

# Estresse salino e tratamento com ácido salicílico em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) de origem orgânica e convencional

## Luiz Gustavo de Jesus Soares

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR  
Contato: luizgustavodejesussoares@gmail.com

## Bianca Bueno de Almeida

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR  
Contato: biancabuenodealmeida@gmail.com

## Luíza Helora Pelegrino Barbosa

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR  
Contato: luiza.helora8@gmail.com

## Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR  
Contato: franciele.bohm@unespar.edu.br

**Resumo:** O estresse salino em plantas é provocado pelo excesso de sais minerais no solo e compromete a absorção de água. Atividades antrópicas, como o uso indiscriminado de fertilizantes químicos, podem salinizar o solo. As culturas de hortaliças podem ser sensíveis à salinização o que pode gerar prejuízos econômicos. Compostos naturais como o ácido salicílico (AS) podem promover respostas de defesa ao estresse. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do estresse salino e do pré-tratamento de sementes com AS em alface de origem orgânica e convencional. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados organizados em três blocos para cada tratamento e quatro repetições em que sementes de alface foram expostas a 6h de pré-tratamento com AS e germinadas na presença de soluções de cloreto de sódio (NaCl) com potenciais hídricos de -0,3 e -0,6 MPa, em estufa do tipo BOD com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12h de claro. Os parâmetros avaliados foram: germinação total, índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula e teores de clorofilas e carotenoides. O tratamento de -0,3 MPa não comprometeu a germinação e crescimento inicial de alface. O tratamento de -0,6 reduziu a germinação e comprometeu o comprimento das radículas. O pré-tratamento com AS melhorou a germinação e crescimento inicial das plantas de alface. Os teores de clorofilas das plântulas de origem orgânica aumentaram no tratamento -0,3 com AS e foram reduzidos para as plantas de origem convencional no tratamento -0,6 sem AS. Os teores de carotenos não foram afetados pelos tratamentos.

**Palavras-chave:** Estresse abiótico; Salinização; Pré-tratamento.

## Salt stress and salicylic acid treatment in lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) of organic and conventional origin

**Abstract:** Saline stress in plants is caused by excess mineral salts in the soil and compromises water absorption. Anthropogenic activities, such as the indiscriminate use of chemical fertilizers, can salinize the soil. Vegetable crops can be sensitive to salinization, which can cause economic losses. Natural compounds such as salicylic acid (SA) can promote defense responses to stress. The objective of this work was to analyze the effects of saline stress and pre-treatment of seeds with AS on lettuce of organic and conventional origin. The experimental design was completely randomized, organized into three blocks for each treatment and

four replications in which lettuce seeds were exposed to 6 hours of pre-treatment with SA and germinated in the presence of sodium chloride (NaCl) solutions with water potentials of -0.3 and -0.6 MPa, in a BOD type greenhouse with controlled temperature 25 °C and photoperiod of 12h. The parameters evaluated were total germination, germination speed index, radicle length and chlorophyll and carotenoid contents. The -0.3 MPa treatment did not compromise the germination and initial growth of lettuce. The -0.6 treatment reduced germination and compromised root length. Pre-treatment with SA improved the germination and initial growth of lettuce plants. The chlorophyll contents of seedlings of organic origin increased in the -0.3 treatment with SA and were reduced for plants of conventional origin in the -0.6 treatment without SA. Carotene levels were not affected by treatments.

**Keywords:** Abiotic stress; Salinization; Pre-treatment.

### Como citar este artigo:

SOARES, L.G.J.; ALMEIDA, B.B.; BARBOSA, L.H.P.; BOHM, F.M.L.Z. Estresse salino e tratamento com ácido salicílico em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) de origem orgânica e convencional. **Luminária**, União da Vitória, v.26, n.01, p. 12 – 21, 2024.

## INTRODUÇÃO

Os estresses ambientais, bióticos e os abióticos podem ter efeitos adversos nas plantas, como alterações no crescimento, sobrevivência e reprodução. E isso faz com que elas possam não superar a competição com outras plantas ou até mesmo morrer (URRY et al., 2022).

Dentre os fatores abióticos causadores de estresse, a salinização ocorre quando há excesso de sais no solo, como por exemplo, o cloreto de sódio (NaCl), faz com que o solo tenha o potencial osmótico ( $\Psi_s$ ) mais negativo que a planta, o que gera um déficit hídrico, com baixa absorção de água pela planta (REECE et al., 2015).

A preocupação com a salinização vai além daquela que ocorre em regiões litorâneas, pois as atividades antrópicas, principalmente relacionadas com o uso excessivo de fertilizantes químicos, causam a chamada salinização secundária ou antrópica (SILVA, 2020).

O excesso de sais minerais no corpo do vegetal provoca citotoxicidade causada pelo acúmulo de altas quantidades de sódio (Na<sup>+</sup>) nas partes aéreas, principalmente nas folhas, o que leva à inibição da fotossíntese e outros processos metabólicos (JESUS; BORGES, 2020). Além disso, salinidade acentuada no solo afeta as atividades agrícolas, sendo estimado que 20% das áreas em irrigação sejam afetadas pelo estresse salino (CERQUEIRA et al., 2021).

Dentre os produtos mais importantes

provenientes da horticultura, está a alface (*Lactuca sativa* L.). Esta é a hortaliça folhosa mais consumida e cultivada no mundo, principalmente no Brasil. Ela pertence à família Asteraceae é originária do continente europeu e asiático (LANA et al., 2010). Junto do tomate, a alface é a favorita para o consumo em saladas, por ser agradável ao paladar e ter um fácil preparo. Fatores como: ciclo curto, alta produtividade, fácil acesso a sementes e ótimo retorno financeiro são pontos cruciais para sua escolha (KAWAMOTO et al., 2019).

A alface, assim como outras plantas, teve que se adaptar para favorecer a flexibilidade em seu desenvolvimento, como, por exemplo, através da produção de metabólitos secundários (ISAH, 2019). O metabolismo secundário é responsável pela síntese de moléculas que atuam em respostas adaptativas.

O ácido salicílico (AS) é um composto fenólico sintetizado a partir da via metabólica do isocorismato (IC) ou L-fenilalanina (PAL), que tem a função de atuar no sistema de defesa das plantas, contra patógenos ou estresses ambientais (BORGES; AMORIM, 2020). Ademais, também atua como um agente na Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) que confere proteção contra patógenos e infecções, que pode ser por uma resposta local com acúmulo de AS ou a longa distância nos tecidos por salicilato de metila (DIAZ-PUENTES, 2012). AS pode ser adquirido comercialmente e tem baixo custo para o produtor.

O uso de compostos naturais como tecnologia para melhorar a resistência das sementes nos sistemas de cultivo, pode ser uma alternativa sustentável. A partir do pilar social, ambiental e econômico, objetivam que as pessoas possam ter acesso as mesmas oportunidades, tratar com cautela a preservação ambiental e suprir as necessidades econômicas de forma eficiente (SILVA, 2012, apud, BARBIERI; CAJAZEIRA, 2009). Neste aspecto, a utilização de sementes orgânicas pode ser viável, pois estas sementes não contam com tratamentos químicos convencionais para resistir ao ataque de pragas. De acordo com 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).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a germinação e crescimento inicial de plântulas de alface oriundas de sementes de origem orgânica e convencional sob estresse salino e avaliar se o pré-tratamento químico de sementes com AS pode acionar as respostas de defesa das plantas para reduzir danos provocados pelo estresse.

## METODOLOGIA

A pesquisa exploratória foi conduzida no laboratório de pesquisa e análise da UNESPAR - *Campus* de Paranavaí. Sementes de origem orgânica e convencional, foram obtidas comercialmente, as sementes orgânicas foram obtidas de empresas com certificação.

As sementes de origem orgânica e convencionais foram submetidas ao pré-tratamento em solução de AS 0,1mM durante seis horas. Após este período, grupos de dez sementes, separadas conforme a origem, foram acondicionados em placas de Petri cobertas com duas folhas de papel de germinação. O mesmo protocolo experimental foi aplicado para sementes que não foram expostas ao pré-tratamento com AS.

O delineamento experimental consistiu em três placas de Petri para cada tratamento: controle, NaCl -0,3 MPa, NaCl -0,6 MPa com

sementes submetidas ao pré-tratamento com AS e três placas de Petri para cada tratamento sem o pré-tratamento com AS. As placas de Petri foram acondicionadas em câmara do tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 25°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. A protrusão da radícula foi o critério para aceitar a germinação (FERREIRA; AQUILA, 2000). 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.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido considerando:

$$(IVG = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn). (IVG = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn). (MAGUIRE, 1962).$$

em que: N, número de plântulas verificadas no dia da contagem; D, números de dias após a semeadura, sendo realizado a contagem em números de dias após a semeadura.

Após o período de germinação do experimento, as radículas das plântulas foram medidas com auxílio de uma régua milimetrada e os resultados expressos em centímetros. Para a determinação da absorvância da clorofila e carotenoides, foram pesados 0,500g de folhas frescas de cada tratamento e maceradas com 5ml de acetona 80%. O extrato foi filtrado e a leitura da absorvância dos pigmentos foi feita em espectrofotômetro (Thermo Scientific Genesys 10S UV/VIS) em 663nm, 645nm e 652nm para as clorofilas a, b e totais respectivamente e a 470nm para os carotenoides.

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 a equação proposta por Whitham et al. (1971). E para a determinação de carotenos, a equação proposta por Arnon (1949).

- (1) *Clorofila a* =  
 $(12,7 \times A663 - 2,69 \times A645) V / 1000w$
- (2) *Clorofila b* =  
 $(22,9 \times A645 - 4,68 \times A663) V / 1000w$
- (3) *Clorofila total* =  $A652 \times 1000 \times V / 1000w / 34,5$
- (4) *Carotenoides (Car)* =  $(1000 \times ABS470) - (1,82 \times Cl a) - (85,02 \times Cl b) / 198$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados de porcentagem de germinação e IVG de plântulas provenientes de sementes orgânicas. Pode ser observado que o pré-tratamento com AS não afetou a germinação das sementes de alface orgânica em -0,3 MPa. No tratamento de -0,6 MPa o IVG foi reduzido em 55,3% e o pré-tratamento com AS foi capaz de aumentar a velocidade de germinação em 59,33%. A redução observada na porcentagem de germinação foi de 40% e a melhora com o pré-tratamento foi de 34,9% em relação às sementes estressadas e sem o pré-tratamento.

**Tabela 1.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de germinação e crescimento de radículas de alface de origem orgânica submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com ácido salicílico, em potencial hídrico de -0,3 MPa e -0,6 MPa de NaCl, e controle com água destilada.

| Tratamento       | IVG               | % de germinação    | Comp. da radícula   |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Controle sem AS  | 4,05 <sup>b</sup> | 100% <sup>a</sup>  | 2,23 <sup>a</sup>   |
| Controle com AS  | 4,65 <sup>b</sup> | 98,8% <sup>a</sup> | 2,06 <sup>ab</sup>  |
| NaCl -0,3        | 4,70 <sup>b</sup> | 100% <sup>a</sup>  | 1,75 <sup>abc</sup> |
| NaCl -0,3 com AS | 4,73 <sup>b</sup> | 97,7% <sup>a</sup> | 1,67 <sup>abc</sup> |
| NaCl -0,6        | 1,81 <sup>a</sup> | 60% <sup>b</sup>   | 1,38 <sup>c</sup>   |
| NaCl -0,6 com AS | 4,45 <sup>b</sup> | 92,2% <sup>a</sup> | 1,49 <sup>bc</sup>  |

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

O efeito positivo provocado por AS pode estar relacionado com sua ação antioxidante durante o processo de germinação (SILVA, 2021), pois o estresse provocado pela salinização libera radicais livres que podem comprometer a integridade das membranas. Os radicais livres podem reagir com ácidos graxos de fosfolípidios desestabilizando as membranas celulares e comprometendo outras funções fisiológicas (KRZYZANOWSKI, 2022).

Quanto ao comprimento das radículas de alface de origem orgânica, não foi observada diferença significativa no tratamento NaCl -0,3 MPa com ou sem o pré-tratamento com AS. As reduções nos comprimentos das radículas foram observadas apenas no tratamento -0,6 MPa, que sem o pré-tratamento com AS foi de 38,2% e com o pré-tratamento foi de 34%, quando comparadas às plantas controle sem AS.

Estes resultados indicam que o AS não promoveu aumento no comprimento das radículas, mas é preciso considerar que em condições de estresse mais acentuado AS estimula a síntese de proteínas de defesa, de compostos oriundos do metabolismo secundário para combater possíveis infecções e a ativação de enzimas antioxidantes (CABRERA et al., 2021). Desta forma o suprimento energético da plântula, que em fase de desenvolvimento inicial é utilizado para a promoção do crescimento primário da planta pode estar desviado para responder ao estresse através da ativação do metabolismo secundário, comprometendo o crescimento da plântula.

A tabela 02 apresenta os resultados de germinação de sementes de origem convencional, os resultados obtidos mostram que estas sementes foram mais sensíveis ao estresse salino do que as sementes de origem orgânica.

A redução no IVG para o tratamento -0,6 NaCl sem AS foi de 82,6%, quando comparado ao tratamento controle sem AS e quando comparado ao tratamento -0,6 NaCl com AS, apresentou redução de 57,8% no IVG. Se a comparação for entre os tratamentos -0,6 NaCl sem o pré-tratamento e com o pré-tratamento com AS a recuperação foi de 58,8%.

Estes resultados indicam que AS estimulou respostas de aclimação ao estresse salino. AS estimula a produção de peróxido de

hidrogênio, que induz a ação do sistema de defesa antioxidante da planta, incluindo enzimas (superóxido dismutase, catalase, ascorbato peroxidase e glutathione peroxidase) (JAYAKANNAN et al., 2015).

**Tabela 2.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de germinação e comprimento de radículas de alface de origem convencional submetidas ao pré-tratamento químico ou não, com ácido salicílico, em potencial hídrico de -0,3 MPa e -0,6 MPa de NaCl, e controle com água destilada.

| Tratamento       | IVG               | % de germinação    | Comp. da radícula  |
|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Controle sem AS  | 3,91 <sup>a</sup> | 99,2% <sup>a</sup> | 3,59 <sup>a</sup>  |
| Controle AS      | 3,90 <sup>a</sup> | 98,3% <sup>a</sup> | 3,54 <sup>a</sup>  |
| NaCl -0,3        | 3,81 <sup>a</sup> | 96,6% <sup>a</sup> | 3,21 <sup>a</sup>  |
| NaCl -0,3 com AS | 3,68 <sup>a</sup> | 94,8% <sup>a</sup> | 2,38 <sup>ab</sup> |
| NaCl -0,6        | 0,68 <sup>c</sup> | 20,8% <sup>c</sup> | 1,01 <sup>b</sup>  |
| NaCl -0,6 com AS | 1,65 <sup>b</sup> | 42,8% <sup>b</sup> | 1,42 <sup>b</sup>  |

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

Segundo Carvalho e Kazama (2011) o aumento da concentração de sais em plântulas de pepino, reduziu drasticamente o IVG a partir dos potenciais osmóticos de -0,4; -0,6 e -0,8 MPa de cloreto de cálcio (KCl), o que indica uma sensibilidade maior nesses potenciais hídricos, isso ocorre devido a redução da disponibilidade de água para a planta. Os íons salinos interferem no potencial hídrico dos solos, suscitando na redução do gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, restringindo a absorção de água e, conseqüentemente, limitando o desenvolvimento vegetal (CERQUEIRA et al., 2021).

É importante observar que a porcentagem de germinação traz os resultados do número de sementes germinadas no último dia de contagem, mas o IVG avalia a velocidade na qual as sementes germinam, característica que em ambientes naturais é de suma importância, pois a maior velocidade de germinação determina a maior captação de água e nutrientes minerais, o que por sua vez, irá proporcionar maior velocidade de crescimento da parte aérea. O crescimento da

parte aérea implica na formação das folhas e captação de energia luminosa para a realização da fotossíntese (LESSA et al., 2021).

Quanto à análise dos resultados dos comprimentos das radículas em plântulas de alface de origem convencional, as reduções nos comprimentos das radículas foram expressivas no tratamento com NaCl -0,6 MPa. Quando comparados ao controle sem AS a redução foi de 72% sem o pré-tratamento com AS e 60,2% com o pré-tratamento com AS.

Diante destes resultados, é possível que o dano provocado pelo estresse no tratamento -0,6 NaCl MPa tenha comprometido o balanço osmótico nas raízes, o que pode ter provocado alteração na permeabilidade das membranas e na estabilidade celular, causando redução no crescimento das raízes.

A absorção de Na<sup>+</sup> e de Cl<sup>-</sup> em grandes quantidades pode gerar acúmulo destes íons nos tecidos e comprometer a absorção de outros sais minerais com funções fisiológicas importantes como o cálcio e o potássio. A redução de cálcio e potássio promove acúmulo de putrescina, uma diamina que é naturalmente transformada na poliamina espermidina. A relação putrescina/espermidina controla o alongamento e divisão celular (LIMA et al., 1999). O estresse salino provoca desbalanço na produção de espermidina, provocando redução no comprimento das raízes.

A redução no crescimento de raízes também pode ser atribuída à síntese de lignina, em situações de estresse as plantas podem aumentar a síntese de precursores de lignina através da via do ácido chiquímico (BEZERRA et al., 2020); a lignina impermeabiliza a raiz para evitar a entrada de possíveis agentes causadores de estresse, mas, por outro lado, esta impermeabilização interrompe o crescimento da raiz (VALLE et al., 2018; BEZERRA et al., 2020).

A figura 1 apresenta os resultados dos teores de clorofila e carotenoides obtidos das folhas de alface aos sete dias de cultivo. Observa-se um aumento dos teores de clorofila a e clorofila total no tratamento -0,3 MPa com AS.

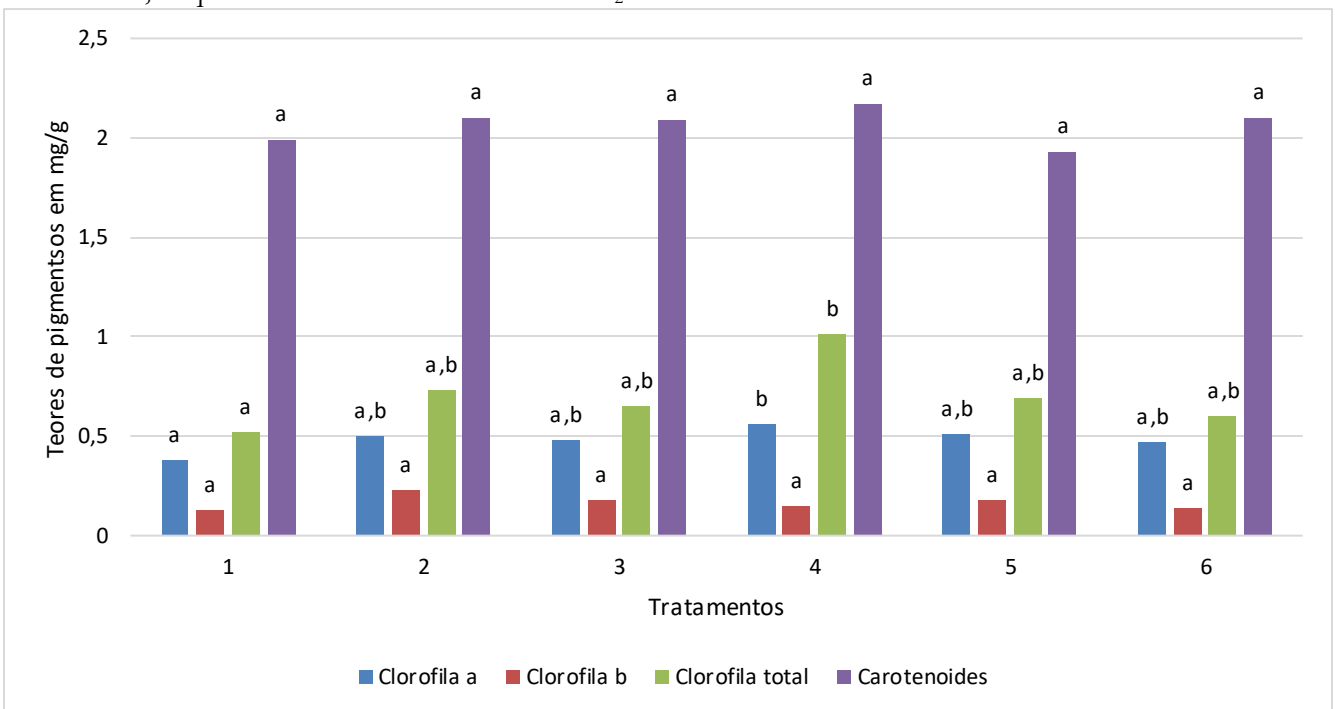
Outros trabalhos, como conduzidos em amora-preta (*Rubus spp.*), acerola (*Malpighia emarginata*), couve manteiga (*Brassica oleracea*), espinafre (*Spinacia oleracea*) e rosas (*Rosa grandiflora*),

a aplicação de AS não afetou a biomassa das plantas e não houve alterações nos teores de clorofila (BORSATTI, 2014). Em melão gaúcho, o estresse salino comprometeu o crescimento das raízes, pois além dos efeitos deletérios causados nas membranas foi observada redução na condutância estomática, o que promove diminuição na entrada de CO<sub>2</sub> para a produção de biomassa vegetal (FÁTIMA et al., 2023).

A aplicação de AS nestes melões, promoveu o crescimento das raízes das plantas. AS promoveu aumento na condutância estomática, o que resultou em aumento de CO<sub>2</sub>

intracelular disponível para a fotossíntese. Estes resultados confirmam a atividade antioxidante de AS, sugerem efeito hormonal na promoção do crescimento das plantas (FÁTIMA et al., 2023).

Em alface AS pode estar regulando a condutância estomática para favorecer a fotossíntese e a planta pode em condições de estresse moderado, como encontrado no tratamento de -0,3MPa, para tentar compensar a redução de CO<sub>2</sub>, aumentando a produção de clorofilas.



**Figura 1.** Teores de clorofilas e carotenoides de folhas de alface de origem orgânica no sétimo dia de cultivo. As letras sobre as barras indicam diferença quando submetidas ao teste de Tukey a 5%. Tratamentos 1: Controle sem pré-tratamento de AS; Tratamento 2: Controle com pré-tratamento de AS; Tratamento 3: -0,3 MPa de solução de NaCl sem pré-tratamento de AS; Tratamento 4: -0,3 MPa de solução de NaCl com pré-tratamento de AS; Tratamento 5: -0,6 MPa de solução de NaCl sem pré-tratamento de AS; Tratamento 6: -0,6 MPa de solução de NaCl com pré-tratamento de AS.

Os resultados da análise dos pigmentos entre as plântulas de origem orgânica e convencional, possibilita observar que nas plântulas de origem orgânica tratadas com NaCl -0,3 e expostas ao pré-tratamento com AS foram encontrados os maiores teores de pigmentos. Quanto às plântulas de origem convencional, mostradas na figura 2, foi observada redução nos

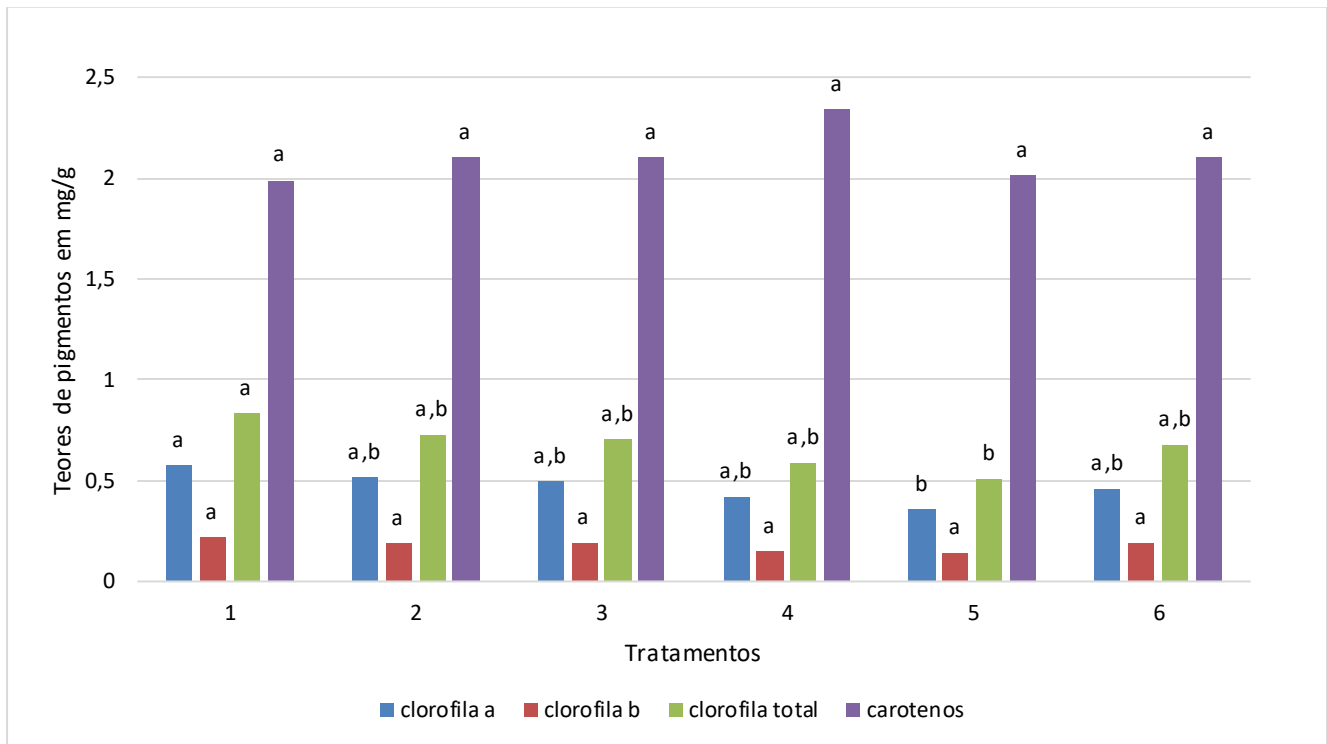
pigmentos estudados no tratamento -0,6 NaCl sem AS.

Os danos celulares provocados pelo excesso de sais, analisados neste tratamento podem ter comprometido a síntese destes pigmentos, pois possivelmente o metabolismo celular da planta foi alterado pelo desbalanço dos íons sódio e potássio. O excesso dos íons sódio e

potássio pode comprometer o fluxo iônico e reduzir os teores de clorofila em tomateiro após quinze dias de cultivo (SILVA, 2021).

Em contrapartida, em amendoim, Lessa (2021) identificou aumento na produção de fotossíntatos, o que pode indicar uma resposta adaptativa ao estresse. As respostas ao estresse

salino dependem da espécie estudada e dos potenciais osmóticos utilizados nos estudos. O desbalanço iônico pode comprometer a atividade de muitas enzimas envolvidas no crescimento vegetal, seja para promover o crescimento das radículas, mobilização de reservas para a germinação e aumento de fitomassa.



**Figura 2.** Teores de clorofilas e carotenoides de folhas de alface de origem convencional no sétimo dia de cultivo. As letras sobre as barras indicam diferença quando submetidas ao teste de Tukey a 5%. Tratamentos 1: Controle sem pré-tratamento de AS; Tratamento 2: Controle com pré-tratamento de AS; Tratamento 3: -0,3 MPa de solução de NaCl sem pré-tratamento de AS; Tratamento 4: -0,3 MPa de solução de NaCl com pré-tratamento de AS; Tratamento 5: -0,6 MPa de solução de NaCl sem pré-tratamento de AS; Tratamento 6: -0,6 MPa de solução de NaCl com pré-tratamento de AS.

Os resultados deste estudo mostram que a salinidade reduziu os teores de pigmentos apenas no tratamento -0,6 NaCl sem o pré-tratamento de sementes com AS, sugerindo que este potencial hídrico comprometeu a produção de pigmentos nas folhas e o pré-tratamento com AS foi capaz de impedir o dano causado pelo sal, provavelmente acionando o aparato de enzimas antioxidantes (JAYAKANNAN et al., 2015; BEZERRA et al., 2020). De acordo com Lotfi et al. (2020), AS é um fitohormônio que ativa o sistema defensivo das plantas através da

produção de enzimas antioxidantes, com função reguladora dos processos fisiológicos e restauração de potencial de membranas.

Espécies ou variedades de vegetais podem responder de maneira diferente ao tratamento com AS, isso se deve a concentração que promove respostas fisiológicas variar entre as espécies, ou a espessura do tegumento da semente, que também pode influenciar o tempo necessário para embebição. A interação com outros fitohormônios e o tempo de exposição com estes reguladores podem promover respostas distintas (ROCHA et

al., 2021).

Este estudo é pioneiro na análise do crescimento de plântulas de origem orgânica e convencional, durante o período de cultivo em resposta ao estresse salino, as plântulas de origem orgânica apresentaram uma melhor resposta aos tratamentos, o que pode indicar em alface o acionamento rápido de resposta de defesa, principalmente induzidas pelas espécies reativas de oxigênio para proteger a planta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo mostram que o estresse salino compromete a germinação das sementes de alface orgânicas e convencionais no potencial hídrico de -0,6 MPa. Neste potencial hídrico, o tratamento com AS estimulou a germinação.

O tratamento de -0,6 NaCl reduziu o comprimento das radículas de alface. O pré-tratamento com AS aumentou o comprimento das raízes de origem orgânica, mas para as plântulas de origem convencional este aumento não foi observado.

Os teores de clorofilas foram aumentados nas plântulas de origem orgânica no tratamento de -0,3 NaCl com AS. As plântulas de origem convencional, apresentaram reduções nos teores de clorofila no tratamento de -0,6 NaCl sem AS.

A presença de AS como agente de pré-tratamento foi mais eficiente para as sementes de origem orgânica, o que demonstra que em alface, estas sementes podem ser utilizadas para o plantio e respondem positivamente ao uso de compostos naturais como moléculas promotoras de acionar as respostas de defesa.

É preciso maior atenção no que se refere à salinização dos solos brasileiros e mais estudos sobre as concentrações de AS ou outros indutores de respostas de defesa naturais para as plantas afim de contribuir com práticas de horticultura e agricultura mais sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated

chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

BEZERRA, J.D.C., FRANÇA, S.A., DO NASCIMENTO JÚNIOR, J.R.S., DE CASTRO, F.M., DA SILVA, N.V., & BARBOSA, S.N. Biossíntese de lignina em plantas submetidas ao déficit hídrico. **Pubvet**, v. 14, p. 132, 2020.

BORGES, L.P.; AMORIM, V.A. Metabólicos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.

BORSATTI, F.C. **Ácido salicílico na qualidade pós-colheita de frutos, hortaliças folhosas e flores**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

CABRERA, E.V.R.; ESPINOSA, Z.Y.D.; JIMENEZ, O.D. 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, A.R. GARCIA, R.C., KOEFENDER, E., CERNY, B.L.M., & NOVACK, T.R. Não Conformidades Aplicadas a Produtores Orgânicos Certificados pelo TECPAR no Oeste e Sudoeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

CARVALHO, L.C.; KAZAMA, E.H. Efeito da salinidade de cloreto de potássio (KCl) na germinação de sementes e crescimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 429-435, 2011.

CERQUEIRA, P., de LACERDA, C. F., de ARAUJO, G. G. L., GHEYI, H., & SIMOES, W. Agricultura irrigada em ambientes salinos. Agricultura irrigada em ambientes salinos. Brasília: Codevasf, 2021.

DIAZ-PUENTES, L.N. Resistencia Sistémica Adquirida mediada por el ácido salicílico. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria**. v. 10, n. 2, p. 257-267, 2012.



FÁTIMA, R.T. et al. Salicylic acid does not relieve salt stress on gas exchange, chlorophyll fluorescence, and hydroponic melon growth. *Braz J Biol* [Internet]. 2023;83: e274595. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.274595>

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204. Edição especial 2000.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, n. 37, v. 4, p. 529-535, 2019.

ISAH, T. Stress and Defense Responses in Plant Secondary Metabolites Production. **Biological Research**, v. 52, n. 39, p. 52- 39, 2019.

KAWAMOTO, E.K. et al. Associação do Alpha X 35-O® e Biocontrol-O® na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Unimar Ciências**, v. 27, n. 1-2, 2019.

JAYAKANNAN, M.; BOSE, J.; BABOURINA, O.; RENGEL, Z.; SHABALA, S. Salicylic acid in plant salinity stress signalling and tolerance. *Plant Growth Regulation*, Basel, v. 76, n. 1, p. 25-40, 2015.

JESUS, J.; BORGES, M.T. Salinização de solos em Portugal. **Revista de Ciência Elementar**, v. 8, n. 3, 2020.

LANA, M.M. et al. **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. 2 ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 34-35, 2010.

LESSA, C.I.N.; DE SOUSA, G.G.; SOUSA, H.C.; SILVA JÚNIOR, F.B.; SOUSA, J.T.M.; LACERDA, C.F. Influência da cobertura morta vegetal e da salinidade sobre as trocas gasosas de genótipos de amendoim. **Revista brasileira de agricultura irrigada-rbai**, v. 15, p. 88-96, 2021.

LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; & OLIVEIRA, A.M. de. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse

salino. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 21–26, 1999.

LOTFI, R.; GHASSEMI-GOLEZANI, K.; PESSARAKLI, M. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 26, p. 102635, 2020.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

REECE, J. B. **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 857, 2015

ROCHA, M.E.L. et al. Ácido Salicílico na Germinação de Sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 5-esp, p. 709-713, 2021.

SILVA, A.R. **O papel das nanopartículas de silício na mitigação do efeito da salinidade sobre a eletrofisiologia e na atividade fotossintética em plantas glicófitas e não acumuladora de silício**. 2021. 147p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.11.2021.tde-30112021-190722>. Acesso em 07 set 2023.

SILVA, D.B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. **Comunicação & Mercado - Revista Internacional de Ciências Sociais Aplicadas da UNIGRAN**, v. 1, p. 23-34, 2012.

SILVA, E.L. **Processos geoquímicos que controlam a salinização dos reservatórios Carira e Coité, bacia do rio Vaza-Barris, estado de Sergipe**. 2020. 98 f. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, 2020.

URRY, L.A.; CAIN, M.L.; WASSERMAN, S.A. et al. **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre:

Grupo A, p. 862, 2022.

VALLE, R.R.M.; SANTOS, K.C.B.; SILVA, J.V.O. Mecanismos de resistência em plantas contra o ataque de patógenos: indução de resistência. **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus: Editus, p. 85-150, 2018.

WHITHAM, F.; BLAYDES, D.; DEVLIN, R. **Experiments in Plant Physiology**. New York: D. Van Nostrand Company, 1971.

*Recebido em:* 26/02/2024.

*Aceito em:* 09/05/2024.