

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA**

ADAIANE RAINIERI BIONDO

**EFEITO DO EXTRATO DE ALGAS MARINHAS SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS DE SOJA DE DIFERENTES CULTIVARES**

CHAPECÓ

2023

ADAIANE RAINIERI BIONDO

**EFEITO DO EXTRATO DE ALGAS MARINHAS SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS DE SOJA DE DIFERENTES CULTIVARES**

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

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

CHAPECÓ

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Biondo, Adaiane Rainieri

Efeito do extrato de algas marinhas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja de diferentes cultivares salvas em propriedade rural / Adaiane Rainieri Biondo.

-- 2023.

42 f.

Orientador: Prof. Dr. ° Siumar Pedro Tironi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2023.

1. Sementes de soja com tratamento de extrato de
algas marinhas. I. Tironi, Siumar Pedro, 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).

ADAIANE RAINIERI BIONDO

**EFEITO DO EXTRATO DE ALGAS MARINHAS SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS DE SOJA DE DIFERENTES CULTIVARES**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 07/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^o Dr.^o Siumar Pedro Tironi - UFFS
Orientador

Prof.^a Dra.^a Vanessa Neumann Silva
Avaliador

Prof.^o Dr.^o Paulo Roger Lopes Alves
Avaliador

*Dedico este trabalho aos meus pais, Adelar e
Alvani, que não pouparam esforços para que
eu pudesse concluir meus estudos.*

Devo tudo a vocês.

*Aos meus irmãos Adelize e Alcemar que
sempre me incentivaram e apoiaram.*

*Aos meus sobrinhos Pietro, Matias e Mariah,
que desde que chegaram, deram um novo
sentido à minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida por manterem minha saúde e força, que fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos estes anos de estudos.

A minha família, em especial aos meus pais Adelar e Alvani, que nunca mediram esforços para me auxiliar, me apoiando e incentivando em todo esse período, sem vocês eu não estaria aqui hoje.

Ao meu Professor e orientador Dr. Siumar Pedro Tironi pela orientação, paciência, dedicação e apoio.

Aos professores do curso de agronomia por todo conhecimento repassado e pela contribuição em minha formação profissional.

Aos meus amigos de faculdade, que sempre estiveram comigo. Pelos momentos divididos de estudo, conversas e risos, os quais levarei por toda a vida. Toda essa caminhada se tornou mais leve ao lado de vocês.

RESUMO

A soja é uma das culturas agrícolas de maior importância econômica mundial, sendo o Brasil o maior produtor. O uso de sementes de alta qualidade é fundamental para garantir uma elevada produtividade, essas que podem ser produzidas na própria propriedade, as denominadas “sementes salvas”. Alguns cuidados durante o armazenamento das sementes salvas são essenciais para preservar suas características. Acomodações, embalagens corretas e controle de fatores como temperatura e umidade são importantes para evitar perdas de qualidade das sementes. O uso de bioestimulantes, substâncias naturais ou sintéticas que melhoram o desenvolvimento e o rendimento das plantas, como a alga *Ascophyllum nodosum*, tem sido promissor para aumentar a produtividade de plantas. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de três cultivares de soja, salvas em propriedade rural, comparadas à uma cultivar com sementes comerciais, com e sem o tratamento com extrato de algas. As sementes salvas utilizadas nos testes foram lotes das cultivares Brasmax Zeus IPRO, Nexus 64IX66RSF 12X e BRS 1003 IPRO, produzidas na safra 2021/2022, que após a colheita foram armazenadas em “bags” durante 6 meses. A semente comercial, da cultivar Brasmax Delta IPRO, foi adquirida diretamente da empresa produtora de sementes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), tendo sido realizadas cinco repetições para cada tratamento e cultivar. As sementes salvas mostraram características físicas e fisiológicas até mesmo superiores às sementes comerciais da cultivar delta. A cultivar Nexus teve o pior desempenho, enquanto a Zeus se destacou nas características de massa seca, plântulas normais e condutividade elétrica, mesmo após o teste de envelhecimento acelerado. O tratamento de sementes com extrato de algas teve impacto positivo em algumas cultivares, no entanto, para outras o efeito pôde não ser considerável vantajoso.

Palavras-chave: *Glycine max*; sementes salvas; bioestimulantes.

ABSTRACT

Soybean is one of the most economically important agricultural crops worldwide, with Brazil being the largest producer. The use of high-quality seeds is crucial to ensure high productivity, which can be produced on the farm itself, known as "saved seeds." Proper care during the storage of saved seeds is essential to preserve their quality. Correct packaging and control of factors such as temperature and humidity are fundamental to avoid losses of characteristics until the next crop. The use of biostimulants, natural or synthetic substances that improve plant development and yield, such as *Ascophyllum nodosum* seaweed, has shown promise in increasing plant productivity. Therefore, the aim of this study was to evaluate the physiological performance of seeds from three soybean cultivars saved on a rural property, compared to a commercial cultivar with commercial seeds, with and without algae extract treatment. The saved seeds used in the tests were produced in the 2021/2022 harvest and were stored in bags for 6 months after harvest. The commercial seeds of the Brasmax Delta IPRO cultivar were obtained directly from the seed-producing company. A completely randomized design (CRD) was used, with five replicates for each treatment and cultivar. The saved seeds from the Zeus, Nexus, and BRS 1003 cultivars showed physical and physiological characteristics that were even superior to the commercial seeds of the Delta cultivar. The Nexus cultivar had the poorest performance, while Zeus stood out in terms of dry weight, normal seedlings, and electrical conductivity, even after the accelerated aging test. The treatment of seeds with algae extract had a positive impact on some cultivars; however, for others, the effect may not have been significantly advantageous.

Keywords: *Glycine max*; saved seeds; biostimulants.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Cultura da soja	13
2.2	Sementes de soja	14
2.3	Qualidade fisiológica de sementes de soja	14
2.4	Armazenamento de sementes	146
2.5	Tratamento de sementes com extrato de algas	147
3	OBJETIVOS	20
3.1	Objetivo geral	20
3.2	Objetivos específicos	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	Caracterização das amostras de sementes	22
4.2	Contribuição do extrato de algas na germinação e desenvolvimento de plântulas.....	24
4.3	Análise estatística	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1	Caracterização das amostras de sementes	27
5.2	Contribuições do extrato de alga na germinação edesenvolvimento de plântulas	29
6	CONCLUSÃO	36
7	REFERÊNCIAS	37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Massa de mil sementes (MMS) e pureza das amostras de sementes salvas e comerciais de soja..... 27
- Tabela 2** - Percentagem de plântulas normais, comprimento das raízes de parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) submetidas ao envelhecimento acelerado 28
- Tabela 3** - Vigor do teste de tetrazólio (TZ), danos mecânicos do teste do hipoclorito de sódio (THS) e condutividade elétrica de sementes de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva). 29
- Tabela 4** - Plântulas anormais de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas..... 30
- Tabela 5** - Comprimento do sistema radicular (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas.....30
- Tabela 6** - Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas.....32
- Tabela 7** - Massa seca e potencial de germinação de sementes de soja em função de cultivares (salvas e comerciais) e tratamento com extratos de alga.....33
- Tabela 8** - Comprimento de raiz (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas em areia.....34
- Tabela 9** - Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas em areia..35

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas agrícolas de maior importância econômica mundial, devido a sua ampla utilização para produção de ração animal, óleo e processamento de outros produtos derivados do grão. O Brasil se destaca como o maior produtor mundial do grão. De acordo com os dados da Conab (2022), o país foi responsável por produzir mais de 130 milhões de toneladas nas últimas safras, em uma área de aproximadamente 38 milhões de hectares. Seguido pelos Estados Unidos, os países somam juntos mais de 65% da produção mundial de soja.

O início do estabelecimento da cultura da soja, com uso de sementes de elevada qualidade, é um dos fatores que mais contribui para o aumento de produtividade a cada safra. As sementes de elevado vigor promovem boa germinação, bom desempenho e desenvolvimento das lavouras de soja.

França Neto et al. (1984) e Kolchinski et al. (2005) observaram que o uso de sementes de alto vigor é capaz de proporcionar acréscimos de 20% a 35% no rendimento de grãos, em relação ao uso de sementes de menor vigor, além de assegurar um bom estabelecimento e desenvolvimento das lavouras.

Alguns cuidados durante a produção de sementes são fundamentais para garantir sua qualidade futura. Além da interferência das condições climáticas no campo, na pós-colheita o processo de armazenamento é uma das etapas mais importantes para a preservação das sementes até a sua utilização na próxima safra. O armazenamento correto irá garantir que características importantes, como potencial de germinação e vigor, sejam mantidas.

Apesar da importância do uso de sementes de boa qualidade, o custo das mesmas pode ser elevado, levando alguns produtores rurais a produzirem a própria semente, denominadas de “sementes salvas” (SILVA et al., 2010).

Conforme Elias et al. (2015), grande parte da produção brasileira de grãos é oriunda de pequenos e médios produtores, onde normalmente para a armazenagem, são utilizados depósitos ou galpões que são tecnicamente deficientes em estrutura, e que estão vulneráveis à ataques de insetos, ácaros, entre outros. Além disso, o armazenamento sem uma prévia e eficiente secagem, estimulará o metabolismo das

próprias sementes, consumindo substâncias de reservas, provocando deteriorações e reduzindo sua qualidade.

Como relata Cunha (2022), o uso de bioestimulantes na agricultura tem mostrado um grande potencial para aumentar a produtividade, tornando-se cada vez mais comum nos sistemas de cultivo agrícola. Se destacando por seus efeitos positivos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas, tem-se os produtos à base de algas marinhas como a *Ascophyllum nodosum*.

Segundo Rocha et. al., (2020) as algas marinhas possuem compostos estimulantes naturais, como auxina, giberelina e citocininas, que desempenham papéis importantes no crescimento e desenvolvimento das plantas e proteção contra pragas e doenças. O tratamento de sementes com extrato de algas melhora as condições de germinação e estabelecimento das plântulas, bem como promove o crescimento radicular, o que contribui para o estabelecimento no campo. Esse tratamento demonstra efeito enraizador, acelerando a germinação e estimulando o crescimento tanto das raízes primárias quanto das secundárias.

Em estudos conduzidos pelo curso de Engenharia Agrônômica da UniPinhal (2020), foi observado que a introdução de algas teve efeitos positivos em culturas como soja, milho e feijão. No caso do feijão, foram observados aumentos significativos, como aproximadamente 24,0% na massa de raízes, 27% na massa de parte aérea, cerca de 28% no comprimento de raízes e 23% na altura das plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas agrícolas mais produzidas no mundo. Seus grãos são valorizados em função de sua constituição, com teor de óleo entre 20 e 22% e alto teor de proteína, de 40 a 42%, sendo amplamente utilizada para a produção de óleo, rações animais, entre outros subprodutos, como farinha, leite de soja, proteína texturizada, creme e ainda para uso industrial na fabricação de derivados não tradicionais, como biodiesel, tintas e vernizes. Dessa maneira, caracteriza-se como cultura de extrema importância econômica, visto sua vasta utilização no mercado (NUNES, 2019).

Segundo dados divulgados pela Conab, o Brasil é o líder no *ranking* dos maiores produtores mundiais de soja, sendo que a produção mato-grossense é responsável por aproximadamente 30% do total produzido no país (CONAB, 2022).

Já no estado de Santa Catarina a produção de soja desempenha um papel de extrema importância para o estado, não apenas em termos de exportações, mas também na nutrição animal. De acordo com dados da Epagri (2020), atualmente, as áreas cultivadas de soja em Santa Catarina já ultrapassam 686 mil hectares. A região de Xanxerê é reconhecida como a principal produtora de soja no estado, tendo alcançado uma colheita de 502,8 mil toneladas em uma área de 150,5 mil hectares.

O crescimento da área cultivada com a cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (FREITAS, 2011).

2.2 SEMENTES DE SOJA

Morfologicamente, a semente é idêntica ao grão comercial, entretanto, a semente é aquela produzida com finalidade de semeadura, sob cuidados especiais. O processo de produção de sementes de qualidade exige amplo e rigoroso sistema de controle de qualidade por parte das empresas produtoras, com o cumprimento de leis e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e outros mecanismos reguladores, os quais determinam padrões mínimos de qualidade e controle do processo produtivo para a certificação de sementes (FARIAS, 2015).

A semente pode ser considerada o principal insumo responsável pelo estabelecimento da lavoura. Para um bom estande de plantas é necessário que as sementes utilizadas na semeadura possuam boa qualidade física, fisiológica, sanitária e genética, sendo de fundamental importância trabalhar com sementes que possuam dentre outras características, pureza, alta germinação e vigor, e elevada qualidade sanitária (SANTOS, 2021).

2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

No ponto de maturação fisiológica, a semente apresenta sua melhor qualidade, expressa como máximos peso seco, vigor e germinação. Neste estágio, o teor de umidade das sementes é bastante elevado (acima de 45%) e, a partir de tal fase a qualidade da semente irá decrescer, como consequência da deterioração. A semente é uma unidade funcional, cuja função é a produção de uma planta. Assim sendo, a deterioração pode ser encarada como prejudicial ao cumprimento desta função (FRANÇA-NETO, 1984).

A qualidade fisiológica tem relação com a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Portanto, os efeitos sobre a qualidade geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas (TOLEDO et al. 2009).

Esta qualidade está relacionada aos atributos do metabolismo das sementes e todos os processos que ocorrem dentro de suas células. Tem ação

determinada principalmente pelo ambiente onde a semente é formada e pelo manuseio durante as fases de colheita, beneficiamento e armazenamento (MEDEIROS, 2022).

Sementes de alto vigor propiciam a germinação e a emergência das plântulas de maneira rápida e uniforme. Plantas de alto desempenho apresentam uma taxa de crescimento maior, tem uma melhor estrutura de produção, um sistema radicular mais profundo e produzem um maior número de vagens e de sementes, resultando em maiores produtividades (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Dentre os fatores que afetam a qualidade fisiológica de sementes de soja, a etapa de pós-colheita é de fundamental relevância para sua manutenção. Esta etapa abrange diferentes processos como: secagem, beneficiamento e condições de armazenamento, que podem amenizar ou intensificar o processo deteriorativo das sementes. O armazenamento constitui uma etapa em que se deve procurar reduzir ao mínimo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração (SMANIOTTO, 2013).

A escolha da cultivar de soja é crucial para o produtor alcançar altas produtividades. Portanto, torna-se uma das decisões mais importantes que ele tem de tomar todos os anos. Essa seleção é a base para um efetivo e bem sucedido plano de semeadura. O máximo potencial produtivo de cada cultivar é determinado geneticamente, mas somente é alcançado quando as condições ambientais e de manejo são adequadas. Infelizmente isso raramente ocorre na prática (NETO e MOREIRA, 2010).

Após a escolha da cultivar, a qualidade da semente é essencial, pois a escolha da cultivar se dá pelas suas características genéticas, porém as características fisiológicas são importantes para que se alcance o potencial produtivo da cultivar escolhida, para isso deve-se observar principalmente a % de vigor e taxa de germinação da semente da cultivar escolhida (JH SEMENTES, 2022).

O bom desempenho de uma cultivar no campo depende das suas características genéticas e do manejo realizado em todas as etapas do processo produtivo, inclusas as fases de condução a campo, colheita, beneficiamento e armazenamento. Genótipos com elevado potencial produtivo podem não corresponder à expectativa se não receberem tratamento adequado no campo. Os aspectos mais intimamente ligados à resposta produtiva de um genótipo são, sem

dúvida, a população de plantas, a época de semeadura, os fatores edafoclimáticos e o manejo fitossanitário da lavoura. A colheita no momento adequado e com maquinário regulado de forma correta, o beneficiamento e as condições de armazenamento irão contribuir com a manutenção da qualidade fisiológica e sanitária da semente produzida (NETO et al., 2020).

2.4 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

Durante o armazenamento diversos fatores podem influenciar a deterioração ou a conservação de sementes e dependem das condições de armazenamento que as mesmas se encontram, podendo acelerar ou diminuir as reações metabólicas que ocorrem em seu interior. A temperatura e teor de umidade das sementes, bem como a umidade relativa quando estão em níveis muito elevados desencadeiam uma série de reações que afetam e ocasionam perdas quantitativas e qualitativas dos componentes das sementes (NUNES, 2019).

O armazenamento em toda a sua amplitude envolve etapas que vão desde antes da colheita, ou seja, na maturidade fisiológica da semente, ainda dentro das vagens da soja, no campo, até o momento em que ela é semeada e se iniciam os processos de embebição e de germinação. O beneficiamento e a armazenagem da semente em condições ótimas de temperatura e umidade relativa do ar (menores do que 25 °C e 70% UR) permite a preservação da viabilidade e do vigor da mesma. Por essa razão deve-se atentar para o período de armazenamento ainda na planta (antes da colheita), pois a viabilidade da semente poderá ser comprometida nesse período, já que a qualidade da semente é definida no campo (SEIXAS et al., 2020).

A temperatura e a umidade relativa do ar no local de armazenamento determinarão a velocidade da perda de qualidade do produto devido aos fatores indesejáveis ocorridos durante o processamento anterior (colheita, trilha, secagem e beneficiamento) (FONTES, 2013).

Se as condições ambientais no campo ou no armazenamento são favoráveis, não há preocupações mais sérias quanto à fidelidade dos resultados obtidos no teste de germinação. No entanto, se as condições ambientais se desviam das adequadas, cresce a importância da utilização de testes de vigor para a identificação do potencial fisiológico das sementes (LIMBERGER, 2016).

Entretanto, alguns agricultores como alternativa a redução de custos da

produção, optam por produzir suas próprias sementes, ou seja, “salvar sementes”. As sementes salvas não podem ser comercializadas e sua utilização é restrita à semeadura na propriedade rural. Entretanto, alguns cuidados são necessários para manter a qualidade fisiológica, sanitária, genética e física dessas sementes, e um deles é o armazenamento adequado (SANTOS, 2020).

De acordo com Silva (2005), semente salva refere-se àquela produzida e armazenada pelo agricultor após a colheita, destinada exclusivamente ao seu plantio na próxima safra.

De acordo com a Portaria Nº 538 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), os produtores têm permissão para reservar uma parte da sua produção como semente para uso próprio a cada safra, desde que cumpram as seguintes condições: a semente deve ser utilizada apenas em áreas de propriedade ou posse do produtor; seu uso deve ser exclusivamente na safra seguinte à reserva; a quantidade de sementes reservadas deve ser compatível com a área a ser plantada, considerando as recomendações de semeadura para a espécie ou cultivar e a tecnologia empregada; o transporte das sementes é permitido somente entre áreas de propriedade; a reserva, beneficiamento, embalagem e armazenamento das sementes devem ocorrer apenas em áreas rurais de propriedade do produtor e as sementes devem ser provenientes de áreas declaradas ao MAPA, quando se tratar de cultivares protegidas ou cultivares de domínio público.

Os royalties devidos ao obtentor que desenvolver a cultivar protegida são pagos na aquisição das sementes certificadas. Ao usar a semente salva, o produtor volta a usufruir da tecnologia adquirida, mas deixa de pagar novos royalties ao obtentor (CORDEIRO, 2019).

2.5 TRATAMENTO DE SEMENTES COM EXTRATO DE ALGAS MARINHAS

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas que melhoram o desenvolvimento e o rendimento das plantas, sem causar danos ou interferir no seu crescimento natural (VELOSO, 2021).

O sinergismo entre os compostos orgânicos presentes nos promotores de crescimento e a presença de precursores de hormônios, como a giberelina, estimula a germinação das sementes através da produção de enzimas hidrolíticas, como a α -

amilase, que auxilia na quebra das reservas de energia das sementes (SANTOS et al., 2019). Esses efeitos resultam em um maior vigor inicial da cultura, sendo fundamental para o estabelecimento de uma população adequada de plantas no campo, o que tem um impacto direto na produtividade de grãos (CAVERZAN et al., 2018).

Entre as algas marinhas, a *Ascophyllum nodosum* pertencente a ordem *Fucales* e a família *Fucaceae*, se destaca por ser uma fonte natural de macro e micronutrientes, aminoácidos, citocininas, auxinas e ácido abscísico. Tais substâncias afetam o metabolismo celular das plantas e conduzem ao aumento do crescimento, bem como ao incremento da produtividade. Os extratos de tais algas, pela riqueza de conteúdo, atuam na divisão celular e na síntese de proteínas e mantêm a integridade das membranas celulares por terem, em sua composição, antioxidantes (capazes de proteger as células das toxinas que ela própria produz naturalmente ou em resposta a estresses) (TEIXEIRA, 2015).

Plantas pulverizadas com produtos à base de *A. nodosum* podem sofrer um aumento da atividade do nitrato redutase, uma enzima do metabolismo do nitrogênio, estimulando o crescimento de plantas em condições adversas, principalmente em deficiência de nitrogênio (DURAND et al., 2003).

Existem produtos recomendados no mercado para o tratamento de sementes que associam nutrientes e algas marinhas. E para associar o uso de algas marinhas e os benefícios no tratamento de sementes é necessário olhar e entender as sequências e eventos fisiológicos que ocorrem na germinação tais como aqueles influenciados por fatores internos e externos. Logo após a germinação ocorre o aumento do número ou do tamanho das células, com a formação, surgimento e diferenciação dos tecidos. Desse modo, as algas marinhas contribuem para melhorar esses processos, pois contêm apreciáveis concentrações de aminoácidos que estimulam a divisão celular (ROCHA, 2020).

As principais aplicações das algas marinhas na agricultura são o controle direto de fitopatógenos pela atividade antimicrobiana dos extratos, indução de mecanismos de defesa vegetal e promoção do crescimento da planta (MARAFON e SIMONETTI, 2016).

Os extratos de alga marinha são versáteis quanto ao modo de aplicação, podendo ser aplicados no tratamento de sementes, na pulverização foliar, na fertirrigação, ou em suas combinações. O tratamento inicial da semente é

extremamente importante para a consolidação de uma planta saudável. Dados apontam que o bioestimulante aplicado via tratamento de semente apresenta efeito significativo na fase inicial da cultura, além de maximizar o potencial de produção (CARVALHO et al., 2013).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar a qualidade de sementes de três cultivares de soja, salvas em propriedade rural, comparadas à uma cultivar com sementes comerciais, com e sem o tratamento de sementes com extrato de algas.

3.2 Específicos

- Avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja salvas e armazenadas em propriedade rural;
- Quantificar o potencial de germinação das sementes salvas, com e sem o tratamento de sementes com extratos de algas;
- Identificar as possíveis contribuições do extrato de algas no desenvolvimento inicial de plântulas de soja.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, *campus* Chapecó - SC. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), tendo sido realizadas cinco repetições para cada tratamento e cultivar.

As sementes utilizadas no experimento foram das cultivares Brasmax Zeus IPRO, BRS 1003 IPRO, Nexus 64IX66RSF 12X, provenientes da safra 2021/2022, colhidas no município de São Domingos - SC, onde permaneceram armazenadas em *bags*, em galpão por um período aproximado de 6 meses, expostas a condições ambientais naturais, mas armazenadas em local arejado. Também se utilizou uma cultivar comercial, Brasmax Delta IPRO, com sementes produzidas comercialmente.

As cultivares utilizadas e suas respectivas características estão descritas a seguir:

- **Brasmax Zeus IPRO:** é uma das cultivares de maior destaque na região Sul, devido a sua elevada produtividade. Pertence ao grupo de maturação 5.5 e peso de mil sementes de 209 g. Além do alto potencial produtivo, outros dois pontos fortes da cultivar Brasmax Zeus IPRO são a precocidade e sua excelente adaptação em regiões de maior altitude (BRASMAX, 2018).
- **BRS 1003 IPRO:** é uma soja transgênica com tolerância ao herbicida glifosato e com a tecnologia Intacta RR2 PROTM, que controla um grupo de lagartas. Apresenta ampla adaptação e estabilidade de produção com alta performance produtiva. Grupo de maturidade relativa 6.3 e 7.0 e peso de mil sementes de 165 g (EMBRAPA, 2018).
- **NEXUS 64IX66RSF 12X:** apresenta alto potencial produtivo nas regiões mais quentes, alto índice de ramificação, peso de mil sementes de 154 g e grupo de maturação 6.4 (BRASMAX, 2020).
- **Brasmax Delta IPRO:** cultivar de ciclo precoce, alto potencial produtivo e de ramificação, grupo de maturação 5.9 e peso de mil sementes de 168 g. Possui ampla janela de plantio e boa estabilidade (BRASMAX, 2020).

As lavouras de soja, em que as sementes foram salvas, foram produzidas na safra 2021/2022, semeadas durante o período de safra e conduzidas conforme

recomendação para manejo da cultura para produção de grãos (manejo nutricional, de plantas daninhas, doenças e insetos-praga). A colheita foi realizada quando as sementes encontravam-se com umidade de entorno de 13 a 14%. Durante a colheita as sementes foram salvas das partes das lavouras com melhor desenvolvimento das plantas, produtividade e homogeneidade de maturação.

Após a colheita as sementes foram armazenadas em embalagens de rafia, denominadas “bags”. As mesmas foram armazenadas por seis meses, posteriormente foram coletadas, de forma representativa nos bags, para as sementes salvas. A semente comercial, da cultivar Brasmax Delta IPRO, foi adquirida diretamente da empresa produtora de sementes. As sementes foram alocadas em embalagens de papel e levadas para o Laboratório de Sementes e Grãos.

O ensaio foi dividido em duas fases, uma para caracterizar as amostras de sementes de soja e outra para avaliar às contribuições de extrato de algas nas características de germinação dessas sementes.

4.1 Caracterização das amostras de sementes

Foram conduzidos alguns testes para testar a qualidade das sementes, os mesmos serão descritos a seguir.

a) Massa de mil sementes (MMS)

Foram contadas e pesadas oito amostras de 100 sementes. Após, foi realizado o cálculo de variância, desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens, seguindo todas as metodologias descritas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

b) Análise de pureza

Foi pesada uma amostra de 500 g de cada cultivar, e manualmente foi realizada a separação de sementes avariadas, impurezas indevidas e sementes de outras espécies. Em seguida, as amostras de sementes puras e impurezas foram pesadas e estabelecidos os percentuais de impurezas (BRASIL, 2009).

c) Teste de hipoclorito de sódio

Duas repetições de 100 sementes de cada cultivar foram acondicionadas em recipientes de vidro, submersas e mantidas por 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 0,025%. Em seguida, as sementes foram postas sobre papel toalha para identificação das sementes danificadas, com tegumento rompido ou solto. Este teste é uma maneira rápida de identificar os evidentes danos mecânicos, ocasionados principalmente em função das operações de colheita (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO e COSTA, 2004).

d) Teste de tetrazólio

Foi realizado com 400 sementes, subdivididas em quatro repetições de 100 sementes, retiradas ao acaso da porção de sementes puras, as quais ficaram acondicionadas em rolo de papel *germitest* umedecido, durante 16 horas em temperatura de 25 °C. Transcorrido esse período, as sementes foram postas em recipientes com solução de 0,075% de tetrazólio por três horas a 40 °C. Em seguida, foram lavadas em água corrente e avaliadas. As sementes de soja ao serem imersas em solução incolor de TCT, é difundida através dos tecidos, gerando nas células vivas uma reação de redução, resultando na formação de um composto vermelho e indifusível. As avaliações foram realizadas com a classificação em 8 classes, que posteriormente foram definidos os valores de vigor e viabilidade (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, 2018).

f) Teste de condutividade elétrica

Foram realizadas cinco repetições para cada cultivar de semente, com cinquenta sementes cada, previamente contadas e pesadas, colocadas em imersão de 75 ml de água destilada mantidas por 24 horas a 25 °C. Posteriormente foi feita a leitura da solução a partir de um condutivímetro modelo CG 1800, conforme descrito por Loeffler *et al.* (1988).

e) Teste de envelhecimento acelerado

Conforme Marcos Filho (1999), as amostras foram colocadas em caixas de plástico (11 cm x 11 cm x 3 cm) como compartimentos individuais, contendo 40 ml de água, para a obtenção de, aproximadamente, 100% de umidade relativa do ar em seu interior. Cada caixa possui uma tela de alumínio onde as sementes foram distribuídas de maneira a constituírem camada única sobre a superfície da tela. O envelhecimento foi conduzido a 41°C, durante 48 horas, seguido pela condução de teste de germinação a 25°C, em rolos de papel-toalha umedecidos com água na quantidade equivalente de 2,5 vezes o peso do substrato seco (conforme descrito no teste de germinação). No oitavo dia, após o início do teste de germinação, foram computadas as porcentagens de plântulas normais, tamanho de parte aérea e comprimento de raiz de cada cultivar.

4.2 Contribuições do extrato de alga na germinação e desenvolvimento de plântulas

O extrato de algas da espécie *Ascophyllum nodosum* foi utilizado no tratamento de sementes para avaliar sua contribuição no processo de germinação e desenvolvimento inicial de plântulas. Uma amostra de 50 g de soja foi pesada e nela adicionado 50 mg (1%) de extrato de algas diluídos em 0,15 mL de água destilada. As sementes foram agitadas para que o extrato fosse distribuído em toda a superfície das sementes. Posteriormente as sementes foram deixadas para secar sobre toalhas de papel. Em seguida foram realizados os testes para avaliar as contribuições do extrato de algas na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja. Os testes realizados estão descritos abaixo.

a) Teste de germinação

Foi conduzido com quatro amostras de 50 (cinquenta) sementes de cada cultivar, para cada tratamento. Foram utilizados rolos de papel *germitest*, umedecidos em água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram envoltos por sacos plásticos e posicionados verticalmente no germinador regulado a uma temperatura de 25° C, por oito dias, (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas no quinto e oitavo dia após o início

do teste. Na primeira contagem foram quantificadas sementes germinadas, enquanto na segunda contagem foram quantificadas o número de sementes mortas, formação de plântulas normais e anormais.

b) Teste de germinação em areia

Foi realizado, com mesmo número de sementes e repetições, testes de germinação das sementes em areia. A areia utilizada foi levada e submetida a esterilização em autoclave, sendo utilizadas bandejas com camada de aproximadamente 5 cm de areia, em que as sementes foram depositadas a profundidade de aproximadamente 3 cm. A areia foi mantida úmida, evitando excesso de umidade e mantidas no germinador a 25 °C por oito dias. Posteriormente foi avaliado o percentual de plântulas emergidas.

c) Comprimento de plântulas

Seguindo a metodologia proposta por Nakagawa (1999), adaptada de AOSA (1983), foram realizados os procedimentos nas plântulas oriundas do teste de germinação e envelhecimento acelerado, após 8 dias de instalação do teste. Foi efetuada a medição manual de partes aéreas das plântulas e comprimento de raízes de 10 plântulas por repetição, com o auxílio de régua. Os resultados obtidos foram expressos em centímetros.

No ensaio com emergência em areia foi quantificada a altura de plântulas, medindo do nível da areia até o ápice das plântulas.

d) Massa seca de plântulas (MS)

Foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir dos testes de germinação e de envelhecimento acelerado, excluindo-se os cotilédones. Dez plântulas de cada repetição, escolhidas ao acaso, foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 60°C por um período de 24 horas. Após o período de secagem, os materiais foram retirados da estufa e postos em dessecador para esfriar. Cada repetição foi pesada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios

expressos em miligramas por plântula. Tais procedimentos objetivaram verificar se haveria diferença de desempenho inicial entre as plântulas de cada lote utilizado.

Todos os testes e avaliações realizadas seguiram os padrões estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) ou outras referências relevantes sobre análise de qualidade de sementes de soja.

4.3 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos aos testes de homocedasticidade e homogeneidade das variâncias. Satisfeitos esses requisitos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas com 5% de probabilidade e erro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões foram divididos entre os testes de caracterização das amostras de sementes e das contribuições do tratamento de sementes com extrato de algas na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas.

5.1 Caracterização das amostras de sementes

O resultado da massa de mil sementes (MMS), mostrou que a cultivar Zeus apresentou valores mais altos em comparação com as demais, com valor de 204 g (Tabela 1). Isso pode ser justificado pelas características da própria cultivar, a qual apresenta um peso de mil sementes mais elevado que maior parte das cultivares.

No teste de análise de pureza (%) das sementes de soja, foi observado que as cultivares testadas não apresentaram diferenças significativas entre si, com pureza igual ou superior a 98,8% (Tabela 1). Isso significa que, em termos de pureza, todos os lotes testados apresentaram uma boa qualidade.

Tabela 1. Massa de mil sementes (MMS) e pureza das amostras de sementes salvas e comerciais de soja.

Cultivares	MMS (gr)	Pureza (%)
Zeus	204 a	99,2 a
Nexus	154 c	98,8 a
BRS 1003	152 c	98,9 a
Delta	165 b	99,5 a

CV (%)

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

Com o teste de envelhecimento acelerado é possível avaliar o vigor das sementes. Neste teste foi possível observar o maior percentual de plântulas normais na cultivar Zeus, demonstrando que o lote desta cultivar apresentou maior potencial e capacidade de armazenamento. As cultivares BRS 1003 e Delta não apresentaram diferenças entre si, enquanto a cultivar Nexus teve um desempenho inferior em relação as demais (Tabela 2).

Tabela 2. Percentagem de plântulas normais, comprimento das raízes de parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) submetidas ao envelhecimento acelerado.

Cultivares	Plântulas normais (%)	Comp. Raízes (cm)	Comp. parte aérea (cm)
Zeus	89,6 a	9,74 ab	9,16 c
Nexus	67,2 c	7,86 bc	11,01 a
BRS 1003	85,2 b	10,09 a	10,13 b
Delta	85,6 b	7,67 c	9,27 c
CV (%)	30,51%	11,87%	3,93%

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

O comprimento de raízes foi superior na cultivar BRS 1003. No entanto, para a variável comprimento da parte aérea destaca-se a cultivar Nexus com maiores valores (Tabela 2). Esses comprimentos das raízes e da parte aérea podem ter relação com as características genéticas das próprias cultivares, com alocação de maiores recursos na parte aérea ou raiz.

Fica evidente o menor desempenho da cultivar Delta, que apresentou menor comprimento das raízes e da parte aérea (Tabela 2).

Neste estudo, as cultivares Zeus e Nexus obtiveram valores maiores no teste de tetrazólio, e as cultivares BRS1003 e Delta obtiverem valores menores, porém também tiveram um bom desempenho (Tabela 3), com valores acima de 98,20% de vigor. Esses resultados sugerem que as sementes utilizadas no estudo apresentaram boa qualidade fisiológica e não foram afetadas negativamente por problemas de insetos ou deterioração.

Segundo Martini (2021) o teste de tetrazólio é um método mais apropriado para avaliar a viabilidade e o vigor das sementes, pois permite detectar rapidamente a deterioração causada por diferentes fatores, como danos causados por insetos-praga, hidratação e desidratação.

Tabela 3. Vigor do teste de tetrazólio (TZ), danos mecânicos do teste do hipoclorito de sódio (THS) e condutividade elétrica de sementes de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva).

Cultivares	TZ (%)	THS (%)	Cond. Elétrica (um
Zeus	100,00 a	7,40 b	688 b
Nexus	100,00 a	8,60 b	585,4 a
BRS 1003	98,20 b	4,00 a	668,4 b
Delta	99,20 ab	7,40 b	798 c
CV (%)	0,60%	12,43%	9,93%

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

Na variável condutividade elétrica, a cultivar Delta obteve valor mais elevado (Tabela 3), demonstrando qualidade inferior desse lote de sementes.

Analisando o teste do hipoclorito (Tabela 3), observou-se que apenas a cultivar BRS1003 obteve valores menores, de 4% de dano, enquanto as outras não diferiram entre si. De acordo com Krzyzanowski (2004), este teste geralmente é utilizado de forma rápida para determinar a porcentagem de danos mecânicos nas sementes de soja que ocorrem durante a operação de colheita ou trilha, e quanto menores os valores, melhor a qualidade das sementes.

5.2 Contribuições do extrato de alga na germinação e desenvolvimento de plântulas

A partir do teste de germinação, obteve-se a porcentagem de plântulas normais, variável que apresentou interação entre os fatores cultivares e extrato de algas (com e sem) (Tabela 4). A cultivar Nexus apresentou um resultado inferior de porcentagem de plântulas normais, independentemente do tratamento com extratos de algas.

Considerando o tratamento com extrato de algas, as cultivares Zeus, BRS 1003 e Delta não diferiram entre si, enquanto a cultivar Nexus obteve melhor resultado no tratamento sem o extrato de algas, indicando que a cultivar não respondeu bem ao tratamento com o bioestimulante.

Tabela 4. Plântulas normais de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas.

Alga	Cultivar			
	Zeus	Nexus	BRS 1003	Delta
Sem	92 aA	82 cA	92 aA	90,5 bA
Com	87,5 bA	71 cB	90 aA	90 aA
CV (%)	27.21%			

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

O comprimento de raiz das plântulas apresentou interação entre os fatores, cultivares e tratamento com extrato de algas. As cultivares Zeus e Nexus, quando tratadas com o extrato de algas, apresentaram valores maiores do comprimento de raiz, diferenciando apenas da cultivar Delta. No entanto, quando não realizado o tratamento de sementes, a cultivar BRS 1003 apresentou maior valor, diferenciando-se da Delta (Tabela 5).

Esses resultados demonstram que o tratamento de sementes com extrato de algas pode contribuir para o desenvolvimento de raiz das plântulas.

Tabela 5. Comprimento de raiz (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas.

Alga	Cultivar			
	Zeus	Nexus	BRS 1003	Delta
Sem	9,22 abB	8,57abB	10,23aA	8,12bA
Com	10,78 Aa ¹	10,49 aA	9,70 abA	8,12 bA
CV (%)	9,81			

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

O estudo de Gehling (2017) testou o desempenho fisiológico de sementes soja, usando cinco doses do extrato da alga *A. nodosum*, com quatro repetições. E com relação ao comprimento de raiz, no lote 1 não houve diferença observada com base nas doses utilizadas. No entanto, no lote 2, foi observado um comportamento

quadrático, onde o comprimento estimado pelo modelo aumentou até aproximadamente $4,5 \text{ mL kg}^{-1}$.

Araújo (2016) também realizou um experimento, no qual realizou o tratamento de sementes de milho com a alga *A. nodosum*, e não observou incrementos significativos com relação ao crescimento total das plantas. Mas os resultados da análise das partes separadas das plantas indicam que houve diferença significativa no comprimento radicular médio durante os sete dias desde o início do experimento. Nesse caso, foram observados incrementos máximos de 3,6% na média, na dose de $1,45 \text{ mg L}^{-1}$. No entanto, em doses mais elevadas, houve um decréscimo no comprimento radicular. Isso sugere que a resposta das plantas ao bioestimulante foi específica para o comprimento radicular nesse período de avaliação.

O trabalho de Rayorath et al. (2008) também afirma que o crescimento das raízes das plântulas provenientes de sementes tratadas com o extrato de *A. nodosum* pode ter sido estimulado devido à produção de auxina, um hormônio que está envolvido no crescimento radicular.

O extrato de alga possui a habilidade de estimular a atividade dos genes relacionados à produção interna de hormônios de crescimento vegetal, como a auxina e a citocina (KUMAR; SAHOO, 2011). Khan et al. (2011) corroborou com os resultados acima, argumentando que o extrato de alga é capaz de estimular a expressão de genes envolvidos na produção interna de auxina e citocina, que são hormônios essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Observou-se interação entre os fatores estudados na variável comprimento da parte aérea das plântulas de soja (Tabela 6). Considerando as cultivares, a Nexus apresentou comprimento da parte aérea superior à Zeus e BRS 1003 quando não tratada com extrato de algas. No entanto, quando tratado com extrato de algas a Zeus e BRS 1003 apresentaram valores superiores, diferindo somente da cultivar Delta (Tabela 6).

Analisando o tratamento de sementes com extrato de algas observou-se que o tratamento contribuiu com aumento do comprimento da parte aérea das cultivares Zeus, BRS 1003 e Delta (Tabela 6). Comprovando que o extrato de alga realmente contribui, em algumas situações, no desenvolvimento das plântulas.

Tabela 6. Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas.

Alga	Cultivar			
	Zeus	Nexus	BRS 1003	Delta
Sem	10,32 cB	12,06 aA	11,00 bcB	11,95 abB
Com	11,62aA	11,31 abA	12,32aA	10,30 bA
CV (%)	4,62			

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

Em estudo similar, em que os pesquisadores investigaram o tamanho da parte acima do solo das plântulas de trigo que foram submetidas a um extrato de alga, foi encontrado um acréscimo de 6,7% no comprimento em relação ao grupo de controle. O estudo de Rayorath *et al.* (2008) realizou testes biológicos com *Arabidopsis thaliana*, e constataram que as plântulas que receberam o tratamento com *A. nodosum* apresentaram um aumento no comprimento em comparação com as plântulas que não foram tratadas.

Em outro estudo realizado por Araújo (2016), no qual extratos de algas foram aplicados diretamente nas sementes, verificou-se que doses crescentes de *Ascophyllum nodosum* resultaram em um atraso no desenvolvimento das plantas, levando a plantas menores. O autor também observou que o diferencial osmótico causado pela aplicação do bioestimulante pode prejudicar a germinação das plântulas, chegando até mesmo a inibi-las quando aplicado em altas concentrações.

A variável percentual de germinação apresentou maior valor na cultivar Delta, que se diferenciou somente da cultivar Zeus, considerando que o tratamento de sementes com extrato de algas não promoveu alteração nessa variável (Tabela 7). Esses resultados demonstram que os lotes de sementes estudados, das diferentes cultivares apresentam qualidade fisiológica adequada para serem utilizadas como sementes.

A variável percentual de emergência em areia não apresentou diferença entre as cultivares e o tratamento de sementes estudado (Tabela 7).

Tabela 7. Percentual de germinação (PG), percentual de germinação em areia (PGA) e massa seca de plântulas de soja em função de cultivares (salvas e comerciais) e tratamento com extratos de alga.

Cultivares	PG (%)	PGA	Massa seca (mg plântula⁻¹)
Zeus	95,50 b	92,75 a	48,12 a
Nexus	96,25 ab	94,00 a	37,26 c
BRS 1003	96,75 ab	94,00 a	40,74 bc
Delta	98,00 a	93,00 a	43,12 b
Alga			
Sem	96,87 a	93,87 a	41,42 a
Com	96,37 a	93,00 a	43,15 a
CV (%)	1,74%	2,34%	7,51%

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

A massa seca de plântulas apresentou diferença entre as cultivares, com maior valor para a cultivar Zeus e menor valor para a Nexus. As demais cultivares apresentaram valores intermediários. O maior acúmulo de massa nas plântulas da cultivar Zeus pode estar relacionada a maior quantidade de reserva das sementes, que apresentaram maior valor de massa de mil sementes.

Em uma pesquisa usando extrato de algas no trigo, foi encontrado um aumento na massa fresca e seca das raízes, bem como da parte aérea das plântulas de trigo, independentemente da dose utilizada do extrato de algas, em comparação com o grupo controle (GEHLING, 2014). Em um estudo realizado com milho da cultivar "Boruta", foi observado um aumento de 11% a 34% na massa de matéria seca da parte aérea em comparação com o grupo de controle, quando as sementes foram tratadas com extrato de algas marrons *Ecklonia máxima* (O.) e *Sargassum spp* (MATYSIAK et al. 2011).

Contraditoriamente, o estudo de Melo et al. (2021) não encontrou diferenças significativas com relação a massa seca das plântulas. Conforme esse trabalho, as condições inerentes do campo natural, como a variabilidade climática e o comportamento dinâmico do solo podem influenciar o efeito do bioestimulante na fisiologia das plantas. As flutuações no teor de umidade do solo devido à precipitação, durante o ciclo da cultura, podem gerar condições ambientais menos

propícias para o crescimento das plantas em comparação com as condições observadas em ambiente controlado, como a casa de vegetação, onde as plantas são irrigadas diariamente (MELO et al. 2021).

Araújo (2017) realizou um experimento similar com sementes de soja, em que foi realizado 8 tratamentos, sendo um grupo com bioestimulantes e um grupo controle, repetindo 4 vezes, totalizando 36 parcelas. No estudo do autor, a massa de matéria seca (MS), não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e o grupo de controle.

A variável comprimento de raiz oriunda do teste de germinação em areia, apresentou interação entre os fatores. Analisando as cultivares, observou-se que melhor desempenho da Nexus e pior desempenho das cultivares Zeus e Delta. Com uso do tratamento de sementes a cultivar Nexus apresentou maior comprimento de raízes e as cultivares BRS 1003 e Delta apresentaram menores valores (Tabela 8).

Considerando o fator tratamento de sementes com extrato de algas, esse tratamento contribuiu para o comprimento de raízes das cultivares Zeus e Nexus e não interferiu nas outras cultivares (Tabela 8). Demonstrando que o extrato de algas pode contribuir para o incremento de raízes em plântulas de alguns lotes de sementes.

Tabela 8. Comprimento de raiz (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas em areia.

Alga	Cultivar			
	Zeus	Nexus	BRS 1003	Delta
Sem	3,91 cB	7,65 aB	5,17 bA	4,68 bcA
Com	6,48 bA	8,56 aA	5,32 cA	5,08 cA
CV (%)	7,86%			

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

Weber (2011) apontou que a utilização de bioestimulantes resulta em um desempenho melhorado e um aumento no comprimento das raízes, o que ressalta a importância de seu uso. Além disso, os bioestimulantes proporcionam uma recuperação mais rápida após períodos de estresse hídrico, bem como uma maior resistência a insetos, pragas, doenças e nematoides. Eles também contribuem para

o estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas, melhorando seu desenvolvimento e suas características reprodutivas, resultando no aumentando da absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a produção (CAVALCANTE et al. 2022).

A altura das plântulas no teste de emergência em areia apresentou interação entre os fatores estudados. (Tabela 9). Considerando as cultivares, observou-se maior altura de plântulas das cultivares Zeus e Delta sem uso de tratamento de sementes, e da Nexus quando utilizado o tratamento de sementes.

Tabela 9. Altura da parte aérea (cm) das plântulas de soja em função da cultivar (semente comercial ou salva) e tratamento com extrato de algas em areia.

Alga	Cultivar			
	Zeus	Nexus	BRS 1003	Delta
Sem	16,53 aA	12,76 bB	6,95 cB	16,12aA
Com	13,73 cA	19,12 aA	15,55 bcA	16,45 bA
CV (%)	7,16%			

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

Considerando o tratamento de sementes com o extrato de algas, observou-se aumento da altura de plântulas quando realizado o tratamento nas sementes das cultivares Nexus e BRS 1003, nas demais cultivares o extrato não causou efeito nessa variável. Com esses resultados ficam evidentes as diferenças entre os lotes de sementes e que o extrato de algas pode contribuir para o maior desenvolvimento inicial das plântulas de soja.

Resultados dos testes de germinação realizados com sementes provenientes de pesquisas de campo, com diferentes densidades de aplicação do bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum*, ainda não estão totalmente esclarecidos (ARAÚJO, 2016). É necessário realizar pesquisas adicionais sobre a aplicação dos extratos de alga marinha em sementes, para aprofundar o assunto, principalmente em relação aos fatores de densidade populacional e concentração do bioestimulante, já que as culturas respondem de uma forma diferente (SILVA, 2021).

• 6 CONCLUSÃO

Os lotes das sementes salvas em propriedade rural, das cultivares Zeus, Nexus e BRS 1003, apresentaram boas características físicas e fisiológicas, muitas vezes superiores a semente comercial, da cultivar Delta.

Dentre os lotes das cultivares testadas, a Nexus apresentou o menor desempenho, exibindo a maior porcentagem de plântulas anormais tanto na testemunha quanto no tratamento. Não foi observada diferença significativa no índice de plântulas anormais das cultivares devido ao tratamento realizado.

O lote de sementes da cultivar Zeus apresentou melhor desempenho em relação às características de massa seca, porcentagem de plântulas normais e condutividade elétrica, mesmo após submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. Além disso, essa cultivar apresentou um desempenho superior no comprimento das raízes e parte aérea quando submetida ao tratamento com algas.

O tratamento de sementes com extrato de algas pode ter impactos positivos no desenvolvimento de plântulas de alguns lotes de sementes, no entanto, para outras, o efeito pode ser prejudicial.

Faz-se necessário que sejam realizados mais estudos sobre o tratamento de sementes de soja com extrato de algas marinhas.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. K. **Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares.** 2016. 109p. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

ARAÚJO, C. E. C. **Efeito de bioestimulantes na qualidade fisiológica de sementes de soja.** 2017. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Agrônomo). Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2017.

BELLÉ, J. **Efeito do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* em diferentes densidades de soja (*Glycine max*) no Oeste de Santa Catarina.** 2021. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Chapecó, 2021.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001, 132p.

CAVALCANTE, W. S. S. *et al.* Potencial de utilização do extrato de alga marrom no estágio fenológico reprodutivo da soja. **Research Society and development**, v. 11, n. 5, p. 1-10, abr. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28563>. Acesso em: 6 jun. 2023.

CAVERZAN, A; GIACOMIN; R, MÜLLER; M, BIAZUS, C. LÂNGARO; N. C.; CHAVARRIA, G. How does seed vigor affect soybean yield componentes?. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1318-1327, 2018. Disponível em <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2017.11.0670>. Acesso em: 7 jun. 2023.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1graos_08.09.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2023.

CUNHA, P. O. **Potencial agrônômico do uso de extrato de algas marinhas via tratamento de sementes na cultura da soja.** Morrinhos – GO. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2582/1/TCC_Priscilla%20Oliveira%20Cunha%20.pdf>

ELIAS, M, C. *et al.* **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos.** Laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos. Capão do Leão - RS. 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12247185-Tecnologias-de-pre-armazenamento-armazenamento-e-conservacao-de-graos.html>>. Acesso em: 7 jun. 2023.

FRANÇA-NETO, J. B, *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Embrapa Soja. Londrina - PR. Dez. 2016. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2023

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2018, 108 p.

FREITAS, M. C. M. **A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Mai. 2011. Goiânia, vol.7, N.12; 2011 Pág.2. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2023

GEHLING, V. M.; BRUNES, A. P.; DIAS, L. W.; AISENBERG, G. R., AUMONDE, T. Z. Desempenho Fisiológico de Sementes de Trigo Tratadas com Extrato de Alga *Ascophyllum nodosum* (L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 743-750, dez. 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2304>. Acesso em: 6 jun 2023.

GEHLING, V. M. et al. **Desempenho Fisiológico de Sementes de Soja Tratadas com Extrato de Alga *Ascophyllum nodosum* (L.)**. Revista Jornada da Pós-graduação e Pesquisa, n. 14, p. 1-14, ago-set. 2017. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjppg/article/view/872>. Acesso em: 6 jun. 2023.

KHAN, W.; HILTZ, D.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. **Bioassay to detected *Ascophyllum nodosum* axtract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana***. Journal of applied Phycology, v. 23, n. 3, p. 409-414, 2011.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; ROBINSON, L. C., BECKER, A. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante**. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026569010>. Acesso em: 6 jun. 2023.

KUMAR, G.; SAHOO, D. **Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold**. Journal of Applied Phycology, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-011-9660-9>. Acesso em: 7 jun. 2023.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N.P. **Teste do Hipoclorito de Sódio para Semente de Soja**. Circular técnica 37, Londrina: Embrapa soja, 2004, 4p.

LIMA, M. D; SOUZA, L. C. D. **Avaliação da influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja em propriedades agrícolas na região Norte do Estado do Mato Grosso-MT**. Jun. 2019.

LIMBERGER. L. M; et al. **Produção de sementes de soja em Santa Rosa**. Produção Técnico-Científica em Sementes - Volume. Santa Rosa - RS. 2016. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/gem/files/2017/10/capitulo_09_p_189_214.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2023

MATYSIAK, K.; KACZMAREK, S.; KRAWCZYK, R. Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. **Acta Scientiarum Polonorum Agricultura**, v. 10, n. 1, p. 33-45, 2011.

MEDEIROS, G. O que você precisa saber sobre qualidade de sementes. **Revista Cultivar**. Mar. 2022. Disponível em: < <https://revistacultivar.com.br/artigos/o-que-voce-precisa-saber-sobre-qualidade-de-sementes>>

MELO, G. B. et al. Tratamento de sementes com doses de bioestimulante à base de algas. **Brasilian Journals**, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/22674>. Acesso em: 6 jun. 2023.

NUNES, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes temperaturas e embalagens**. 2019. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Alegrete, 2019. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4816/1/Camila%20Fontoura%20Nunes%20-%202019.pdf>>

RAYORATH, P.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; MACKINNON, S. L.; STEFANOVA, R.; HANKINS, S. D.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA3) – independent amylase activity in barley. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 27, n. 4, p. 370-379, 2008a. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-008-9063-6>. Acesso em: 6 jun. 2023.

RAYORATH, P.; JITHESH, M. N.; FARID, A.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; HANKINS, S. D.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **Journal of Applied Phycology**, v. 20, n. 1, p.423-429, 2008b. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-007-9280-6>. Acesso em: 6 jun. 2023.

ROCHA, R. R.; TSURUTA, P. T.; BEGNINI, R. L. Algas no tratamento de sementes. **Revista Campo e negócios**. Uberlândia – MG. Out. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/algas-no-tratamento-de-sementes/>

SANTOS, P. L. F. D; ZABOTTO, A. R.; JORDÃO, H. W. C.; BOAS, R. L. V.; BROETTO, F.; TAVARES, A. R. Use of seaweed-based biostimulant (*Ascophyllum nodosum*) on ornamental sunflower seed germination and seedling growth. **Ornamental Horticulture**, v. 25. n. 3, p. 231-237, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/7VwQtZRrTLcr4Fk9qs3S4mv/>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SANTOS, M. S. **Armazenamento de sementes salvas: cuidados básicos**. Portal Mais Soja. Jul. 2020. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/armazenamento-de-sementes-salvas-cuidados-basicos/>>

SEIXAS, C. D. S; et al. **Tecnologias de produção de soja**. Embrapa. Londrina - PR. Jun. 2020. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>>

SILVA, P. A. **Uso de bioestimulante a base de algas marinhas para tratamento de sementes de trigo**. 2021. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Chapecó, 2021.

SHARMA, H. S. S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J. R.; MARTIN, T. 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. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-013-0101-9>. Acesso em: 6 jun. 2023.

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: 6 jun. 2023.

SMANIOTTO, T. A. S; et al. **Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande - PB. v.18, n.4, p.446–453, 2014. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18n04/v18n04a13.pdf>>

NETO, D. C; et al. **Qualidade de sementes de soja**. Revista Cultivar: grandes culturas. Ed. 195. Sinop - MT. Fev. 2020. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/qualidade-das-sementes-de-soja>>

SILVA, F. S. DA; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. da. **Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais**. Revista de Ciências Agroambientais, v.8, p.45-56, 2010.

TEIXEIRA, N. T.; Adubos com algas estimulam enraizamento do milho. Revista Campo & Negócio, 2014.

VELOSO, C. **Bioestimulantes à base de extrato de algas marinhas na agricultura**. Verde Agritech. 2021. Disponível em: <blog.verde.ag/nutrição-de-plantas/bioestimulantes-algas-marinhas/>

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: 27 mai. 2023.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine Max. (L) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e arroz (*Oryza sativa L.*)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2001.