

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:
AGRICULTURA E AMBIENTE**

Joana Arsego Trombetta

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA
SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis**

Frederico Westphalen, RS
2024

Joana Arsego Trombetta

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA
SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro

Frederico Westphalen, RS
2024

Trombetta, Joana
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA
SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE *Ascophyllum nodosum* (L.)
Le Jolis / Joana Trombetta.- 2024.
62 p.; 30 cm

Orientador: Volmir Sergio Marchioro
Coorientador: Marcos Toebe
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós
Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2024

1. Glycine max 2. Bioestimulantes 3. Alga marinha I.
Sergio Marchioro, Volmir II. Toebe, Marcos III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, JOANA TROMBETTA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

© 2024

Todos os direitos autorais reservados a Joana Arsego Trombetta. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: joana11trombetta@hotmail.com

Joana Arsego Trombetta

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA
SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia.**

Aprovado em 27 de março de 2024:

Volmir Sergio Marchioro, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Luciano Schwerz, Dr. (CESURG)

Marcos Toebe, Dr. (UFSM)

Frederico Westphalen, RS
2024

DEDICATÓRIA

A minha família, pelo carinho, incentivo e apoio incondicional na minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela presença constante, concedendo saúde e força para seguir na minha jornada.

Aos meus pais, Rogerio Trombetta e Iliana Arsego Trombetta e minha irmã Julia Arsego Trombetta por serem meu maior apoio, vocês foram essenciais para que essa caminhada fosse possível, obrigada principalmente pela confiança depositada em mim.

Ao meu namorado Giovani Polaquini que soube entender os momentos de dificuldade e preocupação, e que não mediu esforços para estar sempre presente me auxiliando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro, pela enorme oportunidade de ingressar no mestrado, pela valiosa orientação e confiança depositada em mim. Por todos os ensinamentos. Tenho grande admiração e levo para a vida o exemplo de profissional e de ser humano que és.

Agradeço a todos os meus colegas, em especial a Tauana Mangini, que esteve sempre do meu lado, me auxiliando em todos os momentos de dificuldade. Obrigada pela amizade.

Agradeço imensamente ao Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas, por toda a ajuda nas avaliações de campo, sem vocês este trabalho não seria possível.

À Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen pela oportunidade e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para meu crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigada!

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

AUTOR: Joana Arsego Trombetta
ORIENTADOR: Volmir Sergio Marchioro

RESUMO

No Brasil, o cultivo da soja é a atividade agrícola que mais cresce nos últimos anos. A soja desempenha um papel importante nos sistemas agrícolas. A produtividade das culturas vem aumentando, mas são necessárias novas tecnologias para potencializar a produção, como o uso de bioestimulantes à base de extratos de algas. Neste sentido o objetivo geral deste estudo foi de caracterizar o efeito de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* na qualidade de sementes, no crescimento e desenvolvimento e na produtividade de grãos da cultura soja. Um experimento foi conduzido em laboratório com sementes das cultivares DM 5958 IPRO e DM 56I59 IPRO tratadas com os produtos à base de alga *A. nodosum*, sendo eles Bioalgas®, Phylgreen®, Acadian® e Phosamco Bio®. As sementes tratadas e uma amostra sem tratamento foram armazenadas e os testes de qualidade de sementes realizados aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após o armazenamento. Foram obtidas entre outras características, vigor e germinação de sementes, tamanho e massa de plântulas. Um segundo experimento foi conduzido a campo e aplicações aéreas foram realizadas com produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreen®) em duas aplicações nos estádios fenológicos V4 e R1 e em três aplicações nos estádios fenológicos V4, R1 e R4, utilizando a cultivar de soja NS5505I2X. Após a primeira aplicação foram coletadas plantas semanalmente e obtidas a altura de planta e a massa verde da planta e por ocasião da colheitas foram obtidas a produtividade de grãos e seus componentes. Se verificou que produtos à base de *A. nodosum*, usados no tratamento de sementes não alteram a qualidade das sementes ao longo do armazenamento e este por sua vez altera a qualidade das sementes, reduzindo vigor, germinação e tamanho das plântulas. A qualidade de sementes não é afetada pelo uso de produtos à base de *A. nodosum* no tratamento de sementes. Aplicações de extratos líquidos comerciais da alga *A. nodosum* proporcionam maior crescimento e maior massa nas plantas quando aplicados via foliar. Os produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreene®) aplicados na parte aérea incrementam a produtividade de grãos na soja. Duas aplicações Phosamco Bio®, proporcionaram superioridade a todas as características avaliadas no experimento.

Palavras-chave: *Glycine max*, Bioestimulantes, Alga marinha.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN CROP SUBJECTED TO DIFFERENT DOSES OF *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

AUTHOR: Joana Arsego Trombetta
ADVISOR: Volmir Sergio Marchioro

ABSTRACT

In Brazil, soybean cultivation is the agricultural activity that has grown the most in recent years. Soy plays an important role in agricultural systems. Crop productivity has been increasing, but new technologies are needed to enhance production, such as the use of biostimulants based on algae extracts. In this sense, the general objective of this study was to characterize the effect of *Ascophyllum nodosum* algae extract on seed quality, growth and development and grain productivity of soybean crops. An experiment was conducted in the laboratory with seeds of cultivars DM 5958 IPRO and DM 56I59 IPRO treated with products based on *A. nodosum* algae, namely Bioalgas®, Phylgreen®, Acadian® and Phosamco Bio®. The treated seeds and an untreated sample were stored and seed quality tests were carried out at 0, 15, 30, 45 and 60 days after storage. Among other characteristics, seed vigor and germination, seedling size and mass were obtained. A second experiment was conducted in the field and aerial applications were carried out with products based on the algae *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® and Phylgreen®) in two applications in the V4 and R1 phenological stages and in three applications in the phenological tests V4, R1 and R4, using the soybean cultivar NS5505I2X. After the first application, plants were collected weekly and the plant height and green mass of the plant were obtained and, at the time of harvest, the productivity of grains and their components were obtained. It was found that products based on *A. nodosum*, used in seed treatment, do not alter the quality of the seeds throughout storage and this in turn alters the quality of the seeds, reducing vigor, germination, and seedling size. Seed quality is not affected using *A. nodosum* based products in seed treatment. Applications of commercial liquid extracts of *A. nodosum* algae provide greater growth and greater mass in plants when applied foliarly. Products based on *A. nodosum* algae (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® and Phylgreene®) applied to the aerial part increase grain productivity in soybeans. Two Phosamco Bio® applications provided superiority to all characteristics evaluated in the experiment.

Key words: *Glycine max*, Biostimulants, Seaweed.

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 - Grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil em função das latitudes.....20

ARTIGO II

Figura 1 - Altura de planta avaliada a partir da primeira aplicação até 20 dias antes da colheita, para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha), com indicação dos estádios fenológicos V4 (quarto nó), R1 (início da floração) e R4 (legume completamente desenvolvido).....44

Figura 2 - Massa da planta avaliada a partir da primeira aplicação até 20 dias antes da colheita, para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha), com indicação dos estádios fenológicos V4 (quarto nó), R1 (início da floração) e R4 (legume completamente desenvolvido).....45

Figura 3 - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).....49

LISTA DE TABELAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos da soja.....18

Tabela 2 - Descrição dos estádios reprodutivos da soja.....18

ARTIGO I

Tabela 1 - Produtos à base da alga *Ascophyllum nodosum* e suas respectivas composições....29

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características percentagem de germinação na primeira contagem (PGC), percentagem de sementes mortas (PSM), percentagem de plântulas normais (PPN), percentagem de plântulas anormais (PPA), comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE), obtidas em testes de germinação com sementes das cultivares DM 5958 IPRO e DM 56I59 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos.....21

Tabela 3 - Agrupamento de médias para características percentagem de germinação primeira contagem, percentagem de sementes mortas, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea das plântulas, comprimento da raiz das plântulas e massa verde das plântulas, obtidas em testes de germinação com sementes da cultivar DM 5958 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos (0, 15, 30, 45, e 60 dias após o tratamento de sementes).....33

Tabela 4 - Agrupamento de médias para características percentagem de germinação primeira contagem, percentagem de sementes mortas, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea das plântulas, comprimento da raiz das plântulas e massa verde das plântulas, obtidas em testes de germinação com sementes da cultivar DM 56I59 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos (0, 15, 30, 45, e 60 dias após o tratamento de sementes).....34

ARTIGO II

Tabela 1 - Produtos utilizados no experimento e sua respectiva composição.....42

Tabela 2 - Tratamentos, nome comercial do produto e número de aplicações em cada tratamento.....43

Tabela 3 - Dados climáticos, temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação quinzenal.....46

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).....46

Tabela 5 - Média para as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG), para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha).....57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. HIPÓTESES	15
3. OBJETIVO GERAL	16
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1. ORIGEM E HISTÓRICO DA SOJA	17
4.2. FENOLOGIA DA SOJA	17
4.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A SOJA	19
4.4. IMPORTÂNCIA DA CULTURA	21
4.5. BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA	22
4.6. EXTRATO DE ALGAS NA AGRICULTURA	23
5. CAPÍTULO I: QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM PRODUTOS À BASE DE <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	26
5.1. INTRODUÇÃO	28
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	29
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.4. CONCLUSÃO	36
5.5. REFERÊNCIAS	36
6. CAPÍTULO II: <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA SOJA	39
6.1. INTRODUÇÃO	41
6.2. MATERIAL E MÉTODOS	42
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.4. CONCLUSÃO	49
6.5. REFERÊNCIAS	49
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
8. CONCLUSÃO GERAL	55
9. REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], pertence à família Fabaceae e possui posição privilegiada entre as leguminosas, uma vez que seu grão é fonte de proteína e óleo, para os seres humanos, animais e diversos produtos industriais (VIANA et al., 2015). A produção nacional de soja foi de 154,6 milhões de toneladas na safra de 2022/2023 e tem uma estimativa de 155,3 milhões de toneladas na safra de 2023/2024, aumento de 0,4%. A previsão é que a área cultivada na safra de 2023/2024 chegue a 45,3 milhões de hectares, superando em 2,7% a safra anterior (CONAB, 2024).

Nos últimos anos, a produção brasileira de soja teve um grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área semeada, mas também pela aplicação de técnicas de manejo mais avançadas e adequadas que possibilitaram e possibilitam o incremento na produtividade de grãos, considerando entre estes manejos o uso de bioestimulantes (FAXO et al., 2017). Carraro (2006) fundamenta que a expansão da cultura da soja ocorreu devido ao avanço no cultivo da cultura em novas regiões agrícolas bem como aos aumentos na produtividade de grãos. De acordo com esse mesmo autor, a melhoria na qualidade das sementes foi fundamental para essa expansão, e, isso se deve a três pilares, as tecnologias empregadas, a eficácia na produção e o mercado.

Como tecnologias empregadas na produção de sementes pode-se citar a utilização de tratamentos químicos, inoculantes, fertilizantes minerais e bioestimulantes. Os bioestimulantes são substâncias sintéticas que possuem ação semelhante aos hormônios vegetais como as auxinas, citocininas, giberilinas, ácido abscísico e etileno (CASTRO; VIEIRA, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2013) que podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e provocar alterações físicas, químicas e metabólicas, afetando o desenvolvimento vegetal, culminando em maiores produtividades (CASTRO; VIEIRA, 2001; CASTRO, 2006).

Os bioestimulantes são produzidos através da mistura de vários reguladores vegetais com compostos de natureza bioquímica distintos, tais como aminoácidos, vitaminas, algas marinhas, micronutrientes e ácido ascórbico (VIEIRA, 2001). Dentre esses, se destaca os extratos de algas, como excelentes estimulantes utilizados na agricultura, pois tem relação direta com as plantas, produzindo e interagindo através da produção de fitohormônios, aumentando a absorção de nutrientes e água pelas plantas, o enraizamento e a resiliência das plantas aos estresses bióticos e abióticos (RUSSO; BERLIN, 1992).

Uma vez que a produtividade da soja está diretamente ligada à fisiologia desse vegetal, os distúrbios fisiológicos das plantas, como as desordens hormonais e nutritivas podem reduzir

a produção e o desenvolvimento dos grãos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Tais distúrbios podem ser causados pelo excesso de chuva, que causa a redução da insolação e de oxigênio no solo; pela estiagem; pela deficiência de nutrientes, pelos extremos de temperatura; pela acidez do solo; pela salinidade; pela presença de metais tóxicos no solo; pelo excesso ou falta de radiação ultravioleta; por gases poluentes, pela fitotoxidez causada pela utilização incorreta de agroquímicos e, demais fatores (PROCEDI, 2020). Segundo esse autor, na região Sul do Brasil, uma das causas mais frequentes dos distúrbios fisiológicos na cultura da soja, é a estiagem que causa grandes perdas econômicas. Uma das alternativas utilizadas visando a redução dos danos causados por tais distúrbios é a utilização de bioestimulantes no tratamento de sementes (SANTINI et al., 2015).

Com o objetivo de melhorar a disponibilidade de nutrientes e por proporcionar incrementos no desenvolvimento vegetal, os bioestimulantes estão sendo utilizados cada vez mais na agricultura (CERIBOLLA, 2015). Além disso, produtos de origem natural, obtidos a partir do extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, são utilizados como bioestimulantes em diversas culturas (BROWN, 2004).

Alguns resultados de pesquisa demonstram que a utilização de bioestimulantes derivados do extrato de *A. nodosum* no cultivo de diferentes espécies, promovem benefícios para as plantas, como aumento do metabolismo e conseqüentemente melhorando o crescimento e desenvolvimento (VAN OOSTEN et al., 2017), melhoria na germinação de sementes e estabelecimento inicial de plântulas (SHARMA et al., 2014) e o aumento da produtividade de grãos (ANDRADE et al., 2018).

2. HIPÓTESES

O tratamento de sementes com produtos à base de *Ascophyllum nodosum* melhora a germinação das sementes e aumenta o crescimento inicial das plântulas de soja.

O tratamento de sementes com produtos à base de *A. nodosum* mantém a viabilidade das sementes por períodos mais longos, retarda a degradação e preserva a capacidade de germinação de sementes de soja.

A aplicação aérea de produtos à base de *A. nodosum* promove o crescimento das plantas e acelera o desenvolvimento da soja.

A aplicação aérea de produtos à base de *A. nodosum* melhora os componentes e conseqüentemente a produtividade de grãos na soja.

3. OBJETIVO GERAL

Caracterizar o efeito de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* na qualidade de sementes, no crescimento e desenvolvimento e na produtividade de grãos da cultura soja.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do tratamento de sementes com produtos à base de *Ascophyllum nodosum* na germinação, crescimento inicial e armazenamento de sementes de soja.

Avaliar o efeito da aplicação aérea de produtos à base de *A. nodosum* no crescimento e desenvolvimento, na produtividade de grãos e seus componentes.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. ORIGEM E HISTÓRICO DA SOJA

A soja pertence ao reino Plantae, filo Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e nome binomial *Glycine max* (L.) Merrill. É uma espécie diplóide e apresenta $2n=40$ cromossomos.

A soja cultivada atualmente é muito diferente dos seus ancestrais que são encontrados na costa leste da China (COSTA, 1996). Durante séculos a soja permaneceu circunscrita ao Oriente, pois inexistia o intercâmbio com as civilizações ocidentais, sendo que as cultivares mais modernas foram originalmente domesticadas a partir da espécie *Glycine soja* Sieb. & Zucc. (HYMOWITZ, 1970). Com as navegações de navios Europeus no final do século XV e início do XVI a soja foi disseminada para o Ocidente (CÂMARA, 1998). A cultura foi citada em 1804 nos Estados Unidos da América como sendo possível seu uso como planta forrageira e produtora de grãos, mas o avanço da cultura na produção de grãos só ocorreu a partir de 1930, devido a possibilidade de colheita mecanizada e uso como alimento de qualidade (BLACK, 2000).

No Brasil, em 1882 a soja foi introduzida na Bahia sem sucesso. Dez anos após, foi cultivada pela primeira vez em São Paulo, no Instituto Agrônomo de Campinas, mas resultados promissores foram obtidos por imigrantes japoneses, a partir de 1908 e com destaque em 1923 quando foram trazidas ao Brasil cinquenta variedades norte-americanas. No estado do Rio Grande do Sul, a soja foi cultivada a partir de 1914, onde apresentou evolução mais consistente devido à semelhança da latitude com a região sul dos Estados Unidos da América. Em 1949 foi realizada a primeira exportação brasileira de aproximadamente 18 mil toneladas de soja pelo estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2004; MIYASAKA; MEDINA, 1981).

4.2. FENOLOGIA DA SOJA

De acordo Embrapa Soja, as principais variedades comerciais apresentam como características morfoagronômicas caule híspido e pouco ramificado; raiz com eixo principal e muitas ramificações (sistema difuso); folhas trifolioladas (exceto o primeiro par de folhas simples, no nó acima do nó cotiledonar); flores de fecundação autógama, de cor branca, roxa ou intermediária; legumes (vagens) levemente arqueadas que, à medida que amadurecem, evoluem da cor verde para amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza, e que podem conter

de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento amarelo pálido, com hilo preto, marrom, ou amarelo-palha. Existem cultivares de crescimento indeterminado (sem racemo terminal), determinado (com racemo terminal) ou semi determinado (intermediário). Em relação aos estádios fenológicos da cultura (Tabela 2 e 3), a escala fenológica internacionalmente aceita é a descrita por Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007).

Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos da soja.

Estádio	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones estão acima da superfície do solo
VC	Cotiledonar	Folhas unifolioladas suficientemente estendidas, de tal modo que os bordos não se tocam
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Folha trifoliolada completamente desenvolvida, localizada no nó acima dos nós das folhas unifolioladas
V3	Terceiro nó	Três nós sobre a haste principal com folhas completamente desenvolvidas, iniciando-se a contagem dos nós a partir dos nós das folhas unifolioladas
Vn	Enésimo nó	Número de nós sobre a haste principal com folhas completamente desenvolvidas, iniciando-se a contagem dos nós a partir dos nós das folhas unifolioladas

Fonte: Adaptado de Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007).

Tabela 2 - Descrição dos estádios reprodutivos da soja.

Estádios	Denominação	Descrição
R1	Início da floração	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	Floração plena	Flor aberta e um dos dois últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação do legume	Legume com 5 mm de comprimento em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R4	Legume completamente desenvolvido	Legume com 20 mm de comprimento em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R5	Início da formação da semente	Semente com 3 mm de comprimento com legume localizado em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R6	Semente completamente desenvolvida	Legume contendo semente verde, preenchendo a cavidade do legume localizada em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R7	Início da maturação	Legume normal sobre a haste principal que tenha atingido a cor do legume madura
R8	Maturação plena	95% dos legumes que tenham atingido a cor de legume maduro. Após R8, são necessários de 5 a 10 dias de tempo seco para que a semente de soja apresente menos de 15% de umidade

Fonte: Adaptado de Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007).

4.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A SOJA

Em função da família botânica a qual pertence, a soja, é capaz de obter nitrogênio por meio da fixação simbiótica (FBN) que acontece entre as raízes da cultura e bactérias da família *Rhizobiaceae*, gênero *Bradyrhizobium*. Ao invadir as raízes da soja, tais bactérias formam estruturas altamente específicas, denominadas de nódulos. Nesses nódulos, por meio do complexo enzimático da nitrogenase, ocorre a transformação do nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia, que é incorporada à esqueletos de carbono, transformada em compostos nitrogenados, que são por sua vez transportados para a planta hospedeira (HUNGRIA; VARGAS, 2000). O nitrogênio fornecido pela FBN é menos sujeito a lixiviação e volatilização porque a FBN é um processo *in situ* e contribui muito para a agricultura sustentável (DIXON; KHAN, 2004), no entanto, além da obtenção de nitrogênio por meio da FBN, outras fontes, tais como fertilizantes nitrogenados, solo e a fixação não biológica, podem ser usadas para suprir a necessidade de N pela cultura (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

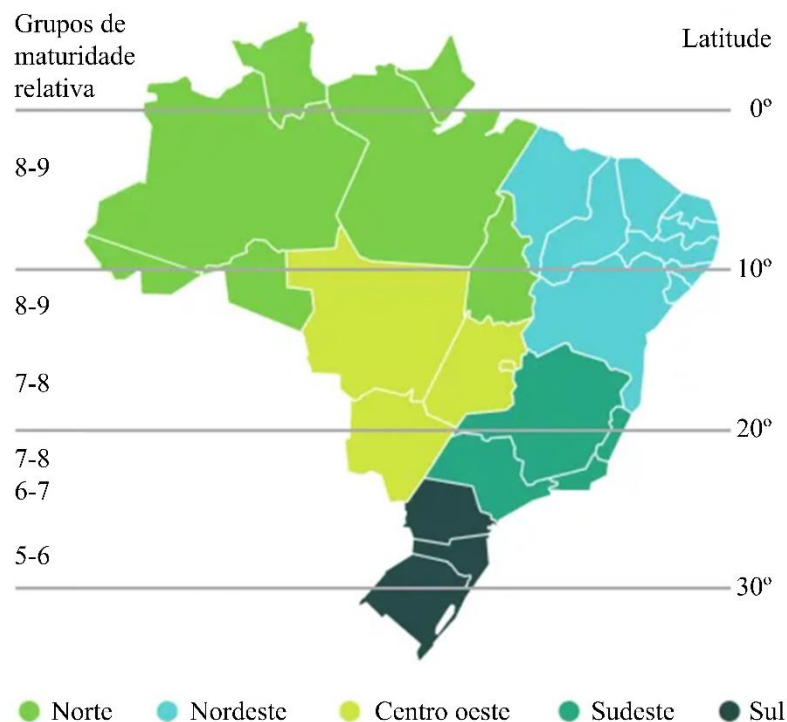
Além do nitrogênio, elemento fundamental para a obtenção de altas produtividades da soja, outro fator de extrema relevância à cultura é a disponibilidade hídrica. A obtenção de produtividade considerável na cultura da soja durante o ciclo depende da demanda hídrica entre 450 a 850 mm, levando em consideração as variações do clima durante o crescimento da cultura (FRANKE, 2000). O déficit hídrico em estádios críticos para soja provoca distúrbios fisiológicos tais como a queda prematura de folhas e flores, aborto de legumes, enrolamento de folhas e fechamento estomático, o que causa redução do rendimento de grãos na cultura (ZANON et al., 1018). Ao revés, o excesso hídrico diminui a viabilidade das sementes, prejudica as plantas e favorece a maior intensidade de doenças (THEISEN et al., 2009) e a diminuição no stand de plantas (CASAGRANDE et al., 2001).

Outro importante elemento climático que influencia a produtividade da soja é a temperatura do ar. A faixa de temperatura em que a cultura se adapta é de 20°C e 30°C, em temperaturas iguais ou abaixo de 10°C, tanto o crescimento vegetativo quanto o desenvolvimento da soja é pequeno ou nulo, por outro lado, temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam danos à floração e diminuem a capacidade de retenção de legumes (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Assim como a temperatura do ar, a temperatura do solo também afeta aspectos relacionados à produtividade da cultura, principalmente a emergência e a FBN. A faixa de temperatura do solo adequada para a semeadura varia entre 20°C e 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (SMITH, 1995). Em relação a FBN as temperaturas do solo acima dos 39°C

no momento da semeadura causam redução significativa na população de *Bradyrhizobium*, reduzindo o número de nódulos e a atividade da enzima nitrogenase (HUNGRIA; KASCHUK, 2014).

No que se refere às exigências foto periódicas da cultura, a floração da soja responde ao nictoperíodo, caracterizando-se como uma planta de dias curtos, no entanto, com o uso da característica do florescimento tardio em dias curtos, ou do chamado “período juvenil longo”, não há mais restrição foto periódica ao plantio comercial de soja, mesmo sob a linha do equador, o que rendeu ao Brasil o título de país que “tropicalizou” a soja. As cultivares brasileiras de soja são classificadas em grupos de maturação (GM), com base no seu ciclo. Essa classificação varia conforme a região, por exemplo, para Minas Gerais, os GM são: semiprecoce (101 a 110 dias); médio (111 a 125 dias); semitardio (125-145 dias); tardio (>145 dias) e, no Paraná, são: precoce (até 115 dias); semiprecoce (116-125 dias); médio (126-137 dias) e semitardio (138-145 dias) (Figura 1).

Figura 1 - Grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil em função das latitudes.



Fonte: Adaptado de Alliprandini et al. (2009) e Embrapa Soja (2011).

Acerca da radiação solar, Shibles e Weber (1966) afirmam que quanto maior a eficiência no uso da radiação solar, maior será a produtividade da cultura, e que esse elemento climático é se faz ainda mais importante durante o período de enchimento de grãos. Uma vez que a

radiação solar ao atingir o dossel foliar pode ser refletida, absorvida ou transmitida, apenas parte dessa radiação incidente é realmente aproveitada pela planta e, esse aproveitamento depende fundamentalmente do Índice de Área Foliar (IAF). Para a soja o valor do IAF que garante rendimentos elevados varia entre 3,5 m² e 4,5 m² para cada metro quadrado de área de solo, ou seja, uma relação aproximada de 4:1 (GASSEN, 2001). No que se refere às exigências edáficas da cultura, a soja exige solos profundos, de textura média e bem estruturada (SILVA et al., 2022).

4.4. IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A produção nacional de soja foi de 138,2 milhões de toneladas na safra 2020/2021, enquanto na safra 2021/2022, em função das condições climáticas adversas ocorridas em algumas regiões produtoras, a produção caiu para 125,5 milhões de toneladas, ou seja, uma redução na produção nacional de 10,2%, mesmo considerando um acréscimo na área cultivada na ordem de 4,5% (CONAB, 2022). Na safra 2022/2023 o Brasil colheu 154,6 milhões de toneladas. A estimativa é 155,3 milhões de toneladas na safra de 2023/2024 em uma área cultivada de 45,3 milhões de hectares (CONAB, 2024).

A soja é uma *commodity* que se destaca nos mercados mundiais por se tratar de um grão utilizado tanto para o consumo humano, quanto para o consumo animal. A soja e seus derivados têm potencializado o Brasil economicamente, ocupando lugar de destaque na oferta de óleo para consumo interno e farelo na alimentação animal, como principal fonte proteica (SEDIYAMA et al., 1985). Ainda se pode relatar o uso dos grãos de soja na agroindústria de alimentos e na indústria química, compondo ingredientes de pães, massas, bebidas, além de adesivos, nutrientes, adubos, espumas, papel, biodiesel, lubrificantes, entre outros (EMBRAPA, 2010).

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de soja, na safra 2021/22 foram cultivados 41,0 milhões de hectares. Chegando a uma produção de 124,0 milhões de toneladas, uma produção menor que a safra anterior em função das condições climáticas desfavoráveis em algumas regiões, mas em constante evolução nos últimos anos. A soja figura como um dos principais produtos vegetais brasileiros ao lado do café, feijão, milho, algodão, cana-de-açúcar, entre outros (CONAB, 2022).

Vários fatores contribuíram para a melhoria no desempenho da soja no Brasil, entre estes podemos citar os avanços científicos, a disponibilização de tecnologias e os incentivos ao setor produtivo (BORDON, 2013). Podemos ainda destacar os avanços no melhoramento

genético, em máquinas agrícolas adequadas, manejo adequado do solo, da adubação, das pragas, doenças e plantas daninhas, e ainda a redução de perdas na colheita.

As perspectivas para o futuro da soja são promissoras, pois a população mundial tende a crescer, assim como a demanda por alimento e energia, acrescentando a isso, o aumento do poder aquisitivo da população, principalmente na Ásia. E com isso, o consumo de carne de aves e suínos nesse continente deve ser impulsionado, visto que a criação de aves e suínos tem como fonte principal de proteína a soja (CONTINI et al., 2018).

Com isso, a produtividade de grãos da cultura da soja precisará aumentar ano após ano, mesmo influenciada por fatores climáticos adversos, se deve cada vez mais utilizar cultivares melhoradas, sementes de alto potencial fisiológico, manejar adequadamente a cultura, além do tratamento de sementes com fungicidas, inseticidas e bioestimulantes (SILVA et al.; 2008; EMBRAPA SOJA, 2003).

4.5. BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA

O emprego de bioestimulantes como técnica agrônômica para o aperfeiçoamento da produtividade de diversas culturas, tem crescido nos últimos anos. Os hormônios contidos nos bioestimulantes são moléculas sinalizadoras, naturalmente presentes nas plantas em concentrações basicamente pequenas, sendo responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os reguladores vegetais estão sendo utilizados na cultura da soja e obtendo muito sucesso, sendo que estes se dão através da aplicação de produtos comerciais que são compostos por misturas de mais de um regulador vegetal, sendo utilizado no tratamento de sementes e na pulverização (TAIZ et al., 2017).

Klahold et al. (2006) obtiveram com a aplicação de bioestimulantes o incremento no número de legumes por planta, no número de grãos por planta e na produtividade de grãos da cultura da soja. Os produtos à base de algas marinhas, chamados extratos de algas, contêm princípios ativos ou agentes orgânicos isentos de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre toda ou parte das plantas cultivadas, elevando assim a produtividade (KELTING, 1997).

Segundo Leite (2003), em seus estudos pode-se evidenciar os efeitos causados pelas aplicações de citocinina e giberelina, nas aplicações foliares com ambos os compostos e nas sementes com a giberelina, foi observado que via foliar houve o aumento área foliar, na altura da planta e na produção de matéria seca, já a citocinina não apresentou efeitos significativos.

De acordo com Bertolin et al. (2010) em seu estudo foi realizada a aplicação cinetina, ácido indolbutírico e giberelina, através do uso de Stimulate® via foliar e via semente na cultura da soja, sendo em duas cultivares uma convencional e uma geneticamente modificada. Portanto, foi observado incremento de produtividade e não houve alteração no número de legumes, sendo verificado que o melhor momento para a aplicação seria no estágio reprodutivo.

Nos estudos de Albrecht et al. (2011) foi utilizado o bioestimulante Stimulate®, que possui citocina, auxina e giberelina e, pode ser observado incremento na produtividade, entretanto foi evidenciado que a aplicação via sementes se torna mais interessante uma vez que além de mais resultado também possui menos custo e, reforçou-se a importância do uso destes produtos na cultura da soja.

De acordo com os estudos realizados por Vieira et al. (2001), a ação dos bioestimulantes são eficientes se relacionadas a processos fisiológicos das plantas, como no vigor e na germinação de sementes. Trazendo benefícios no desenvolvimento vegetal, no alongamento de células e na estimulação da divisão celular, além de aumentar a absorção de nutrientes.

Os benefícios resultantes da aplicação de bioestimulantes sejam estes naturais ou sintéticos podem ser observados nas sementes, aumentando seu potencial de germinação e emergência, além de que nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas, estimula o crescimento da raiz, promovendo estabelecimento uniforme das plantas, melhorando a resistência contra pragas e doenças, contribuindo para uma rápida recuperação em situações de estresse e auxiliando na capacidade da planta em absorver nutrientes. Os extratos de algas podem ser utilizados de diversas formas como tratamento de sementes, no sulco de semeadura ou em aplicações foliares (DANTAS et al., 2012; FETTER, 2018).

Além disso, os produtos de origem natural, obtidos a partir do extrato da alga *A. nodosum* vêm sendo utilizados como bioestimulantes em diversas culturas (BROWN, 2004). Durante séculos, as áreas agrícolas próximas de zonas costeiras utilizaram algas como valiosa fonte de matéria orgânica para variados tipos de solos e para muitas culturas. As algas castanhas foram as mais utilizadas por serem as mais abundantes, destacando-se dentro destas as algas *A. nodosum*.

4.6. EXTRATO DE ALGAS NA AGRICULTURA

O uso de algas em produtos aplicados à agricultura, ocorre desde que a busca por melhoramento de plantas virou prática na mesma (CRAIGIE, 2011). Estas são comercializadas mundialmente na forma de fertilizantes e/ou bioestimulantes, sendo elas usadas na forma de

extrato ou seca. No Brasil esses produtos são considerados como aditivos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo eles do grupo de compostos naturais e, seu uso é aprovado em fertilizantes (COSTA et al., 2014).

A utilização das algas marinhas é uma alternativa ecológica correta em relação ao uso de bioestimulantes e fertilizantes, visando o melhoramento no desempenho das culturas. Assim, seu uso vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, identificando que um número razoável dos 15 milhões de toneladas de algas marinhas colhidas por ano, são utilizadas no desenvolvimento de estimulantes (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011).

O uso de extratos de algas tem aumentado principalmente por ser uma alternativa ao uso de fertilizantes e por apresentar características que tornam o uso destes bioativos naturais ecologicamente correto (CRAIGIE, 2011; JAYARAMAN; NORRIE; PUNJA, 2011; KUMAR; SAHOO, 2011).

A utilização de compostos biológicos a base de organismos naturais como, as algas marinhas, pode ser empregado na agricultura, dentre outros atributos, por sua capacidade bioestimulante, que pode ser definido por produtos que devido sua composição, concentração e proporção de componentes possuem a capacidade de promover o desenvolvimento vegetal e sua produtividade (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Alguns estudos vêm ressaltando o grande potencial da utilização do extrato de algas como incremento no desenvolvimento vegetal, demonstrando benefícios como o aumento na produção, aumento da tolerância vegetal aos estresses bióticos e abióticos (KHAN et al., 2009; CARVALHO et al., 2014).

O extrato possui propriedades de estimular o crescimento vegetal graças à sua composição rica em macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais referentes da alga, podendo citar, as citocininas, classe de hormônios vegetais que promovem a divisão celular e retardam a senescência. Da mesma forma, o extrato de algas pode estimular a atividade de síntese da fitoalexina capsidiol e a peroxidases em plantas, aumentando a resistência das plantas às doenças (ABREU; TALAMINI; STADNIK, 2008).

Atualmente, estão disponíveis para uso agrícola extratos de diversas espécies de algas, como *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spp.*, *Ecklonia máxima*, *Sargassum spp.*, *Durvillaea spp.*, entre outras (SILVA; CARVALHO; SILVA, 2019), sendo a alga *A. nodosum* a espécie de alga marinha mais comumente empregada para esta finalidade e com mais desempenho para a agricultura. Estudos relatam que na Comunidade Européia se faz o uso frequente dos produtos à base de extrato de algas, estes com aplicação via foliar ou no solo, até mesmo na agricultura orgânica (UGARTE; SHARP; MOORE, 2006).

Segundo Rayorath et al. (2008) e Khan et al. (2011), o extrato desta alga é capaz de ampliar a expressão de genes da produção endógena de auxina e citocinina, hormônios modeladores do desenvolvimento vegetal. Quando manipulado através do tratamento de sementes, este extrato pode auxiliar no estabelecimento inicial e no aumento do potencial produtivo das culturas (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011).

O desempenho da cultura da soja pode ser otimizado com o uso de extrato de algas marinhas. Em sementes da soja, o *A. nodosum* auxilia para a germinação e a emergência de plântulas, além de promover a fixação do nitrogênio do meio (enriquecendo o solo) (SILVA et al., 2008). Além disso, estimula a emissão inicial das raízes, alongando o crescimento da região pilífera, dessa forma resultando em um melhor estabelecimento das plantas e absorção de água e nutrientes. Acrescenta-se ainda ao extrato a presença de compostos naturais, como o manitol e o ácido algínico, que propicia uma melhora na biodisponibilidade e no transporte de nutrientes, além de desenvolver a atividade antioxidante e as relações hídricas, levando a uma melhor resistência a estresses (NORRIE, 2008).

5. CAPÍTULO I: QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM PRODUTOS À BASE DE *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

RESUMO

O cultivo de soja desempenha um papel de suma importância no cenário agropecuário brasileiro, sendo o Brasil principal produtor mundial dessa leguminosa. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de soja tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* durante o armazenamento. O experimento foi conduzido em laboratório, em câmara de demanda biológica de oxigênio, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Uma amostra de sementes das cultivares DM 5958 IPRO e DM 56I59 IPRO foram tratadas com quatro produtos à base da alga *A. nodosum*, sendo estes Bioalgas®, Phylgreen®, Acadian® e Phosamco Bio®, mais a testemunha, organizados em cinco tratamentos. A dose utilizada de cada produto foi de 2 mL kg⁻¹ de semente, sendo que o tratamento foi realizado no dia 15 de agosto de 2023. As sementes tratadas e uma amostra sem tratamento foram armazenadas em local que simulou o armazenamento de sementes. Os testes de qualidade de sementes foram realizados em cinco momentos, sendo aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após o tratamento e armazenamento das sementes, totalizando 5 avaliações. Foram obtidas as características percentagem de germinação primeira contagem, percentagem de sementes duras, percentagem de sementes mortas, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea das plântulas, comprimento da raiz das plântulas e massa verde das plântulas. Foram encontradas apenas cinco sementes duras em todo o experimento, sendo assim estas foram consideradas como sementes mortas. Os dados obtidos nos experimentos com cada cultivar, foram submetidos separadamente à análise de variância e teste F ($p < 0,05$) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott. Os produtos à base de *A. nodosum* no tratamento de sementes não alteram a qualidade das sementes ao longo do armazenamento. O tempo de armazenamento altera a qualidade das sementes, reduzindo vigor, germinação e tamanho das plântulas. A qualidade de sementes não foi afetada pelo uso de produtos à base de *A. nodosum* no tratamento de sementes.

Palavras-chave: Alga marinha, Armazenamento de sementes, Germinação.

**QUALITY OF SOYBEAN SEEDS TREATED WITH PRODUCTS BASED ON
Ascophyllum nodosum (L.) Le Jolis**

ABSTRACT

Soybean cultivation plays an extremely important role in the Brazilian agricultural scenario, with Brazil being the world's leading producer of this legume. This work aimed to evaluate the quality of soybean seeds treated with different products based on *Ascophyllum nodosum* during storage. The experiment was conducted in the laboratory, in a biological oxygen demand chamber, in a completely randomized experimental design, with four replications. A sample of seeds from the cultivars DM 5958 IPRO and DM 56I59 IPRO were treated with four products based on the algae *A. nodosum*, namely Bioalgas®, Phylgreen®, Acadian® and Phosamco Bio®, plus the control, organized into five treatments. The dose used of each product was 2 mL kg⁻¹ of seed, and the treatment was carried out on August 15, 2023. The treated seeds and an untreated sample were stored in a place that simulated seed storage. Seed quality tests were carried out at five times, at 0, 15, 30, 45 and 60 days after seed treatment and storage, totaling 5 treatments. The characteristics of percentage of germination at first count, percentage of hard seeds, percentage of dead seeds, percentage of normal seedlings, percentage of abnormal seedlings, length of the aerial part of the seedlings, length of the root of the seedlings and green mass of the seedlings were obtained. Only five hard seeds were found in the entire experiment, so these were considered dead seeds. The data obtained in the experiments with each cultivar were subjected separately to analysis of variance and F test ($p < 0.05$) and the mean values were grouped using the Scott and Knott test. *A. nodosum* based products for seed treatment do not alter seed quality throughout storage. Storage time alters seed quality, reducing vigor, germination, and seedling size. Seed quality was not affected using *A. nodosum* based products in seed treatment.

Keywords: Seaweed, Seed storage, Germination.

5.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é destaque no mundo por ser utilizada tanto para o consumo humano, como para o consumo animal. Podendo ainda segundo a Embrapa Soja (2010), ser utilizada na agroindústria de alimentos e na indústria química, compondo ingredientes de pães, massas, bebidas, além de adesivos, nutrientes, adubos, espumas, papel, biodiesel, lubrificantes, entre outros.

O Brasil produziu 154,6 milhões de toneladas na safra 2022/2023 e segue com uma estimativa de produzir 155,3 milhões de toneladas na safra de 2023/2024 em uma área cultivada de 45,3 milhões de hectares (CONAB, 2024). As perspectivas para o futuro em relação à cultura da soja são promissoras, pois a população mundial tende a crescer, assim como a demanda por alimento e energia, acrescentando a isso, o aumento do poder aquisitivo da população, principalmente na Ásia (CONTINI et al., 2018). Sendo assim, a produtividade de grãos da soja deverá continuar aumentando para suprir essa demanda crescente.

A semente é um dos insumos essenciais nos sistemas de cultivo da maioria das plantas utilizadas na agricultura (ZECCHINELLI, 2009). No entanto, problemas de desuniformidade de emergência, decorrentes da sensibilidade das sementes ou por fatores ambientais, afetam a germinação e a emergência das plantas, causando prejuízos. Nessas condições o gerenciamento da lavoura é afetado e as práticas culturais são menos efetivas. A germinação lenta ou esporádica geralmente resulta em plantas pequenas e em menor número as quais são mais vulneráveis a fatores climáticos e agentes bióticos.

Mesmo diante dos fatores climáticos adversos enfrentados nos últimos anos a busca por maiores produtividades de grãos será constante, e diante disso cada vez mais se deve utilizar cultivares melhoradas geneticamente, sementes de alto potencial fisiológico, manejar adequadamente a cultura, além de lançar do que se tem de mais moderno no que se refere ao tratamento de sementes com fungicidas, inseticidas e bioestimulantes (SILVA et al., 2008; EMBRAPA SOJA, 2003).

O tratamento de sementes foi uma estratégia desenvolvida para proteger as sementes contra o ataque de patógenos e pragas durante a germinação e o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Araújo (2016), estudos com diferentes compostos orgânicos têm sido realizados e estes mostram uma relação dos compostos com a fisiologia das plantas, resultando em atenuação aos efeitos de fatores abióticos. Para Sharma et al. (2014), um dos produtos orgânicos mais utilizados na agricultura é o extrato da alga *A. nodosum*, que melhora o sistema radicular, a germinação, o estabelecimento, a mobilização e absorção de nutrientes, o

enraizamento, o crescimento, o florescimento e a produtividade de grãos das plantas, entre outros, além de conferir tolerância a fatores bióticos e abióticos.

Vieira et al. (2001), verificaram que os bioestimulantes são eficientes se atuam relacionados aos processos fisiológicos das plantas, como no vigor e germinação de sementes. Beneficiando ainda o desenvolvimento, o alongamento de células e a divisão celular, além de aumentar a absorção de nutrientes. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de soja tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* durante o armazenamento.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos laboratórios do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas (GPMP) da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen/RS. Na Tabela 1, são apresentados os produtos à base da alga *Ascophyllum nodosum* que foram utilizados no referido experimento e suas composições.

Tabela 1 - Produtos à base da alga *Ascophyllum nodosum* e suas respectivas composições.

Produto	Composição
Acadian®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> ; Composição: K ₂ O (solúvel em água): 5,30% (p/p) – 61,48 g/L, Carbono Orgânico Total: 6,00% (p/p) - 69,60 g/L Densidade a 20°C: 1,16 g/mL
Phosamco Bio®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: 10% de Nitrogênio (117 g/L), Fósforo 3% (35,1 d/L), Potássio (K) 5% (58,5 g/L), Manganês 0,11% (1,2 g/L), Cobre 0,08% (0,9 g/L) e Boro 0,017% (0,2 g/L) Densidade: 1,17 g/mL e pH 7,0
Bioalgas®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: Ureia cloreto de potássio, extrato de algas e <i>Bacillus</i> Densidade: 1,15 g/cm ³
Phylgreen Neo®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: 1,0 % de Nitrogênio (10,7 g/L), 6,0% de Carbono Orgânico Total (64,2 g/L); 99% de Aditivo de Extrato de Algas Densidade: 1,07g/cm ³

Uma amostra de sementes das cultivares DM 5958 IPRO (85% de germinação inicial) e DM 56I59 IPRO (95% de germinação inicial) foram tratadas com os quatro produtos à base da alga *A. nodosum*, totalizando 5 tratamentos aplicados em cada cultivar, tratamento 1: Bioalgas®, tratamento 2: Phylgreen®, tratamento 3: Acadian®, tratamento 4: Phosamco Bio® e tratamento 5: testemunha (sem tratamento). A dose utilizada de cada produto foi de 2

mL kg⁻¹ de semente, sendo que o tratamento foi realizado no dia 15 de agosto de 2023.

As sementes tratadas juntamente com uma amostra sem tratamento (testemunha) foram armazenadas em local que simulou o armazenamento de sementes. Os testes de germinação foram realizados em cinco momentos, sendo aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após o tratamento e armazenamento das sementes, totalizando 5 tratamentos. O experimento foi conduzido em laboratório, utilizando uma câmara de demanda biológica de oxigênio (BOD) em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições em cada momento e para cada cultivar.

Para o teste de germinação, as sementes foram dispostas em papel *germitest* umedecido com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados para câmara de germinação (BOD) previamente regulada a 25°C. Conforme a Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), foi efetuada a contagem no quinto dia, obtendo a característica percentagem de germinação primeira contagem (PGC) e no oitavo dia foram obtidas as características percentagem de sementes duras (PSD), percentagem de sementes mortas (PSM), percentagem de plântulas normais (PPN) e percentagem de plântulas anormais (PPA). Também no oitavo dia a partir de uma amostra de 10 plantas normais ao acaso, foram obtidas as características comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE). No final da avaliação foram encontradas apenas cinco sementes duras em todo o experimento, sendo assim estas foram consideradas como sementes mortas e a característica desconsiderada da análise.

Os dados obtidos nos experimentos com cada cultivar e em cada momento, foram submetidos separadamente à análise de variância e teste F ($p < 0,05$), através do modelo estatístico a seguir, considerando dados balanceados: $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde Y_{ijk} é a resposta da k-ésima repetição do i-ésimo nível do fator A e j-ésimo nível do fator; μ é a média geral do experimento; A_i é o efeito do i-ésimo nível do fator A; B_j é o efeito da j-ésimo nível do fator B; AB_{ij} o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fator A e j-ésimo nível do fator B e ε_{ijk} é o erro experimental associado ao valor observado Y_{ijk} . As médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974). Os procedimentos de análise dos dados para as características de interesse, foram realizados com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2016).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância foi verificado que não ocorreu diferença significativa na interação entre produtos e momentos pelo teste F ($p < 0,05$), para nenhuma das características avaliadas, nas duas cultivares testadas (Tabela 2). Para o tratamento de sementes com diferentes produtos ocorreu diferença significativa para as características percentagem de germinação primeira contagem (PGC), comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE) para a cultivar DM 5958 IPRO. Para a cultivar DM 56I59 IPRO ocorreu diferença significativa para percentagem de sementes mortas (PSM), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características percentagem de germinação primeira contagem (PGC), percentagem de sementes mortas (PSM), percentagem de plântulas normais (PPN), percentagem de plântulas anormais (PPA), comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE), obtidas em testes de germinação com sementes das cultivares DM 5958 IPRO e DM 56I59 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos.

Caracteres	Quadrado médio			Resíduo	Coeficiente de variação (%)
	Produtos (P)	Momentos (M)	P x M		
DM 5958 IPRO					
PGC	105,660*	285,460*	44,060 ^{ns}	24,68	6,183
PSM	10,250 ^{ns}	121,925*	4,081 ^{ns}	4,623	24,296
PPN	12,110 ^{ns}	25,360*	9,473 ^{ns}	9,367	3,837
PPA	9,885 ^{ns}	54,535*	5,404 ^{ns}	6,310	22,210
CPA	2,359*	8,315*	0,690 ^{ns}	0,452	8,563
CRA	3,520*	3,978*	1,260 ^{ns}	0,961	10,156
MVE	0,011*	0,007 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,003	5,157
DM 56I59 IPRO					
PGC	50,500 ^{ns}	380,050*	27,300 ^{ns}	22,583	5,472
PSM	21,265*	188,615*	9,921 ^{ns}	7,843	36,996
PPN	21,975 ^{ns}	207,925*	11,744 ^{ns}	12,923	4,360
PPA	0,215 ^{ns}	9,990 ^{ns}	4,853 ^{ns}	4,927	22,241
CPA	0,890 ^{ns}	9,259*	0,479 ^{ns}	0,436	7,839
CRA	4,436*	8,911*	2,000 ^{ns}	1,412	10,890
MVE	0,007*	0,001 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,003	5,183
GL	4	4	16	colocar	GL total = 75

GL: graus de liberdade; *significativo e ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Com relação aos momentos de avaliação, se verificou diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas, exceto para massa verde das plântulas (MVE) na cultivar DM 5958 IPRO e para percentagem de plântulas anormais (PPA) e massa verde das plântulas (MVE) na cultivar DM 56I59 IPRO. Os coeficientes de variação observados para as características avaliadas (Tabela 2), variaram de 3,837% a 36,996%. Pimentel Gomes (2000),

classifica os coeficientes de variação como baixos (<10%), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto (>30%), ou seja, alguns considerados altos e até muito altos, mas estes ocorreram em características menos importantes, como a percentagem de sementes mortas (PSM) e percentagem de plântulas anormais (PPA).

Mesmo não ocorrendo interação entre produtos e momentos, foi realizado o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro, para os produtos dentro dos momentos, dos momentos para os diferentes produtos e para as médias de ambos. Analisando os produtos e seus efeitos para a características percentagem de germinação primeira contagem (PGC), característica que determina o vigor relativo a um lote de uma determinada cultivar, verificamos nas Tabelas 3 e 4 que alguns produtos proporcionam um efeito melhor que os demais, mas sem diferir da testemunha, ou seja, não melhoraram o vigor das sementes de ambas as cultivares. Contrariando Vieira et al. (2001), que diz que os bioestimulantes melhoram os processos fisiológicos das plantas com relação ao vigor e a germinação de sementes. Ao longo do tempo de armazenamento das sementes o vigor foi reduzindo, mais acentuadamente para as sementes tratadas com diferentes produtos, mas também para a testemunha.

O vigor das sementes de qualquer espécie e proporcionado pelos fatores de efeitos genéticos e pelos fatores de efeitos fisiológicos de cada cultivar, mas o comportamento das duas cultivares estudadas foi similar, mesmo a cultivar DM 5958 IPRO tendo uma germinação inicial de 85% e a cultivar DM 56I59 IPRO tendo uma germinação inicial de 95%. Para Baudet e Villela (2012), é possível retardar a velocidade de deterioração das sementes e conservar as mesmas com qualidade por mais tempo, controlando adequadamente a temperatura e umidade relativa.

Também não foi verificada redução na percentagem de sementes mortas (PSM) no teste de germinação para os diferentes produtos testados, nas duas cultivares avaliadas. O tempo de armazenamento favoreceu o aumento da PSM, mas se comparado a testemunha alguns produtos testados parecem proporcionar a redução da qualidade das sementes. Para a percentagem de plântulas normais (PPN) não se verificou diferença entre os diferentes produtos, incluindo a testemunha.

Por outro lado, ao longo do tempo de armazenamento a percentagem de plântulas normais (PPN) reduziu significativamente, com maior ênfase na cultivar DM 56I59 IPRO que apresentava uma germinação inicial de 95%, quando comparado aos 85% de germinação inicial da cultivar DM 5958 IPRO. Afonso, Corrêa e Queiroz (2000), verificaram que a temperatura e o teor de umidade das sementes de soja afetam a germinação durante o armazenamento.

Tabela 3 - Agrupamento de médias para características percentagem de germinação primeira contagem, percentagem de sementes mortas, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea das plântulas, comprimento da raiz das plântulas e massa verde das plântulas, obtidas em testes de germinação com sementes da cultivar DM 5958 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos (0, 15, 30, 45, e 60 dias após o tratamento de sementes).

Produtos	Dias após o tratamento de sementes - DM 5958 IPRO					Média
	0	15	30	45	60	
Percentagem de germinação primeira contagem - PGC (%)						
Acadian®	85,00 Aa	81,50 Aa	84,50 Aa	76,60 Ba	70,00 Bb	79,50 b
Phosamco Bio®	78,50 Ab	82,50 Aa	76,00 Ab	76,50 Aa	75,50 Ab	77,80 b
Bioalgas®	88,00 Aa	77,00 Ba	76,50 Bb	79,00 Ba	76,00 Bb	79,30 b
Phylgreen®)	91,50 Aa	81,00 Ba	79,00 Bb	76,50 Ba	78,50 Ba	81,30 a
Testemunha	88,00 Aa	84,50 Aa	84,00 Aa	80,00 Aa	82,50 Aa	83,80 a
Média	86,20 A	81,30 B	80,00 B	77,70 C	76,50 C	80,34
Percentagem de sementes mortas (%)						
Acadian®	7,00 Ba	6,50 Ba	8,50 Ba	12,50 Aa	13,50 Aa	9,60 a
Phosamco Bio®	7,00 Ba	7,25 Ba	10,25 Aa	10,75 Aa	11,00 Aa	9,25 a
Bioalgas®	5,00 Ca	8,50 Ba	8,75 Ba	12,75 Aa	11,00 Aa	9,20 a
Phylgreen®)	5,00 Ba	8,00 Ba	7,50 Ba	10,50 Aa	10,50 Aa	8,30 b
Testemunha	5,00 Ba	6,25 Ba	7,25 Ba	9,75 Aa	11,25 Aa	7,90 b
Média	5,80 C	7,30 B	8,45 B	11,25 A	11,45 A	8,85
Percentagem de plântulas normais (%)						
Acadian®	81,50 Aa	81,25 Aa	80,00 Aa	78,50 Aa	76,50 Aa	79,55 a
Phosamco Bio®	79,50 Aa	79,75 Aa	78,75 Aa	80,25 Aa	78,50 Aa	79,35 a
Bioalgas®	83,50 Aa	78,50 Ba	80,00 Ba	76,75 Ba	78,00 Ba	79,35 a
Phylgreen®)	82,50 Aa	81,00 Aa	81,75 Aa	80,50 Aa	80,25 Aa	81,20 a
Testemunha	80,00 Aa	77,00 Aa	82,00 Aa	80,50 Aa	79,25 Aa	79,75 a
Média	81,40 A	79,50 B	80,50 A	79,30 B	78,50 B	79,84
Percentagem de plântulas anormais (%)						
Acadian®	11,50 Aa	12,25 Ab	11,50 Aa	9,00 Aa	10,00 Aa	10,85 a
Phosamco Bio®	13,50 Aa	13,00 Ab	11,00 Aa	9,00 Aa	10,50 Aa	11,40 a
Bioalgas®	11,50 Aa	13,00 Ab	11,25 Aa	10,50 Aa	11,00 Aa	11,45 a
Phylgreen®)	12,50 Aa	11,00 Ab	10,75 Aa	9,00 Aa	9,25 Aa	10,50 a
Testemunha	15,00 Aa	16,75 Aa	10,75 Ba	9,75 Ba	9,50 Ba	12,35 a
Média	12,80 A	13,20 A	11,05 B	9,45 B	10,05 B	11,31
Comprimento da parte aérea das plântulas (cm)						
Acadian®	8,20 Aa	8,15 Aa	8,20 Aa	6,70 Ba	6,05 Bb	7,46 b
Phosamco Bio®	8,20 Aa	8,30 Aa	7,60 Aa	7,15 Aa	7,60 Aa	7,77 b
Bioalgas®	9,00 Aa	7,45 Ba	7,65 Ba	6,65 Ba	7,55 Ba	7,66 b
Phylgreen®)	9,00 Aa	8,25 Aa	7,90 Ba	7,43 Ba	7,50 Ba	8,02 a
Testemunha	9,00 Aa	8,75 Aa	8,50 Aa	7,45 Ba	8,05 Ba	8,35 a
Média	8,68 A	8,18 B	7,97 B	7,08 C	7,35 C	7,85
Comprimento da raiz das plântulas (cm)						
Acadian®	9,05 Aa	9,41 Aa	9,46 Aa	8,87 Aa	7,98 Ab	8,95 b
Phosamco Bio®	10,67 Aa	10,34 Aa	10,12 Aa	9,19 Ba	8,52 Bb	9,77 a
Bioalgas®	10,27 Aa	10,41 Aa	8,96 Aa	9,17 Aa	9,73 Aa	9,71 a
Phylgreen®)	10,10 Aa	11,24 Aa	9,32 Aa	9,91 Aa	9,86 Aa	10,08 a
Testemunha	10,14 Aa	9,52 Aa	9,28 Aa	10,30 Aa	9,53 Aa	9,75 a
Média	10,05 A	10,18 A	9,43 B	9,49 B	9,12 B	9,65
Massa verde das plântulas (gramas)						
Acadian®	1,05 Aa	1,01 Aa	1,06 Aa	1,06 Aa	1,02 Aa	1,04 a
Phosamco Bio®	0,99 Aa	0,98 Aa	1,02 Aa	1,06 Aa	1,04 Aa	1,02 a
Bioalgas®	0,98 Ba	1,01 Ba	1,06 Aa	1,08 Aa	0,99 Ba	1,02 a
Phylgreen®)	1,03 Aa	1,02 Aa	0,93 Bb	1,01 Aa	1,03 Aa	1,00 b
Testemunha	1,00 Aa	0,96 Aa	0,97 Ab	1,01 Aa	0,95 Aa	0,98 b
Média	1,01 B	1,00 B	1,01 B	1,04 A	1,01 B	1,01

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Agrupamento de médias para características percentagem de germinação primeira contagem, percentagem de sementes mortas, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea das plântulas, comprimento da raiz das plântulas e massa verde das plântulas, obtidas em testes de germinação com sementes da cultivar DM 56159 IPRO tratadas com diferentes produtos à base de *Ascophyllum nodosum* e avaliadas em cinco momentos (0, 15, 30, 45, e 60 dias após o tratamento de sementes).

Produtos	Dias após o tratamento de sementes - DM 56159 IPRO					Média
	0	15	30	45	60	
Percentagem de germinação primeira contagem (%)						
Acadian®	94,50 Aa	83,50 Ba	76,50 Bb	83,50 Ba	83,00 Ba	84,20 b
Phosamco Bio®	93,50 Aa	88,00 Aa	88,00 Aa	86,50 Aa	84,75 Aa	88,15 a
Bioalgas®	95,00 Aa	88,50 Ba	85,00 Ba	85,50 Ba	81,50 Ba	87,10 a
Phylgreen®	94,50 Aa	86,00 Ba	87,00 Ba	80,50 Ba	86,00 Ba	86,80 a
Testemunha	95,00 Aa	85,00 Ba	89,50 Ba	85,50 Ba	85,00 Ba	88,00 a
Média	94,50 A	86,20 B	85,20 B	84,30 B	84,05 B	86,85
Percentagem de sementes mortas (%)						
Acadian®	3,50 Ba	6,00 Ba	10,25 Aa	14,25 Aa	12,00 Aa	9,20 a
Phosamco Bio®	3,00 Ba	7,00 Aa	5,00 Bb	8,75 Ab	9,00 Aa	6,55 b
Bioalgas®	3,50 Ba	7,00 Aa	8,00 Aa	9,25 Ab	11,75 Aa	7,90 b
Phylgreen®)	4,00 Ba	6,00 Ba	5,75 Bb	10,25 Ab	9,75 Aa	7,15 b
Testemunha	3,25 Ca	6,75 Ba	4,25 Cb	8,00 Bb	13,00 Aa	7,05 b
Média	3,45 C	6,55 B	6,65 B	10,10 A	11,10 A	7,57
Percentagem de plântulas normais (%)						
Acadian®	87,25 Aa	84,00 Aa	79,25 Bb	77,50 Ba	76,00 Ba	80,80 a
Phosamco Bio®	87,75 Aa	81,25 Ba	86,00 Aa	82,00 Ba	80,00 Ba	83,40 a
Bioalgas®	87,50 Aa	83,25 Ba	81,00 Ba	80,50 Ba	78,00 Ba	82,05 a
Phylgreen®)	87,50 Aa	82,50 Ba	83,00 Ba	81,50 Ba	80,75 Ba	83,05 a
Testemunha	86,50 Aa	82,00 Ba	86,00 Aa	81,75 Ba	78,50 Ba	82,95 a
Média	87,30 A	82,60 B	83,05 B	80,65 C	78,65 C	82,45
Percentagem de plântulas anormais (%)						
Acadian®	9,25 Aa	10,00 Aa	10,50 Aa	8,25 Aa	12,00 Aa	10,00 a
Phosamco Bio®	9,25 Aa	11,75 Aa	9,00 Aa	9,25 Aa	11,00 Aa	10,05 a
Bioalgas®	9,00 Aa	9,75 Aa	11,00 Aa	10,25 Aa	10,25 Aa	10,05 a
Phylgreen®)	8,50 Aa	11,50 Aa	11,25 Aa	8,25 Aa	9,50 Aa	9,80 a
Testemunha	10,25 Aa	11,25 Aa	9,75 Aa	10,25 Aa	8,50 Aa	10,00 a
Média	9,25 A	10,85 A	10,30 A	9,25 A	10,25 A	9,98
Comprimento da parte aérea das plântulas (cm)						
Acadian®	9,30 Aa	8,80 Aa	7,75 Ba	7,15 Bb	7,60 Ba	8,12 a
Phosamco Bio®	9,40 Aa	8,60 Aa	8,80 Aa	8,25 Aa	8,20 Aa	8,65 a
Bioalgas®	9,50 Aa	8,60 Ba	8,50 Ba	8,45 Ba	7,65 Ba	8,54 a
Phylgreen®)	9,20 Aa	8,60 Aa	8,70 Aa	7,20 Bb	7,80 Ba	8,30 a
Testemunha	9,55 Aa	8,60 Aa	8,95 Aa	8,00 Ba	7,40 Ba	8,50 a
Média	9,39 A	8,64 B	8,54 B	7,81 C	7,73 C	8,42
Comprimento da raiz das plântulas (cm)						
Acadian®	10,59 Aa	10,73 Aa	9,79 Aa	9,93 Aa	9,47 Ab	10,10 b
Phosamco Bio®	12,30 Aa	12,26 Aa	10,20 Ba	11,41 Aa	9,06 Bb	11,05 a
Bioalgas®	11,52 Aa	11,92 Aa	11,83 Aa	10,24 Aa	10,99 Aa	11,30 a
Phylgreen®)	10,58 Aa	11,95 Aa	10,68 Aa	10,54 Aa	11,00 Aa	10,95 a
Testemunha	12,03 Aa	12,32 Aa	9,71 Ba	10,53 Ba	11,20 Aa	11,16 a
Média	11,40 A	11,84 A	10,44 B	10,53 B	10,34 B	10,91
Massa verde das plântulas (gramas)						
Acadian®	1,01 Aa	1,02 Aa	0,98 Aa	0,97 Aa	1,01 Aa	1,00 b
Phosamco Bio®	1,00 Aa	1,01 Aa	0,98 Aa	1,01 Aa	0,98 Aa	1,00 b
Bioalgas®	1,02 Aa	1,06 Aa	0,98 Aa	1,02 Aa	0,99 Aa	1,01 a
Phylgreen®)	1,00 Aa	1,06 Aa	1,01 Aa	1,02 Aa	1,03 Aa	1,03 a
Testemunha	0,99 Aa	0,88 Ba	0,99 Aa	1,01 Aa	1,01 Aa	0,98 b
Média	1,00 A	1,01 A	0,99 A	1,01 A	1,00 A	1,00

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

Trabalhando com o tratamento de sementes de soja com diferentes inseticidas, Dan et al. (2010) e Dan et al. (2011) verificaram que alguns destes prejudicam a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas por períodos distintos. Barros, Barrigossi e Costa (2005) observaram decréscimo na qualidade fisiológica de sementes de feijão tratadas com fungicidas e inseticidas ao longo do período de armazenamento. Em milho, Fessel et al. (2003) relatam que o tratamento químico de sementes em dosagens mais elevadas e associado ao armazenamento prolongado reduzem a qualidade das sementes. Caixeta (2017), trabalhando com tratamento de sementes de soja com fungicidas verificou que alguns fungicidas reduzem a velocidade de emergência e outros aumentam o gasto de energia e reduzem a eficiência fotossintética, e que o armazenamento de sementes tratadas com fungicida afeta as características fisiológicas e, conseqüentemente, influência de maneira negativa características vegetativas e produtivas da soja.

Para a percentagem de plântulas anormais (PPA) não se verificou diferença para os produtos testados, apenas ocorreu uma pequena redução na PPA, ao longo do tempo de armazenamento na cultivar DM 5958 IPRO, que apresentava inicialmente uma menor germinação. Neste caso, essa redução pode estar associada ao tratamento de sementes com os diferentes produtos, embora o melhor desempenho tenha ocorrido na testemunha. Sharma et al. (2014) observaram aumento na germinação de sementes e no estabelecimento inicial de plântulas de sementes tratadas com *A. nodosum*.

Analisando as características relacionadas ao crescimento das plântulas na germinação, se observa que o comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), comprimento da raiz das plântulas (CRA) e massa verde das plântulas (MVE) na germinação para as cultivares DM 5958 IPRO e DM 56159 IPRO não apresentaram ganhos para o tratamento de sementes com os diferentes produtos à base *A. nodosum*, sendo que o CPA e o CRA reduziram com o tempo de armazenamento das sementes. Contrariando resultados obtidos por Van Oosten et al. (2017), que utilizando bioestimulantes derivados do extrato de *A. nodosum* no cultivo de diferentes espécies, verificaram o aumento do metabolismo, melhorando o crescimento e o desenvolvimento.

5.4. CONCLUSÃO

Os produtos à base de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes não alteram a qualidade das sementes ao longo do armazenamento.

O tempo de armazenamento altera a qualidade das sementes, reduzindo vigor, germinação e tamanho das plântulas.

A qualidade de sementes não foi afetada pelo uso de produtos à base de *A. nodosum* no tratamento de sementes.

5.5. REFERÊNCIAS

AFONSO, J.R.; PC., CORRÊA, P.C.; QUEIROZ, D.M. Modelamento da perda de qualidade de sementes de soja, em função das condições iniciais e da atmosfera no armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.403-408, 2000.

ARAÚJO, D.K. **Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares.** 2009, 108f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BAUDET, L.M.L., VILLELA, F.A. **Armazenamento de sementes.** In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A; MENEGHELLO, G.E. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Editora Universitária, 2012. p.481-528.

BARROS, R.G; BARRIGOSI, J.A.; COSTA, J.L.S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, v.64, n.3, p.459-465, 2005.

CAIXETA, C.P. **Armazenamento de sementes tratadas com fungicidas no desempenho da cultura da soja.** 2017, 46f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2017.

CONTINI, E.; GAZZONI, D.; ARAGÃO, A.; MOTA, M.; MARRA, R. **Complexo Soja - Caracterização e Desafios Tecnológicos.** EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CRUZ, C.D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v.38, p.547-552, 2016.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.131-139, 2010.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; RICCI, T.T.; PICCINI, G.G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.215-222, 2011.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 237p. (Sistemas de Produção, 4).

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 255p. (Sistemas de Produção, 14).

FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V.; VIEIRA, R.D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25-28, 2003.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SHARMA, H.S.S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J.R.; MARTIN, T. Plant bioestimulants: 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.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.840-846, 2008.

VAN OOSTEN, M.J.; PEPE, O.; PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.4, n.5, p.1-12, 2017.

ZECCHINELLI, R. **The influence of seed quality on crop productivity**. In: World seed conference, 2009, Rome. Responding to the challenges of a changing world: the role of new plant varieties and high quality seed in agriculture: proceedings... Rome: FAO, 2009.

6. CAPÍTULO II: *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA SOJA

RESUMO

Com a finalidade de melhorar o desempenho de culturas agrícolas, a utilização de extrato de algas tem crescido muito nos últimos anos. A soja é a oleaginosa mais importante cultivada no mundo, possuindo enorme expressão econômica e alimentar. Desse modo, o objetivo foi avaliar o efeito da aplicação foliar de produtos comerciais à base de extratos de alga *Ascophyllum nodosum* em duas aplicações nos estádios fenológicos V4 e R1 e em três aplicações nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 5 linhas, com 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, sendo a semeadura realizada no dia 16 de novembro de 2022. Os produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreen®) foram aplicados na dose de 1 L ha⁻¹, em duas aplicações nos estádios fenológicos V4 e R1 e em três aplicações nos estádios fenológicos V4, R1 e R4, organizados em nove tratamentos para a cultivar de soja NS5505I2X. No dia 19 de dezembro de 2022, dia da primeira aplicação deu-se início a coleta de duas plantas por parcela para determinação das curvas de crescimento e desenvolvimento, as plantas coletadas eram levadas ao laboratório e obtidas a altura de planta e a massa verde da planta. No momento da colheita, foram avaliados em 10 plantas coletadas ao acaso nas linhas centrais de cada unidade experimental, as características altura de planta, número de nós produtivos por planta, massa da planta, número de legumes por planta, massa de grãos por planta e o número de grãos por planta. As duas linhas centrais de cada unidade experimental foram colhidas e trilhadas, e juntamente com a massa de grãos das 10 plantas amostradas foram obtidas as características massa de mil grãos e a produtividade de grãos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$) e as médias agrupadas pelo teste de Scott e Knott. Aplicações de extratos líquidos comerciais da alga *A. nodosum* proporcionam maior crescimento e maior massa nas plantas quando aplicados via foliar. Os produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreen®) aplicados na parte aérea incrementam a produtividade de grãos na soja. Duas aplicações de Phosamco Bio®, proporcionaram superioridade a todas as características avaliadas no experimento.

Palavras-chave: Alga marinha, Bioestimulantes, Aplicação foliar.

***Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis AND ITS EFFECTS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN**

ABSTRACT

To improve the performance of agricultural crops, the use of algae extract has grown a lot in recent years. Soy is the most important oilseed cultivated in the world, having enormous economic and food importance. Therefore, the objective was to evaluate the effect of foliar application of commercial products based on *Ascophyllum nodosum* algae extracts in two applications at phenological stages V4 and R1 and in three applications at phenological stages V4, R1 and R4. The experiment was conducted in a randomized block design, with four replications. Each experimental unit consisted of 4 lines, 5 meters long, spaced 0.45 m apart, with sowing carried out on November 16, 2022. Products based on the algae *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® and Phylgreen®) were applied at a dose of 1 L ha⁻¹, in two applications at phenological stages V4 and R1 and in three applications at phenological stages V4, R1 and R4, organized into nine treatments for the soybean cultivar NS5505I2X. On December 19, 2022, the day of the first application, the collection of two plants per plot began to determine the growth and development curves. The collected plants were taken to the laboratory and the plant height and green mass of the plant were obtained. At the time of harvest, the characteristics of plant height, number of productive nodes per plant, plant mass, number of legumes per plant, grain mass per plant and the number of grains per plant. The three central lines of each experimental unit were harvested and threshed, and together with the grain mass of the 10 sampled plants, the characteristics of thousand-grain mass and grain productivity were obtained. The data obtained were subjected to analysis of variance and F test ($p < 0.05$) and the means grouped using the Scott and Knott test. Applications of commercial liquid extracts of *A. nodosum* algae provide greater growth and greater mass in plants when applied foliarly. Products based on *A. nodosum* algae (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® and Phylgreene®) applied to the aerial part increase grain productivity in soybeans. Two Phosamco Bio® applications provided superiority to all characteristics evaluated in the experiment.

Keywords: Foliar application, Biostimulants, Seaweed.

6.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma leguminosa, a qual teve sua origem na China, tem seu cultivo sendo realizado a mais de cinco mil anos, e nesse período sofreu várias mudanças em suas características originais (MORENO, 2016). A soja também é hoje a oleaginosa cultivada com maior importância no mundo, a qual possui enorme expressão econômica (CONAB, 2012).

Os Estados Unidos da América hoje é o maior exportador de grãos no mundo, seguida do Brasil na segunda colocação. O seu grau de importância se dá devido ao cultivo que pode ser realizado em quase todas as regiões do mundo (BIANCO et al., 2012). Algumas características que tornam a cultura da soja atrativa, são seu alto valor nutritivo, o baixo conteúdo de água, e a capacidade de se produzir diversos subprodutos, tanto para consumo animal quanto para consumo humano (DORNELES et al., 2011). Entretanto, a demanda pela soja, ocasionou uma crescente em investimentos para se desenvolver novas tecnologias, novos produtos e pesquisas científicas (ROSA et al., 2009).

É visível que ocorra a conscientização da necessidade na obtenção de melhorias na eficiência da aplicação de produtos fitossanitários, o que só é possível com a evolução no processo de aplicação, assim como no desenvolvimento de novos equipamentos, mais eficientes (BRAGA, 2006). E, sabe-se que existe uma busca constante pelos agricultores, no aumento da rentabilidade, a qual está diretamente ligada à aplicação de defensivos agrícolas, entretanto, essa prática tem por intuito atender um melhor manejo com menor degradação do ambiente (SUGISAWA et al., 2007).

Assim, instituindo o uso de bioestimulantes, os quais agem diretamente na degradação de substâncias de reserva das sementes, na divisão, diferenciação e alongamento celular. Favorecendo então, a expressão do potencial genético das plantas, o equilíbrio hormonal e estimulam o desenvolvimento do sistema radicular (FERREIRA et al., 2007).

Os bioestimulantes a base de extratos de algas como a *A. nodosum*, já são usados em várias culturas, e tem sua comercialização em diversos países, trazendo benefícios em funções como bioprotetores, enraizadores e bioestimulantes (SILVA et al., 2012). Estes, proporcionam o aumento na resistência a estresses, sejam eles bióticos ou abióticos, elevando a fertilidade do solo (KHAN et al., 2009; ALAN et al., 2013).

O presente artigo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de produtos comerciais à base de extratos de alga *A. nodosum* em duas aplicações nos estádios fenológicos V4 e R1 e em três aplicações nos estádios fenológicos V4, R1 e R4.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas (GPMP) da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus Frederico Westphalen/RS*. Para o experimento se utilizou a cultivar de soja NS5505I2X e na Tabela 1 são apresentados os produtos à base da alga *Ascophyllum nodosum* que foram utilizados no experimento, com a referida composição de cada produto.

Tabela 1 - Produtos utilizados no experimento e sua respectiva composição.

Produto	Composição
Acadian®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> ; Composição: K ₂ O (solúvel em água): 5,30% (p/p) – 61,48 g/L, Carbono Orgânico Total: 6,00% (p/p) - 69,60 g/L Densidade a 20°C: 1,16 g/mL
Phosamco Bio®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: 10% de Nitrogênio (117 g/L), Fósforo 3% (35,1 d/L), Potássio (K) 5% (58,5 g/L), Manganês 0,11% (1,2 g/L), Cobre 0,08% (0,9 g/L) e Boro 0,017% (0,2 g/L) Densidade: 1,17 g/mL e pH 7,0
Bioalgas®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: Ureia cloreto de potássio, extrato de algas e <i>Bacillus</i> Densidade: 1,15 g/cm ³
Phylgreen Neo®	Tipo de alga: <i>Ascophyllum nodosum</i> Composição: 1,0 % de Nitrogênio (10,7 g/L), 6,0% de Carbono Orgânico Total (64,2 g/L); 99% de Aditivo de Extrato de Algas Densidade: 1,07g/cm ³

O clima da região é subtropical úmido, do tipo Cfa, com mínimas entre -3 e 18°C e precipitação média anual de 1.900 e 2.200mm (ALVARES et al., 2014). O solo do local onde foi instalado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2006). A adubação foi calculada com base na análise de solo para uma expectativa de produtividade de grãos de 3.900 kg ha⁻¹, ajustando para a quantidade de 375 kg ha⁻¹ da fórmula 2(N)-24(P₂O₅)-12(K₂O). A análise de solo apresentou 62% de argila, 5,6 pH_{água}, 3,3% de matéria orgânica, 4,8 mg/L de , 230,4 mg/L de potássio, 5,4 cmolc/L de cálcio, 5,4 cmolc/L de magnésio, 0,1 cmolc/L de alumínio, 6,6 de CTC efetiva, 12,0 de CTC pH7,0 e 55,9% de saturação de bases.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 4 linhas, com 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, sendo a semeadura realizada no dia 16 de novembro de 2022. Os produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreen®) foram aplicados na dose de 1 L ha⁻¹, em duas aplicações nos estádios fenológicos

V4 (19/12/2022) e R1 (20/01/2023) e em três aplicações nos estádios fenológicos V4 (19/12/2022), R1 (20/01/2023) e R4 (21/02/2023), organizados em nove tratamentos, conforme Tabela 2. O manejo fitossanitário para o controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva e o controle de plantas daninhas através do uso de herbicida à base de glifosato.

Tabela 2 - Tratamentos, nome comercial do produto e número de aplicações em cada tratamento.

Tratamentos	Nome comercial	Número de aplicações
1	Bio Algas®	2
2	Bio Algas®	3
3	Acadian®	2
4	Acadian®	3
5	Phosamco Bio®	2
6	Phosamco Bio®	3
7	Phylgreen Neo®	2
8	Phylgreen Neo®	3
9	Testemunha®	0

No dia 19 de dezembro de 2022, dia da primeira aplicação deu-se início a coleta de duas plantas por parcela (linhas laterais) para determinação das curvas de crescimento e desenvolvimento, as plantas coletadas eram levadas ao laboratório, excluídas as raízes e então obtidas a altura de planta (ALP, cm) e a massa verde da planta (MVP, g). A partir destes dados foram gerados gráficos para verificar o comportamento da soja em relação aos diferentes tratamentos.

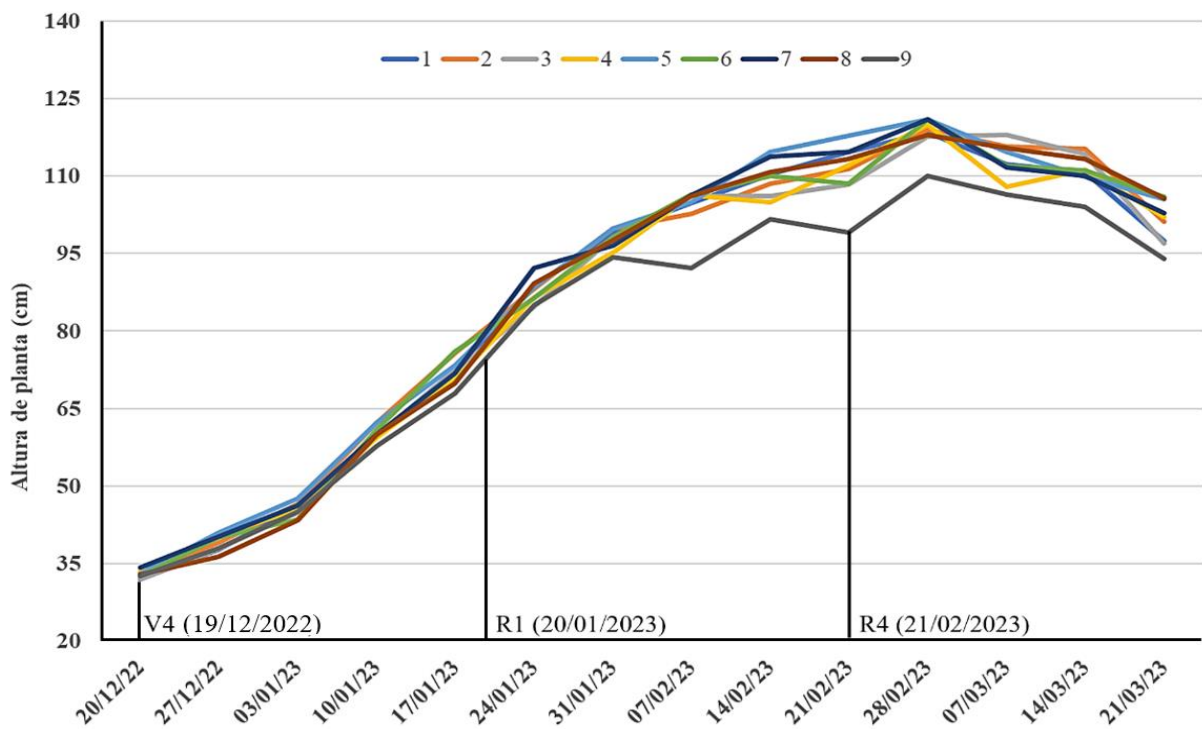
No momento da colheita, foram avaliados em 10 plantas coletadas ao acaso nas linhas centrais de cada unidade experimental, as características altura de planta (ALP, cm), número de nós produtivos por planta (NNP, nº), massa da planta (MSP, g), número de legumes por planta (NLP, nº), massa de grãos por planta (MGP, g) e o número de grãos por planta (NGP, nº). As três linhas centrais de cada unidade experimental foram colhidas e trilhadas, e juntamente com a massa de grãos das 10 plantas amostradas foram obtidas as características massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos (Kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$), através do modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, sendo μ a média geral do ensaio, g_i o efeito do genótipo i , b_j o efeito do bloco j , ε_{ij} o erro aleatório. Como todas as características revelaram significância a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F, foram submetidas ao agrupamento de médias de Scott e Knott (1974), considerando 5 % de probabilidade de erro. também foram obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliadas. Todos os procedimentos de análise foram realizados com o programa estatístico Genes (CRUZ, 2016).

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao crescimento e desenvolvimento da soja, podemos verificar na Figura 1, em relação à altura das plantas, que nos estádios fenológicos V4 e R1, a altura de planta foi maior nos tratamentos com produtos à base de algas, quando comparado à testemunha. Tendo como maiores médias no estágio V4 e R1, o tratamento 7 (Phylgreen Neo®) e no estágio R4 o tratamento 5 (Phosamco Bio®), ambos com apenas duas aplicações. Além do destaque para os dois produtos, os resultados mostram que não seria necessária a aplicação em três momentos.

Figura 1 - Altura de planta avaliada a partir da primeira aplicação até 20 dias antes da colheita, para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha), com indicação dos estádios fenológicos V4 (quarto nó), R1 (início da floração) e R4 (legume completamente desenvolvido).

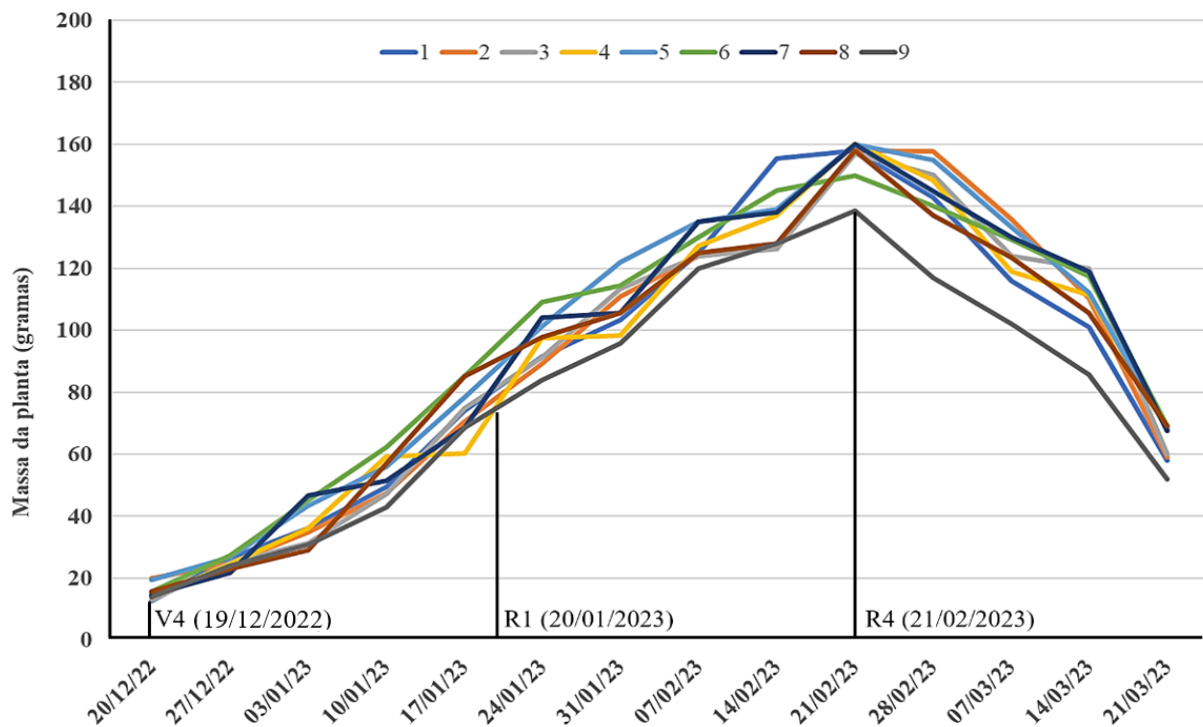


De acordo com Khan et al. (2009), aplicações de bioestimulantes com extratos de *A. nodosum*, tanto via foliar quanto como suplemento inoculado em sementes, favorecem o estabelecimento inicial das plantas e aumentam o potencial de produtividade da cultura, por induzirem a tolerância aos estresses abióticos e bióticos. Ainda Fan et al. (2011) ressaltam que as substâncias advindas do extrato de algas possuem efeito positivo no crescimento da parte

aérea das plantas e no aumento de raízes. Sendo que no presente trabalho se verificou o crescimento da parte aérea nos tratamentos com extrato de algas comparado a testemunha.

Já em relação a análise da massa da planta, verificou-se que no estágio V4 a maior média foi dos tratamentos 2 (Bio Algas®, 3 aplicações) e 5 (Phosamco Bio®, 2 aplicações), no estágio R1 do tratamento 6 (Phosamco Bio®, 3 aplicações) e no estágio R4 do tratamento 7 (Phylgreen Neo®, 2 aplicações). As menores médias foram demonstradas pela testemunha, evidenciando assim que todos os tratamentos surtiram efeitos positivos.

Figura 2 - Massa da planta avaliada a partir da primeira aplicação até 20 dias antes da colheita, para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha), com indicação dos estádios fenológicos V4 (quarto nó), R1 (início da floração) e R4 (legume completamente desenvolvido).



Em relação a massa da planta, onde se verificou resultados positivos em todos os tratamentos, destacamos a colocação de Morando et al. (2014) que alia a redução de área foliar a estresse hídrico. Segundo Lenssen (2012), o estresse hídrico causa a diminuição ou cessamento do desenvolvimento das plantas devido às mesmas buscarem a compensação desse desequilíbrio, uma vez que a planta procura água adicional do solo. Como foi uma safra de baixa precipitação nos meses de dezembro de 2022 e janeiro de 2023 (Tabela 3), momento da floração das plantas, o extrato de algas pode ter proporcionado o aporte necessário para o crescimento e desenvolvimento das plantas minimizando o estresse.

Segundo Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), sementes de qualidade proporcionam maior altura de planta e maior diâmetro de caule, como as sementes utilizadas no experimento tinham alta qualidade, associado ao uso de extrato de algas permitiu um melhor crescimento e desenvolvimento, resultando em maior massa de planta quando comparado a testemunha.

Tabela 3 - Dados climáticos, temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação quinzenal.

Quinzena	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação acumulada (mm)
16 a 30/11/2022	34,6	15,4	119,6
01 a 15/12/2022	31,6	11,0	10,4
16 a 31/12/2022	34,7	18,4	53,6
01 a 15/01/2023	35,0	14,5	58,0
15 a 31/01/2023	34,3	13,3	45,0
01 a 15/02/2023	33,7	13,5	76,2
16 a 28/02/2023	31,0	7,3	151,4
01 a 15/03/2023	31,0	16,8	116,6
16 a 31/03/2023	33,4	14,6	48,6

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

A análise de variância revelou diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) para as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG), ou seja, para todas as características avaliadas.

A confiabilidade dos dados obtidos no experimento pode ser confirmada pelos baixos coeficientes de variação observados para as características avaliadas (Tabela 4), variando de 1,66% a 12,52%. Para Pimentel Gomes (2000), os coeficientes de variação são classificados como baixos (<10%), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto (>30%) e para Campos (1984), o ideal é que os coeficientes de variação fiquem entre 10 e 20% para ensaios agrícolas.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

Características	Quadrado médio			CV (%)
	Bloco	Tratamento	Erro	
APL	6,979	12,043*	2,414	1,66
NNP	16,037	17,555*	5,297	9,43
MPL	41,312	24,365*	8,405	8,69
NLP	245,821	145,168*	48,053	12,52
MGP	24,240	13,348*	3,527	11,91
NGP	608,971	470,337*	149,254	10,12
MMG	439,945	144,680*	33,338	4,48
PDG	272.125,620	184.674,994*	57.286,365	8,31
GL	3	8	24	GL Total = 35

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação. *valores significativos para teste F a 5% de probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo.

Através das médias das características avaliadas, detalhadas na Tabela 5, notamos pelo teste de agrupamento de Scott e Knott a 5 % de probabilidade de erro, destaque para o tratamento 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), que permaneceu no grupo superior para todas as características avaliadas no experimento e mais importante, foi superior com apenas 2 aplicações. Oliveira et al. (2022) observaram que o Phosamco Bio® proporcionou incremento na altura de plantas, no número de legumes por planta, no número de grãos por legume e com isso incremento na produtividade de grãos. Ghanbari e Kordi (2019) utilizam Phosamco Bio® como fertilizante em seus estudos com a cultura do pepino.

Tabela 5 - Média para as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG), para os tratamentos 1 (2 aplicações de Bio Algas®), 2 (3 aplicações Bio Algas®), 3 (2 aplicações Acadian®), 4 (3 aplicações Acadian®), 5 (2 aplicações Phosamco Bio®), 6 (3 aplicações Phosamco Bio®), 7 (2 aplicações Phylgreen Neo®), 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) e 9 (0 aplicações, Testemunha).

Tratamentos	ALP cm	NNP n°	MPL g	NLP n°	MGP g	NGP n°	MMG g	PDG kg ha ⁻¹
1	94,0 a	20,7 b	31,8 b	50,2 b	16,9 a	124,1 b	131,6 a	2.890,4 a
2	92,4 b	23,8 b	32,5 b	52,6 b	14,2 b	114,7 b	122,4 b	2.835,9 a
3	94,9 a	23,0 b	31,4 b	50,1 b	14,0 b	105,7 b	125,4 b	2.822,3 a
4	93,7 a	27,0 a	36,3 a	57,2 b	15,7 b	123,0 b	126,7 b	2.842,0 a
5	96,4 a	25,9 a	36,6 a	62,3 a	18,3 a	137,4 a	141,0 a	3.163,5 a
6	93,4 a	24,6 b	34,0 a	53,6 b	16,8 a	118,8 b	135,7 a	3.131,6 a
7	94,8 a	23,2 b	32,4 b	52,6 b	14,2 b	111,1 b	124,4 b	2.891,3 a
8	93,0 b	27,3 a	35,9 a	67,8 a	18,1 a	136,7 a	128,3 b	2.929,0 a
9	90,3 c	24,3 b	29,6 b	52,0 b	13,7 b	115,0 b	125,7 b	2.414,9 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Na sequência se destacam os tratamentos 6 (3 aplicações Phosamco Bio®) e 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®) que só não permaneceram no grupo superior de Scott e Knott em duas das características estudadas. Os demais tratamentos apresentaram algum destaque específico, mas com relação a produtividade de grãos todos os tratamentos testados permaneceram no grupo superior, exceto a testemunha. Neste estudo, se verificou de alguma forma, incrementos importantes para as características estudadas, devido ao efeito dos tratamentos com produtos à base de extrato de *A. nodosum*, quando comparado a testemunha, ou seja, estes proporcionaram maior crescimento das plantas, aumentando consequentemente os componentes da produtividade de grãos.

Com relação à altura de planta (ALP) o menor resultado foi observado na testemunha, seguido dos tratamentos 2 (3 aplicações Bio Algas®) e 8 (3 aplicações Phylgreen Neo®), sendo que os demais tratamentos permaneceram no grupo de maior ALP. O ganho em altura de planta proporciona aumentos em componentes importantes da produtividade de grãos, mas

dependendo da cultivar utilizada podemos ter problemas de acamamento, segundo Thomas, Costa e Pires (2010) as cultivares disponíveis no mercado apresentam diferenças importantes quando a resistência ao acamamento.

Neste estudo verificamos na Tabela 3, fatores que podem ter causado algum tipo de estresse nas plantas, por precipitação reduzida, precipitação em excesso, temperaturas altas e temperaturas baixas, sendo que as plantas tratadas com o extrato de *A. nodosum* apresentaram uma melhor resposta a estes estresses. Borrmann (2009) destaca, que na época de enchimento dos grãos da soja, o déficit hídrico pode ocasionar um menor tamanho e massa dos grãos. Segundo Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007) o estresse causado devido às condições hídricas pode ser compensado na massa de grãos, quando estas se regularizam, fato que a precipitação verificada é maior nos estádios de enchimento de grãos.

Ainda Ludwig et al. (2015) reiteram que os variados tipos de estresses causam nas plantas, respostas de diferentes maneiras, tanto quando submetidas a falta de água assim como com inundações, que atualmente estão sendo muito avaliadas devido a grande quantidade e intensidade das chuvas. Salientando que no caso da cultura da soja, verifica-se essa resposta na diversidade genética da mesma. De acordo com o estudo de Martynenko et al. (2016), em que foi verificado através de imagens térmicas da temperatura da folha, o fechamento estomático ocorreu devido ao estresse hídrico, podendo ser evidenciado que as plantas em que receberam tratamento com extrato de *A. nodosum*, obtiveram melhor adaptação ao estresse.

Na Figura 3, verificamos correlação positiva significativa das características altura de planta, massa da planta, massa de grãos por planta e massa de mil grãos com a produtividade de grãos, variando de 0,693 a 0,755. Correlações essas classificadas de magnitude forte, de acordo com Carvalho et al. (2004), que classifica como nula ($r = 0$), fraca ($0 < r \leq 0,30$), média ($0,30 < r \leq 0,60$), forte ($0,60 < r \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < r \leq 1$) e perfeita ($r = 1$), ainda assim, são importantes e devem ser consideradas.

Ressaltam-se correlações de diferentes magnitudes entre estas variáveis. Em seus estudos, Dalchiavon e Carvalho (2012) verificaram correlações da produtividade de grãos com número de legumes por planta de 0,65 e com a massa de mil grãos de 0,37. Entretanto, Nogueira et al. (2012) relataram correlação da produtividade de grãos significativa com o número de legumes por planta, atingindo 0,76. Já Peixoto et al. (2000) verificaram correlação da produtividade de grãos com massa de mil grãos de 0,53 e com número de legumes por planta de 0,57.

Desta forma as correlações de tornam importantes no sentido de prever a produtividade de grãos de uma determinada lavoura a partir dos componentes da produtividade de grãos, assim

como, os melhoristas podem utilizar essas correlações com o objetivo de selecionar constituições genéticas superiores para produtividade de grãos.

Figura 3 - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características altura de planta (ALP), número de nós produtivos por planta (NNP), massa da planta (MPL), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

	NNP	MPL	NLP	MDP	NGP	MMG	PDG
APL	-0,028	0,504	0,180	0,411	0,230	0,505	0,755
NNP		0,743	0,821	0,392	0,560	0,169	0,174
MPL			0,797	0,754	0,755	0,512	0,705
NLP				0,725	0,854	0,366	0,382
MGP					0,910	0,790	0,708
NGP						0,644	0,464
MMG							0,693

Fortíssima	Forte	Média	Fraca
------------	-------	-------	-------

*Todas as correlações fortíssimas e fortes foram significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste *t*.

6.4. CONCLUSÃO

Aplicações de extratos líquidos comerciais da alga *Ascophyllum nodosum* proporcionam maior crescimento e maior massa nas plantas quando aplicados via foliar.

Os produtos à base da alga *A. nodosum* (Acadian®, Phosamco Bio®, Bioalgas® e Phylgreene®) aplicados na parte aérea incrementam a produtividade de grãos na soja.

Duas aplicações Phosamco Bio®, proporcionaram superioridade a todas as características avaliadas no experimento.

6.5. REFERÊNCIAS

ALAN, M.Z.; BRAUN, G.; NORRIE, J.; HODGES, M. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. **Canadian Journal of Plant Science**, v.93, n.1, p.23-36, 2013.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728. 2014.

BIANCO, S.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S.; PITELLI, R.A. Acúmulo de massa seca e de macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Solanum americanum*. **Planta daninha**, v.30, n.1, p.87-95, 2012.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. 2009, 107f. Tese (Doutorado em Bromatologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BRAGA, L.W. **Avaliação das condições de uso de pulverizadores Agrícolas no Estado de Mato grosso do Sul**. 2006, 66f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Produção e Gestão Agroindustrial), Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, 2006.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPel, 2004. 142p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento, outubro 2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2023/24**. 4º Levantamento. 2024. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CRUZ, C. D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 38, p. 547-552, 2016.

DALCHIAVON, F. C; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.541-552, 2012.

DORNELES, L.M. C. REZENDE, D.F.; SOUSA, L.B.; HAMAWAKI, O.T. Diversidade genética entre linhagens de soja semiprecoce no município de Goiatuba-GO, safra 2009/2010. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.22-27, 2011.

FAN, D. HODGES, D.M.; ZHANG, J.; KIRBY, C. W.; JI, X.; LOCKE, S. J.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. **Food Chemistry**, v.124, v.1; p. 195-202, 2011.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIR, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p. (Circular Técnica, 48).

FERREIRA, A.L.; OLIVEIRA, A.J.; VON PINHO, R.V.E.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista brasileira de sementes**, v.29, n.2, p.80-89, 2007.

GHANBARI, F.; KORDI, S. Hardening pretreatment by drought and low temperature enhanced chilling stress tolerance of cucumber seedlings. **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**, v.18, n.2, p.29-37, 2019.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, 2009.

LENSSSEN, A. **Soybean response to drought**. Iowa State University, Department of Agronomy. 2012. Disponível em: <http://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2012/06>. Acesso em: 9 nov. 2023.

LUDWIG, M.P.; OLIVEIRA S; SCHUCH, B.O.L.; VERNETTI JUNIOR, J.F.; SEUS, R; CORRÊA, F.M.; NUNES, L.T. Produção de sementes de soja sobre solo de várzea alagada. **Revista de agricultura**, v.90, n.1, p.1-16, 2015.

MARTYNENKO, A., SHOTTON, K., ASTATKIE, T., PETRASH, G., FOWLER, C., NEILY, W.; CRITCHLEY, A. T. Thermal imaging of soybean response to drought stress: the effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. **SpringerPlus**, v.5, p.1396, 2016.

MORANDO, R.; SILVA, O.A.; CARVALHO, C.L.; PINHEIRO, P.M.A.M. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n.especial, p.114-129, 2014.

MORENO, K.A.A. **Expressão de genes relacionados com a qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2006, 67f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

NOGUEIRA, A.P.O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, B.; HAMAACKI, O.T.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, D.G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v.28, n.6, p.877-888, 2012.

OLIVEIRA, G.S.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; CIESLAK, L.; COSTA, A.C.T.; KUHN, O.J. Caracteres agronômicos da soja em função da aplicação de bioestimulantes em diferentes épocas e níveis de desfolha. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.9, p. 61396-61415, 2022.

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v.57, n.1, p.89-96, 2000.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

ROSA, A.M. CLAVISO, J.; PASSOS, L.M.L.; AGUIAR, C.L. Alimentos fermentados à base de soja (*Glycine max* (Merrill) L.): importância econômica, impacto na saúde e efeitos associados às isoflavonas e seus açúcares. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.4, p.454-462, 2009.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 286p.

SCHUCH, B.O.L.; KOLCHINSKI, M.E.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.144-149, 2009.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, C.P.; GARCIA, K.G.V.; SILVA, R.M.; OLIVEIRA, L.A.A.; TOSTA, M.S. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.1, p.7-11, 2012.

SUGUISAWA, J.M.; FRANCO, F.N.; SILVA, S.S.S.; PECHE FILHO, A. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.41-47, 2007.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F. **Estabelecimento da lavoura de soja**. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Org.). Soja: Manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248p.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da soja no Brasil vem batendo recordes sucessivos de área plantada e produtividade de grãos, caracterizando o país como um dos maiores exportadores mundiais desta leguminosa.

Em função do aumento de áreas cultivadas, bem como a necessidade de aumento na produção das lavouras de grãos do Brasil, busca-se sempre melhorar os níveis de produtividade de grãos e reduzir custos de produção. Para que isso seja possível a principal tarefa do produtor é providenciar o melhor ambiente possível para o crescimento e desenvolvimento da soja, usando práticas de manejo tais como cultivo e adubação criteriosa do solo, seleção das cultivares e densidade de plantas mais adequada, controle das plantas daninhas, doenças e pragas, além de alternativas como adubação foliar e o uso de bioestimulantes.

O uso de bioestimulantes na cultura da soja está em crescente ao longo dos anos, pois vem mostrando grandes resultados em relação ao aumento da produtividade de grãos, por proporcionar maior número de legumes por planta, aumento de massa verde, além de manter o equilíbrio hormonal da planta, tornando-a mais resistente e menos vulnerável às situações de estresse, além de ser um composto de origem natural.

8. CONCLUSÃO GERAL

A demanda de novos produtos no agronegócio e o constante desenvolvimento de novas tecnologias fazem com que o uso de extratos de alga seja uma ferramenta relevante ao profissional engenheiro agrônomo na atualidade. Também, a procura de insumos provenientes de origem sustentável, faz com que os bioativos naturais sejam um tema com tendência de expansão no futuro, carecendo ainda mais de estudos na área, buscando unir a eficácia dos compostos encontrados nas soluções de extratos de alga e otimizar a relação com a planta, potencializando os efeitos dos insumos naturais.

Os efeitos dos extratos de algas sobre o desenvolvimento e produção vegetal, assim como a forma com que alteram mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares das plantas, frente a estresses bióticos e abióticos, são instigantes. Entretanto, é fato que estes efeitos são dependentes de vários fatores, tais como a dose, espécie de alga, estado nutricional da planta, entre outros.

Com base no estudo verificamos que os produtos à base de extrato de alga vêm trazendo grandes benefícios as culturas agrícolas. Como o maior crescimento e maior massa nas plantas quando aplicados via foliar, resultando assim em maior produtividade de grãos. Duas aplicações Phosamco Bio®, proporcionaram superioridade a todas as características avaliadas no experimento. Os produtos à base de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes não alteram a qualidade das sementes ao longo do armazenamento. E o tempo de armazenamento altera a qualidade das sementes, reduzindo vigor, germinação e tamanho das plântulas. A qualidade de sementes não foi afetada pelo uso de produtos à base de *A. nodosum* no tratamento de sementes.

9. REFERÊNCIAS

- ABREU, G.F.; TALAMINI, V.; STADNIK, M.J. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. **Summa Phytopathology**, v.34, p.78-82. 2008.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P. RICCI, T.T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e Desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, v.27, n.6, p.865-876. 2011.
- ALLIPRANDINI, L.F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P.F.; CAVASSIM, J.E.; GABE, H.L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M.N.; OLIVEIRA, M.A.R.; PITOL, C.; PRADO, L.C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, v.49, p.801-808, 2009.
- ANDRADE, C.L.L.; SILVA, A.G.; MELO, G.B.; FERREIRA, R.V.; MOURA, I.C.S.; SIQUEIRA, G.G.C. Bioestimulantes derivados de *Ascophyllum nodosum* associados ao glyphosate nas características agrônômicas da soja RR. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.3, e592. 2018.
- BERTOLIN, D.C.; DE SÁ, M.E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.1-18.
- BORDON, C. M. **Análise molecular, características morfológicas e reações de cultivares de soja à *Phytophthora sojae***. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 2013.
- BROWN, M.A. **The use of marine derived products and soybean meal in organic vegetable production**. 2004. 94f. Thesis (Master in Science). Department of Horticultural Science, North Carolina State University, Raleigh, 2004.
- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1998b. 293p.

CARRARO, I.M. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Potafos, 2006. p.140-143.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C.; GALLO, L.A.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C. Seaweed extract provides development and production of wheat. **Agrarian**, v.7, p.166-170, 2014.

CASAGRANDE, E.C.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P.K.; BRETON, M.C.; NEPOMUCENO, A.L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.168-184. 2001.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Potafos, 2006. p.46.

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

CERIBOLLA, E.C. **Bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max L.*)**. 2015, 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Curso de Agronomia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2021/22**. 10º Levantamento. 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2023/24**. 4º Levantamento. 2024. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CONTINI, E.; GAZZONI, D.; ARAGÃO, A.; MOTA, M.; MARRA, R. **Complexo Soja - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents>. Acesso em: 10 jul. 2022.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. p.233.

COSTA, M.A.; NOGUEIRA, C.E.C.; ALVES, H.J.; MARRA, B.M.; ALAB, J.H.C. O uso de macroalgas marinhas na agricultura. **Acta Iguazu**, v.3, n.69-76, 2014.

CRAIGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v.23, p.371-393, 2011.

DANTAS, A.C.V.L.; QUEIROZ, J.M.O.; VIEIRA, E.L.; ALMEIDA, V.O. Effect of gibberellic acid and the bioestimulant Stimulate® on the initial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.8-14, 2012.

DIXON, R.; KAHN, D. Genetic regulation of biological nitrogen fixation. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, n.8, p.621-631, 2004.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 237p. (Sistemas de Produção, 4).

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 255p. (Sistemas de Produção, 14).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 264p. (Sistemas de Produção, 15).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Secretaria de Gestão Estratégica. **Relatório de gestão Embrapa - 2003**. Brasília: Embrapa, 2004. 113p. (Documentos, 9).

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p. (Circular Técnica, 48).

FAXO, A.; GLASS, F.; GUTH, P.; DUTRA, R. **Evolução do cultivo da soja no Brasil de 1980 a 2015**. In: 13º ENCITEC. Toledo: Centro Universitário FAG. 2017. 9p.

FETTER, P.R. **Hidrolisados de resíduos de raízes e caules de tabaco para estimulação da germinação de sementes de arroz e milho**. 2018. 70f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2018.

FRANKE, A.E. Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, 2000.

GASSEN, D.N. **O desfolhamento e a planta de soja**. Passo Fundo: Revista Plantio Direto, 2001. 26p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.B.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. 48p.

HUNGRIA, M.; KASHUCK, G. Regulation of N₂ fixation and assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high-temperature stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.98, p.32-39, 2014.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v.65, p.154-164, 2000.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, v.24, n.4, p.408-421, 1970.

JAYARAMAN, J.; NORRIE, J.; PUNJA, Z.K. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. **Journal of Applied Phycology**, v.23, p.353-361, 2011.

KELTING, M.; HARRIS, R.; FANELLI, J.; APPLETON, B.; NIEMIERA, A. Humate-based biostimulants do not consistently increase growth of container-grown Turkish Hazelnut. **Journal of Environmental Horticulture**, v.15, n.4, p.197-199, 1997.

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

KHAN, W.; RAUJIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.28, p.386-399, 2009.

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.

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, p.251-255, 2011.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. 1062p.

NORRIE, J. **Advances in the use of *Ascophyllum nodosum* seaplant extracts for crop production**. Nova Scotia, Canada: Acadian Seaplants Limited. 2008. 6p. Disponível em: <https://fluidfertilizer.org>. Acesso em: jun. 2022.

PROCEDI, A. **Irregularidade das chuvas x produtividade da soja**. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/irregularidade-das-chuvas-x-produtividade-da-soja/>. Acesso em: 04 out. 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, p.423-429, 2008

RUSSO, R.O.; BERLYN, G.P. Vitamin-humic-algal root biostimulant increases yield of green bean. **Hortscience**, v.27, n.7, p.847, 1992.

SANTINI, J.M.K.; PERIN, A.; SANTOS, C.G.; FERREIRA, A.C.; SALIB, G.C. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em sementes de soja. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.9, n.1, p.57-62, 2015.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: Editora UFV, 1985. 96p.

SHARMA, H.S.S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J.R. 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.

SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.55-59, 1966.

- SILVA, B.V.L.; CARVALHO, J.H.A.S.; SILVA, R.V. **Algas - Aliadas na fitossanidade vegetal**. 2019. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; CÂMARA, G. **Soja: do plantio à colheita**. 2ed. São Paulo: Oficina de textos. 2022. 312p.
- SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.840-846, 2008.
- SMITH, C.W. **Crop production evolution: history and technology**, New York: Wiley, 1995, 496p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 952p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A.F. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- THEISEN, G.; VERNETTI JUNIOR, F.; ANDRES, A.; SILVA, J.J.C. **Manejo da cultura da soja em terras baixas em safras com El-Niño**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1981. 3p. (Circular Técnica, 82)
- UGARTE, R.A.; SHARP, G.; MOORE, B. **Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada**. In Eighteenth International Seaweed Symposium. Dordrecht: Springer, 2006. p.125-133.
- VAN OOSTEN, M.J.; PEPE, O.; PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.4, n.5, p.1-12, 2017.
- VIANA, J.S.; BARBOSA, J.G.; SILVA, J.A.; BRITO, T.R.C.; BADJI, C.A. Integração soja e pastagem: Uma revisão de literatura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10., n.5, p.71-75, 2015.
- 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 122f. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

ZANON, A.J.; SILVA, M.R., TAGLIAPIETRA, E.L.; CERA, J.C Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades. 1ed. Santa Maria: [n.s.], 2018.136p.