de Evans 0,25% durante 15 minutos, lavadas em água destilada e transferidas para tubo de ependorff contendo 1,8ml de dimetilformamida durante 50 minutos. Após este período o corante retido foi lido em espectrofotômetro em comprimento de onda de 600 nm.

Os teores de clorofila e carotenos, foram obtidos a partir de 0,300 g de folhas frescas de cada tratamento e maceradas com 5 ml de acetona 80%. O extrato foi filtrado e a leitura da absorbância da clorofila foi feita em espectrofotômetro a 663nm, 645nm e 652nm. A absorbância dos carotenos foi medida a 470nm.

 Os resultados foram expressos em miligrama (mg) de clorofila por grama de peso fresco de tecido foliar. Os cálculos para a determinação de clorofilas foram feitos segundo equação proposta por Whitham et. al., 1971. E para a determinação de carotenos, a equação proposta por Arnon, 1949.

Clorofila a = (12,7 x A663 – 2,69 x A645) V / 1000W

Clorofila b = (22,9 x A645 – 4,68 x A663) V / 1000W

Clorofila total = A652 x 1000 x V/ 1000W / 34,5

Carotenoides (Car) = (1000 × ABS470) - (1.82 × Cl a) - (85.02 × Cl b)) /198

 Quanto á análise estatística, os experimentos foram realizados em blocos inteiramente casualizados (pré-tratamentos com H2O2 em temperaturas de 25ºC ou 30ºC, cada bloco continha três placas de Petri para cada tratamento e foram realizadas quatro repetições.

Os resultados obtidos foram submetidos ao programa Sisvar®, foi realizada a análise de variância ANOVA. As diferenças entre as médias foram submetidas ao teste de Tukey. Valores de p inferiores a 0,05 (P < 0,05) foram considerados estatisticamente significativos.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A tabela 1 apresenta os resultados de porcentagem de germinação e IVG de plântulas provenientes de sementes de tomate. Pode ser observado que o pré-tratamento com H2O2 aumentou a velocidade de germinação. As sementes germinaram mais rapidamente em 25ºC, indicando uma ligeira melhora com o tratamento químico.

O IVG foi significativamente menor em alta temperatura, a redução foi de 70,98% quando comparado o tratamento de 25ºC sem H₂O₂. Em relação ao tratamento de 30ºC em que as sementes foram pré-tratadas com H₂O₂, a redução foi de 62,9%. A porcentagem final de germinação acompanhou estas reduções e foi de 58,6% e de 41,4% nestes respectivos tratamentos.

 No que se refere ao comprimento das raízes, o pré-tratamento com H₂O₂ não influenciou este parâmetro em 25ºC, mas em temperatura elevada reduziu em 54,8% o comprimento das raízes sem o pré-tratamento com H₂O₂ e em 50,4% com o pré-tratamento.

Estes resultados indicam que em temperatura de 30ºC a germinação das sementes e o crescimento inicial das raízes de tomate foram comprometidas e o pré-tratamento com H₂O₂, não foi capaz de reverter os efeitos estressantes da temperatura.

**Tabela 1.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG), crescimento da raiz e porcentagem de germinação de sementes de tomate submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com peróxido de hidrogênio e submetidas e cultivadas em temperatura de 25ºC e 30ºC.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tratamento | IVG | Comprimento de raiz (cm) | % de Germinação |
| 25ºC sem H2O2 | 3,015 a | 8,17 a |  56,75 a |
| 25ºC com H2O2 | 3,218 a | 7,74 a |  69,00a |
| 30ºC sem H2O2 | 0,875 b | 3,69b |  23,5 b |
| 30ºC com H2O2 | 1,12 b | 4,05b |  33,25 b |

 Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

 Fonte: Fonte da Tabela (Autores, 2024).

Em estudos de efeitos abióticos em pimentão, foi observado que o tratamento de folhas com H₂O₂ em plântulas submetidas ao estresse salino promoveu aumento no crescimento das mesmas dependente da concentração de H₂O₂, indicando que as concentrações e efeitos dependem da espécie, idade da planta e tempo de cultivo (Aragão, et al., 2023).

Para visualizar as plântulas obtidas neste estudo a imagem 1 traz indivíduos escolhidos ao acaso e fotografados. É possível observar que as plântulas cultivadas em temperatura de 30ºC considerada estressante tem menor comprimento de radícula.



Fonte da Imagem Autores,2024.

**Imagem 1.** Comprimento de raízes de tomate cultivadas em temperaturas de 25 e 30ºC. Da direita para a esquerda: Controle 25ºC com H₂O₂, controle 25ºC sem H₂O₂, tratamento 30ºC com H₂O2, tratamento 30ºC sem H₂O 25ºC com H₂O₂.

Vários estudos indicam que o estresse biótico e abiótico promove a liberação de radicais livres, em baixas concentrações estas moléculas estão envolvidas na transdução do sinal, mas dependendo dos níveis de estresse elas comprometem a integridade da membrana interferindo no transporte de íons e moléculas e alterando a fisiologia celular (Días, 2012; Taiz et al., 2017). Estes eventos podem ser responsáveis pela redução na germinação das sementes e pela redução no comprimento das raízes observados neste trabalho.

A imagem 2 traz os resultados de biomassa fresca das raízes das plântulas, estes resultados acompanham os dados obtidos de comprimento das radículas. Em altas temperaturas o conteúdo de água e matéria orgânica nas raízes foi menor.

Fonte da Imagem: Autores, 2024.

**Imagem 2.** Biomassa fresca de três repetições de experimentos com raízes de tomate. submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com peróxido de hidrogênio e submetidas ao estresse térmico a 30ºC. Da direita para a esquerda: Controle 25ºC com H₂O₂, controle 25ºC sem H₂O₂, tratamento 30ºC com H₂O2, tratamento 30ºC sem H₂O25ºC com H₂O₂. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

 O estresse causado por variações de temperatura, especialmente mais altas, podem afetar especialmente a velocidade de absorção de água, e a reativação das reações metabólicas, fundamentais aos processos de mobilização de reservas e a retomada de crescimento da radícula (Santos, 2021).

Plantas submetidas à restrição hídrica e a altas temperaturas, em um mesmo cenário, tendem a ter a sua produção reduzida, uma vez que, em tais condições ocorre o aumento da atividade respiratória da planta, redução no índice de troca de CO2, bem como a sua condução nos espaços intercelulares e nas folhas, podendo ainda causar a redução do ciclo da cultura, desta forma, esses fatores aliados influenciam negativamente no rendimento final das plantas (LOPES e LIMA, 2015).

Os efeitos descritos na literatura indicam que o estresse provocado por altas temperaturas promovem alterações metabólicas que comprometem o crescimento das plantas.

Embora H₂O₂, seja uma molécula sinalizadora em resposta ao estresse, o tempo de exposição ou a concentração testada não foi eficaz em disparar a expressão de enzimas antioxidantes ou outros sistemas de proteção celular, visto que de acordo com a tabela 1 os resultados de cultivo com e sem o pré-tratamento das sementes não foi diferente.

Em estudo utilizando a cevada, os bioensaios foram submetidos a condições de estresse hídrico e térmico para a germinação das sementes e crescimento inicial das plântulas. Foi observado que houve diminuição dos índices de germinação de sementes e do crescimento inicial das plântulas (Barbosa, 2023).

Para verificar se a exposição a 30ºC promoveu a morte celular, foi realizado um teste de viabilidade celular nas raízes conforme mostrado na imagem 3. Os resultados em valores de absorbância para o corante retido em células mortas, indicam que a temperatura de 30ºC embora comprometa o crescimento da raiz não promoveu a morte celular.



Imagem 3. Índice de viabilidade celular de 30 raízes de tomate submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com peróxido de hidrogênio e submetidas ao estresse térmico a 30ºC. Quanto maior os valores, maior o índice de morte celular. Os resultados não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Fonte da Imagem: Autores,2024.

O conjunto de análises apresentado até o momento neste trabalho podem sugerir uma ativação tardia de respostas de defesa para promover o crescimento das raízes das plantas, o que para ser comprovado necessitaria de maior tempo de cultivo, além daquele aplicado neste protocolo de pesquisa.

A tabela 2 apresenta os resultados dos teores de clorofila. As variações na concentração de clorofilas podem indicar respostas específicas a condições de temperatura e tratamento, sugerindo que a fotossíntese ou a produção de pigmentos pode estar sendo afetada de maneira diferente.

Os dados mostram uma variação nas concentrações de clorofilas em resposta às mudanças de temperatura. Para Clorofila a, observou-se uma diminuição consistente com o aumento da temperatura, de 32,60% em relação ao controle cultivado em 25ºC sem o pré-tratamento e o tratamento 30ºC com o pré-tratamento de H2O2. Essa redução pode estar associada a um impacto térmico adverso na fotossíntese ou na estabilidade do pigmento.

Para clorofila total, as variações entre as temperaturas não seguem um padrão uniforme. A concentração total aumenta no tratamento com H₂O₂ a 25ºC, mas diminui a 30ºC. Essa variabilidade pode refletir complexas interações entre a produção e degradação dos pigmentos fotossintéticos, que podem ser moduladas pela temperatura e pelo tratamento.

**Tabela 2.** Teores de concentração de clorofila A, B e total nas folhas de plântulas de tomate submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com peróxido de hidrogênio e submetidas ao estresse térmico de 25ºC e 30ºC, e controle com água destilada. CV: (coeficiente de variação)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tratamento Clorofila A  C.V :10,71 | Clorofila BCV:17,09 | Clorofila TotalCV:20,35 |
| 25ºC sem H₂O₂ 0,000138 a | 0,00053 a | 2,72x 10-6 a |
| 25ºC com H₂O2 0,000133 a | 0,00050 a | 3,82x10 -6 a |
| 30ºC sem H₂O2 0,000128 a | 0,00055 a | 2,34x10-6 a |
| 30ºC com H₂O2 0,000093 b | 0,00038 a | 3,19x10-6 a |

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores, 2024.

Os resultados apresentados na imagem 3 mostram que não houve diferença entre os tratamentos para os teores de carotenos. A concentração é mais alta a 25ºC, com 858 mg/g no tratamento sem e 835 mg/g no tratamento com H₂O₂. Esse padrão é consistente com a expectativa de que temperaturas mais baixas podem ser mais favoráveis à síntese ou estabilidade de caroteno.



Imagem 3. Teores de concentração de carotenoides nas folhas de tomate submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com peróxido de hidrogênio e submetidas ao estresse térmico de 25ºC e 30ºC, e controle com água destilada. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as médias de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores,2024.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A temperatura é um fator crítico que afeta a germinação e crescimento da raiz em tomate. Temperaturas mais altas (30ºC) prejudicam significativamente o desenvolvimento inicial da planta, indicando que o tomate apresentou melhor crescimento em 25ºC.

O pré-tratamento com H₂O₂ não apresentou efeitos significativos, mas houve melhora dos resultados com a presença do pré-tratamento com H₂O₂, indicando que alterações no tempo de exposição ou concentração desta molécula possa agir positivamente em resposta ao estresse.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAGÃO, Jessica *et al*. Peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino em pimentão. **Seminário: Ciências Agrárias**, *[S. l.]*, v. 44, n. 1, p. 217–236, 2023.

ARNON, Daniel. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in Beta vulgaris. **Plant Physiology**, n. 24, v.1, p.1-15. 1949.

ÁVILA *et al*. O efeito das mudanças climáticas na produção de citros para algumas localidades do estado de São Paulo. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari** – ES, 2011.

BARBOSA, Benhur Schwartz. **Ecofisiologia do crescimento inicial e metabolismo da cevada sob restrição hídrica, altas temperaturas e tratamento de sementes**. 2023. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

CARVALHO, Emanuele *et al*. Mudanças climáticas, eventos climáticos extremos e movimentos de massa no Brasil: Uma revisão sistemática. **Editora Licuri,** p. 52-63, 2023.

DA ROCHA, Andrea Brondani. **Hipersensibilidade e resistência sistêmica adquirida em feijoeiro moruna NC, induzidas pelo vírus do mosaico do feijoeiro do sul dos EUA**. 2000. Tese de Doutorado. [sn].

DA SILVA DIAS, Maria Assunção Faus. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, n. 103, p. 33-40, 2014.

DEL SANTO, Rodolfo *et al*. Avanços e Desafios na Tecnologia de produção de tomate de mesa: Uma comparação entre Brasil e México. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, n. 27, p. 1-1, 2019.

DIAS, João Paulo Tadeu. **Importância da ecofisiologia vegetal e mudanças climáticas para culturas agrícolas**. Editora da universidade do estado de minas gerais belo horizonte 2018, p. 9, 2018.

DÍAZ, Nelly. Resistencia sistémica adquirida mediada por el ácido salicílico. **Biotecnología en el sector agropecuário y agroindustrial**: bsaa, v. 10, n. 2, p. 257-267, 2012.

EMBRAPA, **Brasil em 50 alimentos**. P. 297 2023.

FIOREZE, Samuel Luiz *et al*. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1432-1439, 2013.

FLORES, Andressa Vasconcelos *et al*. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de Melanoxylon brauna Schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, v. 20, p. 401-408, 2014.

FILGUEIRA, FAR. Tomates a mais universal das hortaliças. **Manual de olericultur**a, v. 2, p. 223-300, 1982.

GOMES, Marcos Viegas. **Condicionamento ambiental em estufa de tomate**. 2023. Tese de doutorado. Instituto superior de agronomia, universidade de Lisboa.

GOUDARD, Gabriela; MENDONÇA, Francisco de Assis. Eventos e episódios pluviais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná-Brasil). **IdeAs. Idées d'Amériques**, n. 15, 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Tomate.Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br acesso em 31/08/2024](https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br%20acesso%20em%2031/08/2024).

Acesso em:10, Ago,2024.

LOPES, Nei *et al*. **Fisiologia da produção vegetal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015, 492p.

LIMA, Clenes Cunha *et al*. Atividade de enzimas antioxidantes na germinação de sementes de Dalbergia spruceana sob diferentes temperaturas. **Journal of Seed Science**, v. 43, 2021.

SANTOS, Cassiano Vasconcelos dos *et al.* **Qualidade fisiológica de sementes de soja sob estresse em pós-semeadura em solo seco.** 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Programa de pós-graduação em Agronomia, RS.

SCAFARO, Andrew P. et al. Rubisco activity is associated with photosynthetic thermotolerance in a wild rice (Oryza meridionalis). **Physiologia plantarum**, v. 146, n. 1, p. 99-109, 2012.

SILVA DIAS, Maria Assunção Faus. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 33-44, 2014.

SANTOS, Cassiano Vasconcelos dos. **Qualidade fisiológica de sementes de soja sob estresse em pós-semeadura em solo seco**. Dissertação (mestrado) - universidade federal de santa maria, centro de ciências rurais, programa de pós-graduação em agronomia, RS, 2021.

TÁVORA, Fabiano Touzdjian Pinheiro Kohlrausch *et al*. Aplicação da tecnologia de silenciamento gênico baseada em dna antisenso visando o aumento da resistência em tomateiro (solanum lycopersicum l.) à mancha bacteriana. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 08-08, 2021.

TAIZ, Lincoln *et a*l. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

VELOSO, Luana Lucas de Sá Almeida *et al*. Peróxido de hidrogênio na aclimatação de genótipos de algodão colorido ao estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 2, p. 414-423, 2023.

WHITHAM, F. H. *et al*. Experiments in plant physiology. New York: D. **Van Nostrand Company**, p.55-58, 1971.

1. O presente trabalho foi realizado com apoio da CNPq, por meio de bolsa concedida a estudante Livia Vitoria Rocha Alvarenga. [↑](#footnote-ref-1)