



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
AGRONOMIA

LEONARDO DEITOS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE
SOJA SOB DIFERENTES TRATAMENTOS COM BIOESTIMULANTE A
BASE DE ALGAS MARINHAS**

CHAPECÓ

2022

LEONARDO DEITOS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE
SOJA SOB DIFERENTES TRATAMENTOS BIOESTIMULANTE A BASE DE
ALGAS MARINHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva

CHAPECÓ

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Deitos, Leonardo

Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja sob diferentes tratamentos com bioestimulante a base de algas marinhas / Leonardo Deitos. -- 2022. 29 f.:il.

Orientador: Eng. Agrônomo Samuel Mariano Gislon Da Silva - CREA 039188-2 Dr. Em Agronomia A/C Microbiologia Agrícola ESALQ/USP Prof. Titular Universidade Federal Da Fronteira Sul - Siape 1349421 Samuel Mariano Gislon da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2022.

I. Silva, Samuel Mariano Gislon da, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LEONARDO DEITOS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE
SOJA SOB DIFERENTES TRATAMENTOS BIOESTIMULANTE A BASE DE
ALGAS MARINHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS como
requisito para a obtenção de grau Bacharel em
Agronomia.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 22/03/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva – UFFS

Orientador

Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi – UFFS

Examinador

Prof. Dr. Marco Aurélio Tramontin da Silva – UFFS

Examinador

RESUMO

O tratamento de sementes objetiva possibilitar uma melhoria no potencial reprodutivo e de desenvolvimento das culturas, sendo os bioestimulantes, ricos em micro e macronutrientes, utilizados com este fim. Objetivou-se analisar a influência no tratamento de sementes de soja com extratos de algas, avaliando a germinação e o desenvolvimento das plântulas. Foram utilizados dois bioestimulantes a base de algas marinhas, *Ascophyllum nodosum* e *Rhodophyta* ssp., no tratamento de sementes de uma cultivare de soja, tratada (Roundup Ready®) previamente com inseticida e uma cultivar não tratada. As doses utilizadas foram de 0,00; 0,55; 1,10; 2,20 ml/kg de semente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 4, separadamente para as sementes tratadas e não tratadas, com quatro repetições para cada tratamento. Para avaliação foram acompanhados o índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (PA), comprimento do sistema radicular (SR), massa verde (MV), massa seca (MS), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA). Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey com comparação ($p < 0,05$). Os tratamentos de sementes com bioestimulante de algas marinhas com diferentes doses não obtiveram melhorias para as avaliações submetidas as sementes não tratadas, exceto para o índice de velocidade de germinação e comprimento da parte aérea. No que diz respeito as sementes tratadas somente a variável comprimento do sistema radicular e da parte aérea apresentou diferença entre os produtos e entre as doses.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Ascophyllum nodosum*, *Rhodophyta* ssp.

ABSTRACT

Seeds treatment aims to enable an improvement in the reproductive and development of crops, and biostimulants, rich in micro and macronutrients, are used for this purpose. The present study aimed to analyze the influence on the treatment of soybean seeds with algae extracts, evaluating germination and seedling development. Two marine algae-based biostimulants, *Ascophyllum nodosum* and *Rhodophyta* ssp, were used in the treatment of seeds of two soybean cultivar, treated (*Roundup Ready*) and untreated cultivar. The doses used were 0,00; 0,55; 1,10; 2,20 ml L⁻¹. The design used was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme, separately for treated and untreated seeds, with four replications for each treatment. For evaluation, germination speed index (GSI), shoot length (SL), root system length (RS), green mass (GM), dry mass (DM), normal seedlings (NS), abnormal seedlings were monitored (AS). Data were submitted to analysis of variance and Tukey's test with comparison (p<0,05). Seed treatments with marine algae biostimulant with different doses did not improve for the evaluations submitted to untreated seeds, except for the germination speed index and shoot length. Concerning the treated seeds, only the variable length of the root system and the shoot showed a difference between the products and between the doses.

Keywords: *Glycine max*, *Ascophyllum nodosum*, *Rhodophyta* ssp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sementes de soja distribuídas no papel para germinação	17
Figura 2- Determinação do comprimento do sistema radicular e da parte aérea	18
Figura 3- Plantas Anormais.....	18
Figura 4- Determinação da matéria verde.....	19
Figura 5- Estufa à 25°C.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de soja tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	21
Tabela 2: Comprimento das raízes (cm) de plântulas de soja tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	22
Tabela 3: Percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de soja tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	22
Tabela 4: Percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de soja tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	23
Tabela 5: Comprimento da parte aérea (CPA – cm), comprimento das raízes (CRAIZ – cm), percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER), de sementes de soja não tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	23
Tabela 6: Comprimento da parte aérea (CPA – cm), comprimento das raízes (CRAIZ – cm), percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER), de sementes de soja não tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	24
Tabela 7. Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de soja, não tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1. SOJA.....	12
3.2. ALGAS.....	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. No início do século, houve um crescente também no uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

Conforme mencionado por Nepomuceno, Farias e Neumaier (2018), a soja é uma planta herbácea, a qual pertence à classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, espécie *Glycine max* L.. Com relação a morfologia, a soja é uma planta anual, que se apresenta ereta e autógama, ou seja, apresenta autofecundação (MAIA, 2010).

O setor de máquinas e implementos agrícolas também avançou de forma expressiva nesse período, promovendo a modernização e aperfeiçoamento das operações de cultivo, tornando-as mais eficientes. Além disso, a adoção de biotecnologia com sementes transgênicas de soja resistente ao herbicida Roundup Ready® (RR) da Monsanto, atingiu mais de 70% da área cultivada com soja no Brasil (VENCATO et al., 2010).

O agronegócio da soja merece destaque por ser uma das principais commodities produzidas no mundo e por isso faz parte do conjunto de atividades agrícolas com maior destaque no mercado mundial (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Com relação a importância socioeconômica da soja para o Brasil, está relacionada ao movimento de um grande número de agentes e organizações ligados aos mais diversos setores socioeconômicos como: empresas de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos, indústrias de máquinas e equipamento, produtores rurais, cooperativas agropecuárias, produtores de óleo e fabricantes de ração, dentre outras. Em outros termos, a soja é um vital gerador de riquezas, empregos, se transformando em um dos principais vetores de desenvolvimento regional do país (HIRACURY; LAZZAROTTO, 2014, p.56).

Existe grande variabilidade entre os cultivares com relação à sensibilidade à época de semeadura e a mudanças na região de cultivo. Por isso, são importantes os ensaios regionais de avaliação de cultivares de soja, realizados em diferentes épocas em uma mesma região (PEIXOTO et al., 2000).

2. OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos, divididos em geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a germinação de sementes pré-tratadas com inseticida e não tratadas e desenvolvimento de plântulas (*Glycine max*), com aplicação de diferentes concentrações de extratos de duas espécies de algas: *Ascophyllum nodosum* e *Rhodophyta* ssp.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito de doses de compostos a base de algas sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de soja;

Quantificar o efeito de compostos a base de algas sobre atributos de plântulas, como tamanho de raiz, tamanho de parte aérea e massa seca;

Determinar possíveis concentrações inibidoras de crescimento de compostos a base de algas na soja;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SOJA

A soja que hoje cultivamos é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente na China. Essas plantas evoluíram através de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Em 2883 e 2838 AC, a soja era considerada um grão sagrado, ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milho. Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha (EMBRAPA, 2022).

Na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão começou a despertar o interesse das indústrias mundiais. Foram feitas algumas tentativas de introdução no cultivo do grão na Rússia, Inglaterra e Alemanha, mas fracassaram, provavelmente, devido às condições climáticas desfavoráveis. No final da década de 60, o Brasil começou a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão. Nessa época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de plantio para o verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um aumento na produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja (EMBRAPA, 2022).

O Brasil é o 4º maior produtor de grãos (arroz, cevada, soja, milho e trigo) do mundo, atrás apenas da China, dos Estados Unidos e da Índia, sendo responsável por 7,8% da produção mundial. Em 2020, produziu 239 milhões e exportou 123 milhões de toneladas de grãos. Apesar de ser o 4º maior produtor, o Brasil é o segundo maior exportador de grãos do mundo, com 19% do mercado internacional. (Brasil..., 2021).

A agricultura brasileira vive um bom momento se comparado aos outros ramos do agronegócio, e a soja destaca-se como um dos principais produtos, sendo o Brasil o segundo maior produtor do mundo em 2017, com aproximadamente 34 milhões de hectares plantados, ficando somente atrás dos Estados Unidos (CONAB, 2017).

De 2000 a 2020, o País foi o 2º maior produtor e exportador de soja. A partir do ano passado, alcançou o 1º lugar, com 126 milhões de toneladas produzidas e 84 milhões exportadas. O Brasil responde hoje por 50% do comércio mundial de soja. As exportações

brasileiras do grão somaram US\$ 30 bilhões em 2020, e US\$ 346 bilhões nas duas últimas décadas. (Brasil..., 2021).

A soja também sofreu redução de 3,6% na produção, atingindo 115 milhões de t. Houve, contudo, o crescimento na área de plantio em 2,1%. Com o fim da colheita próximo (restam apenas algumas áreas na Região Norte e Nordeste), e mesmo com o decréscimo no percentual, esta consolida-se como a segunda maior produção de soja na série histórica da Conab (CONAB, 2021).

A lavoura de soja tem sido a protagonista no aumento da área e produção de grãos no país. Sua maior liquidez e a possibilidade de melhor rentabilidade em relação a outras culturas fazem com que os produtores se sintam estimulados a continuar apostando na cultura. Nesse levantamento o crescimento da área está estimado em 3,1% em relação ao ano passado, atingindo 34.964,5 mil hectares (CONAB, 2021).

A área de soja apresentou crescimento de 4,3% em 2021 se comparada a safra anterior, atingindo 38,5 milhões de hectares. Os problemas com o clima, especialmente na colheita que afetou a qualidade de lotes colhidos, não foram suficientes para comprometer a produtividade alcançada, que registrou incremento de 4,4% em relação ao exercício passado, apontam para produção recorde de 136 milhões de toneladas, representando incremento de 8,9% em comparação à safra passada (CONAB, 2021).

A área plantada de soja, na safra 2021/22, deverá alcançar 40,58 milhões de hectares, aumento de 3,5% em relação à safra 2020/21 (CONAB, 2021).

3.2 ALGAS

As algas já são utilizadas na agricultura como fertilizantes há centenas de anos, nas regiões litorâneas do hemisfério Norte com maior destaque. Nos anos 50 começou-se a comercializar o extrato de algas para melhorar a nutrição de plantas e estimular as respostas às condições de estresse (NORRIE, 2008).

Dentro da agricultura no cenário mundial, as algas pardas ou marrons são manuseadas como adubo verde (adição de plantas ou algas para enriquecimento nutricional do solo com nitrogênio), e são excelentes condicionadores do solo por sua riqueza em micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mo, B, Mn e Co), macronutrientes (Ca, K e P), vitaminas, hormônios de crescimento e propriedades quelantes (VERMA; ARUN; SAHOO, 2015).

O emprego de bioestimulantes a partir dos extratos de macroalgas são comumente preparados a partir das seguintes espécies: *Ascophyllum*, *Ecklonia*, *Durvillea*, *Fucus*, *Himantalia*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Dictyopteris* e *Sargassum* spp. (BONEY, 1965; DOTY et al, 1987). Em grande parte dos casos, por suas interessantes propriedades, as algas pardas ou marrons são as principais candidatas a compor os bioestimulantes, principalmente as algas da espécie *Ascophyllum nodosum* (SHARMA et al., 2014).

A utilização de extratos de algas tem crescido com o passar dos anos, elas têm a finalidade de melhorar o desempenho das mais variadas culturas agrícolas, em especial as algas marinhas *Ascophyllum nodosum* e *Rhodophyta* ssp., são consideradas as mais estudadas e conhecidas no mundo no que diz respeito a uso na agricultura (ACADIAN, 2009).

As macroalgas possuem em sua composição nutrientes, aminoácidos, vitaminas, citocininas auxinas e ácido abscísico (ABA) que atuam como promotores do desenvolvimento vegetal. Algas marinhas possuem atividade direta na proteção vegetal contra fitopatógenos e também promovem a produção de moléculas bioativas, capazes de induzir a resistência nos vegetais (TALAMINI; STADNIK, 2004).

Os bioestimulantes produzidos a partir de extratos de algas são influenciadores ativos no crescimento por sua capacidade de produzir ou interagir com os fitohormônios das plantas (KUREPIN; ZAMAN; PHARIS, 2014). Esses bioestimulantes aumentam o desenvolvimento das raízes das plantas, o que contribui no aumento da absorção de nutrientes. Também ajudam a quebrar a dormência das sementes, regular a floração e tamanho dos frutos, além de induzirem as atividades do sistema fotossintético e dos tecidos vegetativos (PARAĐIKOVIĆ et al., 2019).

A alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) vem sendo usada para evitar a interferência negativa da fitotoxicidade causada pelo glifosato em soja, a utilização do glifosato pode causar fitotoxicidade na cultura da soja, podendo apresentar uma tendência em reduzir o número de folhas com o aumento da dose do produto, assim como essa espécie apresenta como característica, o potencial em elevar o crescimento vegetal, pois os extratos derivados dessa alga, utilizados como bioestimulantes, são constituídos por auxinas, citocininas, giberelinas entre outros hormônios vegetais podem gerar benefícios para a oleaginosa (GEHLING et al., 2017).

Várias entidades comerciais utilizam seu próprio método de hidrólise para obtenção do extrato de algas que serão usados para a produção de bioestimulantes, tanto líquido quanto na forma de pó solúvel (MICHALAK; CHOJNACKA, 2015). Os métodos de fabricação raramente são publicados, isso ocorre por serem de propriedade privada das entidades envolvidas, em geral, os extratos são fabricados a partir de processos que se utilizam de água, ácidos ou álcalis e métodos físicos de rompimento de células (CRAIGIE, 2011).

Os principais métodos de extração de algas para produção de bioestimulantes encontrados na literatura são:

- Hidrólise alcalina;
- Hidrólise ácida;
- Método de extração aquoso;
- Extração por micro-ondas;
- Por ultrassom;

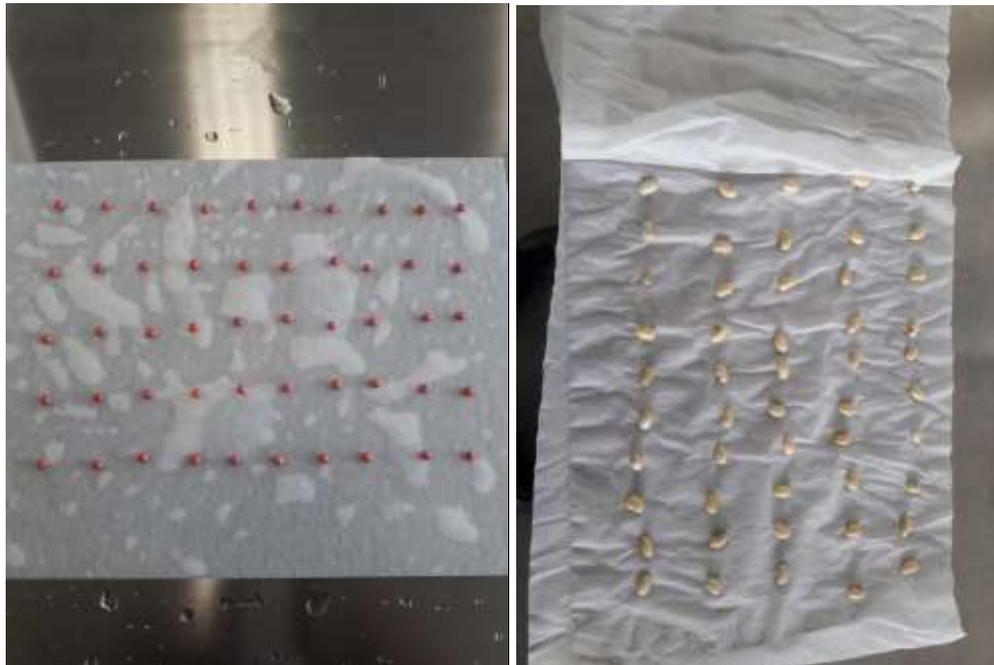
4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Chapecó. Foram conduzidos dois ensaios (o primeiro com uma cultivar tratada com inseticida de sementes de uma safra anterior (Roundup Ready[®] RR) e o segundo com uma cultivar não tratada com inseticida (NS6209[®] RR)) em esquema fatorial inteiramente casualizado 2 X 4 (produto x dose), sendo os tratamentos utilizados compostos da variável produto (alga vermelha-Allgor[®] e alga vermelha com alga marrom- Proplex[®]) e da variável doses (0,00; 0,55; 1,10; 2,20 mL/kg de semente), com quatro repetições (ARES & GRANATO, 2014).

Para obtenção dos tratamentos, foi realizada a diluição dos produtos com alga na proporção 1:9, sendo que para cada 9 mL de água foi adicionada 1 mL do produto. Foram pesadas 150g de sementes para cada tratamento e aplicado a diluição, conforme as dosagens estipuladas para cada tratamento. Posteriormente as sementes foram secas à sombra (SILVA, 2021).

As sementes foram colocadas em papel de germinação, de acordo com os tratamentos, o papel de germinação foi pré umedecimento com água destilada, foram distribuídas 50 sementes por rolo (Figura 1), levando em câmara de germinação à temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 24 horas (SILVA, 2021).

Figura 1 - Sementes de soja distribuídas no papel de germinação no dia da instalação do experimento (A) e após dois dias de experimento (B).



(A)

(B)

Fonte: Autor, 2022.

As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG) que foi determinada pela fórmula $IVG = \sum (n_i / t_i)$, em que: n_i = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; t_i = tempo após instalação do teste. A coleta de dados para essa variável foi feita do 2º ao 5º dia após a instalação do experimento. A primeira contagem de germinação serviu como indicativo do vigor das sementes, enquanto que as somatórias dos resultados da primeira contagem com os da última contagem serviram como um indicativo da viabilidade das mesmas (SILVA, 2021).

A parte aérea (PA) e o comprimento do sistema radicular (SR) (figura 2) das plântulas foi determinado com o auxílio de uma régua graduada (SILVA, 2021).

Figura 2. Determinação do comprimento do sistema radicular e da parte aérea



Fonte: Autor, 2022.

Foram determinadas também plântulas normais (PN) e plântulas anormais (PA) contadas no 9º dia após a instalação do experimento, sendo que plântulas anormais (Figura 3) foram consideradas aquelas que não apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais (BRASIL, 2009).

Figura 3. Plantas Anormais



Fonte: Autor, 2022.

A determinação da massa fresca (MF) (figura 4) foi feita após a coleta de dados para determinação do IVG, onde as plântulas foram pesadas em balança analítica para a

determinação da MV. Após a pesagem, estas plântulas foram colocadas em estufa (figura 5) à 45°C até atingir o peso constante, para a determinação da massa seca (MS) (BRASIL, 2009).

Figura 4- Determinação da matéria fresca



Fonte: Autor, 2022.

Figura 5. Estufa à 45°C



Fonte: Autor, 2022.

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise variância pelo teste de F seguido das comparações de médias, efetuadas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, os testes foram realizados no software estatístico R (R Core Team, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de variância (teste F), no que diz respeito ao comprimento da parte aérea das plântulas de sojas tratadas (Tabela 1), o bioestimulante Proplex[®] não teve diferença estatística se comparadas as concentrações, já o Allgor[®] teve diferenças que demonstram divergências, pois o melhor resultado obteve-se na concentração de 0,55 e quando não usado ou usado em concentrações acima dessa apresentou resultados insatisfatórios e até menores que quando não usado.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de soja tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor[®] e Proplex[®].

Dose	Promotor de crescimento	
	Allgor [®]	Proplex [®]
0,00	9,33 bA ¹	8,82 aA
0,55	10,57 aA	9,37 aB
1,10	8,81 bA	9,58 aA
2,20	9,58 abA	10,33 aA
CV (%)	5,81	

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Da mesma forma que para parte aérea, o sistema radicular apresentou resultados divergentes quando utilizado Allgor[®], aqui (Tabela 2) a concentração de 0,55 também obteve destaque se comparadas as outras.

Diferentemente da parte aérea quando utilizado Proplex[®], percebeu-se que para o sistema radicular uma maior concentração desse bioestimulante auxilia no aumento significativo do comprimento da raiz. Gehling (2014) observou que extratos de algas *Ascophyllum nodosum* (L.) promoveram, incremento do sistema radicular em trigo, importante aspecto, pois o mesmo contribuirá com uma maior competitividade por água e nutrientes para a planta.

Tabela 2. Comprimento das raízes (cm) de plântulas de soja tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor[®] e Proplex[®].

Dose	Promotor de crescimento	
	Allgor [®]	Proplex [®]
0,00	8,70 bA ¹	8,70 bA
0,55	11,75 aA	8,29 bB
1,10	8,65 bA	10,22 abA
2,20	9,39 abA	11,15 aA
CV (%)	12,9	

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

No que diz respeito a germinação, plântulas normais, anormais, sementes não germinadas e índice de germinação pode-se perceber que não houve diferença estatística entre as médias das doses dos bioestimulantes (Tabela 3). Para Silva (2021) em experimento com sementes de trigo não existiu interação significativa entre os produtos dentro de cada uma das doses nem entre as doses dentro de cada um dos produtos, considerando as variáveis índice de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (PA), massa seca (MS), massa verde (MV) e plântulas normais e anormais.

Tabela 3. Percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de soja tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor[®] e Proplex[®].

Dose	GER	PNOR	PANOR	NGER	IVG
0,00	73,50*	65,50	8,00	26,50	16,97
0,55	42,25	71,50	11,00	17,77	17,21
1,10	81,25	70,25	11,00	18,75	15,63
2,20	79,00	68,75	10,00	21,00	17,10
CV (%)	11,14	12,94	11,42	16,79	12,1

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*Não houve diferença estatística entre doses.

Fonte: Autor, 2022.

Por serem sementes da safra anterior a germinação das sementes tratadas foi afetada em uma porcentagem significativa, mas não houve diferença estatística entre os bioestimulantes nem entre as doses (Tabela 4).

Tabela 4. Percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de soja tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®.

Promotor	GER	PNOR	PANOR	NGER	IVG
Allgor®	78,00*	68,25	9,25	22,00	16,64
Proplex®	80,00	69,75	10,37	20,00	16,82
CV (%)	11,14	12,94	11,42	16,79	12,1

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*Não houve diferença estatística entre os bioestimulantes.

Fonte: Autor, 2022.

Nas sementes não tratadas podemos observar que não houve uma diferença relativa no percentual no que se diz respeito a plântulas normais, anormais germinadas e não germinadas, no entanto o comprimento de raiz e da parte aérea das plântulas quando não tratadas com os bioestimulantes não tiveram bons resultados (Tabela 5), o que reforça ainda mais os estudos de Reiber e Nueman, (1999) que afirmaram que devido as algas marinhas serem amplamente estudadas por serem fonte de citocininas, hormônio com propriedades para promover divisão celular, com efeito sobre a expansão foliar. O estudo de Kumar e Sahoo (2011), com plântulas de trigo mostra um melhor desempenho no comprimento da parte aérea, proveniente do tratamento com extrato de alga, com um aumento de 6,7% em relação ao não uso.

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (CPA – cm), comprimento das raízes (CRAIZ – cm), percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER), de sementes de soja não tratada, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®.

Dose	CPA	CRAIZ	GER	PNOR	PANOR	NGER
0,00	7,72 b	9,11 c	98,50 a	93,00 a	5,50 a	1,50 a
0,55	9,35 a	10,67 ab	99,00 a	94,00 a	5,00 a	1,00 a
1,10	9,21 a	10,50 bc	97,50 a	90,75 a	6,75 a	2,50 a
2,20	9,57 a	12,07 a	98,50 a	90,50 a	8,00 a	1,50 a
CV (%)	9,71	10,42	2,54	4,20	11,88	17,12

¹ Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Quando comparados os bioestimulantes, analisando parte aérea, comprimento de raiz, plântulas normais e anormais, germinadas e não germinadas (Tabela 6), podemos observar que não há diferença estatística entre os mesmos.

Tabela 6. Comprimento da parte aérea (CPA – cm), comprimento das raízes (CRAIZ – cm), percentual de germinação (GER), plântulas normais (PNOR), plântulas anormais (PANOR) e sementes não germinadas (NGER), de sementes de soja não tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®.

Produto	CPA	CRAIZ	GER	PNOR	PANOR	NGER
Allgor®	9,22*	10,51	98,12	92,50	7,62	1,87
Proplex®	8,71	10,66	98,62	91,62	7,00	1,38
CV (%)	9,71	10,42	2,54	4,20	11,88	17,12

¹ Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*Não houve diferença estatística entre os bioestimulantes.

Fonte: Autor, 2022.

Os resultados obtidos na Tabela 7, diferentemente das sementes tratadas que não tiveram diferença entre as doses e os bioestimulantes, apresentam para o bioestimulante Proplex® uma variação quando ele não foi utilizado, demonstrando que o uso dele melhorou o índice de germinação. Já para o Allgor® tanto o não uso quanto o uso em maior concentração causou uma interferência negativa para a germinação. Apenas na maior concentração (2,20) utilizada vemos que houve uma diferença entre os dois bioestimulantes.

Para Vieira et al. (2021) verificou-se resultados benéficos na germinação de cultivares de cenoura quando tratadas com bioestimulantes a base de algas. Estes resultados podem ser explicados devido a presença de carragenanas (substâncias que conferem à alga um aspecto escorregadio, atuando dessa forma no desprendimento de parasitas), na parede celulares de algas vermelhas (*Rhodophyta* spp.), esses compostos atuam como promotores do crescimento vegetal, podendo estar envolvidos na ativação de enzimas sintetizadoras e na divisão celular. Esses processos ambos são importantes na germinação das sementes (SHUKLA et al., 2016).

Tabela 7. Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de soja, não tratadas, em função da aplicação de promotores de crescimento e doses dos bioestimulantes Allgor® e Proplex®.

Dose	Promotor de crescimento	
	Allgor®	Proplex®
0,00	21,75 bA	21,75 bA
0,55	23,37 aA	22,75 aA
1,10	22,94 aA	22,92 aA
2,20	21,75 bB	23,33 aA
CV (%)	2,17	

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Gehling (2017) e Silva e Silva (2021) apontam a necessidade de cautela no uso de extratos em sementes, indicam que são necessários mais estudos sobre os efeitos da aplicação de bioestimulantes a base de algas em sementes, pois cada espécie e cultivar respondem de maneira diferente a aplicação dos mesmos e o uso em altas doses causa inibição da germinação de sementes de soja.

Os efeitos do uso de bioestimulantes a base de algas marinhas pode trazer benefícios e malefícios, deve-se ter cuidado com as concentrações, pois as interações causadas são distintas, pois o modo de ação ainda não é bem conhecido. Elas podem ser afetadas em diferentes processos fisiológicos, por possuírem em sua composição hormônios como a citocinina, ácido indol acético, ácido abscísico e giberelina, assim estes compostos podem causar desbalanço hormonal nas sementes fazendo com que ao invés de promoção do crescimento, causem a inibição do mesmo.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de soja com biostimulantes de extratos de algas marinhas, nas doses testadas obtiveram melhorias para as avaliações submetidas as sementes não tratadas no índice de velocidade de germinação e comprimento da parte aérea.

No que diz respeito as sementes tratadas a variável comprimento do sistema radicular e da parte aérea apresentou diferença entre os produtos e entre as doses, demonstrando que a concentração do bioestimulante deve ser observada com atenção, pois pode inibir o desenvolvimento das plântulas.

Neste experimento, o tratamento de sementes de soja com biostimulante de algas marinhas apresentou resultados divergentes, mas também expressivos. Com os resultados obtidos, podemos observar que o uso de bioestimulantes a base de algas marinhas pode ser positiva e interessante, deve-se ter cuidado com as concentrações e as interações causadas que podem ser desconhecidas, exigindo mais estudos e experimentos na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADIAN AGRITECH. **Ciência das Plantas**, 2009. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

ARES, G.; GRANATO, D. **Mathematical and statistical methods in food science and technology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2014. 536p.

BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009, 399p.

BRASIL é o 4º maior produtor de grãos, atrás da China, EUA e Índia, diz estudo. **G1**. 01 jun. 2021. Disponível em:

<g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/06/01/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-graos-atras-da-china-eua-e-india-diz-estudo.ghtml>. Acesso em 17 fev. 2022.

BONEY, A.D. **Aspects of the biology of the seaweeds of economic importance**. *Advances in Marine Biology*, v. 3, p. 105–253, 1965.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12º décimo segundo levantamento, setembro. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 5º quinto levantamento, fevereiro 2022.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura**. *Química Nova*, v.23, p. 4, 2000.

CRAIGIE, J. S. **Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture**. *Journal of Applied Phycology*, 2011.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **História da Soja**. Disponível em: <www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em 17 de fev. 2022.

GEHLING, V.M. et al. **Desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.)**. *Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega.*, 2017. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjgpp/article/view/872>. Acesso em: 02 mar. 2022.

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. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/desempenho%20fisiologico%20de%20sementes.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

- HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa-Soja, 2011.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado.** Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 30).
- KUMAR, G.; SAHOO, D. **Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold.** Journal of Applied Phycology, Dordrecht, v.23, p.251-255, 2011.
- KUREPIN, L. V.; ZAMAN, M.; PHARIS, R. P. **Phytohormonal basis for the plant growth promoting action of naturally occurring biostimulators.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 94, n. 9, p. 1715–1722, 2014.
- MAIA, Maria Clideana Cabral. **Sistema reprodutivo de populações alógamas e autógamas: modelo básico e equilíbrio.** 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/.../1/AspectosMetodologicos0001.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2022.
- MICHALAK, I.; CHOJNACKA, K. **Algae as production systems of bioactive compounds.** Engineering in Life Sciences, v. 15, n. 2, p. 160–176, 2015.
- NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Estádios fenológicos da soja.** 2000. Disponível em: <bioinfo.cnpso.embrapa.br/seca/index.php/.../estádiosfenologicos>. Acesso em: 22 fev. 2022.
- PARADIKOVIĆ, N. et al. **Biostimulants research in some horticultural plant species—A review.** Food and Energy Security, v. 8, n. 2, p. 1–17, 2019.
- PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. **Época de semeadura e densidade de plantas de soja: I. componentes da produção e rendimento de grãos.** Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.
- R Core Team (2016). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<https://www.R-project.org>> Acesso em: 20 mar. 2022.
- REIBER, J.M.; NUEMANN, D. S. **Hybrid weakness in *Phaseolus vulgaris* disruption of development and hormonal allocation.** Plant Growth Regulators, v.24, p.101- 106, 1999.
- SHARMA, H. S. S. et al. **Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses.** Journal of Applied Phycology, v. 26, n. 1, p. 465–490, 2014.
- SHUKLA, P. S.; BORZA, T.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. **Carrageenans from Red Seaweeds As Promoters of Growth and Elicitors of Defense Response in**

Plants. *Frontiers In Marine Science*, v. 3, p. 1-9, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2016.00081>. Acesso em: 02 mar. 2022.

SILVA, P.A. da.; **Uso de bioestimulantes a base algas marinhas para tratamento de sementes de trigo.** Trabalho de conclusão de curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul. 2021.

SILVA, M.B.P.; SILVA, V.N. da. **Biocondicionamento de sementes de tomate com extrato de alga vermelha.** *Scientific Electronic Archives, Nao Seil*, v. 13, n. 3, p. 28-35, 2021. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1250/1422>. Acesso em: 03 mar. 2022.

TALAMINI, V; STADNIK, M. J. **Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas.** In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (Eds). **Manejo ecológico de doenças de plantas.** Florianópolis: CCA/UFSC, 2004, p. 45-62.

TECNOLOGIAS de produção de soja - **Região Central do Brasil 2014.** Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16).

VENCATO, A. Z., et al. **Anuário Brasileiro da Soja 2010.** Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

VERMA, P.; ARUN, A.; SAHOO, D. **Brown Algae. In: The Algae World.** Elsevier Inc., 2015.

VIEIRA, L.C. et al. **Vigor de sementes de cenoura recobertas com bioestimulantes de *Solieria filiformis*.** *Colloquium Agrariae*, v. 17, n. 1, p. 93-103, 2021. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3538/3225>. Acesso em: 02 mar. 2022.