

EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS SUBMETIDAS AO PRÉ-TRATAMENTO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Data de aceite: 01/02/2024

Mateus Hillmann de Lima

Bolsista PIBIC/ Fundação Araucária
Unespar/Campus Paranavaí

Franciele Zanardo Bohm

Orientadora
Unespar/Campus Paranavaí

É preciso considerar que o estresse ambiental pode contribuir para o aumento da diversidade e para a ocupação de diferentes ambientes, graças a expressão de genes que irão conferir características adaptativas ou mecanismos de tolerância ou aclimatação ao estresse (LOPES, 2018).

Como conhecido, diversos fatores que divergem das condições ótimas as quais normalmente as plantas estão adaptadas, contribuem para desencadear mudanças morfofisiológicas nas mesmas, tais como disponibilidade hídrica, temperatura do ar, concentração de gases, sais, entre outros. Esse estresse a que a planta é submetida tem um papel importante na distribuição das espécies, tanto relacionado aos mecanismos de aclimatação e adaptação das espécies, quanto para a compreensão dos processos metabólicos subjacentes aos danos provocados por determinado estresse (BROETTO et al, 2017, p.10).

As plantas assim como os demais seres vivos estão expostas a mudanças ambientais que podem ser uma fonte de

INTRODUÇÃO

A produção e obtenção de alimentos é uma preocupação em todos os países do mundo. Constantemente são noticiadas situações de estresse para as culturas vegetais, como o aumento da temperatura global que afeta principalmente o crescimento e produtividade de culturas de regiões tropicais (DIAS, 2018). 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).

estresse. O estresse pode levar ao comprometimento fisiológico da planta, provocar danos ao seu desenvolvimento e pode causar até a morte. O estresse também pode levar a expressão de genes que irão expressar proteínas responsáveis por respostas adaptativas ao estresse (DÍAS, 2012; KACHROO & KACHROO, 2020).

Atualmente as mudanças de temperatura são cada vez mais expressivas, mas é preciso considerar que as plantas sempre foram submetidas a estresse ambiental, nesse sentido os indivíduos que apresentam características capazes de tolerar o estresse são capazes de sobreviver em ambiente inóspito e transmitir suas características para a próxima geração.

As hortaliças tem papel de destaque na economia brasileira, a alface, *Lactuca sativa* L é a hortaliça folhosa mais comercializada no Brasil segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), é rica em vitamina A e de fácil cultivo, apreciada pelo sabor e textura em todas as regiões brasileiras. O tomate *Solanum lycopersicum*, está entre as cinco hortaliças mais consumidas no Brasil (CONAB, 2021). Devido a importância econômica, estudos sobre germinação, crescimento e desenvolvimento destas plantas despertam o interesse dos pesquisadores (RITTER, 2014; FORMIGHEIRI, et al., 2018; ALVES, 2019; ARCANJO et al., 2021).

Já está bem descrito na literatura científica que as plantas apresentam mecanismos de defesa contra diferentes tipos de estresse. Estes mecanismos incluem a Resistência 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) que em baixas concentrações atuam como moléculas de sinalização celular para promover a síntese de proteínas de defesa, como fitoalexinas, que são antibióticos naturais, proteínas que atacam fungos e proteínas que aumentam a resistência das plantas (DÍAZ, 2012; KACHROO & 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.

É possível disparar os mecanismos de defesa das plantas sem provocar danos a ela? Alguns estudos foram conduzidos neste sentido e outros estão em andamento e incluem a utilização de vírus para causar sintomas brandos e disparar SARS ou a utilização de compostos químicos que são produzidos naturalmente pelas plantas, como por exemplo, o peróxido de hidrogênio e ácido salicílico (ROCHA, 2000; DÍAZ, 2012; CABRERA et al, 2021).

A indução de respostas de defesa antes de infecções de micro-organismos ou de possíveis estresses ambientais podem oferecer uma proteção precoce para a planta e contribuir com o sucesso no combate a infecções. Além disso o estabelecimento de uma prática da indução precoce das defesas das plantas pode contribuir com a redução da

utilização de agrotóxicos para o combate de doenças e pragas diminuindo a contaminação do meio ambiente e dos alimentos com toxinas.

Os estudos sobre o metabolismo e fisiologia das respostas de defesa das plantas aumentaram nas duas últimas décadas, principalmente devido a descoberta de moléculas envolvidas na sinalização celular que disparam as respostas de defesa, como o óxido nítrico (KACHROO & KACHROO, 2000). Mas ainda há muito para compreender sobre estas respostas e sobre como é possível dispará-las para aumentar a proteção da planta.

A preservação do meio ambiente tem sido foco de debates mundiais, mas faltam atitudes concretas para a preservação do meio ambiente. O sistema orgânico de produção de alimentos reflete em um sistema de produção de alimentos que contribui com a preservação do meio ambiente. Este sistema não utiliza insumos químicos e nem sementes geneticamente modificadas. Segundo a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento de outubro de 2011; a qual diz que o cultivo de orgânicos deve ocorrer sem a adição de compostos químicos sintéticos, é correta a utilização de sementes orgânicas neste modo de produção (CARLETT et al., 2019).

Sementes orgânicas não são encontradas facilmente pelos produtores e quando estão disponíveis, estas sementes apresentam custo mais elevado.

Ao longo do tempo as sementes convencionais foram alvo de pesquisas de melhoramento genético e tratamentos químicos para proporcionar aumento na produtividade e maior resistência à patógenos (DA ROSA & DE GREGORY, 2021). As sementes de origem orgânica, por não receber modificações genéticas ou tratamentos acabam sendo menos produtivas que as sementes convencionais.

O objetivo deste trabalho foi estudar a germinação e crescimento inicial de plântulas de alface e tomate, de origem orgânica e convencional, submetidas ao estresse térmico com ou sem pré-tratamento químico com peróxido de hidrogênio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de pesquisa da UNESPAR/Campus Paranavaí. As sementes convencionais de alface e tomate foram obtidas comercialmente e as sementes orgânicas foram obtidas da horta orgânica do campus.

As sementes de alface ou tomate de origem orgânica ou convencional receberam separadamente pré-tratamento com o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), elas foram imersas na solução de H_2O_2 10mM por 40 minutos e posteriormente era colocadas para germinar em placas de Petri contendo duas folhas de papel de germinação e embebidas em 4mL de água destilada. Cada placa de Petri recebeu 10 sementes. Foram feitas três placas de Petri para cada tratamento: Convencional sem pré-tratamento com H_2O_2 , convencional com pré-tratamento com H_2O_2 , orgânica sem pré-tratamento com H_2O_2 , orgânica com pré-tratamento com H_2O_2 este bloco experimental foi acondicionado em câmara do tipo B.O.D a 25°C com

fotoperíodo de 12h de claro. Outro bloco experimental, com os quatro tratamentos descritos foram acondicionadas em câmara do tipo B.O.D a 30°C com fotoperíodo de 12h de claro. Foram realizadas quatro repetições de ambos os blocos. As placas foram cultivadas durante sete dias com contagem de germinação a cada 24h.

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

A sementes germinadas foram contadas a cada 24 horas. Para constatar a germinação foi observado a protrusão da radícula (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido considerando: $(IVG = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn)$. 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 os 7 dias, as radículas das plântulas de alface eram excisadas e medidas com o auxílio de uma régua milimetrada. As plântulas de tomate, devido ao período mais longo para germinar foram excisadas e medidas no décimo quinto dia após a germinação. Todos os resultados foram expressos em centímetros.

Para a determinação da absorbância da clorofila, foi utilizada a metodologia descrita por Engel e Poggiani (1991), foram pesados 0,100 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 663 nm, 645 nm e 652 nm. Os resultados foram expressos em miligrama (mg) de clorofila por grama de peso fresco de tecido foliar. Os cálculos foram feitos segundo as seguintes equações.

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) V / 1000W$$

$$\text{Clorofila b} = (22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) V / 1000W$$

$$\text{Clorofila total} = A_{652} \times 1000 \times V / 1000W / 34,5$$

Análise estatísticas: Os experimentos foram realizados em blocos inteiramente casualizados (pré-tratamentos com H₂O₂ em temperaturas de 25°C ou 30°C), cada bloco continha três placas de Petri para cada tratamento e foram realizadas quatro repetições.

A análise estatística dos resultados foi efetuada usando o 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 01 apresenta os resultados de IVG, de sementes de alface nos tratamentos descritos. O pré-tratamento com H₂O₂ reduziu a velocidade de germinação das sementes convencionais e orgânicas, porém a porcentagem de germinação foi menor para as sementes de origem orgânicas. A temperatura de 30°C reduziu o IVG e porcentagem de

germinação de ambas as sementes, mas foi menor nas sementes que receberam o pré-tratamento com peróxido de hidrogênio. Estes resultados indicam que o pré-tratamento das sementes de alface prejudicou a germinação e pode indicar que a concentração de H₂O₂ 10mM seja tóxica para esta hortaliça.

TRATAMENTO	IVG	% GERMINAÇÃO
CONVENCIONAL SEM PERÓXIDO 25°C	2,81 ^a	95,5 ^a
CONVENCIONAL COM PERÓXIDO 25°C	2,77 ^{a,b}	93,7 ^a
ORGÂNICA SEM PERÓXIDO 25°C	3,07 ^a	92,7 ^{a,b}
ORGÂNICA COM PERÓXIDO 25°C	2,62 ^{a,b}	86,5 ^{a,b,c}
CONVENCIONAL SEM PERÓXIDO 30°C	2,22 ^{b,c}	73,2 ^{c,d}
CONVENCIONAL COM PERÓXIDO 30°C	1,76 ^c	69,5 ^d
ORGÂNICA SEM PERÓXIDO 30°C	2,66 ^{a,b}	77,5 ^{b,c,d}
ORGÂNICA COM PERÓXIDO 30°C	1,84 ^c	76,3 ^{c,d}

Tabela 01. Índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (% Germinação) de sementes de alface de origem convencional e orgânicas submetidas as pré-tratamento com peróxido de hidrogênio e estresse térmico. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey p<0,05.

A germinação pode ser utilizada para avaliar o estresse em plantas, o crescimento inicial é o parâmetro mais importante para determinar se um determinado tipo de estresse irá comprometer o desenvolvimento, pois envolve uma série de reações metabólicas que irão desencadear o crescimento inicial da planta (LUCHESE et al., 2018).

Embora a germinação das sementes orgânicas tenha sido mais lenta, foi possível observar que o crescimento da raiz foi mais rápido em ambiente controlado. É preciso considerar que em ambiente natural a velocidade de germinação é importante para o desenvolvimento futuro da planta, uma vez que, sementes de espécies diferentes estão germinando e ocorre competição pela sobrevivência, desta forma a planta que lança sua raiz primeiro para obter água e recursos minerais do solo irá também primeiro alongar o caule e originar suas folhas para a captação de luz (FORMIGHEIRI, et al.,2019). Mas em ambientes de cultivo, como ocorre entre as hortaliças, cujo objetivo é a comercialização não ocorre a competição e a velocidade de germinação passa a ter menor importância. Para verificar o crescimento inicia das plântulas nos ambientes e tratamentos descritos, as radículas de alface tiveram seu comprimento determinado conforme indica a figura 01.

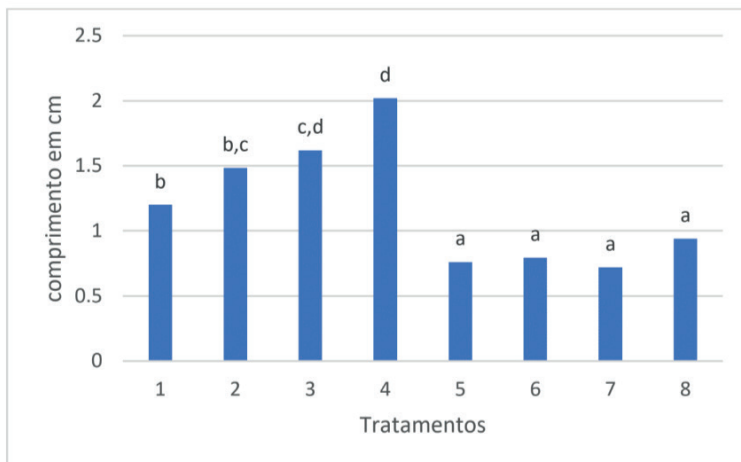


Figura 2: Comprimento de radículas de alfaca oriundas de sementes convencionais e orgânicas submetidas a pré-tratamento com peróxido de hidrogênio e estresse térmico. Os tratamentos de 1 a 4 se referem ao cultivo a 25°C nas seguintes condições: 1- Convencionais sem peróxido de hidrogênio. 2- Convencionais com peróxido de hidrogênio. 3- Orgânicas sem peróxido de hidrogênio. 4- Orgânicas com peróxido de hidrogênio. Os tratamentos de 5 a 8 se referem ao cultivo a 30°C nas seguintes condições: 5- Convencionais sem peróxido de hidrogênio. 6- Convencionais com peróxido de hidrogênio. 7- Orgânicas sem peróxido de hidrogênio. 8- Orgânicas com peróxido de hidrogênio. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey $p < 0,05$.

Os resultados apresentados na figura 01 revelam que os tratamentos feitos a 30°C comprometeram o crescimento inicial de todas as plantas. O peróxido de hidrogênio e a origem das sementes, orgânicas ou convencionais não afetaram as plantas submetidas ao estresse pela temperatura.

Quando as plantas foram submetidas ao tratamento a 25°C, as sementes de origem orgânica apresentaram maior crescimento que as sementes de origem convencional. O pré-tratamento com peróxido de hidrogênio promoveu maior crescimento nas raízes das plântulas em temperatura não estressante de 25°C foi maior nas plântulas de origem orgânica. Este fato pode indicar que nestas plantas o uso de peróxido de hidrogênio pode favorecer maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis que poderão atuar como solutos orgânicos, o que pode promover melhor ajuste osmótico e permitir o maior crescimento das raízes (CARVALHO et al., 2011)

A figura 02 apresenta os resultados dos teores de clorofilas. Os resultados não foram diferentes estatisticamente. É possível observar uma tendência de redução nos níveis de clorofilas das plântulas de origem orgânica cultivadas a 25°C e uma tendência de resposta nas plântulas de origem orgânicas submetidas ao estresse térmico e ao pré-tratamento com H_2O_2 10mM. Como as análises de teores de clorofilas são realizados com plântulas jovens, é possível que as alterações nas concentrações destes pigmentos não puderam ser detectadas, ou que o estresse térmico a 30°C não compromete a produção de clorofilas nas folhas de alfaca.

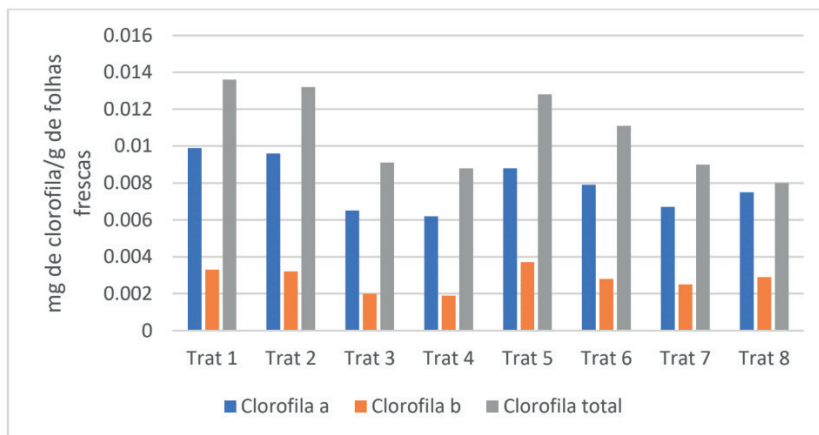


Figura 2. Teores de clorofilas de folhas de alface no sétimo dia de cultivo. As médias não foram diferentes quando submetidas ao teste de Tukey a 5%. Tratamentos cultivados a 25°C: 1- alface convencional sem peróxido, 2- alface convencional com peróxido, 3 – alface orgânica sem peróxido, 4- alface orgânica com peróxido. Tratamentos cultivados a 30°C: 5- alface convencional sem peróxido, 6- alface convencional com peróxido, 7 – alface orgânica sem peróxido, 8- alface orgânica com peróxido.

A tabela 02 apresenta os resultados estudados quanto a germinação do tomate, para esta hortaliça o pré-tratamento com o peróxido de hidrogênio aumentou a velocidade de germinação das sementes convencionais em temperatura de 25°C e não afetou a velocidade de germinação das sementes orgânicas. As sementes cultivadas a temperatura de 30°C mostraram redução significativa no índice de velocidade de germinação e na porcentagem de germinação. É possível observar que as maiores reduções ocorreram nas sementes de origem orgânica.

TRATAMENTO	IVG	% GERMINAÇÃO
CONVENCIONAL SEM PERÓXIDO 25°C	4,53 ^a	94,7 ^{a,b}
CONVENCIONAL COM PERÓXIDO 25°C	5,09 ^b	98,7 ^a
ORGÂNICA SEM PERÓXIDO 25°C	4,00 ^c	90,5 ^b
ORGÂNICA COM PERÓXIDO 25°C	3,80 ^c	90,2 ^b
CONVENCIONAL SEM PERÓXIDO 30°C	2,96 ^d	60,0 ^c
CONVENCIONAL COM PERÓXIDO 30°C	2,50 ^e	46,7 ^d
ORGÂNICA SEM PERÓXIDO 30°C	1,20 ^f	26,3 ^e
ORGÂNICA COM PERÓXIDO 30°C	1,18 ^f	21,8 ^e

Tabela 01. Índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (% Germinação) de sementes de tomate de origem convencional e orgânicas submetidas as pré-tratamento com peróxido de hidrogênio e estresse térmico. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey p<0,05.

Como foi discutido para as sementes de alface, para as sementes de tomate também é preciso considerar que após a germinação das plantas ocorre o crescimento inicial da raiz, este processo de protrusão e crescimento é fundamental para que a planta obtenha a água e recursos minerais necessários para o seu crescimento. Os resultados de Lima, et al., 2021 estudando sementes de jacarandá (*Dalbergia spruceana*) mostraram que existe diferenças nas temperaturas ótimas para a germinação e crescimento inicial das plântulas, o que pode ocorrer com as hortaliças estudadas neste trabalho.

É possível que a temperatura afete de maneira diferente as enzimas envolvidas no metabolismo de germinação e crescimento inicial das plantas. Quanto ao crescimento das raízes de tomate observa-se redução neste parâmetro no tratamento a 30°C e aumento no comprimento das radículas oriundas de plântulas convencionais tratadas com H₂O₂ na temperatura de 25°C.

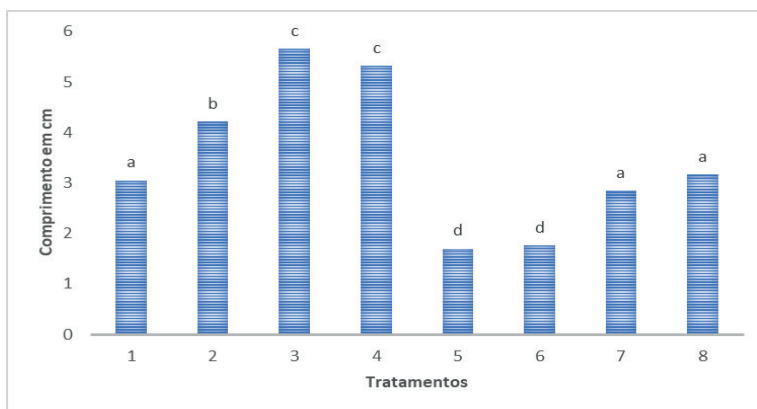


Figura 3: Comprimento de radículas de tomate oriundas de sementes convencionais e orgânicas submetidas ao pré-tratamento com peróxido de hidrogênio e estresse térmico. Os tratamentos de 1 a 4 se referem ao cultivo a 25°C nas seguintes condições: 1- Convencionais sem peróxido de hidrogênio. 2- Convencionais com peróxido de hidrogênio. 3- Orgânicas sem peróxido de hidrogênio. 4- Orgânicas com peróxido de hidrogênio. Os tratamentos de 5 a 8 se referem ao cultivo a 30°C nas seguintes condições: 5- Convencionais sem peróxido de hidrogênio. 6- Convencionais com peróxido de hidrogênio. 7- Orgânicas sem peróxido de hidrogênio. 8- Orgânicas com peróxido de hidrogênio. Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey $p < 0,05$.

A figura 04 apresenta os resultados das análises dos teores de clorofilas em tomate, nesta hortaliça foi possível observar que não houve diferenças nos teores de clorofila a entre os tratamentos. Nas folhas das plântulas convencionais submetidas ao estresse térmico houve aumento nos teores de clorofila total, este resultado pode indicar uma resposta adaptativa ao estresse para estas plantas. Scafaro et al. (2012), ao estudar arroz tolerante ao calor *Oryza meridionalis* verificou que esta espécie apresentou incremento da atividade fotossintética quando exposta a temperatura elevada, sendo que essa atividade estava associada à termotolerância. Quanto as folhas das plantas oriundas de

sementes orgânicas submetidas ao estresse térmico houve redução nos níveis de clorofila *b*. Variedades ou cultivares de plantas podem apresentar respostas diferentes a tolerância ao estresse, em um estudo conduzido por Moura (2017) duas variedades de arroz, (Nagina 22 e BRS Querência) apresentaram teores de clorofilas diferentes, enquanto Nagina 22 apresentou aumento nos teores de clorofilas BRS Querência apresentou redução.

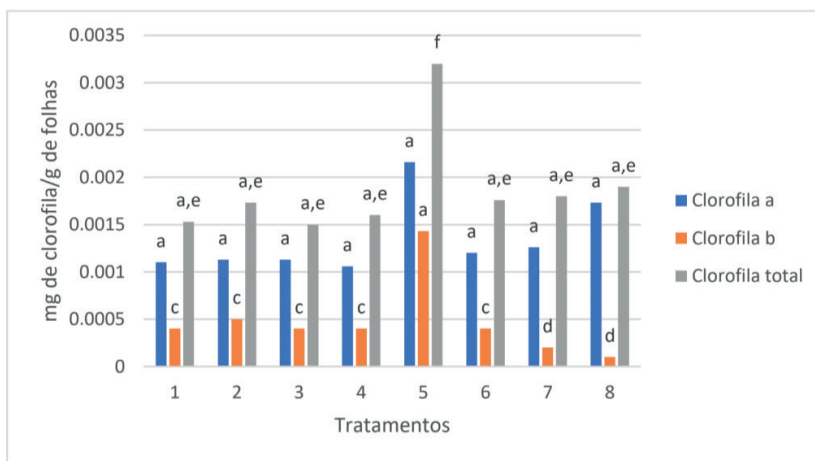


Figura 4. Teores de clorofilas de folhas de tomate no sétimo dia de cultivo. As médias não foram diferentes quando submetidas ao teste de Tukey a 5%. Tratamentos cultivados a 25°C: 1- tomate convencional sem peróxido, 2- tomate convencional com peróxido, 3 – tomate orgânica sem peróxido, 4- tomate orgânica com peróxido. Tratamentos cultivados a 30°C: 5-tomate convencional sem peróxido, 6- tomate convencional com peróxido, 7 – tomate orgânica sem peróxido, 8- tomate orgânica com peróxido.

Trabalhos que tragam informações sobre os efeitos do estresse térmico em plantas cultivadas, principalmente em hortaliças são escassos, sobretudo estudos que identifiquem os teores de clorofilas de hortaliças submetidas ao estresse térmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de alface de origem orgânica sofreram maiores reduções na velocidade de germinação e na porcentagem de germinação quando submetidas ao estresse térmico. As raízes das plantas orgânicas e convencionais sofreram redução em seus comprimentos na condição de estresse. Não foi encontrado diferenças significativas nos teores de clorofilas.

O peróxido de hidrogênio não contribuiu para melhorar as respostas ao estresse em alface nas condições experimentais utilizadas neste estudo.

A germinação das sementes de tomate foi comprometida na condição de estresse térmico. As plântulas sofreram redução do comprimento das raízes em resposta ao

estresse. O tratamento com peróxido de hidrogênio não promoveu aumento na germinação das sementes e no crescimento das raízes.

As plântulas de origem convencional sem o pré-tratamento com peróxido de hidrogênio em temperatura de 25°C apresentaram os maiores valores no comprimento das raízes e no teor de clorofilas totais. O que pode indicar características ótimas para o desenvolvimento desta espécie.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rita de Cássia. **Ácido ascórbico como regulador da resposta antioxidante em tomateiro sob estresse salino. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.** Jaboticabal, 2019.

ARCANJO, Waleska et al. Atividade alelopática de caju-de-árvore-do-cerrado sobre a germinação e crescimento de alface e rabanete. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e29010110441-e29010110441, 2021.

BROETTO, Fernando et al. O estresse das plantas: teoria e prática. **Cultura Acadêmica**, São Paulo, 2017.

CABRERA, Efrén. Venâncio et al., Efecto del ácido salicílico en el control de la septoriosis y su efecto de rendimiento en dos cultivares de trigo. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 12, n. 1, 2021.

CARLETT, André Rodrigo et al. Não Conformidades Aplicadas a Produtores Orgânicos Certificados pelo TECPAR no Oeste e Sudoeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

CARVALHO, Fabrício E.L. et al. 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.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim Hortigranjeiro, Brasília, DF, v. 7, n. 2, fev. 2021.

DA ROSA FERREIRA, Maria Paula.; DE GREGORI, Isabel. Christine Silva. Propriedade monopolista de sementes: do bem comum à mercadoria. **Revista Direitos Fundamentais e Alteridade**, v. 4, n. 2, p. 32-47, 2021.

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. **Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA**, v. 10, n. 2, p. 257-267, 2012.

ENGEL, Vera. Lex.; POGGIANI, FÁBIO. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FERREIRA, Alfredo.Gui.; ÁQUILA, Maria Estefânia Alves. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p. 175-204. Edição especial 2000.

FORMIGHEIRI, Felix B. et al. Alelopatia de *Ambrosia artemisiifolia* na germinação e no crescimento de plântulas de milho e soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 729-739, 2018.

KACHROO, Aardra; KACHROO, Pradeep. Mobile signals in systemic acquired resistance. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 58, p. 41-47, 2020.

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.

LOPES, Érica Camelo Viana et al. Análise da expressão dos genes ThHsp70a, ThHsp70b e ThHsp70c de *Trichoderma harzianum* durante o micoparasitismo e estresse térmico. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde (PPG-CAPS) - Câmpus Central - Sede - Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. 2018.

LUCCHESI, Júlio Rieger et al. Estresse salino e hídrico na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 141-149, 2018.

MOURA, Diogo da Silva. Aspectos fisiológicos e morfométricos de genótipos de arroz em resposta ao estresse térmico. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

RITTER, Meridiana Canabarro et al. Efeito de extrato aquoso e metanólico de nim (*Azadiracta indica*) sobre a germinação de alface. **Multitemas**, Campo Grande, v.1, n.46, p.09, 2014.

RIBEIRO, Juliana Martins et al. Atividade alelopática do extrato aquoso das folhas de *Pseudobrickellia brasiliensis* sobre a germinação e crescimento inicial de alface e tomate. **Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas, Minas Gerais**, v. 5, n. 9, p. 1-11, 2016.

ROCHA, A. B. da. Hipersensibilidade e resistência sistêmica adquirida em feijoeiro moruna NC, induzidas pelo vírus do mosaico do feijoeiro do sul dos EUA. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2000.

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

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.

TAIZ, Lincoln.; ZEIGER, Eduardo. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre: Artemed, 2013.