

Tratamento de sementes de brócolis com ácido salicílico: efeitos na produção de mudas

Broccoli seed treatment with salicylic acid: effects on seedlings production

Emely de Souza Mello | <https://orcid.org/0000-0001-8638-396X>

Karolina Bressan Rheinnheimer | <https://orcid.org/0000-0002-7778-3950>

Felipe Talian Jantsch | <https://orcid.org/0000-0001-9331-8912>

Vanessa Neumann Silva | <https://orcid.org/0000-0002-5046-0545>

RESUMO

O potencial fisiológico de sementes é uma característica importante, que pode influenciar no desempenho de germinação e crescimento de plantas. O tratamento de sementes pode auxiliar a estimular a germinação e emergência de plantas rápida e uniforme, o que pode contribuir para a produção de mudas de hortaliças. O ácido salicílico é um composto que atua nos processos de crescimento e desenvolvimento de plantas. Desta forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes de brócolis Romanesco com diferentes doses de ácido salicílico (AS) na produção de mudas. O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó. Foram utilizadas sementes de brócolis Romanesco, cultivar Otobrinho. As doses de AS utilizadas foram: 0, 2, 4 e 6 mMol/L. As variáveis analisadas foram: emergência de plantas e altura de mudas, número de folhas, comprimento de raízes, e massa seca de raízes e de parte aérea de mudas. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e de regressão ($p < 0,05$). Observou-se efeito das doses de AS apenas na emergência de plantas aos sete DAS, com redução da porcentagem em função do aumento das doses; para as demais variáveis testadas não ocorreram diferenças entre os tratamentos. Nas condições em que foi realizada essa pesquisa pode-se concluir que o tratamento de sementes de Brócolis, CV Romanesco, com as doses testadas não tem influência na qualidade de mudas produzidas em bandejas em um período de 35 dias.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *Italica*; germinação; emergência de plantas.

ABSTRACT

The physiological potential of seeds is an important characteristic that can influence the performance of germination and plant growth. Seed treatment can help stimulate rapid and uniform plant germination and emergence, which can contribute to the production of vegetable seedlings. Salicylic acid is a compound that acts in the growth and development processes of plants. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of treating Romanesco broccoli seeds with different doses of salicylic acid (SA) on seedling production. The experiment was conducted at the Federal University of Fronteira Sul, Chapecó campus. Romanesco broccoli seeds, cultivar Otobrinho, were used. The AS doses used were: 0, 2, 4 and 6 mMol/L. The variables analyzed were: plant emergence and seedling height, number of leaves, root length, and dry mass of roots and shoots of seedlings. The results obtained were submitted to analysis of variance and regression ($p < 0.05$). There was an effect of AS doses only on plant emergence at seven DAS, with a percentage reduction as a result of increasing doses; for the other variables tested, there were no differences between treatments. Under the conditions in which this research was carried out, it can be concluded that the treatment of seeds of Broccoli, CV Romanesco, with the tested doses has no influence on the quality of seedlings produced in trays in a period of 35 days.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *Italica*; germination; seedling emergence.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas de hortaliças é uma etapa técnica importante para o cultivo dessas espécies. O potencial fisiológico das sementes utilizadas é um fator que pode ser determinante para a uniformidade de produção, visto que em condições em que a germinação e emergência de plantas são desuniformes ocorrem atrasos e falhas na produção de mudas, que podem gerar impacto econômico. A germinação eficiente, rápida e uniforme das sementes e o estabelecimento das mudas é o primeiro passo para o sucesso de qualquer cultura na horticultura comercial (Zulfiqar, 2021).

O tratamento de sementes pode ser uma ferramenta interessante para estimular a rápida e uniforme germinação e emergência de plantas. Pesquisas recentes têm indicado essa possibilidade para diversas espécies, como tomate (Supraja; Behera; Balasubramanian, 2020), alface (Park *et al.*, 2022), espinafre (Anjos Neto *et al.*, 2020), pimenta (Tu *et al.*, 2022), entre outras.

O tratamento de sementes de hortaliças pode ser feito com diferentes técnicas, como recobrimento e priming, por exemplo, e com diversos tipos de compostos que estimulam o crescimento, e são conhecidos por bioestimulantes; os efeitos fisiológicos dependem de sua composição, pois contêm vários compostos orgânicos e minerais que as plantas podem usar como metabólitos, reguladores de crescimento e nutrientes (Parađiković *et al.* 2019).

O ácido salicílico é um composto muito conhecido por sua atuação no sistema de defesa da planta contra patógenos, conceito esse já amplamente estudado e divulgado no meio científico, contudo estudos recentes indicam que ele pode regular muitas respostas diferentes, como tolerância aos estresses abióticos, crescimento e desenvolvimento de plantas e microbioma do solo (Keo; Heo; Choi, 2020).

Sendo assim, é possível que o ácido salicílico possa estimular a germinação e crescimento de plantas de forma mais rápida e uniforme. A resposta eficaz da aplicação de ácido salicílico na modulação de características de crescimento e desenvolvimento depende da espécie de planta, dos diferentes estágios de desenvolvimento e da concentração utilizada (ARIF *et al.*, 2020).

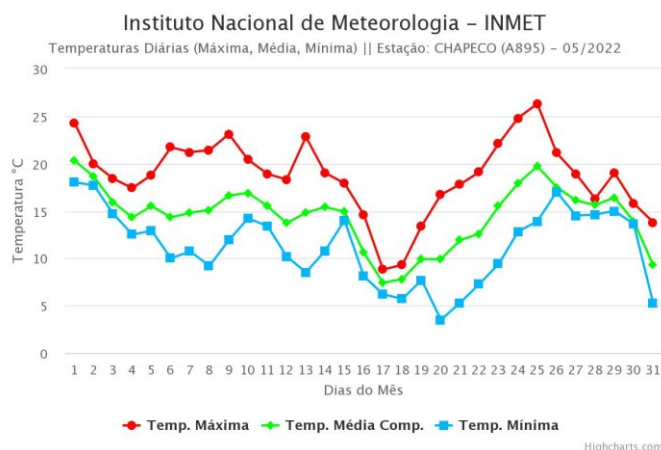
Desta forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes de brócolis Romanesco com diferentes doses de ácido salicílico na produção de mudas.

2 METODOLOGIA

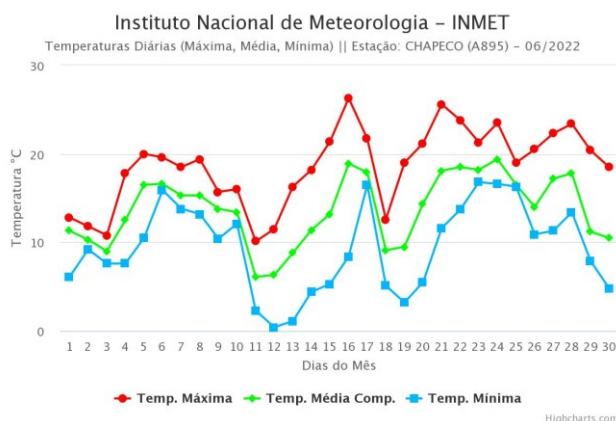
A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, no ano de 2022, nos meses de maio e junho. As condições de temperaturas ocorridas na região na época de realização do experimento podem ser observadas na figura 1.

Figura 1 — Valores médios de temperaturas registradas em Chapecó-SC, na época de realização do experimento, nos meses de maio (A) e junho (B) de 2022.

A



B



Fonte: INMET (2023).

Foram utilizadas sementes de brócolis Romanesco cultivar “Ottobrino”. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento de blocos casualizados (DBC), com 4 tratamentos e 5 repetições; cada repetição foi composta por uma bandeja de plástico rígido com 50 plantas. Os tratamentos realizados foram compostos por diferentes doses de ácido salicílico (AS), sendo: T0 (testemunha, sem aplicação de AS), T2 (2 mM de AS), T4 (4 mM de AS) e T6 (6 mM de AS).

Inicialmente realizou-se o tratamento das sementes no laboratório; as sementes foram colocadas em placas de Petri e feita a aplicação das soluções, utilizando um volume de calda de 2 ml

para 1 grama de sementes, e colocadas sobre as bancadas em temperatura ambiente para a secagem. Após 24 horas, as sementes foram levadas para a área experimental para etapa de produção de mudas.

A etapa de produção de mudas foi realizada em bandejas de plástico rígido com 162 células (31 ml de volume por célula), preenchidas com o substrato MecPlant® (composto por casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e macronutrientes; com pH de 6,0 a 6,5; condutividade elétrica de 1,2 a 1,7 dS/cm; capacidade de retenção de água de 60%; e densidade de 375 Kg/m³), e colocadas sobre as bancadas das estufas recebendo irrigação por microaspersão de forma automática três vezes ao dia.

Aos sete dias após a semeadura iniciou-se as avaliações, da seguinte forma: Emergência de plantas: foi quantificado o número de plantas emersas por repetição, a cada sete dias após a semeadura, até os 35 DAS, expressando-se o resultado em porcentagem de plantas emersas; Altura da parte aérea das plântulas: foi avaliada em 20 plantas por repetição, de cada tratamento, aleatoriamente, medidas com régua graduada em cm; essa avaliação foi realizada aos 14, 21, e 35 DAS; Número de folhas por planta: quantificado visualmente e avaliado aos 14, 21, e 35 DAT; Comprimento das raízes: avaliação realizada aos 35 DAS; 20 plantas por repetição, aleatoriamente foram retiradas da bandeja, e lavadas com água para retirada do substrato, após esse processo feita a secagem em papel toalha e a medição com o auxílio de uma régua graduada; Massa seca de raiz e parte aérea: após as determinações de comprimento e de altura de mudas, as 20 plantas por repetição, retiradas da bandeja de forma aleatória foram lavadas, secadas com papel toalha e separadas em parte aérea e raízes, e colocadas em sacos de papel identificados, e levadas para a estufa de secagem no laboratório; o material permaneceu por um período de 72 horas a uma temperatura de secagem de 65°C; após a secagem foi realizada a pesagem das mesmas em uma balança precisão de 0,0001g.

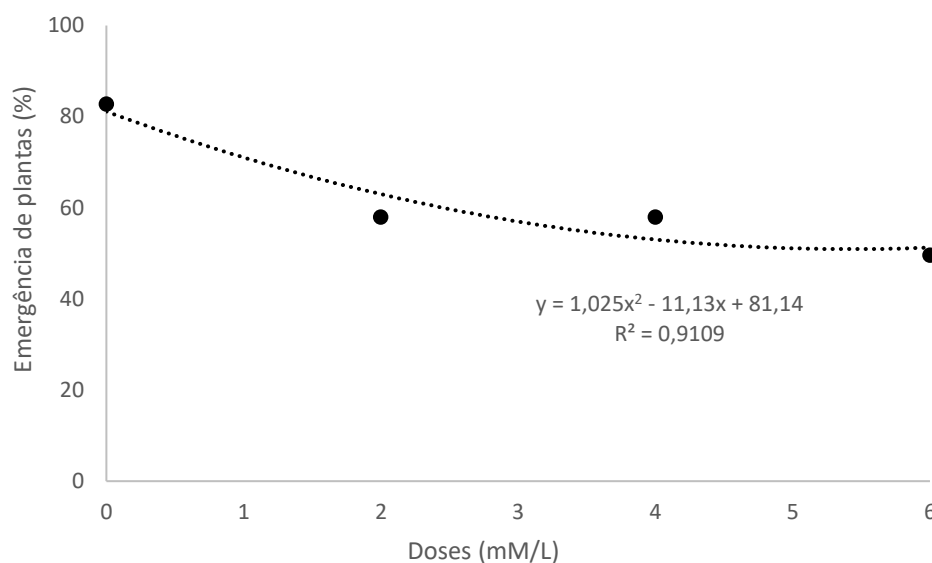
Os dados obtidos no experimento foram tabulados e submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral as temperaturas na época de realização do experimento ficaram, em média, entre 15 e 20°C (Figura 1), as quais são favoráveis para germinação e emergência de plantas de brócolis (Castro E Melo, 2015).

Para a variável emergência de plantas observou-se diferença significativa apenas aos sete dias após a semeadura (Figura 2), porém sem incrementos em função do aumento das doses, tendo ocorrido uma redução do percentual de plântulas emersas, na primeira semana, mas que foi compensada nas semanas seguintes, até os 35 DAS (Tabela 1). De acordo com Rivas-San Vicente e Plasencia (2011) há relatos conflitantes sugerindo que o AS pode inibir a germinação ou aumentar o vigor das sementes. Diferentes concentrações de A têm efeitos promotores ou inibidores no crescimento de plantas e órgãos em diferentes espécies de plantas (Li, Sun, E Liu, 2022); Em *Arabidopsis* (espécie da mesma família botânica do Brócolis) baixas concentrações (<0,05 mm) promovem o crescimento de raízes adventícias, enquanto altas concentrações (>0,05 mm) inibem todos os processos de crescimento na raiz (Pasternak *et al.*, 2019).

Figura 2 — Valores médios de emergência de plantas de brócolis Romanesco, aos sete dias após a semeadura, em função do tratamento de sementes com diferentes doses de ácido salicílico.



Fonte: os autores (2023).

Tabela 1 — Valores médios de emergência de plantas de brócolis Romanesco, em diferentes períodos de avaliação em função do tratamento de sementes com diferentes doses de ácido salicílico.

		Emergência de plantas (%)			
Doses (mM/L)		Período de avaliação (dias após semeadura)			
		14	21	28	35
0		88,4 ^{ns*}	89,2 ^{ns*}	90,0 ^{ns*}	90,0 ^{ns*}
2		81,6	82,8	83,2	83,2
4		81,0	84,4	84,8	84,8
6		75,8	80,4	80,4	80,4
CV (%)		10,3	7,0	7,4	7,4
		Altura (cm)			
0		3,3 ^{ns*}	6,6 ^{ns*}	8,1 ^{ns*}	10,0 ^{ns*}
2		3,2	6,2	7,9	10,3
4		3,2	6,3	8,0	10,3
6		3,1	6,1	7,6	9,5
CV (%)		5,8	6,4	8,1	6,6

* ns: Não significativo na análise de variância (p<0,05).

Fonte: os autores (2023).

Para as variáveis altura de plantas (Tabela 1) e número de folhas (Tabela 2) também não foram observadas diferenças entre as doses de ácido salicílico utilizadas. Importante observar que embora os tratamentos utilizados não tenham propiciado melhorias no desenvolvimento das plantas, as mudas atingiram os padrões adequados para transplante já a partir de 21 DAS, que segundo Madeira; Silva; Nascimento, 2016) seria ter de 5 a 6 cm de altura e 3 a 4 folhas.

Tabela 2. Valores médios número de folhas de brócolis Romanesco, em diferentes períodos de avaliação em função do tratamento de sementes com diferentes doses de ácido salicílico.

Doses (unidade)	Número de folhas		
	Período de avaliação (dias após semeadura)		
	21	28	35
Número de folhas			
0	3,7 ^{ns*}	4,5 ^{ns*}	5,0 ^{ns*}
2	3,7	4,8	5,0
4	3,6	4,7	5,1
6	3,7	4,3	4,7
CV (%)	3,7	9,8	5,1

* ^{ns}: Não significativo na análise de variância ($p < 0,05$).

Fonte: os autores (2023).

Quanto aos parâmetros avaliados aos 35 DAS, também não foram constatadas diferenças entre as doses de AS, para comprimento de raízes, massa seca de raízes e de parte aérea de mudas (Tabela 3). O valor observado para o tamanho das raízes é similar ao verificado por Orso (2022), que em sua pesquisa com brócolis cv Ramoso Santana observou valores variando entre 11,9 a 14,7 cm, em mudas produzidas em bandejas de 72 células, com diferentes substratos.

Tabela 3 — Valores médios de comprimento de raízes (CR), massa seca de raízes (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de mudas de brócolis Romanesco, em função do tratamento de sementes com diferentes doses de ácido salicílico.

Doses	CR	MSR	MSPA
(mM/L)	(cm)	mg/planta	
0	11,1	17,36	72,97
2	11,4	15,24	74,99
4	11,5	16,49	73,95
6	11,6	18,0	66,43
CV (%)	10,2	18,9	21,3

* ns: Não significativo na análise de variância ($p < 0,05$).

Fonte: os autores (2023).

Os resultados obtidos de maneira geral indicaram não haver efeitos positivos do tratamento de sementes de brócolis, cv Romanesco, com as doses testadas nessa pesquisa. Os efeitos do AS podem ser variáveis em função da espécie, cultivar, e até mesmo da condição fisiológica inicial da semente.

O papel do AS na germinação das sementes tem sido controverso, pois há relatos conflitantes sugerindo que ele pode inibir a germinação ou aumentar o vigor das sementes (Rivas-San Vicente; Plasencia, 2011). Diferentes concentrações de AS podem ter efeitos estimulantes ou bloqueadores no desenvolvimento da planta (Koo, Heo, Choi, 2020). Ainda de acordo com Bagautdinova *et al.* (2022) o efeito dependente da concentração de AS na germinação de sementes, ou seja, um aumento da porcentagem de germinação em baixas concentrações e uma diminuição da porcentagem em níveis mais altos, foi relatado em experimentos com diversas espécies; as concentrações ativadoras/inibitórias de AS são específicas para cada espécie e chegam a intervalos como 7 μM /7 mM e 10–50 μM /100–500 μM em cenoura e pepino, respectivamente (Rajasekaran; Claude; Caldwell, 2002; Kumar, Kumar E Bose, 2010).

Ainda, é necessário pontuar que a aplicação exógena de AS pode (ou não) desencadear uma resposta de produção endógena desse composto; considerando-se que as respostas observadas foram apenas aos sete dias após a semeadura, é provável que as doses utilizadas não tenham sido suficientes para desencadear uma produção endógena de AS com efeito mais prolongado.

El-Mergawi e El-Wahed (2020) em sua pesquisa que avaliou o efeito do ácido salicílico exógeno e ácido indol acético em seus níveis endógenos, germinação e crescimento de plantas de milho observaram que o tratamento das sementes em soluções de AS suprimiu o crescimento de mudas com 5 dias de idade; ao realizar a aplicação de AS via foliar, nas mudas, os níveis endógenos aumentavam atingindo o pico em 2 dias após o tratamento, mas depois diminuía novamente, e aos 40 dias após o tratamento os efeitos indutivos não estavam presentes. Sendo assim, é provável que os resultados obtidos nessa pesquisa estejam relacionados com a baixa produção endógena de AS estimulada em função das doses aplicadas, e que não foi suficiente para persistir durante os 35 dias de avaliação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que foi realizada essa pesquisa pode-se concluir que o tratamento de sementes de Brócolis, CV Romanesco, com as doses testadas não tem influência na qualidade de mudas produzidas em bandejas em um período de 35 dias.

REFERÊNCIAS

- ANJOS NETO, Antônio Pereira dos; OLIVEIRA, Gustavo Roberto Fonseca; MELLO, Simone da Costa; SILVA, Marcio Souza da; GOMES-JUNIOR, Francisco Guilhien; NOVEMBRE, Ana Dionisia da Luz Coelho; AZEVEDO, Ricardo Antunes. Seed priming with seaweed extract mitigate heat stress in spinach: effect on germination, seedling growth and antioxidant capacity. **Bragantia**, v. 79, n. 4, p. 502-511, 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.20200127>.
- ARIF, Yamshi; SAMI, Fareen; SIDDIQUI, Husna; BAJGUZ, Andrzej; HAYAT, Shamsul. Salicylic acid in relation to other phytohormones in plant: A study towards physiology and signal transduction under challenging environment. **Environmental and Experimental Botany**, 175, e-104040, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104040>
- BAGAUTDINOVA, Zulfira Z.; OMELYANCHUK, Nadya; TYAPKIN, Aleksandr V.; KOVRIZHNYKH, Vasilina V.; LAVREKHA, Viktoriya V.; ZEMLYANSKAYA, Elena V. Salicylic Acid in Root Growth and Development. **International Journal of Molecular Science**, v. 23, e-2228, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23042228>
- CASTRO e MELO, Rafael Augusto. **A cultura dos brócolis** (Coleção Plantar, 74). Brasília, DF: Embrapa, 2015. 153 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142779/1/PLANTAR-Brocolis-ed-01-2015.pdf>
- EL-MERGAWI, Ragab A., EL-WAHED, Mohamed S.A. Effect of exogenous salicylic acid or indole acetic acid on their endogenous levels, germination, and growth in maize. **Bulletin of the National Research Centre**, v.44, e-167, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00416-7>
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v.37, n.4, p.529–535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos diários das estações automáticas**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br>. Acesso em 02 de fevereiro de 2023.
- KOO, Young Mo; HEO, A Yeong; CHOI, Hyong Woo. Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. **The Plant Pathology Journal**, v. 36, n. 1, p. 1-10, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5423/ppj.rw.12.2019.0295>

KUMAR, Singh Pramod; KUMAR, Chaturvedi Varun; BOSE, Bandana. Effects of salicylic acid on seedling growth and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumis sativus* L.). **J. Stress Physiol. Biochem.** 2010, 6, 102–113.

LI, Aixia; SUN, Xue; LIU, Lijing. Action of Salicylic Acid on Plant Growth. **Frontiers in Plant Science**, v.1. e-878076, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.878076>

MADEIRA, Nuno Rodrigo; SILVA, Patrícia Pereira da; NASCIMENTO, Warley Marcos. Cuidados no transplante de mudas. In: NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Ricardo Borges. (org.). **Produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. p. 177-194. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050963/1/Producao-de-Mudas-de-Hortaliças.pdf>. Acesso em: 1 set. 2025.

ORSO, Beatris. **EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BRÓCOLIS**. 2022. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/6099/1/ORSO.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023

PARAĐIKOVIĆ, Nada; TEKLIĆ, Tihana; ZELJKOVIĆ, Svjetlana, LISJAK, Miroslav; ŠPOLJAREVIĆ, Marija. Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. **Food and Energy Security**, v.8, e00162, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.162>

PARK, JONG-IN; CHO, DONG-MYUNG; OH, JEONG-HEE; CHO, JU-SUNG; KANG, NAM-JUN. Improvement of germinability of lettuce seeds with drum-priming under high temperature condition. **Horticulture, Environment, And Biotechnology**, [S.L.], v. 63, n. 4, p. 477-487, 14 jul. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13580-022-00423-9>.

PASTERNAK, Taras; GROOT, Edwin P.; KAZANTSEV, Fedor V.; TEALE, William; OMELYANCHUK, Nadia; KOVRIZHNYKH Vasilina; PALME, Klaus; MIRONOVA, Victoria V. Salicylic acid affects root meristem patterning via auxin distribution in a concentration-dependent manner. **Plant Physiology**, v. 180, n.3, p. 1725–1739, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.19.00130>

RAJASEKARAN, Lada R.; CLAUDE, Azure S.; CALDWELL, D. Stand establishment in processing carrots—Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. **Canadian Journal Plant Science**, v. 82, p.443–450, 2002. DOI: <https://doi.org/10.4141/P01-016>

RIVAS-SAN VICENTE, Mariana; PLASENCIA, Javier. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal Of Experimental Botany**, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.

SUPRAJA, K.V.; BEHERA, B.; BALASUBRAMANIAN, P. Efficacy of microalgal extracts as biostimulants through seed treatment and foliar spray for tomato cultivation. **Industrial Crops And Products**, v. 151, e-112453, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112453>

TU, Keling; CHENG, Ying; PAN, Tong; WANG, Jianhua; SUN, Qun. Effects of Seed Priming on Vitality and Preservation of Pepper Seeds. **Agriculture**, v. 12, e-603, 2022.

<https://doi.org/10.3390/agriculture12050603>

ZULFIQAR, Faisal. Effect of seed priming on horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 286, e-110197, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110197>