

UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA – ÊNFASE EM AGROECOLOGIA

MARIANA BERTONCINI PEIXOTO DA SILVA

**BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE CEBOLA COM
BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS**

CHAPECÓ

2021

MARIANA BERTONCINI PEIXOTO DA SILVA

**BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE CEBOLA COM
BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção de grau de Bacharel em
Agronomia - Ênfase em agroecologia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.
Orientadora Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva

CHAPECÓ

2021

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira
Sul - UFFS**

Silva, Mariana Bertoncini Peixoto da
Biocondicionamento de sementes de cebola com
bioestimulantes a base de algas / Mariana Bertoncini
Peixoto da Silva. -- 2021.

45 f.

Orientadora: Doutora Vanessa Neumann Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2021.

1. Allium cepa. 2. Ascophyllum nodosum. 3. Qualidade
de fisiológica de sementes. 4. Solieria spp.. 5.
Tratamento de sementes. I. Silva, Vanessa Neumann,

MARIANA BERTONCINI PEIXOTO DA SILVA

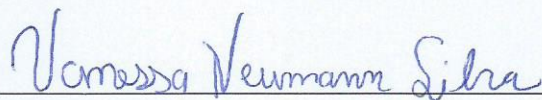
**BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE CEBOLA COM
BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva

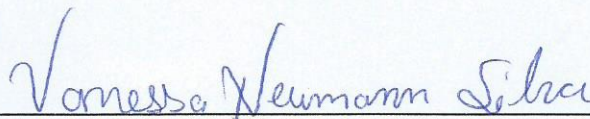
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 21/09/2021

BANCA EXAMINADORA



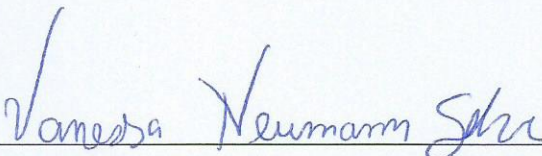
Prof.^a Dra. Vanessa Neumann Silva – UFFS

Orientadora



Prof.^o Dr. Siumar Pedro Tironi – UFFS

1^o Examinador



Prof.^a Dr. Andre Luiz Radunz – UFFS

2^o Examinador

AGRADECIMENTOS

À UFFS, pela estrutura disponibilizada e por ser uma instituição que promove a pesquisa e a ciência.

À minha família, principalmente à minha mãe, Fabiana, por me trazer até aqui com seu amor e encorajamento.

À minha orientadora, Prof.^a Vanessa, que me apoiou com toda a dedicação e excelência neste e em outros trabalhos.

Aos colegas que auxiliaram no andamento do experimento em laboratório, Flavia, Letícia e Sediane, e também aos que auxiliaram nas conduções à campo, Eva, Sergio, Gustavo e Jerônimo.

RESUMO

A cebola é a terceira hortaliça mais importante economicamente no Brasil, e seu cultivo é realizado por pequenos e médios agricultores. O tratamento de sementes é um processo importante, pois pode promover proteção contra patógenos e pragas, além de favorecer o crescimento vegetal. O condicionamento fisiológico consiste na reidratação controlada da semente para se obter ganhos no potencial germinativo e crescimento de plantas. Inicialmente feito com água, essa técnica tem demonstrado a possibilidade de utilizar outras substâncias. O objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito do biocondicionamento de sementes de cebola com bioestimulantes a base de algas. O trabalho foi realizado no laboratório de sementes e grãos da Universidade Federal Fronteira Sul – Campus Chapecó (SC) e na zona rural de Caçador - SC. Foram utilizadas sementes de cebola das cultivares Baia Periforme e Crioula, contabilizando dois experimentos separados. Os tratamentos foram: 0; 0,25; 0,5 e 1 % dos extratos comerciais de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp., utilizadas separadamente. Os experimentos foram divididos em duas etapas: 1) Testes de germinação e vigor de sementes em laboratório; e 2) Testes na emergência de plantas e crescimento de mudas em ambiente protegido. No laboratório o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2X4 (algas x concentrações), separadamente para cada cultivar. As sementes foram acondicionadas em câmaras de germinação. Inicialmente foi realizado a curva de embebição das sementes para ajustar o tempo de embebição adequado. Foram analisadas: germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Na produção de mudas em ambiente protegido foi realizada em bandejas de polipropileno, com substrato da marca Mecplant[®]. O ambiente de cultivo foi um telado com sombrite a 50% de sombreamento. O período de avaliação foi 35 dias. As variáveis analisadas foram: porcentagem de emergência de plântulas, altura de plantas e número de folhas, comprimento de raízes e massa seca de plantas. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, comparação de médias para o fator algas e de regressão para o fator concentrações a 5% de significância separadamente para cada cultivar. Na avaliação da cultivar Baia Periforme em laboratório, a aplicação dos extratos causou um aumento linear na velocidade de germinação. Os parâmetros de crescimento não foram alterados pelos extratos de alga. Na avaliação de qualidade de mudas, houve aumento na porcentagem de emergência, comprimento de raiz e altura de plantas. Porém, houve redução em níveis de massa seca de parte aérea, e massa seca de parte raiz em concentrações altas. Assim, para esta cultivar é indicado o uso de concentrações entre 0,25 e 0,5% para aumentar o crescimento e germinação. Na etapa em laboratório da cultivar Crioula, houve atraso na germinação, assim como diminuição em comprimento de raiz e a massa seca, indicando que para esta cultivar o biocondicionamento com extratos de alga causa inibição da germinação e crescimento. Na produção de mudas, não houve diferença estatística em todas as variáveis, exceto na análise de massa seca de parte aérea, com aumentos de acordo com a concentração.

Palavras-chave: *Allium cepa*. *Ascophyllum nodosum*. Qualidade fisiológica de sementes. *Solieria* spp. Tratamento de sementes.

ABSTRACT

Onion is the third most economically important vegetable in Brazil, being normally carried out by small and medium farmers. Seed treatment is an important process, as it can promote protection against pathogens and pests and promote plant growth. Priming is a controlled rehydration of the seed, used to obtain gains in germination potential and plant growth. Initially made with water, this technique has demonstrated the possibility of using other compounds. The objective of this research was to verify the effect of the bioconditioning of onion seeds with algae based biostimulants. The work was carried out in the seed and grain laboratories at the Federal University of Fronteira Sul - Campus Chapecó and in the city of Caçador - SC. Onion seeds from the Baia Periforme and Crioula was used, accounting for two separate experiments. The concentrations of the algae solutions were 0; 0.25; 0.5 and 1% of extracts of *Ascophyllum nodosum* and *Solieria* spp., used separately. The experiment was divided into two stages: 1) Germination and seedling growth tests in the laboratory; and 2) Evaluation of the emergence of plants and seedling growth in the field. In the laboratory, the experimental design was completely randomized, with a 2x4 factorial scheme (algae x concentrations), separately for each cultivar. The seeds were stored in germination chambers. Initially, the imbibition curve of these seeds were determined to adjust the appropriate time of imbibition. After that, germination test, length, dry mass, electric conductivity and accelerated aging was analyzed. In field conditions, the experimental design adopted was in randomized blocks, in a 2x4 factorial scheme (algae x concentrations). The production of seedlings in a protected environment was carried out in polypropylene trays, with Meplant© substrate, and the period of analysis was 35 days. The cultivation environment was a screened structure with 50% shading. The variables were percentage of emergence, height, number of leaves, length of roots and dry mass of plants. The data obtained in the two stages were subjected to analysis of variance, comparison of means for the algae factor and regression for the concentrations factor at 5% significance separately for each cultivar. In laboratory evaluation of the cultivar Baia Periforme, the application of extracts caused a linear increase in germination speed. The growth parameters were not altered by the algae extracts. In the evaluation of seedling quality, there was an increase in the percentage of emergence, root length and plant height. However, there was a reduction in levels of shoot dry mass, and root dry mass at high concentrations. Thus, for this cultivar, the use of concentrations between 0,25 and 0,5% is indicated to increase growth and germination. In the laboratory evaluation of the Crioula cultivar, there was a delay in germination, as well as a decrease in root length and dry mass, indicating that for this cultivar, bioprimering with algae extracts causes inhibition of germination and growth. In seedling production, there was no statistical difference in all variables, except in the analysis of shoot dry mass, with increases according to the concentrations.

Keywords: *Allium cepa*. *Ascophyllum nodosum*. Bioprimering. Physiological quality. *Solieria* spp.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Preparação dos extratos de alga vermelha (A) e alga marrom (B).	18
Imagem 2 – Sementes submetidas ao biocondicionamento.....	19
Imagem 3 – Sementes de cebola no início do teste de germinação	20
Imagem 4 – Telado e bandejas utilizadas no experimento	21
Imagem 5 – Plântulas de cebola cv. Baia Periforme obtidas de sementes biocondicionadas com diferentes concentrações de extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (A) e <i>Solieria</i> spp. (B).	23
Gráfico 1 - Valores médios primeira contagem de germinação de sementes de cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	25
Gráfico 2 - Valores médios de envelhecimento acelerado de sementes e cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	26
Gráfico 3 - Valores médios condutividade elétrica de sementes de cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. Nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	26
Gráfico 4 –Valores médios de porcentagem de emergência a 14, 28 e 35 DAS, respectivamente (A, B e C), de sementes de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	29
Gráfico 5 –Valores médios de altura de plântulas aos 14 DAS de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	31
Gráfico 6 –Valores médios de comprimento de raiz de plântulas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	31
Gráfico 7 –Valores médios de massa seca de parte aérea de plântulas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.32	32
Imagem 6 – Plântulas de cebola cv. Crioula obtidas de sementes biocondicionadas com diferentes concentrações de extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> (A) e <i>Solieria</i> spp. (B).	33

Gráfico 8 - Valores médios primeira contagem de germinação de sementes de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	35
Gráfico 9 - Valores médios comprimento de raízes de plântulas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.....	36
Gráfico 10 - Valores médios de massa seca de plântulas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	37
Gráfico 11 - Valores médios condutividade elétrica de sementes de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extrato de algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	38
Gráfico 12 - Valores médios de massa seca de parte aérea de mudas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de <i>Ascophyllum nodosum</i> e <i>Solieria</i> spp. algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.	41

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A CULTURA DA CEBOLA.....	13
2.2 TRATAMENTO DE SEMENTES.....	14
2.3 BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES COM EXTRATOS DE ALGA.....	15
3 METODOLOGIA	17
3.1 BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES.....	17
3.2 AVALIAÇÕES.....	19
3.2.1 Etapa em laboratório.....	19
3.2.2 Etapa em condições de ambiente protegido.....	21
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
4.1 CEBOLA CULTIVAR BAIA PERIFORME.....	23
4.1.1 Experimento em laboratório.....	23
4.1.2 Produção de mudas condições de ambiente protegido	27
4.2 CEBOLA CULTIVAR CRIOULA	33
4.2.1 Experimento em laboratório.....	33
4.2.2 Produção de mudas em condições de ambiente protegido.....	38
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A cebola é a terceira hortaliça mais importante em termos econômicos no Brasil, tendo o valor de produção menor apenas do que a batata e o tomate. É utilizada de diversas formas na culinária. A cebolicultura é uma atividade normalmente realizada por pequenos e médios agricultores, e o Sul do Brasil é responsável por quase a metade da produção nacional (IBGE, 2019). Assim, a criação e adoção de novas tecnologias para incrementar ganhos na atividade significam aumento da qualidade de vida do agricultor familiar. Comercialmente, a propagação da cebola pode ser feita por bulbos ou por sementes, podendo ser feita por transplante de mudas ou semeadura direta.

As sementes de cebola são pequenas, e devido a esta característica podem apresentar germinação reduzida e desuniforme. Porém, assim como em qualquer cultura, sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária são fundamentais para o estabelecimento do estande de plantas a campo.

Na agricultura, o tratamento de sementes é um processo importante, pois os diversos procedimentos utilizados podem promover maiores níveis de produção pela proteção contra patógenos e pragas, ou também favorecer a germinação e o vigor (PEREIRA et al., 2015; SHARMA et al., 2015). Atualmente, com o aumento da demanda por alimentos produzidos em sistemas sustentáveis, cresce também a necessidade de encontrar insumos que se encaixem nas normas previstas para este segmento, levando em conta que este mercado é economicamente atrativo para os produtores. Essa necessidade se encontra desde a aquisição de sementes pelo agricultor, que além de ter dificuldade em encontrar sementes produzidas em sistema orgânico, há a falta de informações sobre tratamentos de sementes permitidos na agricultura orgânica.

Nos últimos anos as pesquisas têm sugerido uma técnica, o condicionamento fisiológico, para a melhoria do potencial germinativo e crescimento de plantas. Estas pesquisas têm demonstrado a possibilidade de utilizar soluções com compostos orgânicos, como microrganismos e extratos de algas. Estes procedimentos podem ser uma alternativa a aplicação de hormônios vegetais. Além disso, eles promovem a resistência a estresses bióticos e abióticos (PAPARELLA et al., 2015; CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019).

O condicionamento fisiológico com substâncias orgânicas é denominado biocondicionamento e seu efeito sobre sementes e cebola ainda é pouco elucidado. Além disso, este procedimento é relativamente simples, podendo ser feito em larga escala de produção. Por isso, o biocondicionamento pode ser uma técnica alternativa de tratamento de sementes para a melhoria da qualidade fisiológica de sementes de cebola.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar o efeito do biocondicionamento em sementes de cebola com bioestimulantes a base de algas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum* na melhoria da germinação e crescimento de plântulas de cebola das cultivares Baia Periforme e Crioula;
- Avaliar a aplicação de extrato de *Solieria* spp. na melhoria da germinação e crescimento de plântulas de cebola das cultivares Baia Periforme e Crioula;
- Avaliar a aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum* na melhoria da qualidade de mudas de cebola das cultivares Baia Periforme e Crioula;
- Avaliar a aplicação de extrato de *Solieria* spp. na melhoria da qualidade de mudas de cebola das cultivares Baia Periforme e Crioula;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA CEBOLA

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma planta da família Amaryllidoideae com relatos de domesticação há cerca de 5 mil anos. Originada na Ásia Central, tem talo reduzido, raízes fasciculadas e apresenta um bulbo tunicado com odor e sabor típico utilizado no mundo inteiro como condimento (BARBIERI, 2013). É uma espécie de alta importância econômica no Brasil, sendo a hortaliça com o terceiro maior valor bruto de produção do país (KURTZ *et al.*, 2018). Em 2019 foram produzidas mais de 1,5 milhões de toneladas, com valor de venda de 2,2 bilhões de reais (IBGE, 2019).

A região Sul do Brasil é a que mais produz cebola, com pouco mais de metade da área. Ademais, é importante ressaltar que cerca de 87 % dos estabelecimentos que produzem cebola no Brasil são de agricultura familiar, sendo assim, com pequena escala de produção e área reduzida (IBGE, 2017). Assim, pequenos ganhos na rentabilidade do processo de produção são de suma importância para a estabilização da atividade na propriedade.

A produção de mudas é uma fase fundamental para o estabelecimento de uma cultura sadia e vigorosa, e no caso a cebola, esta fase leva de 40 a 60 dias. Normalmente a sementeira ocorre em sementeiras, com sementeira a lanço para o posterior transplante. É nesta fase que se obtém a garantia de uma densidade de plantas correta e a uniformidade de tamanho de bulbos.

Uma prática interessante para a obtenção de mudas de alta qualidade é a sementeira em bandejas, que tem muitas vantagens, como: o melhor controle das condições climáticas, pela possibilidade de utilizar ambiente protegido; controle de patógenos antes das plantas estarem instaladas no campo, evitando contaminação da área; menor tempo de permanência das plantas a campo; facilidade e economia nos tratamentos culturais; diminuir riscos associados à produção; melhor aproveitamento da área e maior uniformidade de mudas (CLEMENTE, 2015). Assim, especificamente para a cultura da cebola estudos têm demonstrado a possibilidade do uso de mudas produzidas em bandejas. O ideal é o uso de bandejas com menos de 200 células, pois bandejas com muitas células apresentam células muito pequenas, podendo prejudicar o desenvolvimento das plantas e a bulbificação (REGHIN *et al.*, 2006). O tempo para o transplante varia de 35 a 55 dias.

Reghin *et al.* (2007), estudando a viabilidade da produção de mudas em bandejas de três cultivares, verificaram que embora mais onerosa, esta técnica é promissora para o aumento da produtividade do sistema de produção, especialmente falando de cultivares híbridas, onde o custo da semente é mais elevado.

Na fase de germinação a planta está mais suscetível a danos por estresses abióticos como a falta de água, estresse térmico e ataque de doenças (MENEZES JÚNIOR; MARCUZZO, 2016). Por isso, novos processos devem ser incorporados no intuito da melhoria da eficiência e resistência para que ocorra a geração de mudas com alto potencial produtivo com o mínimo de recursos possível.

2.2 TRATAMENTO DE SEMENTES

Nas hortaliças, a semente é um insumo de alto custo e a sua produção está sujeita a várias adversidades. Sementes de baixa qualidade incluem características como baixa germinação, baixo vigor e presença de patógenos, o que representa altos custos com a compra de mais sementes e manejos de controle. Em razão disso, o tratamento de sementes auxilia no aumento do potencial de desenvolvimento inicial da cultura (PEREIRA *et al.*, 2015).

Segundo Sharma *et al.* (2015), tratamento de semente é a exposição da semente a agentes físicos, químicos e biológicos. Os tratamentos de sementes mais comuns são os químicos, utilizados para a prevenção contra a ocorrência de patógenos, porém, há uma infinidade de outros procedimentos tanto para ação de sanitização como para fins de alcançar maiores níveis de vigor e germinação, como a aplicação de fitormônios, minerais, microrganismos e compostos bioativos (PAPARELLA *et al.*, 2015). Porém, esses tratamentos mais alternativos carecem de informações sobre a aplicação nas diferentes culturas, além do método de aplicação.

A exemplo disso, Romagna *et al.* (2019), avaliando o tratamento de sementes com microrganismos bioestimulantes (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Azospirillum brasilense*) em três espécies (tomate, alface e cenoura) obtiveram diferentes resultados de vigor de acordo com a espécie de hortaliça e a espécie de microrganismos, porém, obtendo sempre melhores resultados que o tratamento químico.

Uma técnica que vem surgindo para melhorar o potencial fisiológico de sementes de hortaliças é o condicionamento fisiológico, que consiste na hidratação controlada das sementes, reativando os processos metabólicos que ocorrem na germinação, de síntese de ácidos nucleicos, proteínas e ATP e reparação do DNA. Porém, é importante que não haja a protrusão da raiz ou a perda da capacidade de dessecação, para se realizar o posterior armazenamento. Na utilização desta técnica, ocorre a prolongação da fase II da germinação, aumentando assim o seu vigor e resistência a estresses abióticos que possam ocorrer no início da germinação (PAPARELLA *et al.*, 2015).

Tradicionalmente, este procedimento é feito com água (hidropriming), porém, existem

vários estudos demonstrando o efeito do condicionamento com outros materiais, como soluções osmóticas (MOURADI *et al.*, 2016), micronutrientes (FAROOQ; WAHID; SIDDIQUE, 2012) reguladores vegetais (ULFAT; MAJID; HAMEED, 2017), e microrganismos e outras substâncias bioativas (biopriming) (PAPARELLA *et al.*, 2015).

Existem vários protocolos de condicionamento em empresas de tratamento de sementes para culturas como tomate, pimentão, brássicas, alface, beterraba e até a cebola, porém, estes procedimentos não são divulgados pelas empresas. Além disso, há a carência de informações sobre a aplicação de substâncias permitidas na agricultura orgânica. Tendo em vista o aumento da importância desse segmento da agricultura, o condicionamento de sementes com extratos de alga é uma alternativa promissora, se corretamente explorado – um recurso abundante para o tratamento de sementes.

2.3 BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES COM EXTRATOS DE ALGA

Extratos de alga têm em sua composição diversas substâncias que podem ter efeito positivo no crescimento de plantas, como micronutrientes e aminoácidos. Porém, segundo alguns autores, o efeito positivo das algas no crescimento vegetal se dá principalmente pela presença de fitormônios como citocininas, giberelinas e auxinas (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019; SAEGER *et al.*, 2019).

Alguns estudos demonstraram o efeito do condicionamento de extratos de alga em tomate (SIVRITEPE e SIVRITEPE, 2016; DELIAN; LUPU; SAVULESCU, 2018), pimentão (SIVRITEPE e SIVRITEPE, 2008), chicória (FERRAZ, RADUNZ e SILVA, 2019), salsa (SORGATTO e SILVA, 2018). Esses estudos demonstram a melhoria dos índices de germinação, vigor e resistência a estresses.

A espécie de alga mais estudada na promoção de crescimento de plantas é a *Ascophyllum nodosum*, uma alga marrom encontrada nos mares árticos e nas costas rochosas do oceano Atlântico. Segundo Saeger *et al.* (2019) o extrato de *Ascophyllum nodosum* promove o crescimento e a resistência a estresse, pois afeta o balanço endógeno hormonal e regula a transcrição de alguns transportadores, alterando a absorção de nutrientes na planta. No entanto, outras algas também têm efeitos de crescimento de plantas, como as do filo Rhodophyta (algas vermelhas) que são fontes de carragenanas. As carragenanas são oligossacarídeos que afetam o crescimento das plantas através do seu efeito em vários processos fisiológicos como o estímulo da fotossíntese e fixação de carbono (SCHUKLA *et al.*, 2016).

Existe uma carência de estudos sobre biocondicionamento de sementes com extratos

de alga na cultura da cebola, principalmente em condições de campo. Hidangmayum e Sharma (2017) observaram o efeito positivo de extrato de *Ascophyllum nodosum*, com aumento de 50% na germinação em condições de laboratório. Contudo, mais estudos sobre o assunto devem ser realizados, pois a resposta das plantas aos extratos pode variar de acordo com o produto, espécie de alga, cultivar da planta, método e frequência de aplicação, entre outros (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019).

3 METODOLOGIA

O experimento foi dividido em duas etapas: 1) Testes de germinação e crescimento de plântulas em laboratório; e 2) Testes na emergência de plantas e crescimento de mudas em ambiente protegido (telado). Para o experimento foram utilizadas sementes de cebola (*Allium cepa* L.) das cultivares Baia Periforme e Crioula, resultando em dois experimentos separados para cada cultivar.

O trabalho foi realizado nos laboratórios de sementes e grãos da Universidade Federal Fronteira Sul – Campus Chapecó, e na zona rural do município de Caçador, região Oeste de Santa Catarina, Brasil (26°45'94"S 51°12'78"W). O clima local, segundo a classificação Koppen é Cfb (Mesotérmico úmido e verão ameno) (Pandolfo *et al.*, 2002). A altitude do terreno é de 1129 m. Segundo dados da INMET (2021) no período do cultivo a temperatura mínima foi de 0,5 °C e a temperatura máxima foi de 28,4 °C, com precipitação acumulada de 86 mm.

3.1 BIOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES

Foram utilizados dois tratamentos separados à base de algas, com quatro concentrações e quatro repetições cada.

O método de aplicação escolhido foi a embebição de sementes. As concentrações das soluções de alga utilizada foram 0 (testemunha, com hidrocondicionamento); 0,25; 0,5 e 1 % dos extratos comerciais de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp., utilizadas separadamente (Imagem 1) (Hidangmayum & Sharma, 2017).

Imagem 1 – Preparação dos extratos de alga vermelha (A) e alga marrom (B).



Fonte: Elaborado pela autora.

Inicialmente foi determinado o teor de água das sementes das duas cultivares, separadamente, de acordo com as Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

Para verificar a qualidade fisiológica de sementes sob aplicação de extratos de alga em laboratório, foram realizadas curvas de embebição com as soluções de alga, para definir padrão de embebição de cada solução, e a partir disso, determinar o período de condicionamento.

As curvas de embebição foram feitas com metodologia adaptada de Ferreira et al. (2013), onde foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes previamente pesadas, colocadas entre quatro folhas de papel germitest umedecidas com a solução na quantidade de 2,5 vezes seu peso. As folhas ficaram sobre telas metálicas acondicionadas dentro de caixas plásticas gerbox, com 40 ml da solução no fundo da caixa (Imagem 2). As sementes foram acondicionadas em câmaras de germinação a temperatura de 20 °C (BRASIL, 2009). Foram feitas pesagens periódicas das sementes para verificar a quantidade de solução absorvida. As pesagens foram feitas a cada 60 minutos até 12 horas, a cada 3 horas de 12 a 36 horas e a partir disso a cada 6 horas. O processo foi interrompido quando houve protrusão de raiz em 10% das sementes, sendo esse período anotado. A partir dos dados da curva de embebição foi realizada uma análise de regressão e foi definido o período adequado para o biocondicionamento.

Imagem 2 – Sementes submetidas ao biocondicionamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

O biocondicionamento foi realizado com metodologia semelhante à curva de embebição, porém com período de 15 horas para a cultivar Crioula e 21 horas para a cultivar Baia Periforme. As sementes foram biocondicionadas e logo após esse processo foram realizadas as avaliações de germinação e crescimento.

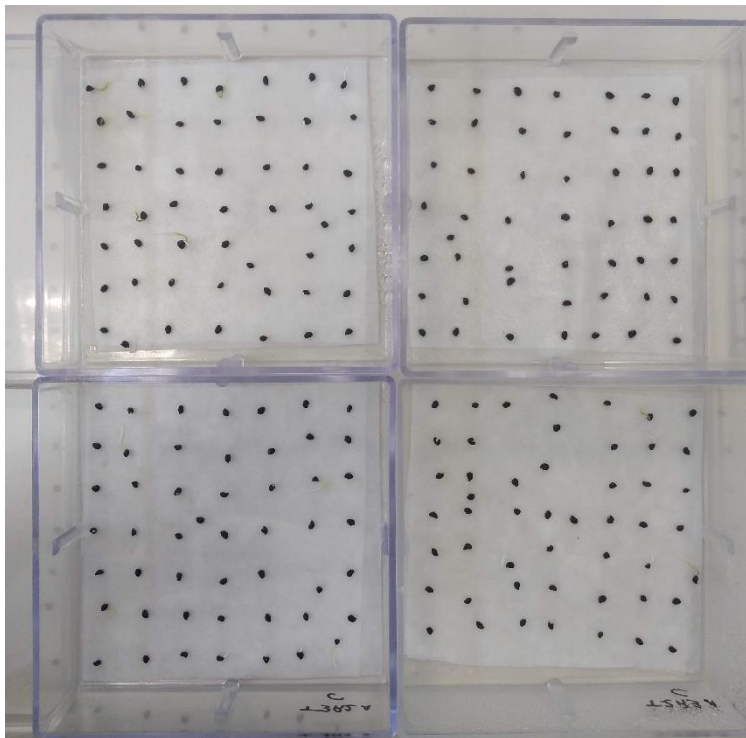
3.2 AVALIAÇÕES

3.2.1 Etapa em laboratório

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 X 4 (algas X concentrações), com dois ensaios, com diferentes cultivares.

Após o biocondicionamento das sementes com os extratos das algas foram executados os testes de germinação e vigor. Para as análises de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas as sementes foram colocadas em caixas de germinação gerbox, sobre duas folhas de papel germitest previamente umedecidas com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco, e essas foram acondicionadas em câmaras de germinação reguladas a 20°C (Imagem 3). Foram realizadas 4 repetições de 50 sementes de cada solução e cultivar, separadamente.

Imagem 3 – Sementes de cebola no início do teste de germinação.



Fonte: Elaborado pela autora.

As variáveis analisadas foram as seguintes:

Teste de germinação: As sementes foram avaliadas a 6 e 12 dias após a semeadura, conforme as Regras para análise e sementes (BRASIL, 2009). Os valores são expressos em porcentagem de plântulas normais.

Comprimento de plântulas: Com método adaptado de Nakagawa (1999), foram retiradas 20 plântulas de cada repetição, e feita a medição da parte aérea e da raiz separadamente, com o auxílio de uma régua. Os resultados são expressos em centímetros.

Massa seca de plântulas: A massa seca foi aferida de 20 plantas por repetição. As plântulas foram colocadas em sacos de papel e conduzidas a estufa com circulação de ar a 65 °C por 72h, e posteriormente pesadas.

Envelhecimento acelerado: Realizado com metodologia sugerida por Rodo e Marcos Filho (2003), onde após o biocondicionamento as sementes foram colocadas em caixas gerbox suspensas sobre uma tela metálica, com solução saturada de cloreto de sódio no fundo, e após submetidas a câmara de germinação a 41 °C por 72 horas. Após esse processo foi realizado um teste de germinação nas sementes.

Condutividade elétrica: Com metodologia sugerida por Dias *et al.* (2006), as sementes previamente tratadas foram colocadas em copos com 25 mL de água deionizada,

permanecendo em BOD a 25°C por 24 horas. Após isso, se realizou a medição da condutividade com auxílio de um condutivímetro, com os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.

3.2.2 Etapa em condições de ambiente protegido

Para esta etapa, optou-se pela produção de mudas em bandejas de polipropileno de 162 células com capacidade de 31 ml por célula. Foram utilizadas 2 repetições por bandeja, com substrato da marca Mecplant[®]. O ambiente de cultivo foi uma estrutura telada com altura de aproximadamente 2 metros e bancadas de 1,2 metros, telada com sombrite a 50% de sombreamento (Imagem 4). Esta estrutura foi utilizada para simular um túnel alto.

Imagem 4 – Telado e bandejas utilizadas no experimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

As sementes foram biocondicionadas em laboratório, e após o período de embebição foram colocadas para secar em temperatura ambiente por 6 horas antes de serem armazenadas para o transporte até a área de semeadura. A semeadura foi realizada no dia 13/04/2021, e o período de avaliação teve a duração de 35 dias. As parcelas foram regadas periodicamente para que o substrato permanecesse com a umidade correta. Após a terceira semana, foi utilizada a fertirrigação de nitrogênio, em dose de 200 mg L⁻¹ na forma de ureia, a cada 4 dias, totalizando 3 aplicações (TRANI; TIVELLI; CARRIJO, 2011).

As variáveis analisadas foram as seguintes:

Emergência de plântulas: A contagem de plantas emersas foi feita a sete, 14, 21, 28 e 35 dias após sementeira (DAS). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Altura e número de folhas: avaliados aos sete, 14, 21, 28 e 35 DAS, com o auxílio de uma régua graduada em cm. As medições foram feitas em 20 plantas por repetição escolhidas aleatoriamente.

Comprimento de raízes: Ao final do experimento, foram retiradas das bandejas 20 plantas por repetição, lavadas com água e secas com papel, a medição foi efetuada com o auxílio de uma régua.

Massa seca de plantas: As mesmas plantas retiradas do solo foram separadas em raiz e parte aérea, acondicionadas em sacos de papel e conduzidas a estufa e circulação de ar a 65°C por 72 horas.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos nas duas etapas foram submetidos a análise de variância, e para comparação de médias foi realizado o teste Tukey para o fator alga e a regressão para o fator concentração a 5% de significância separadamente para cada cultivar, com auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

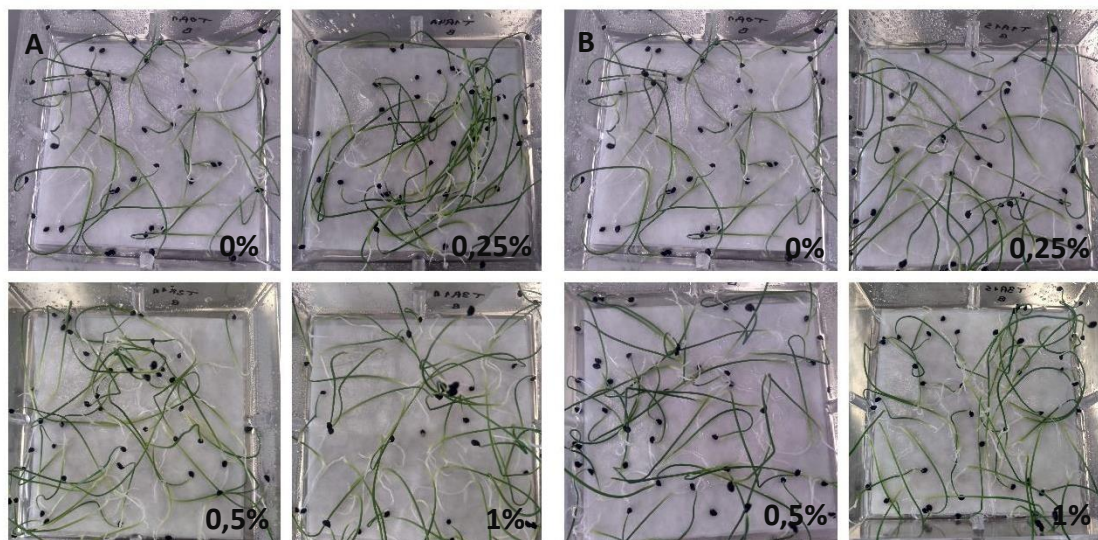
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CEBOLA CULTIVAR BAIA PERIFORME

4.1.1 Experimento em laboratório

Na etapa em laboratório, não houve diferenças estatísticas com relação à comparação entre as espécies de alga para todas as variáveis (Tabela 1), demonstrando assim que o efeito das duas algas no tratamento de sementes é semelhante (Imagem 5). Porém, no fator concentração, observaram-se diferenças significativas nas análises de primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Com relação às outras variáveis analisadas, não houve diferença estatística.

Imagem 5 – Plântulas de cebola cv. Baia Periforme obtidas de sementes biocondicionadas com diferentes concentrações de extrato de *Ascophyllum nodosum* (A) e *Solieria* spp. (B).



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1 – Valores médios de primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de plântula (MS), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de plântulas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas (*A. nodosum* e *Solieria* spp.) nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

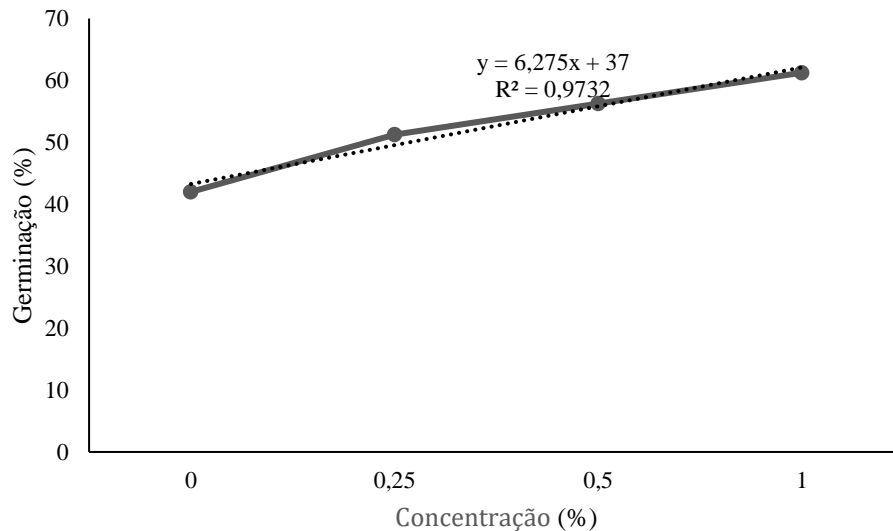
Algas	Concentrações (%)			
	0	0,25	0,5	1
	PC (%)			
<i>A. nodosum</i>	42,0 A b*	50,5 A ab	54,5 A a	58,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	42,0 A c	52,0 A bc	58,0 A ab	64,5 A a
	G (%)			
<i>A. nodosum</i>	89,0 A a	93,0 A a	92,5 A a	91,5 A a
<i>Solieria</i> spp.	89,0 A a	88,5 A a	90,5 A a	91,0 A a
	CPA (cm)			
<i>A. nodosum</i>	6,30 A a	6,59 A a	6,28 A a	6,19 A a
<i>Solieria</i> spp.	6,30 A a	6,64 A a	6,56 A a	6,67 A a
	CR (cm)			
<i>A. nodosum</i>	2,91 A a	2,34 A a	2,95 A a	2,10 A a
<i>Solieria</i> spp.	2,91 A a	2,67 A a	2,53 A a	2,38 A a
	MS (mg)			
<i>A. nodosum</i>	44,75 A a	36,75 A a	39,25 A a	40,50 A a
<i>Solieria</i> spp.	44,75 A a	51,25 A a	32,00 A a	34,75 A a
	EA (%)			
<i>A. nodosum</i>	52 A a	20 A b	46 A a	34 A ab
<i>Solieria</i> spp.	52 A a	23 A bc	40 A ab	17 A c
	CE ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)			
<i>A. nodosum</i>	212,00 A a	197,75 A a	229,43 A ab	251,25 A b
<i>Solieria</i> spp.	212,00 A ab	182,10 A a	239,33 A b	226,28 A b

Fonte: Elaborado pela autora. * Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

Analisando-se os valores médios de primeira contagem de germinação, feita a seis dias após a semeadura (DAS), do fator concentração, de forma isolada, houve efeito positivo com o aumento da concentração dos extratos de alga, sem diferença entre as espécies de alga (Tabela 1, Gráfico 1). Entretanto, na contagem final de germinação não houve diferença entre as concentrações, o que sugere que houve o aumento da velocidade inicial de germinação, sem alteração na germinação final. As algas marinhas são compostas de substâncias como nutrientes, aminoácidos, oligossacarídeos e hormônios vegetais (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019). Principalmente com relação aos hormônios vegetais, esses podem ter

contribuído para a maior velocidade de germinação das sementes, com altos níveis aos 6 DAS, nas maiores concentrações dosextratos.

Gráfico 1 - Valores médios primeira contagem de germinação de sementes de cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

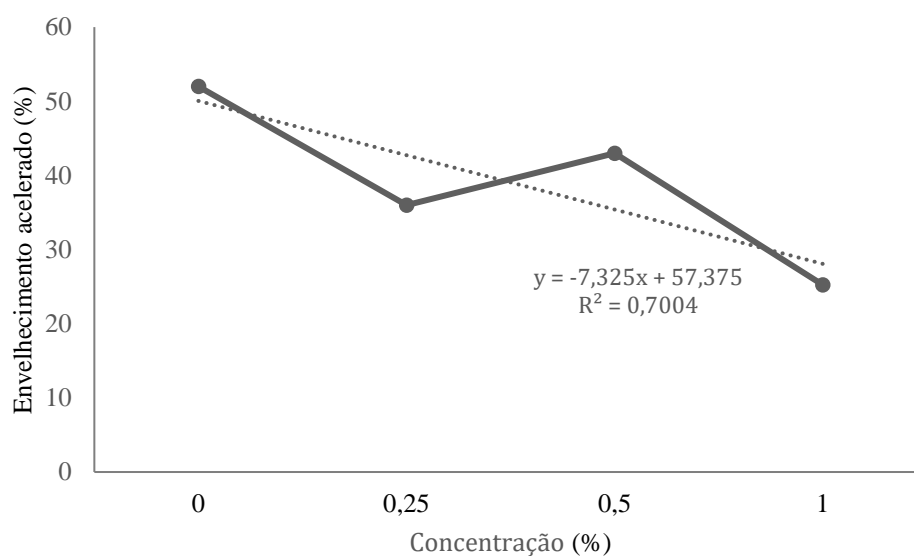


Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto ao vigor de sementes de cebola avaliadas pelo teste de envelhecimento acelerado, observou-se efeitos negativos do biocondicionamento de sementes com os extratos de ambas as algas utilizadas (Tabela 1, Gráfico 2). Inclusive, nesta análise não houve plântulas normais, sendo que os valores médios apresentados representam a germinação total das sementes. Estes dados divergem do que relatam Mukherjee e Patel (2020), que indicam que os extratos de algas são promotores de resistência a estresses por meio da atuação como elicitores de respostas de defesa na planta, com aumentos em níveis de citocininas, prolina e antioxidantes. No entanto, existem alguns testes que demonstram que o extrato de *Ascophyllum nodosum* não tem efeito ou tem efeito negativo em maiores concentrações em sementes de soja e trigo (GEHLING *et al.*, 2014; GEHLING *et al.*, 2017; MELO *et al.*, 2021).

Os extratos de algas contêm substâncias orgânicas, o que, no teste de envelhecimento acelerado pode ter atuado como substrato para a proliferação de microrganismos, possivelmente prejudicando a germinação (MELO *et al.*, 2021). Assim, o ideal no tratamento de sementes com extratos de algas é não armazenar as sementes, e sim utilizá-las imediatamente a partir do tratamento.

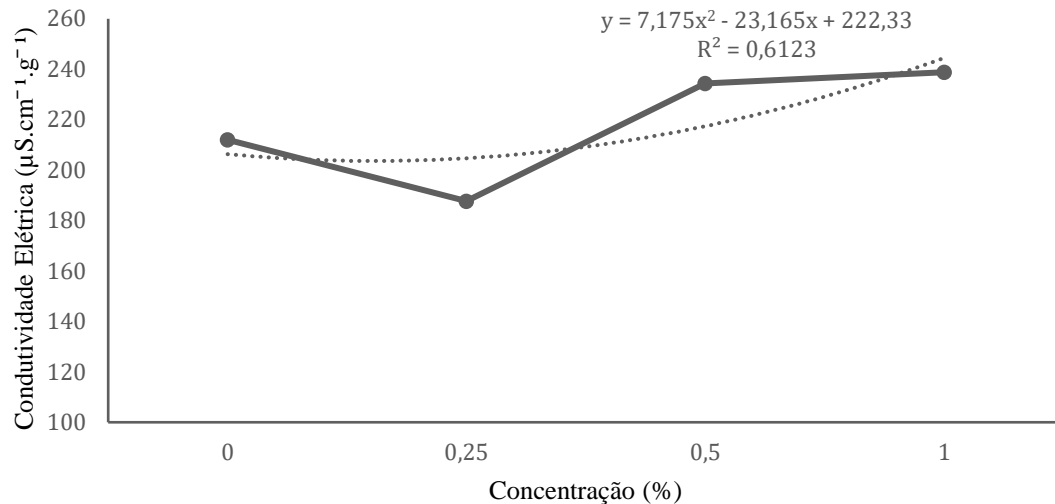
Gráfico 2 - Valores médios de envelhecimento acelerado de sementes e cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela 1 e no gráfico 3 pode-se observar que a lixiviação no teste de condutividade elétrica aumentou proporcionalmente as concentrações dos extratos de algas, não havendo diferença estatística entre as espécies de alga. Assim, nas sementes submetidas às maiores concentrações dos extratos de algas foi observada maior quantidade de eletrólitos, e isso indicaria que houve menor estruturação das membranas das sementes, porém, este aumento pode estar relacionado com a própria composição dos extratos, que naturalmente têm alta condutividade elétrica (SILVA *et al.*, 2016; SILVA, 2015).

Gráfico 3 - Valores médios condutividade elétrica de sementes de cebola cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. Nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.2 Produção de mudas condições de ambiente protegido

A porcentagem de emergência foi influenciada pelas concentrações dos dois extratos de alga em todos os períodos (Gráfico 4), exceto na contagem a 21 DAS (Tabela 2). Com relação a altura de planta, não houve diferença estatística nas avaliações a 21, 28 e 35 DAS (Tabela 2).

Os níveis de massa seca de parte aérea sofreram efeito diferente de acordo com o tipo de alga nas concentrações de 0,5 e 1%, demonstrando que o extrato de alga vermelha causou maior acúmulo de matéria seca na parte aérea nestas concentrações. Isso se deve às carragenanas, polissacarídeos presentes nas algas vermelhas (filo *Rhodophyta*), que promovem aumento da fotossíntese e fixação de carbono por meio de diferentes processos bioquímicos (SCHUKLA *et al.*, 2016).

Tabela 2 – Valores médios de porcentagem de emergência a 21 DAS (EM21), número de folhas a 28 DAS (NF28), altura de planta a 21, 28 e 35 (AP21, AP28 e AP35), massa seca de raiz (MSR) de mudas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas (*A. nodosum* e *Solieria* spp.) nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

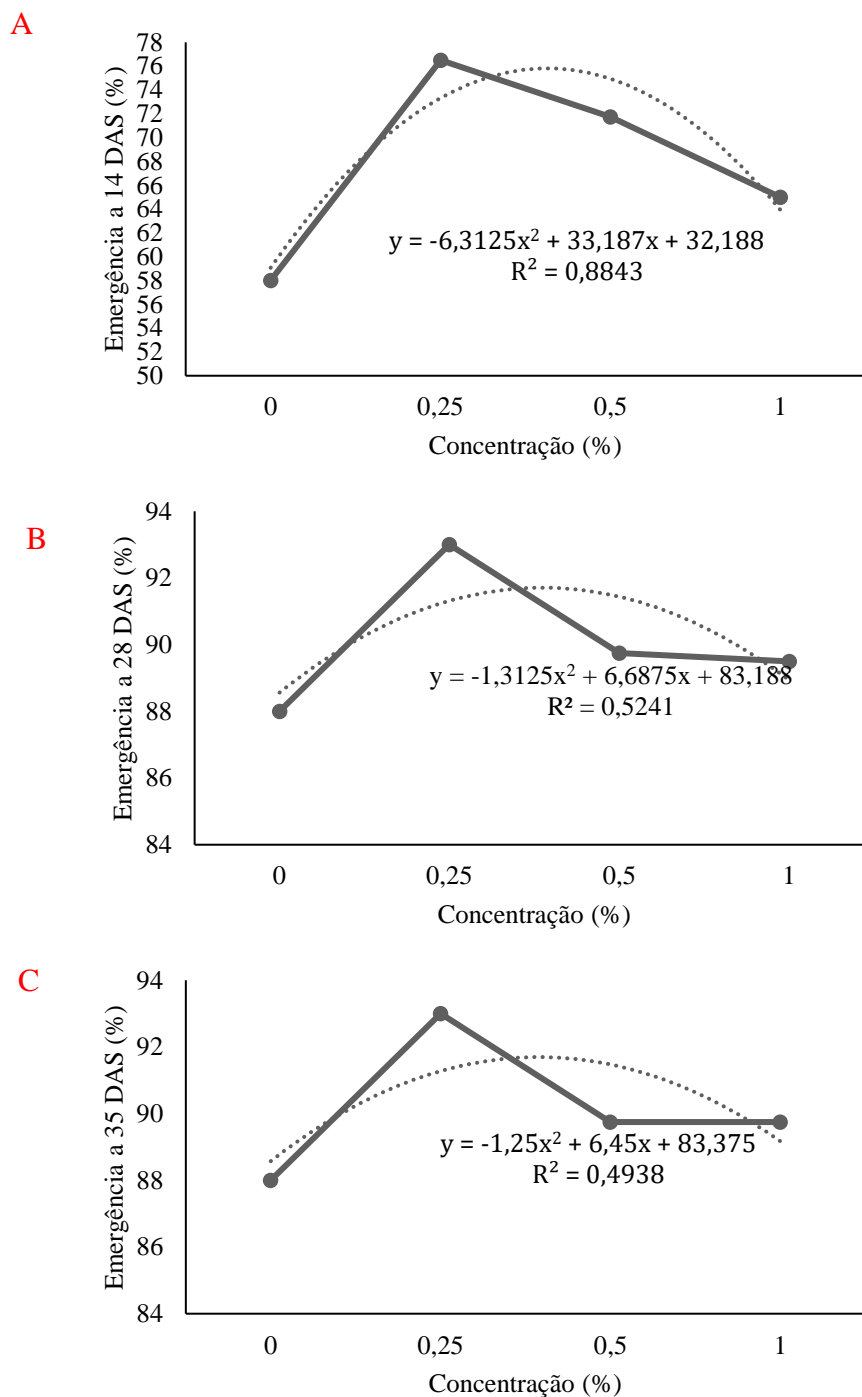
Algas	Concentrações (%)			
	0	0,25	0,5	1
EM21 (%)				
<i>A. nodosum</i>	85,5* A a	92,0 A a	87,5 A a	87,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	85,5 A a	92,0 A a	85,5 A a	85,0 A a
NF28				
<i>A. nodosum</i>	1,4 A a	1,5 A a	1,3 A a	1,2 A a
<i>Solieria</i> spp.	1,4 A a	1,4 A a	1,6 A a	1,4 A a
AP21 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	4,28 A a	4,41 A a	4,71 A a	4,13 A a
<i>Solieria</i> spp.	4,28 A a	4,06 A a	4,26 A a	4,00 A a
AP28 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	4,90 A a	4,91 A a	5,31 A a	5,20 A a
<i>Solieria</i> spp.	4,90 A a	5,00 A a	4,89 A a	4,68 A a
AP35 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	7,10 A a	6,87 A a	7,22 A a	6,73 A a
<i>Solieria</i> spp.	7,10 A a	6,69 A a	6,88 A a	6,63 A a
MSR (mg)				
<i>A. nodosum</i>	56,8 A a	65,5 A a	49,3 A b	39,8 A b
<i>Solieria</i> spp.	56,8 A a	74,0 A a	80,3 A a	70,3 A a

Fonte: Elaborado pela autora. * Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

Na emergência de plântulas, não houve diferença estatística entre as espécies de alga, porém os valores foram afetados pela concentração dos extratos de algas, com melhoria nas porcentagens a 0,25%, a 14, 28 e 35 DAS, porém, todas as concentrações tiveram maior porcentagem de emergência em comparação a testemunha (Tabela 2, Gráfico 4). Estes resultados são semelhantes aos encontrados em vários estudos com extratos de alga a concentrações diferentes e em culturas diferentes, onde houve o aumento da germinação com a aplicação destes compostos (SIVRITEPE e SIVRITEPE, 2016; SIVRITEPE e SIVRITEPE, 2008; FERRAZ, RADUNZ e SILVA, 2019; SORGATTO e SILVA, 2018). O aumento na germinação das sementes sob biocondicionamento com extratos de alga vermelha e marrom

pode ser explicado pela presença de reguladores vegetais, como ácido indolacético, citocininas e giberelinas, que têm papel fundamental na germinação (BATTACHARYYA *et al.*, 2015).

Gráfico 4 –Valores médios de porcentagem de emergência a 14, 28 e 35 DAS, respectivamente (A, B e C), de sementes de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

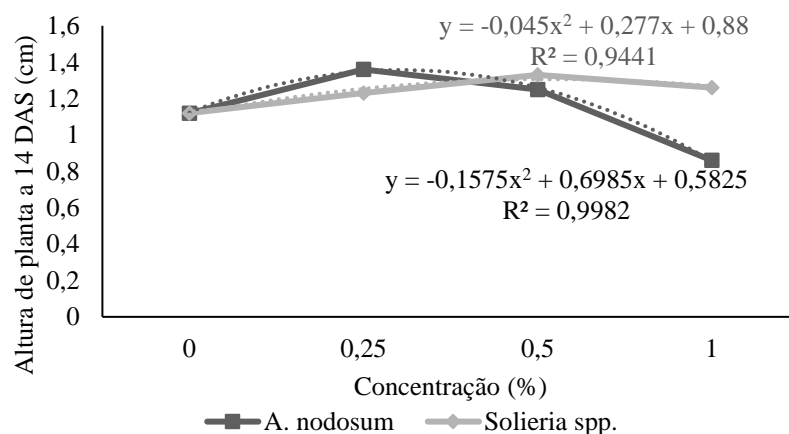


Fonte: Elaborado pela autora.

Na avaliação de altura de plantas aos 14 DAS, não houve diferença estatística com

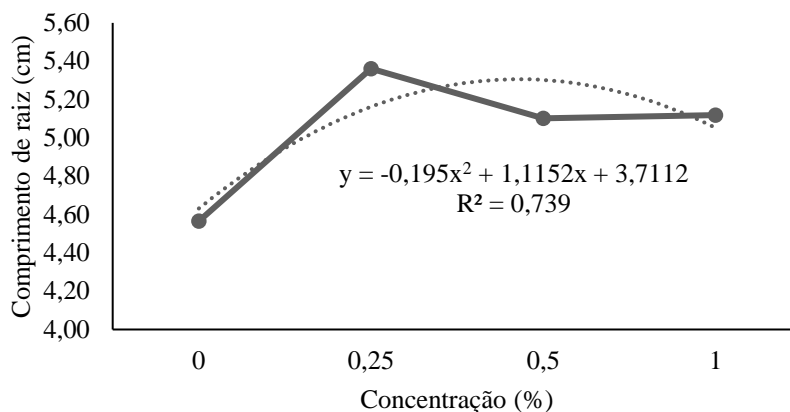
relação à comparação dos dois extratos de alga, porém, as concentrações causaram efeito diferente de acordo com cada alga. As melhores concentrações foram 0,36 e 0,54% para a alga marrom e vermelha respectivamente (Tabela 2, Gráfico 5). Nas análises de comprimento de raiz, houve diferença para o fator concentração, não havendo diferença estatística para as espécies de alga. As mudas submetidas aos extratos apresentaram maior comprimento comparados à testemunha, com aumento de 0,79 cm na concentração de 0,25% (Tabela 2, Gráfico 6). Os extratos de alga podem melhorar o crescimento por seus compostos bioativos que agem no balanço hormonal e em diversos processos fisiológicos, como na expressão genética e senescência (BATTACHARYYA *et al.*, 2015).

Gráfico 5 – Valores médios de altura de plântulas aos 14 DAS de cebola da cultivar Baia Perifome submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

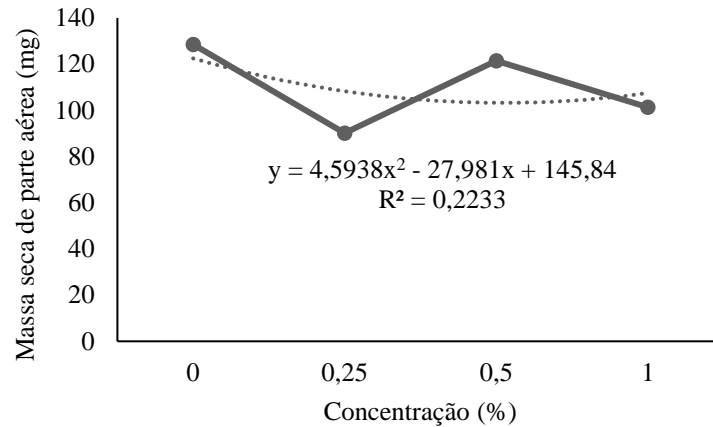
Gráfico 6 –Valores médios de comprimento de raiz de plântulas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

A massa seca de parte aérea foi negativamente influenciada pelas concentrações dos extratos de alga, porém as diferentes espécies de alga causaram efeito semelhante (Tabela 2, Gráfico 7). A redução no acúmulo de matéria foi de 29,8% entre a testemunha e a concentração de pior desempenho (0,25%). Assim como os extratos de alga têm substâncias bioestimulantes, também apresentam algumas substâncias que são ou podem se tornar inibidoras de crescimento, como auxinas e ácido abscísico. Por isso, a presença destes reguladores pode ter causado um desbalanço hormonal que provocou a redução na acumulação de matéria seca nas raízes (TAIZ & ZAEGGER, 2017).

Gráfico 7 –Valores médios de massa seca de parte aérea de plântulas de cebola da cultivar Baia Periforme submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



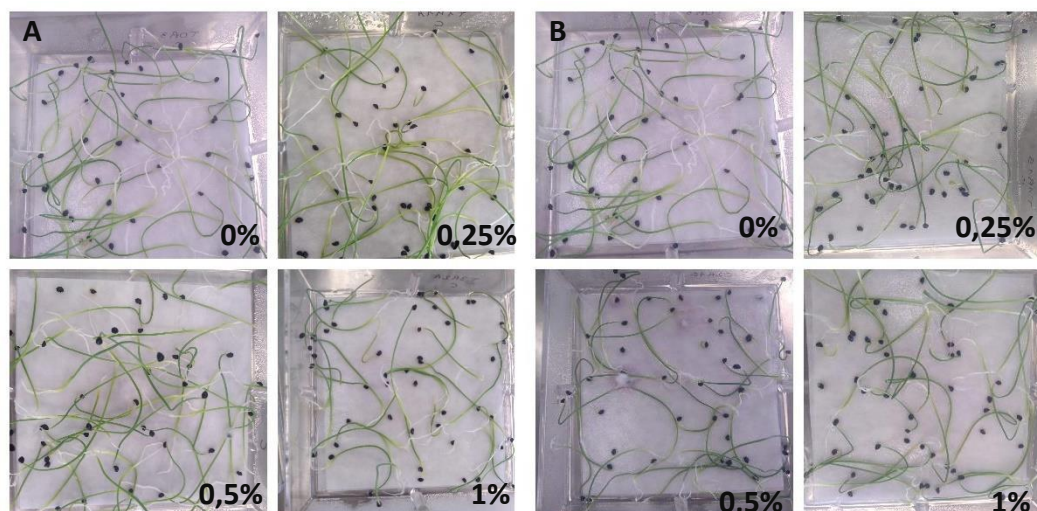
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 CEBOLA CULTIVAR CRIOULA

4.2.1 Experimento em laboratório

Em quase todas as variáveis analisadas não houve efeito das espécies de alga no biocondicionamento de sementes de cebola da cultivar Crioula, exceto para condutividade elétrica (Imagem 6, Tabela 3). Porém, com relação às concentrações do extrato, as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento de raiz, massa seca de plântula e condutividade elétrica apresentaram diferença significativa na comparação de médias.

Imagem 6 – Plântulas de cebola cv. Crioula obtidas de sementes biocondicionadas com diferentes concentrações de extrato de *Ascophyllum nodosum* (A) e *Solieria* spp. (B).



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 – Valores médios de primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de plântula (MS), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de plântulas de cebola da cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas (*A. nodosum* e *Solieria* spp.) nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

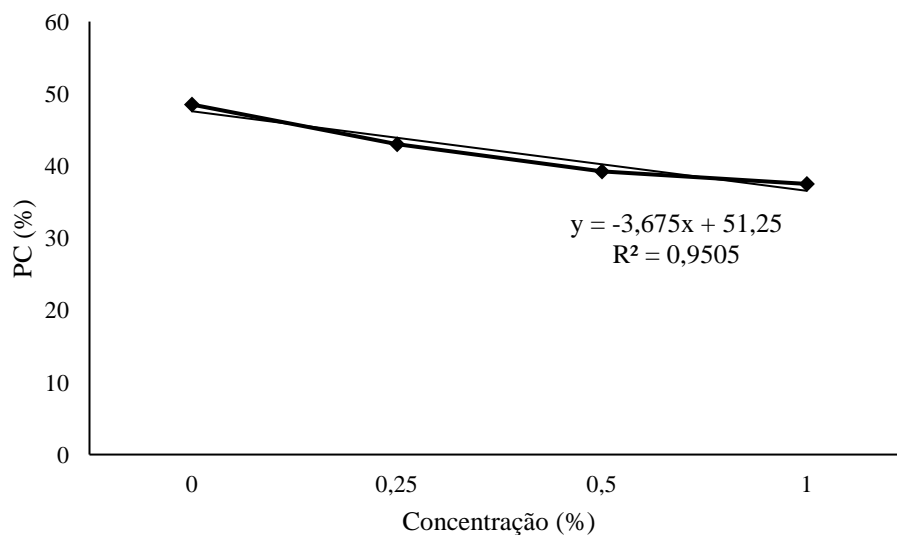
Algas	Concentrações (%)			
	0	0,25	0,5	1
	PC (%)			
<i>A. nodosum</i>	48,5* A a	47,5 A a	41,5 A ab	30,5 A b
<i>Solieria</i> spp.	48,5 A a	38,5 A a	37,0 A a	44,5 A a
	G (%)			
<i>A. nodosum</i>	78,5 A a	72,0 A a	72,5 A a	65,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	78,5 A a	71,5 A a	69,0 A a	70,0 A a
	CPA (cm)			
<i>A. nodosum</i>	6,86 A a	6,79 A a	6,35 A a	6,11 A a
<i>Solieria</i> spp.	6,86 A a	6,42 A a	5,94 A a	6,58 A a
	CR (cm)			
<i>A. nodosum</i>	2,52 A a	2,54 A a	2,15 A a	2,21 A a
<i>Solieria</i> spp.	2,52 A ab	2,49 A a	1,94 A b	1,99 A b
	MS (mg)			
<i>A. nodosum</i>	59,75 A a	29,75 A b	36,25 A ab	41,00 A ab
<i>Solieria</i> spp.	53,75 A a	37,50 A ab	29,75 A b	33,00 A ab

	EA (%)			
<i>A. nodosum</i>	3,0 A a	4,0 A a	5,0 A a	2,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	3,0 A a	3,5 A a	5,0 A a	5,5 A a
	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)			
<i>A. nodosum</i>	337,62 A b	315,70 A ab	282,86 A a	318,42 A ab
<i>Solieria</i> spp.	337,62 A b	353,18 B b	263,08 A a	391,22 B c

Fonte: Elaborado pela autora. * Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

Na primeira contagem de germinação, não houve diferença estatística de acordo com a espécie de alga, porém, observa-se na tabela 3 e no gráfico 8 que houve redução na germinação no biocondicionamento nas concentrações de 0,5 e 1%. Na análise de germinação total (a 12 DAS) não houve diferença estatística entre as concentrações, o que indica que houve menor velocidade de germinação nas sementes condicionadas com 0,5 e 1%. Essa menor velocidade pode ser relacionada com a presença de hormônios vegetais no extrato de *A. nodosum*, como citocininas e auxinas (NABTI; JHA; HARTMANN, 2017), que pode ter causado um desequilíbrio hormonal.

Gráfico 8 - Valores médios primeira contagem de germinação de sementes de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

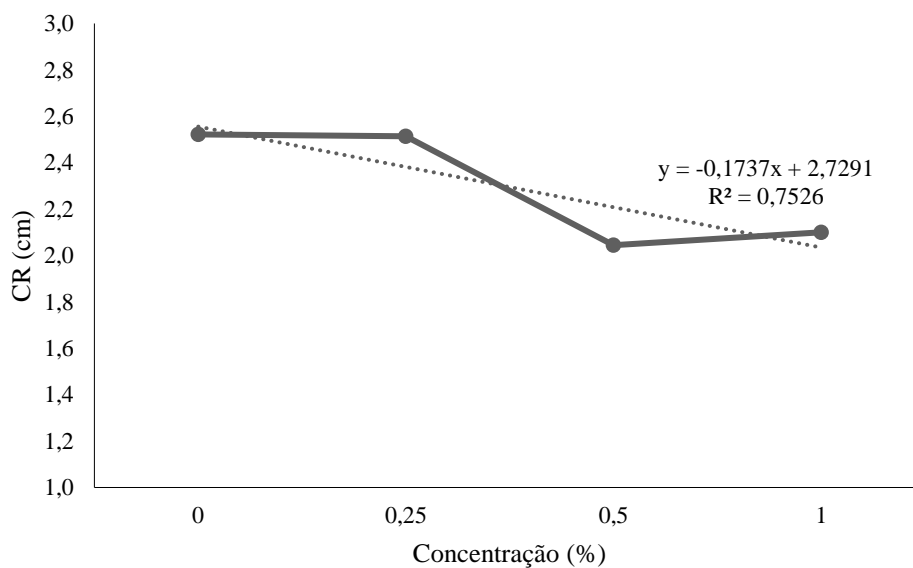


Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação ao comprimento de raízes, o biocondicionamento com extratos de algas causou efeito negativo no crescimento nas concentrações de 0,5 e 1% (Tabela 3, Gráfico 9),

porém sem diferenças estatísticas no fator tipo de alga. Como dito anteriormente, a presença de componentes que têm efeito no balanço hormonal pode ter causado um efeito de inibição do crescimento, principalmente com relação às auxinas, que quando presentes em alta concentração, podem inibir o crescimento. Além disso, a raiz tem uma sensibilidade muito maior a altas concentrações de auxinas do que no caule, explicando o motivo de não haver diferença estatística em comprimento de parte aérea (TAIZ & ZEIGER, 2017). Estes valores corroboram com Silva, Silva e Vieira (2021) que no tratamento de sementes de tomate cereja com *A. nodosum*, obtiveram menores valores de comprimento de raiz nas maiores concentrações.

Gráfico 9 - Valores médios comprimento de raízes de plântulas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extrato de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

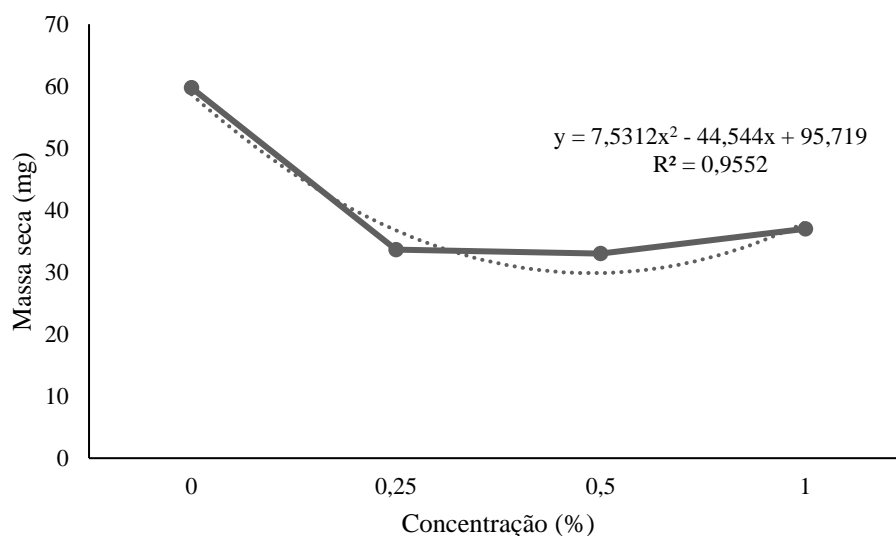


Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação a massa seca de plântulas de cebola, obtida de sementes biocondicionadas com extrato de algas, observaram-se médias menores que a testemunha em todas as concentrações utilizadas (Tabela 3, Gráfico 10), tanto para alga marrom quanto para a vermelha, sem diferença estatística entre as algas (Tabela 3). Estes dados contrastam a alguns estudos feitos com tomate e pimentão (ALI; RAMSUBHAG; JAYARAMAN, 2019; SOUZA *et al.*, 2017). Porém, a composição e o efeito dos extratos de alga podem ter relação com

diversos fatores, como o tipo de processamento, a época de colheita, a forma de aplicação da alga e até própria cultivar da planta testada. Na comparação de massa seca de parte aérea e raiz entre cultivares, Silva, Silva e Vieira (2021) observaram que em uma mesma espécie (pimentão) duas cultivares apresentaram efeitos diferentes nas mesmas concentrações de *A. nodosum*.

Gráfico 10 - Valores médios de massa seca de plântulas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

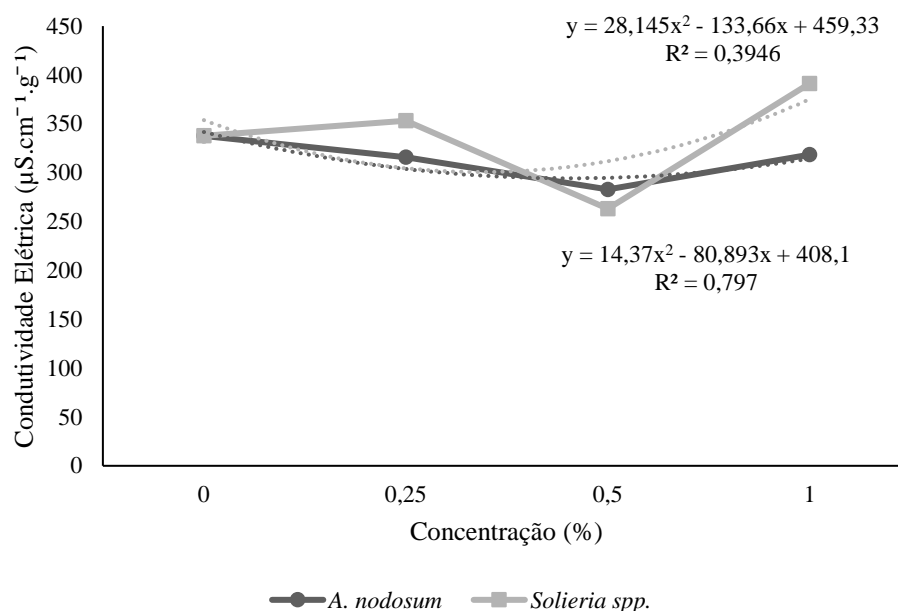


Fonte: Elaborado pela autora.

Para a condutividade elétrica de sementes, foi observada diferença com relação às espécies de algas e com concentrações. A alga marrom proporcionou menores níveis de condutividade nas concentrações de 0,25 e 1% em comparação com a alga vermelha, não havendo diferenças entre as algas na concentração de 0 e 0,5% (Tabela 3).

Ao se levar em conta o fator concentração, a condutividade elétrica foi menor a 0,5% no biocondicionamento com extrato de *A. nodosum* (Tabela 3, Gráfico 11). No tratamento das sementes com *Solieria* spp. a menor condutividade elétrica foi encontrada também a 0,5%, o que indica que houve uma maior proteção da membrana celular nesta concentração para as duas espécies de alga. A integridade das membranas é importante, pois está diretamente relacionada ao nível de deterioração da semente. Essa ação está relacionada com alguns componentes antioxidantes dos extratos de alga, como carotenóides e polifenóis (AGUIAR *et al.*, 2021).

Gráfico 11 - Valores médios condutividade elétrica de sementes de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extrato de algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 Produção de mudas em condições de ambiente protegido

Os valores de emergência (Tabela 4), altura de plantas e comprimento de raiz e massa seca de raiz (Tabela 5) nos diferentes períodos não foram influenciados significativamente pelas diferentes concentrações de extrato de alga. Com relação ao número de folhas, foram expressos somente em 28 e 35 DAS pois até os 21 DAS nenhum tratamento havia desenvolvido a segunda folha (Tabela 4). A partir destes dados, pode-se entender a importância da realização de testes em condições semelhantes às de produção, pois estes dados são parcialmente convergentes com os dados obtidos em laboratório, onde a emergência foi negativamente influenciada pelos extratos de alga (Gráfico 12), por exemplo. Isso se deve ao fato de que a emergência em condições de campo tem diferentes fatores de interação da semente com o meio, como o substrato, luminosidade, entre outros, que podem alterar a resposta destes compostos no desempenho das plantas.

Tabela 4 – Valores médios de porcentagem de emergência a 14, 21, 28 e 35 DAS (EM14, EM21, EM28 e EM35), número de folhas a 28 e 35 DAS (NF28 e NF35) de mudas de cebola da cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas (*A. nodosum* e *Solieria* spp.) nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

Algas	Concentrações (%)			
	0	0,25	0,5	1
EM14 (%)				
<i>A. nodosum</i>	61,0 * A a	67,5 A a	74,0 A a	63,5 A a
<i>Solieria</i> spp.	61,0 A a	69,5 A a	57,5 A a	58,5 A a
EM21 (%)				
<i>A. nodosum</i>	76,0 A a	80,0 A a	78,5 A a	76,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	76,0 A a	79,5 A a	77,0 A a	71,5 A a
EM28 (%)				
<i>A. nodosum</i>	81,5 A a	84,5 A a	83,5 A a	79,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	81,5 A a	80,0 A a	85,5 A a	78,0 A a
EM35 (%)				
<i>A. nodosum</i>	82,0 A a	83,0 A a	83,5 A a	79,0 A a
<i>Solieria</i> spp.	82,0 A a	79,5 A a	81,5 A a	78,0 A a
NF28				
<i>A. nodosum</i>	1,80 A a	1,65 A a	1,68 A a	1,53 A a
<i>Solieria</i> spp.	1,84 A a	1,84 A a	1,58 A a	1,64 A a
NF35				
<i>A. nodosum</i>	1,91 A a	2,00 A a	1,96 A a	1,98 A a
<i>Solieria</i> spp.	1,91 A a	1,93 A a	1,96 A a	1,49 A a

Fonte: Elaborado pela autora. * Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

Tabela 5 – Valores médios de altura de plântula a 14, 21, 28 e 35 DAS (AP14, AP21, AP28 e AP35), comprimento de raízes (AR35) e massa seca de raízes (MSR) de mudas de cebola da cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos bioestimulantes à base de algas (*A. nodosum* e *Solieria* spp.) nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.

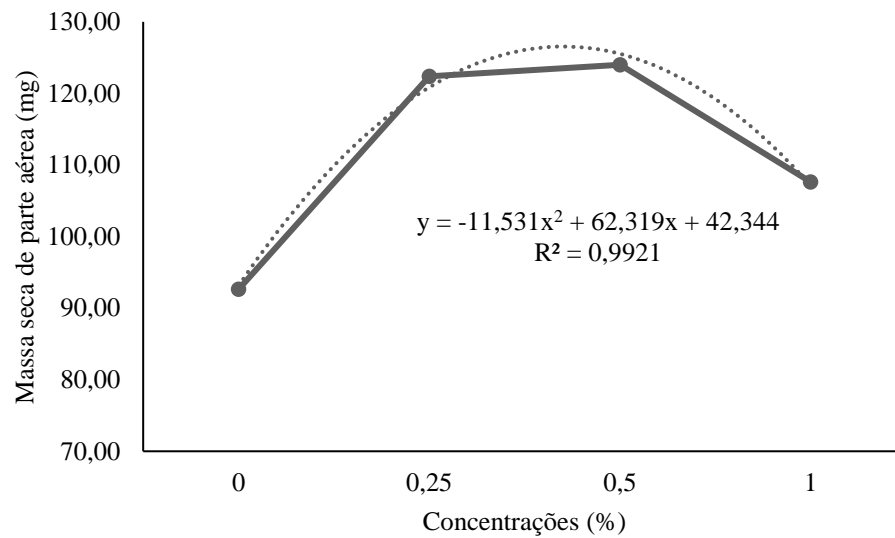
Algas	Concentração (%)			
	0	0,25	0,5	1
AP14 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	1,25* A a	1,05 A a	1,22 A a	1,24 A a
<i>Solieria</i> spp.	1,25 A a	1,32 A a	0,94 A a	1,20 A a
AP21 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	3,20 A a	3,09 A a	3,17 A a	3,17 A a
<i>Solieria</i> spp.	3,20 A a	2,89 A a	3,13 A a	2,93 A a
AP28 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	5,11 A a	5,09 A a	4,69 A a	5,07 A a
<i>Solieria</i> spp.	5,11 A a	4,80 A a	5,08 A a	4,96 A a
AP35 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	6,72 A a	7,31 A a	6,07 A a	6,78 A a
<i>Solieria</i> spp.	6,72 A a	6,19 A a	7,05 A a	6,87 A a
AR35 (cm)				
<i>A. nodosum</i>	4,62 A a	4,47 A a	4,34 A a	4,77 A a
<i>Solieria</i> spp.	4,62 A a	4,70 A a	4,33 A a	4,51 A a
MSR (cm)				
<i>A. nodosum</i>	142,30 A a	137,80 A a	121,80 A a	116,00 A a
<i>Solieria</i> spp.	142,30 A a	105,80 A a	138,30 A a	133,80 A a

Fonte: Elaborado pela autora. * Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

A única variável analisada que apresentou diferenças estatísticas entre as concentrações foi a massa seca de parte aérea (Gráfico 12), que não apresentou diferença com relação à espécie de alga, somente de acordo com a concentração. Pôde-se observar maior peso em todas as concentrações em comparação à testemunha. Estes resultados corroboram com os apresentados por Ali, Ramsubhag e Jayaraman (2019), onde em condições de casa de vegetação a aplicação de extratos de *Ascophyllum nodosum* promoveu o aumento de 52% de massa seca de planta na cultura do tomate. O maior acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas, em função do biocondicionamento de sementes com extratos de algas, se deve a reguladores de crescimento presentes nestes produtos que aumentam a

capacidade de replicação e alongamento das células, além de compostos que promovem uma maior taxa fotossintética (SAEGER *et al.*,2020).

Gráfico 12 - Valores médios de massa seca de parte aérea de mudas de cebola cultivar Crioula submetidas ao biocondicionamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Solieria* spp. algas nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 1%.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÃO

Na avaliação do lote de sementes da cultivar Baia Periforme em laboratório, a aplicação dos extratos causou um aumento linear na velocidade de germinação. Os parâmetros de crescimento não foram alterados pelos extratos de alga. Na produção de mudas, houve aumento na porcentagem de emergência, comprimento de raiz e altura de plantas. Porém, houve redução em níveis de massa seca de parte aérea, e massa seca de parte raiz em concentrações altas. Assim, para esta cultivar é indicado o uso de concentrações entre 0,25 e 0,5% para aumentar o crescimento e germinação.

Na etapa em laboratório da cultivar Crioula, houve atraso na germinação, assim como diminuição em comprimento de raiz e a massa seca, indicando que para esta cultivar o biocondicionamento com extratos de alga causa inibição da germinação e crescimento. Na produção de mudas, não houve diferença estatística em todas as variáveis, exceto na análise de massa seca de parte aérea, com aumentos de acordo com a concentração.

A partir destes resultados, foi possível verificar que os extratos de alga podem apresentar efeitos benéficos ou maléficos nos diferentes parâmetros de crescimento e germinação. Portanto, é preciso que sejam feitos mais estudos para elucidar o efeito exato dos componentes presente nos extratos, assim como a possibilidade do fracionamento destes extratos para manter os componentes benéficos e retirar os componentes inibidores.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, B. A. *et al.* Propriedades antioxidantes de metabólitos secundários de algas pardas: uma revisão integrativa. In: ALMEIDA JÚNIOR, Silvio de (org.). **Produtos naturais e suas aplicações**: da comunidade para o laboratório. Guarujá: Científica Digital, 2021. Cap. 8. p. 129-142.
- ALI, O.; RAMSUBHAG, A; JAYARAMAN, J. Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. **Plos One**, v. 14, n. 9, p. 1-19, mai. 2019.
- BARBIERI, R. L. **Cebola**: ciência, arte e história. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, n. 1, p.39-48, 2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398 p.
- CASTRO, P. R. C.; CAMPOS, G. R.; CARVALHO, M. E. A. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba: Série Produtor Rural. Esalq – USP. 2019. 74p.
- CLEMENTE, F. M. V. T. **Produção de hortaliças para a agricultura familiar**. Brasília: Embrapa, 2015.
- DELIAN, E.; LUPU, C.; SAVULESCU, E. Effect of different priming treatments on seeds germination and early seedlings growth of tomato. **Current Trends in Natural Sciences**, v.7, n.13, p.38-46, 2018.
- DIAS, D. C. F. S. *et al.* Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 154-162, 2017.
- FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K.H.M. Micronutrient application through seed treatments- a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 12, n.1, p. 125-142, 2012.
- FERRAZ, A.; SILVA, V. N.; RADUNZ, A. L. Condicionamento fisiológico de sementes de chicória com *Ascophyllum nodosum*. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, [s.l.], v. 28, n. 2, p. 215-226, 10 jul. 2019. <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n2p215-22>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acessado em: 25 maio 2021. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- FERREIRA, R.L. *et al.* Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1189-1195, 2013.
- GEHLING, V. M. *et al.* Desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas com extrato de

alga *Ascophyllum nodosum* (L.). **Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, Bagé, v. 14, n. 128, p. 1200-1215, 2017.

GEHLING, V. M. *et al.* Desempenho fisiológico de sementes de trigo tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.). **Enciclopédia Biosfera: Centro científico conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 743-750, 2014.

HIDANGMAYUM, A.; SHARMA, R. Effect of Different Concentration of Commercial Seaweed Liquid Extract of *Ascophyllum nodosum* on Germination of Onion (*Allium cepa* L.). **International Journal Of Science And Research**, Chhattisgarh, v. 6, n. 7, p. 1488-1491, jul. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2017. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953#resultado>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2019. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em 25 mai. 2021.

KURTZ, C.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; HIGASHIKAWA, F. S. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.104

MAGUIRE J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p.176-177, 1962.

MELO, G. B. *et al.* Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1418-1431, jan. 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-097>

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; MARCUZZO, L. L. (org.). **Manual de práticas agrícolas: guia para a sustentabilidade das lavouras de cebola do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. 143 p.

MOURADI, M. *et al.* Osmopriming improves seeds germination, growth, antioxidant responses and membrane stability during early stage of Moroccan alfalfa populations under water deficit. **Chilean Journal Of Agricultural Research**, [s.l.], v. 76, n. 3, p. 265-272, set. 2016. Agencia Nacional de Investigacion y Desarrollo (ANID). <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-58392016000300002>.

MUKHERJEE, A., PATEL, J.S. Seaweed extract: biostimulator of plant defense and plant productivity. **Int. J. Environ. Sci. Technol**, v. 17, p. 553–558, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02442-z>

NABTI, E.; JHA, B.; HARTMANN, A. Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. **Int. J. Environ. Sci. Technol**. v. 14, p. 1119–1134, mai. 2017.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C; VIEIRA, R. D; FRANÇA NETO, J. B. (ed.) **Vigor de sementes:**

conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 21-24.

PANDOLFO, C. *et al.* **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/climatologia/> acessado em: 25 maio 2021.

PAPARELLA, S. *et al.* Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Rep**, v.34, n.8, p.1281– 1293, 2015.

PEREIRA, R. B. *et al.* Tratamento de sementes de hortaliças. **Circular técnica n. 140**, Embrapa Hortaliças, 2015.