

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (5)

May 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14520211274>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1274>



### Efeito do extrato de *Ascophyllum nodosum* na germinação de sementes de couve em diferentes temperaturas

### Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on kale seed germination at different temperatures

**Fernando Lemes Ternus**  
Universidade Federal da Fronteira Sul

**Brenda Tortelli**  
Universidade Federal da Fronteira Sul

**Paola Mendes Milanesi**  
Universidade Federal da Fronteira Sul

*Corresponding author*  
**Vanessa Neumann Silva**  
Universidade Federal da Fronteira Sul  
[vanessa.neumann@uffs.edu.br](mailto:vanessa.neumann@uffs.edu.br)

**Resumo.** A temperatura é um fator que interfere diretamente na capacidade germinativa de sementes. Com as elevações de temperaturas ocasionadas pelo aquecimento global, assim como em situações de cultivo protegido de plantas em ambientes tropicais e subtropicais, é necessário estudar procedimentos que possam contribuir para aumento da tolerância a temperaturas que causam estresse e alteração em processos fisiológicos. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento fisiológico de sementes de couve com diferentes doses de extrato da alga marrom *Ascophyllum nodosum* na germinação e crescimento de plantas em diferentes temperaturas. Realizou-se o experimento em delineamento experimental inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas x doses), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram das doses de 0; 0,25; 0,50; 1,0 ml. L<sup>-1</sup> de extrato da alga marrom *Ascophyllum nodosum*. O efeito dos tratamentos foi avaliado por meio de: porcentagem e velocidade de germinação, comprimento e massa seca da parte aérea e de raízes de plântulas, em condições de temperatura ideal (20°C) e de estresse (30°C). O condicionamento de sementes de couve com extrato da alga marrom *Ascophyllum nodosum* não interfere na germinação de sementes, tanto em condição ideal quanto em temperatura elevada (30°C); o condicionamento de sementes de couve com as doses de 0,67 e 0,25 mL.L<sup>-1</sup>, promove maior crescimento de raízes de plântulas, nas temperaturas de germinação de 20 e 30°C, respectivamente, contudo, não promove incrementos no crescimento de parte aérea e no acúmulo de massa seca total de plântulas.

**Palavras-chaves:** Alga marrom, *Brassica oleraceae* var *acephala*, condicionamento fisiológico.

**Abstract.** Temperature is a factor that directly interferes with the germination capacity of seeds. With the rise in temperatures caused by global warming, as well as in situations of protected cultivation of plants in tropical and subtropical environments, it is necessary to study procedures that can contribute to increased tolerance to temperatures that cause stress and changes in physiological processes. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the physiological conditioning of kale seeds with different doses of brown seaweed extract *Ascophyllum nodosum* on the germination and growth of plants at different temperatures. The experiment was carried out in a completely randomized design, with a 2 x 4 factorial scheme (temperatures x doses), with five replications. The treatments consisted of doses of 0; 0.25; 0.50; 1.0 ml. L<sup>-1</sup> extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*. The effect of the treatments was evaluated by means of: percentage and speed of germination, length and dry mass of the aerial part and seedling roots, under conditions of ideal temperature (20 ° C) and stress (30 ° C). The conditioning of kale seeds with extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* does not interfere in the germination of seeds, both in ideal condition and at high temperature (30 ° C); the conditioning of kale seeds with doses of 0.67 and 0.25 mL.L<sup>-1</sup>, promotes greater growth of

seedling roots, at germination temperatures of 20 and 30 ° C, respectively, however, does not promote increments in shoot growth and accumulation of total seedling dry mass.

**Keywords:** Brown seaweed, *Brassica oleraceae* var *acephala*, seed priming.

## Introdução

A germinação de sementes é um processo fisiológico fundamental para a propagação de várias espécies, com significado fundamental, tanto do ponto de vista ecológico, quanto do ponto de vista agrícola. A temperatura é um fator que exerce grande influência na germinação, visto que enzimas envolvidas na mobilização de reservas atuam em determinadas faixas de temperatura.

O aquecimento global é um processo que tem consequência direta sobre as condições de temperatura ambientais, tanto em áreas de mata, quanto em ambientes de produção agrícola. De acordo com Huang et al. (2017) a temperatura é o principal sinal que determina o tempo das duas principais transições no ciclo de vida da planta: germinação (semente para transição de planta) e reprodução (transição de planta para semente) que são fundamentais componentes da capacidade de adequação da planta.

A couve (*Brassica oleracea* var *acephala*) é uma espécie originária do Oeste Europeu (RAKOW, 2004), região de clima temperado. Embora já tenham sido desenvolvidas cultivares que se adaptam a produção em países tropicais, as altas temperaturas ainda são consideradas um fator adverso para a germinação e o desenvolvimento de plantas dessa espécie.

Considerando que no Brasil o clima é tropical, na maioria das regiões, e subtropical na região Sul, é comum a ocorrência de temperaturas elevadas, que dificultam o cultivo de couve, em determinados locais e especialmente no verão. A demanda por couve tem aumentado nos últimos anos, especialmente considerando-se que esta folhosa tem um elevado teor de cálcio em suas folhas, e tem sido buscada como alternativa para alimentação vegana.

Nesse contexto, o estudo de procedimentos que possam promover a maior germinação de sementes de couve, em temperaturas elevadas, é importante, para se buscar um método que auxilie na redução dos prejuízos no estabelecimento inicial dessa espécie, em cultivos agrícolas.

Um procedimento que pode ser utilizado para melhoria do potencial fisiológico de sementes é o condicionamento fisiológico, também conhecido como *seed priming*; essa técnica é considerada de baixo custo e risco, e um dos métodos mais eficientes para essa finalidade (MA et al., 2018; DOTTO & SILVA, 2017; PARARELLA et al., 2015); compreende a imersão das sementes em uma solução específica, permitindo que algumas atividades metabólicas iniciem antes da germinação (CHUNTHABUREE et al., 2014; IBRAHIM, 2016).

De acordo com Mal et al. (2018) o condicionamento de sementes é uma técnica pós-

colheita e pré-semeadura que pode melhorar o vigor de sementes, sendo promissora para incrementar a taxa de uniformidade do plantio (PANDEY et al., 2017).

Muitas pesquisas já demonstraram o sucesso dessa técnica, para sementes de várias espécies, com variações no procedimento, como hidro condicionamento, osmocondicionamento, matricionamento, nutricionamento e biocondicionamento (SHER et al., 2019).

No biocondicionamento, também chamado de condicionamento biológico, as sementes são embebidas em solução com microrganismos benéficos ou substâncias bioestimulantes, como por exemplo extratos de algas (SHER et al., 2019; HAMZA & SUGGARS, 2001).

Dutta et al. (2019) observaram melhoria na qualidade de sementes de pimenta condicionadas com extrato das algas *Kappaphycus alvarezii* e *Gracilaria edulis*. Para sementes de tomate, Sivritepe & Sivritepe (2016) verificaram bons resultados com o uso da alga *Ascophyllum nodosum*, e concluíram que a técnica com uso do extrato de alga, denominada pelos autores como condicionamento orgânico, pode ser usada tanto nas indústrias de sementes quanto na produção de mudas para melhorar a qualidade e o desempenho das sementes orgânicas.

Contudo, os estudos nessa área são escassos e há necessidade de mais pesquisas, para outras espécies. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento fisiológico de sementes de couve com diferentes doses de extrato da alga marrom *Ascophyllum nodosum* na germinação e crescimento de plantas em diferentes temperaturas.

## Métodos

O experimento foi realizado em Laboratório. Na etapa inicial foram realizadas as curvas de embebição, a fim de determinar-se o tempo ideal para o condicionamento. Foram utilizadas sementes de couve da cultivar manteiga, e um bioestimulante a base da alga *Ascophyllum nodosum*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas x doses), com quatro repetições.

As curvas de embebição para a definição do período de condicionamento foram realizadas com metodologia de Ferreira et al. (2013), com quatro repetições de  $\pm 0,1$  g de sementes, para cada tratamento, colocadas para embeber soluções de 0; 0,25; 0,5 e 1ml L<sup>-1</sup> do extrato de alga, em caixa plástica do tipo gerbox, com 50ml de solução no fundo, sobre tela metálica, entre quatro folhas de papel germitest previamente umedecido (2,5 vezes o seu peso), na temperatura de 20 °C em câmara de germinação (BOD) até a protrusão da raiz primária. Para determinação da quantidade de solução

absorvida, as sementes foram retiradas da câmara de germinação e do gerbox, secas com auxílio do papel toalha e pesadas em balança digital com precisão de 0,001 g; as avaliações foram feitas no intervalo de 60 minutos e quando ocorreu a protrusão da raiz primária o processo foi interrompido e anotado o período correspondente. Posteriormente, foi realizada análise dos resultados obtidos nas curvas de embebição e determinado o período adequado para o condicionamento fisiológico, o qual deve ser anterior a protrusão da raiz primária (BEWLEY et al., 2013).

Foi também realizado teste de sanidade de sementes, de acordo com a metodologia proposta por Brasil (2009); foi utilizado o método *blotter test*, com oito repetições de 25 sementes, colocadas em caixas plásticas do tipo "gerbox" contendo três folhas de papel filtro umedecidos com água destilada em uma proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram incubadas à temperatura de 25 °C por sete dias, sob fotoperíodo de 12 horas de regime de luz e 12 horas de escuro. Após o período de incubação as sementes foram examinadas individualmente sob microscópio estereoscópio e microscópio óptico, computando-se a percentagem de incidência de cada gênero fúngico, sendo realizada a identificação dos mesmos com base em suas características morfológicas (BRASIL, 2009b).

Na segunda etapa foram testadas as doses do extrato para o condicionamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas de germinação x doses), com cinco repetições. Realizou-se o condicionamento na temperatura de 20°C por 22 horas (definidos na etapa anterior), avaliando-se as doses 0; 0,25; 0,50 e 1ml L<sup>-1</sup> de solução conforme metodologia descrita na etapa da curva de embebição. Após o condicionamento, as sementes foram avaliadas quanto: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas, conforme metodologia descrita na sequência. **Teste de germinação:** foi realizado na temperatura ideal para a espécie (20°C) e em temperatura de estresse (30°C), separadamente; quatro repetições de 50 sementes, já condicionadas, foram distribuídas sobre papel para germinação ("germitest"), previamente umedecido com água destilada e mantido em câmara de germinação. A porcentagem de germinação foi avaliada aos cinco dias (primeira contagem) e 10 dias após a semeadura (DAS) (contagem final), de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Índice de velocidade de germinação:** foi determinado em conjunto com o teste de germinação, com contagens diárias, contabilizando-se as sementes germinadas e calculando-se o índice de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962). **Comprimento de plântulas:** foi determinado ao final do teste de germinação (10 DAS), com 20 plântulas normais por unidade experimental, a partir das quais foi determinado o comprimento da parte aérea e da raiz, realizado com régua graduada em cm

(NAKAGAWA,1999). **Massa seca de plântulas:** as mesmas plântulas utilizadas para avaliar o comprimento foram separadas em parte aérea e raízes e submetidas a secagem em estufa de circulação de ar forçado, regulada a 65 °C por 72 horas; posteriormente foram retiradas da estufa e colocadas no dessecador, e após pesadas em balança de precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparação de médias pelo teste de Tukey para o fator temperatura e regressão para o fator doses (p<0,05).

## Resultados e discussão

De forma geral, foram observados baixíssimos percentuais de patógenos associados as sementes, no teste de sanidade, com valores médios de 4,1, 0,37, e 0,12% de *Alternaria* sp, *Penicillium* sp, e *Cladosporium* sp, respectivamente, e incidência zero de *Fusarium* sp, o que indica a boa qualidade sanitária do material utilizado, não afetando portanto os resultados da pesquisa.

Quanto aos resultados do condicionamento fisiológico, não foram observadas diferenças entre as doses de extrato de alga utilizadas para sementes de couve, em relação as variáveis primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação aos 10 DAS e índice de velocidade de germinação, tanto para sementes submetidas a temperatura de 20°C quanto a 30°C (Tabela 1).

As doses de extrato utilizadas não foram eficientes para incrementar a germinação de sementes de couve. Resultados semelhantes foram verificados para sementes de salsa (SORGATTO & SILVA, 2018). É provável que as doses utilizadas nessa pesquisa não tenham causado alterações hormonais nas sementes, que são as principais causas do efeito bioestimulante de extratos de algas (CHOJNACKA et al., 2012). Os hormônios vegetais agem como sinais endógenos capazes de organizar todos os estágios de desenvolvimento das plantas (incluindo a dormência e germinação das sementes e o crescimento das plantas), regulando, em doses muito baixas, várias funções fisiológicas (BEDINI et al., 2018). De acordo com Shu et al. (2016) hormônios vegetais incluindo etileno, brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico, citocininas e estrigolactonas regulam a dormência e a germinação das sementes, provavelmente mediando o equilíbrio entre os níveis de ácido abscísico e giberelinas.

Em relação ao efeito da temperatura de germinação, constatou-se menor percentual de germinação na primeira contagem e na porcentagem final, apenas quando as sementes foram tratadas com a maior dose (1 mL.L<sup>-1</sup>), contudo, foi observada menor velocidade de germinação, em todos os tratamentos, na temperatura de 30°C. A temperatura elevada pode prejudicar a germinação de sementes por diferentes mecanismos. De acordo com Liu et al. (2019) a temperatura elevada, associada a déficit hídrico, causa acumulação de ácido abscísico em sementes e inibe a germinação e o crescimento de

plântulas. O ácido abscísico e giberelinas medeiam antagonisticamente os processos de desenvolvimento da planta, incluindo dormência e germinação das sementes. Portanto, é essencial manter um equilíbrio ideal entre os níveis endógenos de ácido abscísico e giberelinas para o desenvolvimento da planta (VISHAL e KUMAR, 2018). Outro mecanismo envolvido, é a produção e acúmulo de espécies reativas de oxigênio, causada pelo estresse por alta temperatura. Em condições de

estresses abióticos como altas temperaturas, tem-se a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs). As EROs são formas reduzidas do oxigênio molecular, extremamente reativas e que podem causar danos oxidativos a diversos componentes celulares, incluindo cloroplastos, mitocôndrias, membrana plasmática, peroxissomos, parede celular e apoplasto (MATOS, BORGES, e SILVA, 2015).

**Tabela 1.** Valores médios de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), e índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), e massa seca total de plântulas (MSP), obtidas de sementes de couve, condicionadas com diferentes doses de extrato de *Ascophyllum nodosum*, submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Temperatura	Doses (ml L <sup>-1</sup> )			
	0	0,25	0,5	1,0
PC (%)				
20	81,6 a*	84,0 a	86,8 a	88,4 a
30	84,0 a	81,0 a	83,0 a	76,7 b
G (%)				
20	93,0 a	91,6 a	88,0 a	91,2 a
30	90,0 a	90,0 a	88,0 a	85,3 b
IVG				
20	123 a	126 a	127 a	130 a
30	75 b	70 b	69 b	73 b
CPA (cm)				
20	2,0 b	2,1 b	2,2 b	1,9 b
30	3,0 a	2,7 a	3,2 a	2,8 a
MSP (MSP (mg.plântula <sup>-1</sup> ))				
20	285 b	260 b	300 a	235 b
30	390 a	425 a	320 a	390 a

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A demora na germinação e a desuniformidade de crescimento de plântulas pode causar menor eficiência em sistemas de produção de mudas e maior gasto com insumos como água e fertilizantes, por exemplo, causando prejuízos diretos, pela falta de mudas, e indiretos, pelo maior gasto com recursos naturais. Além disso, ainda prejudica o estabelecimento de plantas no campo, em casos de semeadura direta no solo, deixando maior espaço disponível que poderá ser ocupado por plantas daninhas, que causam competição com a cultura e são fonte de inóculo para várias doenças.

Em relação ao crescimento de plântulas, observou-se efeito de doses do extrato no comprimento de raízes de plântulas (Figura 1) e diferenças entre as temperaturas, com redução de crescimento à 30°C. Os maiores comprimentos foram observados nas doses de 0,67 e 0,25 mL.L<sup>-1</sup>, para as temperaturas de 20 e 30°C, respectivamente.

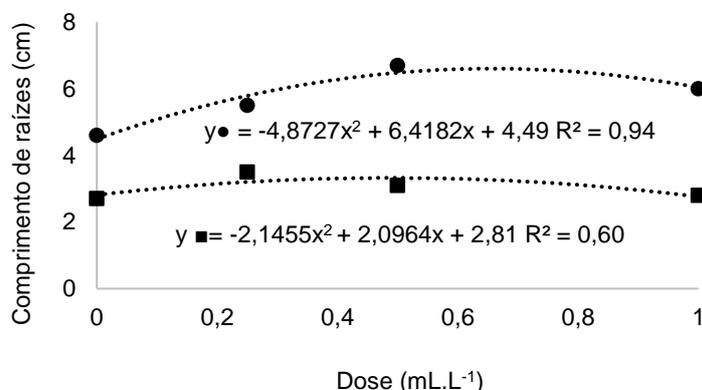
Bioestimulantes produzidos com a alga *Ascophyllum nodosum* (AN) são fontes de vários hormônios vegetais, em níveis variados conforme a composição, o método utilizado para o preparo e a forma/época de colheita da alga (WALLY et al.,

2013). Em pesquisa com *Arabidopsis thaliana*, planta modelo em estudos de fisiologia e genética, e da mesma família botânica da couve, Wally et al. (2013) observaram aumento da concentração total de citocininas, em particular da trans-zeatina, após 24 e 96 h de aplicação de AN. O crescimento de raízes em plantas pode ser associado aos níveis de trans-zeatina na parte aérea. Poitout et al. (2018) verificaram que a regulação do crescimento de raízes, assim como de genes relacionados ao transporte de nitrato, é mediada por níveis de trans-zeatina na parte aérea de plantas de *Arabidopsis*.

Quanto ao crescimento da parte aérea das plântulas e a massa seca total de plântulas observou-se apenas efeito da temperatura (Tabela 1), contudo, o efeito foi oposto ao verificado para raízes, com maiores médias na temperatura de 30°C; essa resposta pode ser uma adequação estratégica, na tentativa de maximizar a parte aérea, que futuramente irá desenvolver as folhas, nas quais ocorre o processo fotossintético, e poderá direcionar mais assimilados para o metabolismo da planta, visto que com o menor crescimento do sistema radicular, a captação de água e nutrientes do solo será limitada. De acordo com Maskova &

Herben (2018) o sucesso final de uma muda depende do desenvolvimento de seus próprios órgãos de captação de recursos (folhas e raízes), mas também de quão bem eles podem responder ao ambiente, usando os recursos maternos (reservas

de nutrientes da semente), visto que ainda não estão aptas a fazer fotossíntese.



**Figura 1.** Valores médios de comprimento de raízes de plântulas de couve, obtidas de sementes condicionadas com diferentes doses de bioestimulante de alga marrom, submetidas à temperatura de germinação de 20°C (●) e 30°C (■).

## Conclusão

O condicionamento fisiológico de sementes de couve com extrato de alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) não interfere na germinação de sementes, tanto em condição ideal quanto em temperatura elevada (30°C); O condicionamento de sementes e couve com as doses de 0,67 e 0,25 mL.L<sup>-1</sup>, promove maior crescimento de raízes de plântulas, nas temperaturas de germinação de 20 e 30°C, respectivamente, contudo, não promove incrementos no crescimento de parte aérea e no acúmulo de massa seca total de plântulas.

## Referências

BEDINI, A., MERCY, L., SCHNEIDER, C., FRANKKEN, P., LUCIC-MERCY, L. Unraveling the Initial Plant Hormone Signaling, Metabolic Mechanisms and Plant Defense Triggering the Endomycorrhizal Symbiosis Behavior. *Frontiers in Plant Science*, vol.9, pag. 1-28, 2018.

BEWLEY, J.D., BRADFORD, K., HILHORST, H.; NONOGAKI, H. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3rd ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília, 2009b. 202p.

CHOJNACKA K., SAEID, A., WITKOWSKA, Z., TUHY, L. Biologically active compounds in seaweed extracts—the prospects for the application. *The Open Conference Proceedings Journal*, vol.3, n.1, p.20–28, 2012.

CHUNTHABUREE, S., SANITCHON, J., PATTANAGUL, W., THEERAKULPISUT, P. Alleviation of salt stress in seedlings of black glutinous rice by seed priming with

spermidine and gibberellic acid. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, vol. 42, n.2, p.405–413, 2014.

DOTTO, L.; SILVA, V.N. Beet seed priming with growth regulators. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 38, p.1785–1798, 2017.

DUTTA, S.K., LAYEK, J., AKOIJAM, R.S., BOOPATI, T., VANLALHMANGAIHA, S.S., SING, S.B., PRAKASH, N. Seaweed extract as natural priming agent for augmenting seed quality traits and yield in *Capsicum frutescens* L. *Journal of Applied Phycology*, vol.31, p.3803–3813, 2019.

FERREIRA, R.L.; FORTI, V.A., SILVA, V.N., MELO, S.C. Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. *Ciência Rural*, vol.43, n.7, p.1189-1195, 2013.

HAMZA, B. SUGGARS, A. Biostimulants: myths and realities. *TurfGrass Trends*, vol. 8, p.6–10, 2001.

IBRAHIM, E.A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, vol. 192, p.38–46, 2016.

LIU, J., HASANUZZAMAN, M., WEN, H., ZHANG, J., PENG, T., SUN, H., ZHAO, Q. High temperature and drought stress cause abscisic acid and reactive oxygen species accumulation and suppress seed germination growth in rice. *Protoplasma*, vol. 256, p.1217–1227, 2019.

MA, H.Y., ZHAO, D.D., NING, Q.R., WEI, J.P., WANG, M.M., LIU, X.L., JIANG, C.J., LIANG, Z.W. A Multi-year Beneficial Effect of Seed Priming with Gibberellic Acid-3 (GA3) on Plant Growth and Production in a Perennial Grass, *Leymus chinensis*. *Nature Scientific Reports*, vol.8, p.1-8, 2018.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

- MAL, D., VERMA, J., LEVAN, A., REDDY, M.R., AVINASH, A.V., VELAGA, P.K. Seed Priming in Vegetable Crops: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 8, n. 06, p. 868-874, 2019.
- MATOS, A.C.B., BORGES, E.E.L., SILVA, L.J. Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (vell.) allemão ex benth) sob diferentes temperaturas e tempos de Exposição. *Revista Árvore*, vol.39, n.1, p.115-125, 2015.
- MASKOVA, T.; HERBEN, T. Root: shoot ratio in developing seedlings: How seedlings change their allocation in response to seed mass and ambient nutrient supply. *Ecology and evolution*, vol. 8, n.14, p. 7143–7150, 2018.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP. p. 164, 1999.
- PANDEY, P., BHANUPRAKASH K. Effect of Seed Priming on Seed Germination and Vigour in Fresh and Aged Seeds of Cucumber. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, vol. 2, n.4, p. 2261- 2264, 2017.
- PAPARELLA, S., ARAUJO, S.S., ROSSI, G., WIJAYASINGHE, M., CARBONERA, D., BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, vol.34, p.1281–1293, 2015.
- POUITOT, A., CRABOS, A., PETRIK, I., NOVAK, O., KROUK, G., LACOMBE, B., RUFFEL, S. Responses to Systemic Nitrogen Signaling in Arabidopsis Roots Involve trans-Zeatin in Shoots. *The Plant Cell*, Vol. 30: 1243–1257, 2018.
- SHU, K., LIU, X.D., XIE, Q., HE, Z.H. Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Molecular Plant*, vol. 9, p.34–45, 2016.
- SHER, A., SARWAR, T., NAWAZ, A., IJAZ, M., SATTAR, A., AHMAD, S. Methods of seed priming. In: HASANUZZAMAN, M.; FOTOPOULOS, V. (ORGS). Priming and pretreatment of seeds and seedlings-implication in plant stress tolerance and enhancing productivity of crops. Singapore: Springer. 2019. p.20-29.
- SIVRITEPE, H.; SIVRITEPE, N. Organic seed hydration-dehydration techniques improve seedling quality of organic tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, vol.44, n.2, p. 399-403, 2016.
- SORGATTO, P. K.; SILVA, V. N. Embebição de sementes de salsa com *Ascophyllum nodosum*: efeitos na germinação e crescimento de plântulas sob estresse térmico. *Acta Biológica Catarinense*, vol. 5, p.98-106, 2018.
- VISHAL, B., KUMAR, P.P. Regulation of Seed Germination and Abiotic Stresses by Gibberellins and Abscisic Acid. *Frontiers in Plant Science*, vol.20, p.1-15, 2018.
- WALLY, O. S. D., CRITCHLEY, A. T., HILTZ, D., CRAIGIE, J. S., HAN, X., ZAHARIA, L. I. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in Arabidopsis following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, vol. 32, p.324–339, 2013.