

**Scientific Electronic Archives**

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (1)

January 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/16120231646>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1646>



## Bioestimulantes de algas no tratamento biológico: eficiência no vigor de sementes de brócolis

### Seaweed biostimulants in biological seed treatment: efficiency in the vigor of broccoli seeds

**Letícia Camara Vieira**

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)

**Mariana Bertoncini Peixoto da Silva**

Universidade do Estado de Santa Catarina

**Resumo.** São necessárias sementes com elevado vigor para que ocorra a germinação e estabelecimento de mudas de forma adequada e rápida, principalmente quando submetidas em situações de estresse. Os bioestimulantes são substâncias capazes promover melhor desempenho fisiológico de plantas, além de atuar na tolerância a estresses bióticos e abióticos. Dessa forma, objetivou-se verificar o efeito do recobrimento de sementes de brócolis com bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* sp. na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas, em situações adequadas e de estresse. Utilizou-se sementes de brócolis da cultivar Ramoso Santana, e o recobrimento das sementes foi realizado com as doses de 0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 mL.L<sup>-1</sup> de bioestimulante. Após o recobrimento as sementes foram submetidas as seguintes avaliações: porcentagem e velocidade de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão (doses) e teste de Tukey (temperaturas). A partir da análise dos dados obtidos, observou-se estresse térmico elevado, para ambos os tratamentos, na temperatura de 35°C, resultando na redução das variáveis analisadas. De maneira geral, observou-se desempenho superior para sementes tratadas com *Ascophyllum nodosum*.

**Palavras-chaves:** *Ascophyllum nodosum*, *Solieria* spp, *Brassica oleracea* var *italica*.

**Abstract.** Seeds with high vigor are necessary for germination and establishment of seedlings to occur properly and quickly, especially when subjected to stress situations. Biostimulants are substances capable of promoting better physiological performance of plants, in addition to acting on tolerance to biotic and abiotic stresses. Thus, the objective was to verify the effect of coating broccoli seeds with biostimulants based on *Ascophyllum nodosum* and *Solieria* sp. in seed germination and seedling development, in appropriate and stressful situations. Broccoli seeds of the cultivar Ramoso Santana were used, and the seeds were covered with doses of 0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 mL.L<sup>-1</sup> of biostimulant. After coating the seeds were submitted to the following evaluations: germination percentage and speed, seedling length and seedling dry mass, accelerated aging, electrical conductivity and emergence and seedling emergence speed index. The results obtained were submitted to analysis of variance and regression analysis (doses) and Tukey's test (temperatures). From the analysis of the data obtained, high heat stress was observed for both treatments at a temperature of 35°C, resulting in a reduction of the analyzed variables. In general, superior performance was observed for seeds treated with *Ascophyllum nodosum*.

**Keywords:** *Ascophyllum nodosum*, *Solieria* spp, *Brassica oleracea* var *italica*.

## Introdução

A olericultura é uma atividade que vem apresentando expressividade socioeconômica cada vez maior, considerada uma atividade altamente rentável, principalmente em pequenas áreas, de acordo com Garcia Filho et al. (2017) no ano de 2016 o PIB da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil foi de cerca de US\$ 5,3 bilhões. Pertencente à família Brassicaceae, o brócolis é uma hortaliça cultivada de grande interesse na Olericultura, e sua importância econômica tem sido crescente, principalmente devido ao seu uso na culinária e propriedades nutricionais.

De acordo com Trevisan (2003), para o crescimento ideal da cultura as temperaturas médias entre 15 e 18°C são ideais, sendo o desenvolvimento e qualidade limitados acima de 24°C. Segundo Jan et al. (2017) estresses causados por temperaturas elevadas interrompem o processo normal de crescimento e desenvolvimento vegetal, especialmente em estádios iniciais, retardando processos fisiológicos e bioquímicos. Além disso, o vigor de sementes é uma característica influenciada por temperaturas, sendo caracterizada pela interação de atributos como velocidade de germinação, crescimento de mudas, capacidade de germinar em temperaturas desfavoráveis e tolerância a estresses (MARCOS FILHO, 2015).

Uma alternativa para mitigação dos efeitos dos estresses abióticos pode ser o tratamento de sementes com bioestimulantes. É considerado um bioestimulante qualquer substância ou microrganismo que é aplicado em plantas com o objetivo de melhorar a eficiência nutricional, tolerância a estresses ou características para melhorar a qualidade da cultura (DU JARDIN, 2015). Dentre as substâncias utilizadas, pode-se citar o uso de extratos de algas marinhas. Trabalhos recentes relatam que algas vermelhas (Rhodophyta) apresentam carragenanas nas paredes celulares, podendo atuar como promotoras de crescimento de vegetal, modificando processos fisiológicos e bioquímicos, como por exemplo, ativando enzimas sintetizadoras, elevando os teores de clorofila, divisão celular, fotossíntese líquida, altura e biomassa de plantas, assimilação de nitrogênio e fixação de carbono (SHUKLA et al., 2016). O extrato comercial de alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) apresenta em sua composição polifenóis e polissacarídeos complexos, com efeitos antioxidantes e que podem estimular a tolerância à estresses em plantas, além de hormônios vegetais que auxiliam no desenvolvimento vegetal (ARAÚJO, 2016).

No entanto, são escassos os trabalhos em relação ao efeito desses compostos com ações bioestimulantes aplicados via sementes de hortaliças, principalmente da família Brassicaceae. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho fisiológico de sementes de brócolis tratadas com bioestimulantes de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria sp.*

## Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada em laboratório, utilizou-se sementes de brócolis da cultivar Ramoso Santana. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x5 (extratos x doses) com quatro repetições. As sementes foram tratadas com os extratos de alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) e alga vermelha (*Solieria sp.*), nas concentrações de 0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 mL.L<sup>-1</sup>. Em uma placa de petry, realizou a distribuição uniforme da calda preparada com os tratamentos sobre as sementes, sendo posteriormente deixadas para secagem natural na bancada do laboratório durante 24 horas. Após, foram realizados os testes de germinação e crescimento de plântulas, conforme metodologia descrita a seguir:

**Teste de germinação:** para cada tratamento utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas gerbox sobre duas folhas de papel *germitest* previamente umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco; após esse processo as sementes foram submetidas a temperatura de 20°C em câmara de germinação. Foram realizadas contagens aos 5 e aos 10 dias após a semeadura de acordo com a metodologia das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

**Teste de germinação em estresse térmico:** utilizou-se a mesma metodologia descrita acima, porém, com as temperaturas de 30 e 35°C.

**Avaliação do comprimento de plântulas:** realizado aos 10 dias após a semeadura, ao final do teste de germinação, tanto na temperatura ideal (20°C), quanto nos testes em situação de estresse térmico (30°C e 35°C); foram coletadas 20 plântulas, de cada repetição, e mensurados o comprimento de raízes e de parte aérea, separadamente, com régua graduada, expressando-se os resultados em cm.

**Massa seca de plântulas:** após a determinação do comprimento, as plântulas foram colocadas em sacos de papel Kraft e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçado, a 65°C, durante 72 horas e posteriormente realizada a sua pesagem em balança digital de precisão.

**Envelhecimento acelerado:** as sementes foram distribuídas em caixas gerbox sobre telas metálicas. No interior da caixa gerbox foram adicionados 40 ml de solução saturada de cloreto de sódio para o controle de umidade. As sementes foram acondicionadas a 42°C durante 48 horas (TUNES et al., 2012). Após o processo de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes na temperatura de 20°C, realizando-se a avaliação no período correspondente a primeira contagem de

germinação, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

**Condutividade elétrica:** utilizou-se 4 repetições de 25 sementes em cada tratamento, as quais foram inicialmente pesadas em balança de precisão e em seguida colocadas para embeber em copos plásticos contendo 25 mL de água destilada, sendo mantidos na temperatura de 25°C em câmara de germinação por 24 horas (FESSEL; SILVA; SADER, 2005). Posteriormente, a condutividade foi determinada com condutivímetro sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$  semente.

**Emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas:** utilizou-se bandejas (Figura 4), com substrato próprio para hortaliças, em ambiente parcialmente protegido (sobre bancada e com cobertura de tela sombrite, de 30% de sombreamento, colocada a 1,0 metro em relação ao nível da bancada), foi distribuída uma semente por célula, totalizando 50 sementes por repetição em 4 repetições, a 1 cm de profundidade, e recoberta

com camada fina de substrato. As irrigações foram realizadas manualmente. Diariamente foi contabilizado o número de plântulas emersas, até os 14 dias após o início do teste (COSTA, TRZECIAK, VILELLA, 2008); ao final, calculou-se o índice de velocidade de emergência, de acordo com metodologia de Nakagawa (1999) e a porcentagem de plântulas emersas aos 14 dias.

Os resultados obtidos em todos os testes foram submetidos a análise de variância, comparação de médias para o fator extrato de alga e de regressão para o fator doses.

## Resultados e discussão

De maneira geral, observou-se valores médios superiores em sementes de brócolis tratadas com o extrato de alga marrom para as variáveis de primeira contagem de germinação em 20 e 30°C e porcentagem de germinação em 20, 30°C, como pode ser observado na tabela 1. No entanto, o aumento das doses utilizadas do extrato de *Ascophyllum nodosum* não promoveu efeito significativo nas variáveis analisadas.

**Tabela 1.** Valores médios de primeira contagem de germinação em 30°C (PC30), germinação (G) a 20 (G20), 30 (G30) e 35°C (G35), e massa seca de plântulas a 30°C (MS30), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem plântulas emersas (EM) de sementes de brócolis recobertas com diferentes doses dos extratos de alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) e alga vermelha (*Solieria* sp)

Extrato	Dose ( $\text{mL.L}^{-1}$ )				
	0	0,5	1	2	4
PCG 20°C (%)					
Alga marrom	68 Aa*	68 Aa	61 Aa	71 Aa	71 Aa
Alga vermelha	35 Ba	30 Aa	32 Ba	37 Ba	28 Ba
PCG 30°C (%)					
Alga marrom	77 Aa	71 Aa	71 Aa	67 Aa	70 Aa
Alga vermelha	58 Ba	58 Ba	39 Bb	56 Bab	54 Bab
G 20°C (%)					
Alga marrom	82 Aa	79 Aa	85 Aa	87 Aa	84 Aa
Alga vermelha	61 Bab	47 Bb	61 Bab	68 Ba	55 Bab
G 30°C (%)					
Alga marrom	79 Aa	77 Aa	81 Aa	79 Aa	75 Aa
Alga vermelha	64 Ba	61 Bab	70 Aa	47 Bb	61 Bab
G 35°C (%)					
Alga marrom	2,0 Aa	2,0 Aa	2,0 Aa	2,1 Ba	2,1 Aa
Alga vermelha	2,1 Aa	2,0 Aa	2,1 Aa	2,2 Aa	2,2 Aa
MS 30°C (mg/plântula)					
Alga marrom	2,0 Aa	2,0 Aa	2,0 Aa	2,1 Ba	2,1 Aa
Alga vermelha	2,1 Aa	2,0 Aa	2,1 Aa	2,2 Aa	2,2 Aa
IVG					
Alga marrom	22 Aa	24 Aa	27 Aa	25 Aa	25 Aa
Alga vermelha	22 Aa	22 Aa	28 Aa	26 Aa	23 Aa
EP (%)					
Alga marrom	52 Aa	46 Aa	53 Aa	55 Aa	50 Aa
Alga vermelha	45 Aa	46 Aa	53 Aa	55 Aa	50 Aa

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e, minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em relação a alga vermelha, apesar de não apresentar efeito significativo, pode-se observar que o aumento da concentração do extrato promoveu decréscimo na variável de primeira contagem de germinação em 30°C e menores desempenhos na dose de 1,0  $\text{mL.L}^{-1}$  na temperatura ideal; para a

variável de germinação, na temperatura ideal (20°C), a dose de 2  $\text{mL.L}^{-1}$  promoveu incrementos da média de germinação; já em 30°C a dose de 1  $\text{mL.L}^{-1}$  não diferiu do tratamento testemunha, apresentando valores médios inferiores nas demais concentrações; para as variáveis de germinação a

35°C e massa seca de plântulas a 30°C não houve diferença entre as doses utilizadas (tabela 1).

De acordo com Sharma et al. (2014), a aplicação de extratos de algas possui capacidade de melhorar a germinação e estabelecimento de plântulas, aumentar o sistema radicular, melhorar a mobilização de nutrientes, crescimento, produtividade e tolerância a estresses tanto bióticos quanto abióticos. No entanto, estudos tem relatado que pode ocorrer inibição da germinação, necessitando cautela no tratamento de sementes com extratos de algas marinhas (SIVRITEPE & SIVRITEPE, 2008).

Ademais, observou-se estresse térmico elevado na temperatura de 35°C, para ambos tratamentos, com taxas de germinação de apenas 2% (Tabela 1). A temperatura é um fator que influencia diretamente a velocidade e porcentagem de germinação e nesse caso, a baixa germinação em sementes submetidas ao estresse térmico (35°C) ocasionou reduções em todas as variáveis analisadas. Resultados semelhantes foram relatados na literatura por Elson et al. (1992). De acordo com Wilson et al. (2014) o estresse por alta temperatura, em plantas do gênero Brassica, causa danos oxidativos, e por consequência a peroxidação de lipídios. O acúmulo de danos oxidativos celulares induz progressivamente à perda do vigor da semente e da capacidade de germinação até a morte irreversível do embrião (SANO et al., 2016).

Em relação ao índice de velocidade de emergência e porcentagem de plântulas emersas (tabela 1), não se observou diferença estatística significativa entre os tratamentos avaliados, e o aumento das doses dos extratos utilizados não promoveram efeito significativo nas variáveis analisadas. Os extratos provenientes de algas marinhas são compostos por diferentes substâncias, e o sinergismo entre os compostos orgânicos e precursores de hormônios podem apresentar variação por vários fatores, inclusive genéticos. Dessa forma, o efeito dos bioestimulantes à base de algas na emergência de plântulas e promoção de crescimento ainda é pouco elucidado (SILVA & SILVA, 2021; CARVALHO, 2013).

Observou-se por meio do teste de condutividade elétrica, aumento linear na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes com o aumento das doses do extrato de alga marrom (Figura 1A); e redução na liberação de eletrólitos em sementes tratadas com 2,0 mL.L<sup>-1</sup> de alga vermelha. A redução da liberação de eletrólitos em sementes tratadas com alga vermelha é um resultado importante visto que a qualidade

fisiológica das sementes é influenciada pela integridade do sistema de membranas celulares. De acordo com Panobianco et al., (2007), a redução da perda de lixiviados revela que quanto menor a intensidade de desorganização dos sistemas de membrana celular, maior o potencial fisiológico da semente avaliada.

Quanto ao vigor de sementes avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, de maneira geral, observou-se aumento na porcentagem de sementes germinadas após o envelhecimento acelerado com o aumento das doses utilizadas, não apresentando diferença estatística entre os extratos utilizados (figura 2B). Esse resultado é considerado positivo, visto que sementes que conseguem manter germinação elevada após o teste de envelhecimento acelerado são consideradas de alto vigor, em comparação com sementes que apresentam a viabilidade reduzida (Pereira et al., 2012). Dessa forma, verifica-se que ambos tratamentos utilizados proporcionaram maior vigor em sementes de brócolis submetidas ao envelhecimento, em comparação ao tratamento testemunha.

Quanto ao crescimento de plântulas, observou-se efeito negativo da temperatura de germinação tanto para a variável de comprimento de parte aérea quando de raízes, em ambos os tratamentos, com redução drástica na temperatura de 35°C, não havendo crescimento de plântulas. Na temperatura ideal, para a variável de comprimento de parte aérea, não se observou diferenças significativas entre as doses utilizadas de alga marrom; já na temperatura de 30°C, observou-se desempenho inferior nas concentrações de 0,5 e 2,0 mL.L<sup>-1</sup>. Verificou-se que para a variável comprimento de parte aérea o tratamento testemunha teve efeito semelhante à concentração de 1,0 mL.L<sup>-1</sup> de *Solieria sp.* na temperatura ideal, não apresentando diferenças entre as doses utilizadas quando submetidas na temperatura de 30°C (tabela 2).

Já em relação ao comprimento de raízes, observou-se desempenhos superiores nas maiores doses do extrato de alga marrom na temperatura ideal, observando-se médias superiores no tratamento testemunha na temperatura de 30°C. Verificou-se efeito similar entre a testemunha com a dose de 1,0 mL.L<sup>-1</sup> na temperatura de 20°C em sementes tratadas com alga vermelha; já em 30°C observou-se melhores médias nas maiores doses do extrato (2 e 4 mL.L<sup>-1</sup>), como pode ser observado na tabela 2.

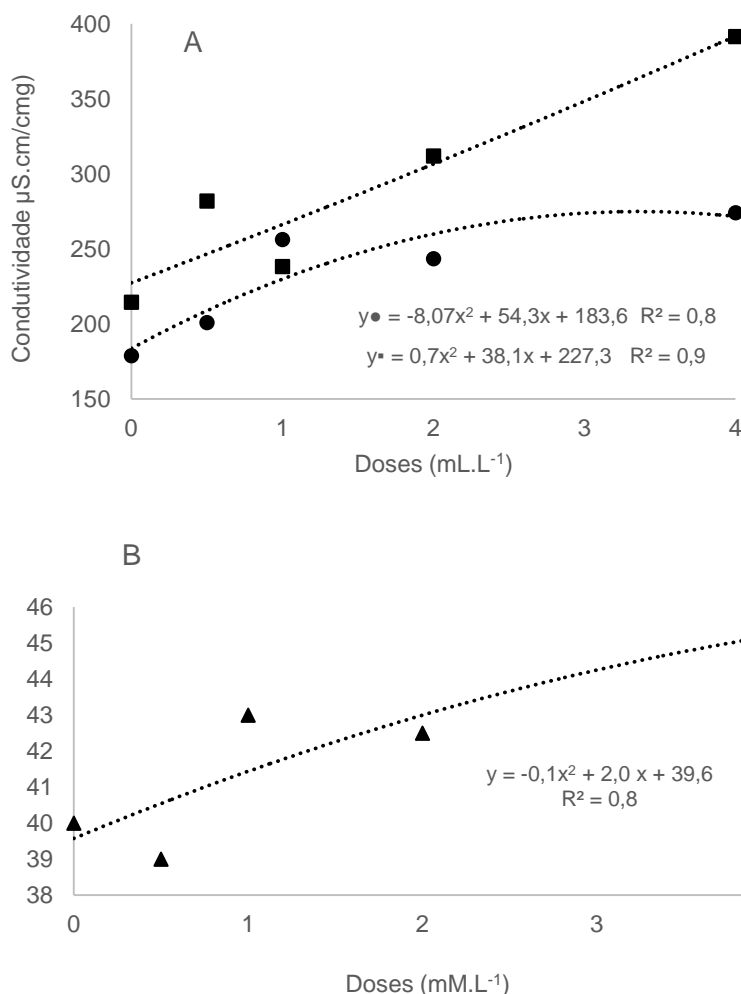


Figura 1. Resultado da análise de regressão para as variáveis condutividade elétrica (A) e envelhecimento acelerado (B) de sementes de brócolis tratadas com diferentes doses de bioestimulante de alga vermelha (■), alga marrom (●) e média dos extratos (▲)

**Tabela 2.** Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA) em 20 e 30°C e comprimento de raízes (CR) em 20 e 30°C, de sementes de brócolis recobertas com diferentes doses dos extratos de alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) e alga vermelha (*Solieria* sp).

Extrato	Dose ( $\text{mL.L}^{-1}$ )				
	0	0,5	1	2	4
CPA 20°C (cm)					
Alga marrom	2,11 Aa	2,82 Aa	2,18 Ba	2,13 Aa	2,53 Aa
Alga vermelha	3,05 Ba	0,44 Bc	2,97 Aa	2,54 Aab	2,0 Ab
CPA 30°C (cm)					
Alga marrom	5,87 Aa	2,46 Ab	4,86 Aa	2,99 Ab	5,07 Aa
Alga vermelha	2,47 Ba	3,10 Aa	2,48 Ba	3,73 Aa	3,71 Ba
CR 20°C (cm)					
Alga marrom	4,40 Aab	4,94 Aab	3,35 Bb	6,30 Aa	5,37 Aa
Alga vermelha	4,98 Aa	0,53 Bc	4,78 Aa	3,84 Bab	2,54 Bb
CR 30°C (cm)					
Alga marrom	7,56 Aa	1,80 Bc	4,58 Aab	3,37 Bab	6,65 Ab
Alga vermelha	2,89 Bb	3,43 Ab	2,67 Bb	5,68 Aa	4,18 Ba

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e, minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Conclusão

Foi possível verificar que de maneira geral, sementes de brócolis tratadas com *Ascophyllum nodosum* apresentaram desempenho superior em relação as tratadas com *Solieria* sp.

Observou-se decréscimo dos eletrólitos liberados, na condutividade elétrica, para sementes

recobertas com o extrato de alga vermelha na concentração de 2,0  $\text{mL.L}^{-1}$ , e aumento na porcentagem de sementes germinadas após o envelhecimento acelerado com

o aumento das doses utilizadas, para ambos os extratos.

Quanto ao comprimento de raízes, verificou-se maiores médias nas concentrações mais elevadas do extrato de alga marrom na temperatura ideal, bem como em sementes tratadas com alga vermelha, na temperatura de 30°C. Além disso, com esse trabalho foi possível identificar que a temperatura de 35°C causa reduções drásticas na capacidade de germinação e no crescimento de plântulas de brócolis.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa PIBIT concedida a primeira autora.

### Referências

ARAÚJO, D. K. Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares. 2016. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 395p.

CARVALHO, M.E. Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos. Dissertação de mestrado. 2013. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. 70 p., 2013.

COSTA, C.J.; TRZECIAK, M.B.; VILLELA, F.A.. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. Horticultura Brasileira, v.26, p. 144- 148, 2008.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, v.196, p. 3-14, 2015.

ELSON, M.K.; MORSE, R. D.; WOLF, D. D.; VAUGHAN, D. H. High-temperature Inhibition of Seed Germination and Seedling Emergence of Broccoli. Horttechnology, v.2, p. 417- 419, 1992.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de brócolis. Científica, v.33, p. 35-41, 2005.

GARCIA FILHO, E. et al. Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. Brasília: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2017. 79 p.

JAN, S.A. Impact of salt drought, heat and frost stresses on morphobiochemical and physiological properties of Brassica species: An updated review. Journal of Rural Development and Agriculture, v.2, p.1-10, 2017.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, v.72, p. 363-374, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. Testes de vigor em sementes. FUNEP, Jaboticabal. 1999.164p.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; PERECIN D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. Scientia Agrícola, v.64, p.119-124, 2007.

PEREIRA, M.D.; MARTINS FILHO, S.; LAVIOLA, B.G. Envelhecimento acelerado em sementes de pinhão-mansão. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.42, p.119-123, 2012.

SANO, N.; RAJJOU, L.; NORTH, H.M.; DEBEAUJON, I.; MARION-POLL, A.; SEO, M. Staying Alive: molecular aspects of seed longevity. Plant And Cell Physiology, v.57, p. 660-674, 2015.

SHARMA, H.S.S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J.R.; MARTIN, T. Plant bioestimulantes: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. Journal of Applied Phycology, Dordrecht, v.26, p. 465-490, 2014.

SHUKLA, P.S. et al. Carrageenans from Red Seaweeds as Promoters of Growth and Elicitors of Defense Response in Plants. Frontiers In Marine Science, v.3, e81, 2016.

SILVA, M. B. P.; SILVA, V.N. Biocondicionamento de sementes de tomate com extrato de alga vermelha. Scientific Electronic Archives, v. 14, p. 28-35, 2021.

SIVRITEPE, N.; SIVRITEPE, H. Ö. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of Pepper seeds. Asian Journal of Chemistry, Ghaziabad, v.7, p. 5689 – 5694, 2008.

SORGATTO, K. P.; SILVA, V. N. Embebição de sementes de salsa com *Ascophyllum nodosum*: efeitos na germinação e crescimento de plântulas sob estresse térmico. Acta Biológica Catarinense, v.5, p. 98-106, 2018.

TORRES, P.; NOVAES, P.; FERREIRA, L. G.; SANTOS, J. P.; MAZEPA, E.; DUARTE, M. E. R.; NOSEDA, M. D.; CHOW, F.; SANTOS, D. Y. A.C. Effects of extracts and isolated molecules of two species of Gracilaria (Gracilariales, Rhodophyta) on early growth of lettuce. Algal Research, v.32, p. 142-149, 2018.

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; LÚCIO A. D. C.; CASTAMAN C.; MARION R. R.; TREVISAN B.G. Rendimento de cultivares de brócolis

semeados em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v.33, p. 233-239, 2003.

TUNES, L.M.V. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis. *Bioscience Journal*, v.28, p. 173-179, 2012.

WILSON, R.A.; SANGHA, M.K.; BANGA, S.S.; ATWA, A.K.; GUPTA, S. Heat stress tolerance in relation to oxidative stress and antioxidants in *Brassica juncea*. *Journal Of Environmental Biology*, v.35, p. 384-387, 2013.