

INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *lato sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS POSSE

BRUNO DE JESUS BARCELOS

**EFEITO BIOESTIMULANTE DE EXTRATO DE *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO
DE SEMENTES DE SOJA**

POSSE-GO

2025

BRUNO DE JESUS BARCELOS

**EFEITO BIOESTIMULANTE DO EXTRATO DE *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE SOJA**

Monografia apresentado à Banca
Examinadora do Curso de Pós graduação em
Bioinsumos do Instituto Federal Goiano
como exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em Bioinsumos.

Orientador: Prof. Dr. Emiliane dos Santos Belo

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

B242e Barcelos, Bruno de Jesus
EFEITO BIOESTIMULANTE DE EXTRATO DE *Ascophyllum*
nodosum NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA /
Bruno de Jesus Barcelos. Posse 2025.
15f. il.
Orientadora: Prof^a. Dra. Emiliane dos Santos Belo.
Coorientadora: Prof^a. Ma. Fernanda Justen.
Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
0730426 - Especialização em Bioinsumos - Posse (Campus
Posse).
1. *Glycine max*. 2. Bioestimulantes. 3. *Ascophyllum nodosum*. 4.
Germinação. 5. Desenvolvimento inicial. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 12/2025 - CCSCB-POS/CE-POS/GE-POS/CMPPOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 19 dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 14:12 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta pela Orientadora, Profª. Dra. Emiliane dos Santos Belo, membro externo Profª. Dra. Jôsie Cloviane de Oliveira Freitas, membro interno Dra. Sarah Cristine Martins Neri, para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Efeito Bioestimulante de Extrato de *Ascophyllum nodosum* no Tratamento de Sementes de Soja", do discente Bruno de Jesus Barcelos, estudante do curso de Especialização *latu sensu* em Bioinsumos do IF Goiano Campus Posse, sob matrícula 2024107304260002. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do Trabalho de Curso, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa, às 15:24 horas, foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Posse - GO, 19 de setembro de 2025.

(Assinado eletronicamente)

(Nome) Orientadora



Documento assinado digitalmente
JOSIE CLOVIANE DE OLIVEIRA FREITAS
Data: 24/09/2025 10:38:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Assinado eletronicamente)

(Nome)

(Assinado eletronicamente)

(Nome)

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Emiliane dos Santos Belo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 19/09/2025 16:25:07.
- **Sarah Cristine Martins Neri, CHEFE - FG0002 - UL-POS**, em 19/09/2025 17:14:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/09/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 746341

Código de Autenticação: 82111d7ebb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|---|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☒ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☐ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Bruno de Jesus Barcelos

Matrícula:

2024107304260002

Título do trabalho:

EFEITO BIOESTIMULANTE DO EXTRATO DE *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 08 / 10 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Posse-GO

Local

08 / 10 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Emiliane dos Santos Belo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/10/2025 13:40:25.
- **Bruno de Jesus Barcelos, 2024107304260002 - Discente**, em 08/10/2025 14:05:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/10/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 752586

Código de Autenticação: 61d02ccbe1



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria para superar os desafios e chegar até aqui.

À minha família, pelo amor incondicional, incentivo constante e apoio em todos os momentos desta caminhada. Em especial, agradeço à **Priscila Batista de Oliveira**, pelo apoio fundamental na condução dos experimentos e pela dedicação que contribuiu de forma decisiva para a realização deste trabalho.

À minha noiva **Emanuelly Xavier Santos**, pela compreensão, paciência e apoio afetivo durante todo o período de realização desta pesquisa, sendo um pilar essencial para que eu pudesse permanecer firme em meus objetivos.

À minha orientadora, **Prof.^a Dra. Emiliane dos Santos Belo**, pela orientação dedicada, paciência, incentivo e pelas valiosas contribuições científicas e acadêmicas que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Bioinsumos**, pela oportunidade de formação e pelo ambiente acadêmico de excelência que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Às instituições de fomento e apoio: **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG)**, **Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE)**, **Instituto Federal Goiano (IF Goiano)** e **Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO)**, pelo suporte técnico, estrutural e financeiro, essenciais para a execução deste estudo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo aqui minha sincera gratidão.



CEBIO
Centro de Excelência em Bioinsumos



FAPEG
Fundação de Amparo à Pesquisa
do Estado de Goiás



FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa - IFG

BIOGRAFIA DO ALUNO

Bruno de Jesus Barcelos é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Estadual de Goiás e especialista em formação em Bioinsumos pelo Instituto Federal Goiano. Atua na área de produção de sementes de soja e algodão no oeste da Bahia, com experiência no setor comercial de produtos biológicos.

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se na agricultura brasileira pelo elevado valor econômico e nutricional. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação do bioestimulante *Ascophyllum nodosum* (Stingray®) na germinação e no desenvolvimento inicial de duas cultivares de soja, conduzido na safra 2024/2025, em Correntina-BA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (sementes tratadas e não tratadas com *A. nodosum* para cada cultivar) e quatro repetições de 50 sementes. As análises compreenderam testes de germinação em estufa, emergência em canteiro, comprimento de raiz (CRA), comprimento de parte aérea (CPA) e produção de matéria seca (PMS). Os dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativos, comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados evidenciaram que, em ambiente controlado (estufa), a cultivar BA007 sem tratamento apresentou maior índice de velocidade de germinação (IVG), enquanto a aplicação de *A. nodosum* não promoveu incrementos significativos para nenhuma das cultivares. Em canteiro, sob variação climática (13,9 a 28,3 °C), observou-se redução na velocidade de emergência nas sementes tratadas, sugerindo que as condições ambientais exerceram maior influência que o bioestimulante. Para a PMS, constatou-se efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,01$), com destaque para BA007 tratada (17,67 g), que diferiu do controle (14,51 g) e dos tratamentos de BA522. Já para CRA, não houve diferenças significativas entre os fatores ou interação genótipo $\times$ bioestimulante, enquanto para CPA verificou-se interação significativa, indicando comportamento dependente do genótipo. O coeficiente de variação para CRA (19,77%) foi considerado aceitável para experimentos em condições de campo. Conclui-se que a resposta ao extrato de *A. nodosum* depende do genótipo e das condições ambientais. Embora a aplicação tenha promovido incremento em PMS para BA007, os efeitos não foram uniformes sobre germinação, crescimento inicial e parte aérea, reforçando a necessidade de manejo específico por cultivar e ambiente.

Palavras-chave: *Glycine max*. Bioestimulantes. *Ascophyllum nodosum*. Germinação. Desenvolvimento inicial.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) stands out in Brazilian agriculture due to its high economic and nutritional value. This study aimed to evaluate the effects of the biostimulant *Ascophyllum nodosum* (Stingray®) on germination and early development of two soybean cultivars, conducted in the 2024/2025 growing season in Correntina, Bahia. The experimental design was a randomized block with four treatments (seeds treated and untreated with *A. nodosum* for each cultivar) and four replications of 50 seeds. The analyses included germination tests in a greenhouse, seedling emergence in beds, root length (RL), shoot length (SL), and dry matter production (DMP). Data were subjected to ANOVA and, when significant, compared using Tukey's test at a 5% probability level. Results showed that, under controlled conditions (greenhouse), the BA007 cultivar without treatment exhibited a higher germination speed index (GSI), while *A. nodosum* application did not significantly increase performance for either cultivar. In seedbeds, under climatic variation (13.9 to 28.3 °C), a reduction in emergence speed was observed in treated seeds, suggesting that environmental conditions had a greater influence than the biostimulant. For DMP, a significant treatment effect was detected ($p < 0.01$), with BA007 treated (17.67 g) standing out, differing from the control (14.51 g) and BA522 treatments. For RL, no significant differences were observed between factors or genotype $\times$ biostimulant interaction, while for SL a significant interaction was verified, indicating genotype-dependent behavior. The coefficient of variation for RL (19.77%) was considered acceptable for field conditions. It is concluded that the response to *A. nodosum* extract depends on the genotype and environmental conditions. Although its application promoted an increase in DMP for BA007, the effects were not uniform across germination, early growth, and shoot development, reinforcing the need for cultivar- and environment-specific management.

Keywords: *Glycine max*. Biostimulants. *Ascophyllum nodosum*. Germination. Early development.

LISTA DE TABELAS/ ILUSTRAÇÕES

TABELA 1 – Análise química e física do solo da área experimental, na profundidade de 0–20 cm.....	16
GRÁFICO 1 – Médias meteorológicas verificadas durante o plantio do experimento, Correntina-BA.....	17
GRÁFICO 2 – Médias meteorológicas verificadas na última avaliação do experimento, Correntina-BA.....	17
EQUAÇÃO 1 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	18
FIGURA 1 – Análise de regressão do índice de velocidade de germinação em estufa.....	20
FIGURA 2 – Análise de regressão do índice de velocidade de emergência em canteiro.....	22
TABELA 2 – Análise de variância para porcentagem de massa seca por bloco de tratamentos.....	23
TABELA 3 – Médias da porcentagem de matéria seca de plantas por bloco de tratamento.....	23
TABELA 4 – Análise de variância (ANOVA) do comprimento de raiz (CRA). Fatorial 2×2 (Genótipo × tratamento).....	24
TABELA 5 – Médias do comprimento de raiz (CRA) de cultivares de plantas de soja sob o tratamento (*) e sem tratamento com <i>A. nodosum</i>	24
TABELA 6 – Análise de variância geral para os fatores F1 e F2.....	25
TABELA 7 – Médias dos genótipos com e sem tratamento com Stingray.....	25

LISTA DE SIGLAS

A. nodosum	– <i>Ascophyllum nodosum</i>
ANOVA	– Análise de Variância
BA007	– Cultivar de soja 84KA92 CE (Conkesta Elist®)
BA522	– Cultivar de soja 81SC118 I2X (Intacta 2 Xtend®)
CRA	– Comprimento de Raiz
CPA	– Comprimento da Parte Aérea
CTC	– Capacidade de Troca de Cátions
DAS	– Dias Após a Semeadura
FAPEG	– Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás
FUNAPE	– Fundação de Apoio à Pesquisa
GL	– Graus de Liberdade
IVE	– Índice de Velocidade de Emergência
IVG	– Índice de Velocidade de Germinação
K ₂ O	– Óxido de Potássio
MAPA	– Ministério da Agricultura e Pecuária
MO	– Matéria Orgânica P – Fósforo
PMS	– Produção de Matéria Seca
RENASEM	– Registro Nacional de Sementes e Mudas
SQ	– Soma de Quadrados
QM	– Quadrado Médio
T01, T02, T03, T04	– Tratamentos sem aplicação do bioestimulante
T01, T02, T03*, T04****	– Tratamentos com aplicação do bioestimulante
V	– Saturação por Bases

SUMÁRIO

1. Introdução	14
2. Materiais e Métodos.....	16
2.1 Localização e Características da Área Experimental.....	16
2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental	17
2.3 Implantação e Condução Do Experimento	18
2.4 Análises Estatísticas	19
3. Resultados e Discussão	20
4. Conclusão.....	27
5. Referências bibliográficas.....	28

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) assume posição de destaque na agricultura brasileira, devido à sua importância econômica e potencial para fornecer proteínas e óleos vegetais. As condições iniciais de germinação e estabelecimento vegetativo são determinantes para o rendimento final da cultura. Nesse sentido, o emprego de bioestimulantes derivados da alga marinha *Ascophyllum nodosum* tem ganhado atenção como estratégia sustentável para favorecer o vigor das plântulas e promover melhores respostas fisiológicas em diferentes estágios do desenvolvimento (KUMARI *et al.*, 2023).

O extrato de *A. nodosum* é rico em compostos bioativos, como fitormônios, polissacarídeos, aminoácidos, vitaminas e micronutrientes, capazes de atuar na ativação de processos metabólicos e na melhoria da tolerância a estresses bióticos e abióticos (SÁ, 2024). Pesquisas indicam que seu uso pode contribuir para o aumento da eficiência no uso de nutrientes, maior velocidade de emergência e desenvolvimento inicial mais vigoroso, embora os efeitos possam variar de acordo com a dose, forma de aplicação e condições ambientais (OLIVEIRA; SILVA, 2023).

Estudos têm demonstrado que as baixas temperaturas podem retardar ou reduzir significativamente a germinação e o vigor inicial das sementes, especialmente em culturas sensíveis como a soja. Nesse contexto, bioestimulantes como o extrato de *Ascophyllum nodosum* têm se mostrado eficazes na mitigação dos efeitos negativos do frio, ao promover a ativação enzimática e a síntese de compostos antioxidantes que auxiliam na proteção celular durante o estresse térmico (FERREIRA; SANTOS, 2022). Além disso, o uso desses bioativos pode favorecer a quebra da dormência e acelerar o metabolismo energético da semente, favorecendo a germinação mesmo em temperaturas abaixo do ideal (MARTINS *et al.*, 2021).

No entanto, há registros que indicam que, em condições de frio extremo ou prolongado, a aplicação de bioestimulantes pode apresentar efeitos adversos, como o acúmulo excessivo de sais ou compostos bioativos que levam à osmose negativa, prejudicando a absorção de água pela semente e reduzindo a taxa de germinação (COSTA; LIMA, 2020). Além disso, a superdosagem ou uso inadequado pode interferir no equilíbrio hormonal da semente, provocando atraso no desenvolvimento inicial ou

aumento do estresse oxidativo (FERREIRA; SANTOS, 2022). Essas observações ressaltam a importância de um manejo criterioso e do ajuste das doses conforme as condições ambientais específicas.

Paralelamente, o melhoramento genético e a biotecnologia têm disponibilizado ao produtor cultivares com características inovadoras, como as tecnologias Conkesta Elist® e Intacta 2 Xtend® (I2X). Essas plataformas oferecem proteção contra importantes pragas da soja e tolerância a herbicidas, permitindo manejo mais eficiente e maior estabilidade produtiva (EMBRAPA, 2021). Apesar da adoção crescente dessas tecnologias, ainda há carência de estudos avaliando como a interação entre bioestimulantes e sementes geneticamente modificadas pode influenciar o desempenho inicial da cultura.

O presente estudo teve como objetivo geral verificar a eficiência da aplicação do extrato de *A. nodosum* Stingray® na germinação duas cultivares de sementes de soja. Os objetivos específicos foram avaliar os índices de velocidade de germinação de sementes tratadas e não tratadas com Stingray® bem como avaliar as diferentes respostas em relação ao comprimento de raiz e parte aérea de duas cultivares de soja tratadas com Stingray®.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido durante a safra 24/25, entre os meses de junho a agosto, na área experimental da empresa Ciaseeds Agronegócios, localizada no município de Correntina, distrito de Rosário, região oeste do estado da Bahia. Trata-se de uma região com altitude aproximada de 647 metros acima do nível do mar, situada a latitude de 13°55'45.79"S e longitude de 46°11'37.25"W.

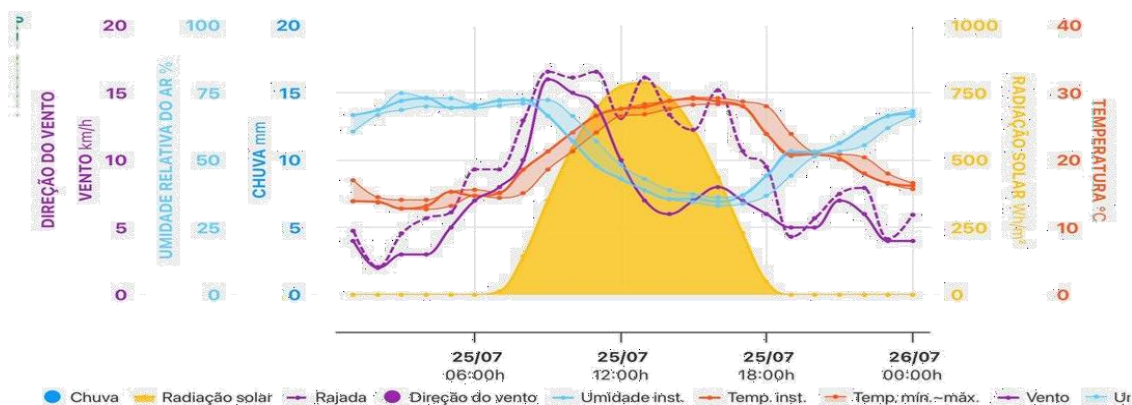
O trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira foi desenvolvida em estufa de germinação, com condições de temperatura controladas com máxima de 26,2° e mínima de 25,1°. A segunda etapa do experimento foi desenvolvida em casa de vegetação, com sombreamento de 35%. As variáveis climáticas registradas no canteiro estão apresentadas no (Gráfico 1), referente às variações no momento do plantio, e no (Gráfico 2), com os dados do último dia de avaliação. O solo utilizado apresentava baixa fertilidade, sendo composta por areia lavada. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras da camada superficial do solo (0–20 cm de profundidade), cujas características físicas e químicas encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo da área experimental, na profundidade de 00-20 cm.

pH	P*	MO	H+Al	Al	k	Ca	Mg	CTC	V	Areia	Silte
Argila											
(CaCl ₂)	mg/dm ³		cmolc/dm ³					%		d/dm ³	
	g/dm ³										
5,48	11,72	15,20	1,12	0,00	0,02	0,37	0,12	1,23	31,29	910,0	25,00 65,0

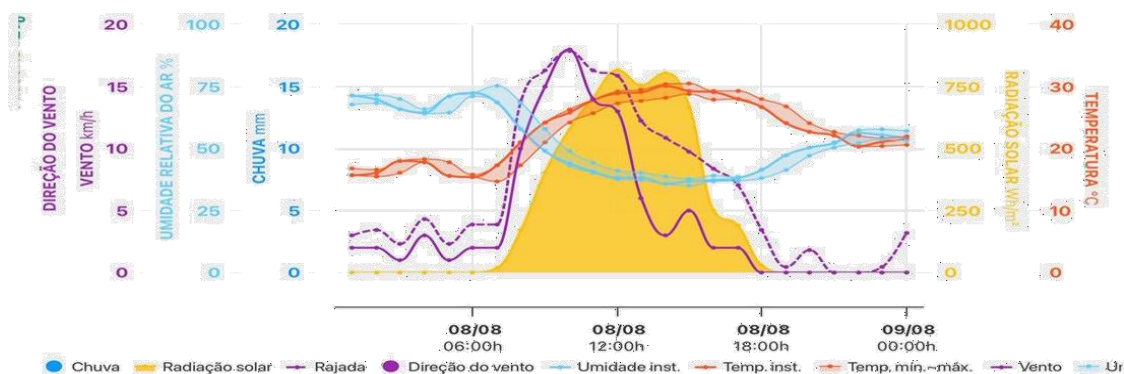
pH: potencial hidrogeniônico; P: fósforo; M.O: matéria orgânica; H+Al: acidez potencial; Al: alumínio K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação de base; *Mehlich-1

Gráfico 01: Médias meteorológicas verificadas durante o plantio do experimento, Correntina-BA.



Fonte: Zeus Agrotech, 2025.

Gráfico 02: Médias meteorológicas verificadas na última avaliação do experimento, Correntina-BA.



Fonte: Zeus Agrotech, 2025.

2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido utilizando duas cultivares de soja, 81SC118 I2X e 84KA92 CE, os quais possuem, respectivamente, as tecnologias Intacta 2 Xtend® e Conkesta Elist®. Ambas as cultivares apresentam o mesmo percentual de vigor de 95% e viabilidade 98% certificadas pelo laboratório credenciado pelo MAPA da empresa Ciaseeds Agronegócios, subscrito no RENASEM N° BA-02700/2022.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, composto por quatro tratamentos e quatro blocos compostos por 50 repetições cada. Os tratamentos consistiram em sementes nuas (sem tratamento, controle) e sementes tratadas com o extrato de *A. nodosum*. As sementes de cada cultivar foram submetidas aos mesmos tratamentos, totalizando 16 unidades experimentais. A identificação dos tratamentos

seguir a nomenclatura T01 a T04 para sementes não tratadas e T01* a T04* para sementes tratadas com o bioestimulante, com os códigos BA522 e BA007 correspondendo, respectivamente, aos cultivares 81SC118 I2X e 84KA92 CE.

O produto comercial Stingray® à base de *A. nodosum* apresenta composição físico-química cuidadosamente balanceada para uso agrônômico, contendo potássio (K₂O) solúvel em água a 5,3% (61,46 g/L) e carbono orgânico total a 6,0% (69,60 g/L), com pH de 8,0, densidade de 1,16 g/mL a 20 °C e índice salino de 18%. A dose utilizada para os tratamentos (*) foi de 2000 mL/1000 kg sementes. As sementes foram tratadas com as respectivas dosagens em relação ao peso das amostras; depositadas em um recipiente descartável de plástico de 500 g e agitadas por cerca 2 minutos. O produto apresenta formulação pronta, não apresentando necessidade de diluição da mesma.

2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os testes descritos a seguir foram conduzidos em laboratório de sementes e em canteiro de areia, com o objetivo de avaliar a influência de *A. nodosum* no processo de germinação de sementes sob condições adversas. O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por cultivar, dispostas para germinar em substrato de papel (germitest), previamente umedecido com água na proporção de 2,2 vezes a massa do papel seco, sendo mantido em temperatura controlada entre 25,1 °C e 26,2 °C. As avaliações seguiram os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com observações da emergência das plântulas realizadas aos 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a semeadura.

Os resultados foram expressos por meio do índice de velocidade de emergência (IVE), calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), apresentada na Equação 1.

Equação 1 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

$$IVE = E1/T1 + E2/T2 + ... + En/Tn$$

Em que:

E1, E2, ..., En = número de plântulas emergidas na contagem 1, 2, ..., n; T1, T2, ..., Tn = tempo (em dias ou horas) decorrido até a contagem 1.2...n.

Fonte: Adaptado de Maguire (1962).

Os tratamentos de germinação em canteiro foram realizados por meio da semeadura a 2,5 cm de profundidade em canteiros contendo areia lavada, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por cultivar. A emergência das plântulas foi avaliada aos 3, 5, 7, 10 e 14 dias após a semeadura (DAS). Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), conforme a metodologia proposta por Maguire (1962) conforme equação 1.

As avaliações de comprimento de raiz (CRA) e de comprimento da parte aérea (CPA) foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital, mediante a disposição das plântulas sobre folhas de papel Germitest para a mensuração. A determinação da matéria seca (PMS) das plantas foram realizada conforme metodologia de Silva e Queiroz (2005). As plantas colhidas tiveram o peso úmido registrado e levadas para secagem em estufa com circulação de ar forçada, a 60 °C por um período de 72 horas. A determinação da porcentagem de matéria seca foi dada pela fórmula: $\%MS = (\text{Peso da Amostra Seca} / \text{Peso da Amostra Úmida}) \times 100$.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

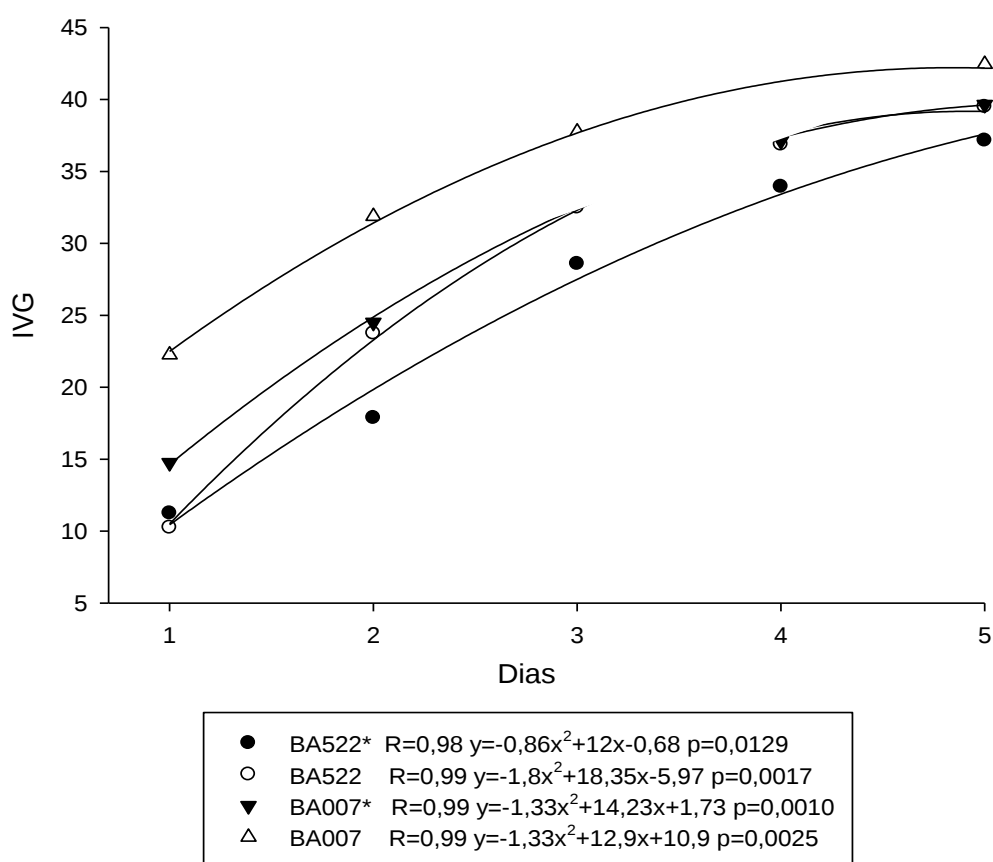
Os resultados dos índices de germinação foram submetidos ao Teste F, e; ao nível de 5%, realizou-se regressões quadráticas para explicar os efeitos dos tratamentos em relação aos tempos de avaliação. Para comprimento de raiz, parte aérea e porcentagem de matéria seca total, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando o efeito dos tratamentos e blocos, após verificação dos seus pressupostos, para avaliar os efeitos do tratamento de sementes com *A. nodosum*. Quando identificado efeito significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software R (R CORE TEAM, 2024), versão atualizada, disponível pela R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as regressões para os valores de IVG em estufa foram significativas com valores de $p < 0,05$. Os modelos ajustados apresentaram altos coeficientes de determinação ($R \geq 0,98$), evidenciando boa representatividade dos dados. As regressões dos IVG em estufa apresentaram comportamento diferenciado entre genótipos e tratamentos (Figura 1). Apenas a cultivar BA007 sem o tratamento com *A. nodosum* apresentou maiores valores de IVG.

A avaliação da germinação em ambiente de estufa permite minimizar variações externas, como temperatura e umidade, permitindo observar de forma precisa a resposta das sementes à aplicação do bioestimulante *A. nodosum* (MARCOS-FILHO, 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Figura 01: Análise de regressão do índice de velocidade de germinação em estufa.



No caso do genótipo BA522, o tratamento com *A. nodosum* (BA522*) apresentou

desempenho inferior ao da testemunha (BA522), indicando efeito negativo do bioestimulante sobre o IVG (Figura 1). Entretanto, no genótipo BA007, observou-se comportamento inverso: a testemunha (BA007) obteve maiores valores de IVG em relação ao tratamento com bioestimulante (BA007*) (Figura 1). Esses resultados sugerem que a aplicação de *A. nodosum* pode não ter sido favorável para os genótipos testados, possivelmente por diferenças na interação genótipo $\times$ bioestimulante. Além disso, até mesmo mecanismos fisiológicos de regulação que, em vez de estimular, limitaram a velocidade de germinação (ASHRAF; FOOLAD, 2005; PARAJULI *et al.*, 2022).

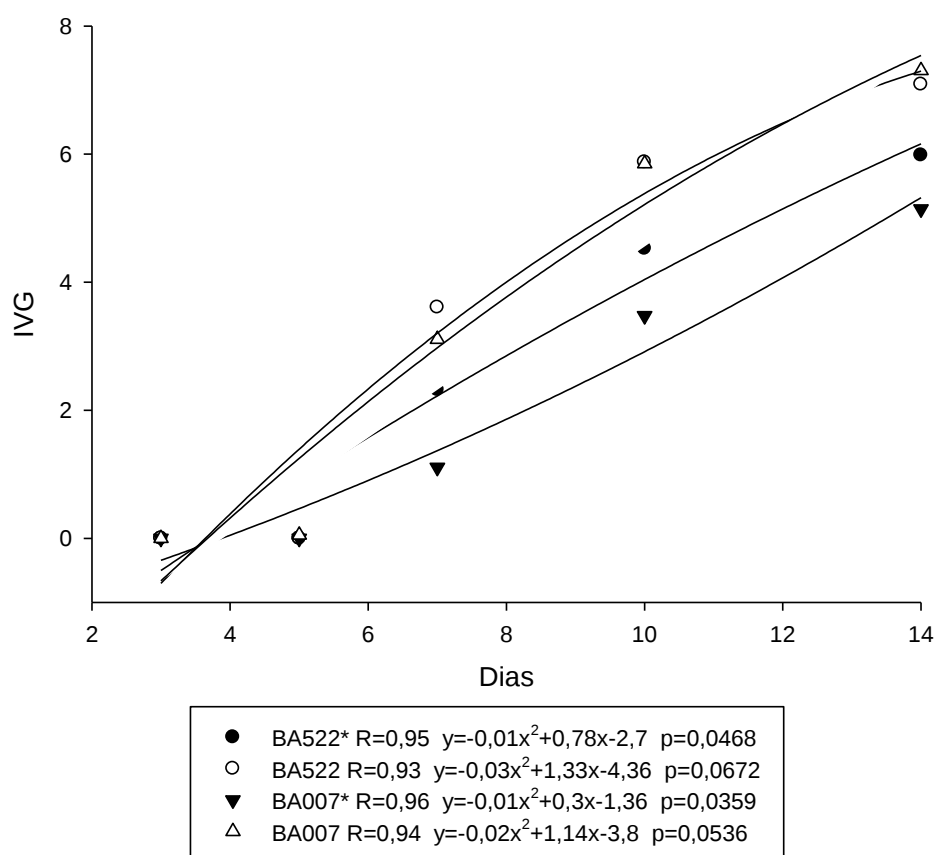
Embora algumas pesquisas destaquem a capacidade de extratos de algas em estimular processos fisiológicos, aumentar a disponibilidade de reguladores vegetais e promover maior vigor germinativo (CRAIGIE, 2011; KULKARNI *et al.*, 2019), esse comportamento não foi observado para os genótipos BA007 e BA522. Esses achados reforçam que a eficiência de bioestimulantes não é uniforme entre materiais genéticos, variando de acordo com a cultivar e suas características fisiológicas. Assim, enquanto no BA522 o extrato de algas não promoveu ganhos significativos, no BA007 o efeito foi significativo. Essa divergência evidencia a necessidade de avaliar respostas específicas antes da recomendação ampla de bioestimulantes na tecnologia de sementes.

Na avaliação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em canteiro (Figura 2) observou-se que, para os tratamentos submetidos à aplicação do bioestimulante *A. nodosum* (BA522* e BA007*) apresentaram regressões significativas. Observou-se as menores médias para as cultivares tratadas em comparação aos controles sem aplicação do bioestimulante (BA522 e BA007). Esse comportamento contraria parte da literatura que aponta incrementos positivos com o uso de bioestimulantes (KHAN *et al.*, 2009; CRAIGIE, 2011), sugerindo que a principal variável determinante neste caso foi a condição climática durante a condução do experimento.

As temperaturas registradas oscilaram entre 13,9 °C (mínima) e 28,3 °C (máxima), valores que possivelmente limitaram a velocidade de germinação, visto que temperaturas abaixo da faixa reduzem a atividade metabólica das sementes, atrasando os processos de hidratação e ativação enzimática (BEWLEY *et al.*, 2013; TAIZ *et al.*, 2017). Dessa forma, é plausível inferir que o efeito negativo observado do bioestimulante não está associado ao produto em si, mas sim à interação deste com as condições ambientais ou interação com genótipo, uma vez que sementes submetidas a estresses térmicos tendem a apresentar maior sensibilidade fisiológica (MARCOS-FILHO, 2015). Assim, os resultados indicam que o potencial benéfico do *A. nodosum* sobre a germinação pode estar

condicionado a condições edafoclimáticas mais favoráveis.

Figura 2: Análise de regressão do índice de velocidade de emergência em canteiro.



A análise de variância para porcentagem de matéria seca (PMS) evidenciou efeito significativo dos tratamentos ($p = 0,0096$), indicando que tanto o genótipo quanto a aplicação do bioestimulante influenciaram a produção de biomassa (Tabela 2). Os valores do teste de médias (Tabela 3) mostram que a cultivar BA007 com aplicação de *A. nodosum* apresentou maior PMS (17,67 g), diferindo estatisticamente do seu controle (14,51 g) e também dos tratamentos da cultivar BA522, sugerindo que essa cultivar respondeu de forma mais expressiva ao uso do bioestimulante. Resultados semelhantes foram relatados por Khan *et al.* (2009) e Craigie (2011), que apontam que extratos de algas podem promover incrementos significativos no acúmulo de biomassa, devido à presença de fitormônios naturais, aminoácidos e polissacarídeos bioativos.

Tabela 2 – Análise de variância para porcentagem de massa seca por bloco de tratamentos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p>F
Tratamento	3	23,56	7,85	6,0262	0,0096*
Resíduo	12	15,64	1,30	-	-

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3 – Médias da porcentagem de matéria seca de plantas por bloco de tratamento..

Tratamento	Média	Desvio-padrão	Tukey
BA007*	17,67	1,31	a
BA007	14,51	0,38	b
BA522*	15,02	1,43	b
BA522	15,31	1,13	ab

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre os pelos testes de Tukey.

Esse comportamento indica que a resposta ao bioestimulante depende do genótipo, reforçando que fatores genéticos podem modular a absorção e utilização dos compostos bioativos presentes no *A. nodosum* (KOCIRA *et al.*, 2018). Além da variação genética, as condições ambientais também devem ser consideradas. Durante o período experimental, as temperaturas oscilaram entre 13,9 °C (mínima) e 28,3 °C (máxima), variação que pode ter influenciado a assimilação de carbono e a produção de massa seca. De acordo com Taiz *et al.* (2017), a temperatura afeta diretamente a fotossíntese e o metabolismo secundário das plantas, podendo limitar o potencial de resposta a insumos bioestimulantes quando fora da faixa de crescimento. Assim, os resultados sugerem que, embora a aplicação de *A. nodosum* tenha favorecido o aumento de PMS na cultivar BA007, esse efeito pode não ser uniforme entre diferentes genótipos e pode depender fortemente das condições ambientais durante a fase inicial de crescimento.

A análise de variância para o comprimento de raiz (CRA) das plântulas de soja (Tabela 4) indicou ausência de significância entre os fatores isoladamente e em interação sob a aplicação do bioestimulante *A. nodosum* ($p > 0,05$). O coeficiente de variação foi de 19,77%, valor considerado aceitável em experimentos conduzidos em condições de campo ou canteiro, onde a variabilidade ambiental (temperatura, umidade e heterogeneidade do solo) tende a ser maior em comparação a ambientes controlados (PIMENTEL-GOMES, 2009; STORCK *et al.*, 2016).

Tabela 4 – Análise de variância (ANOVA) do comprimento de raiz (CRA). Fatorial 2×2 (Genótipo × tratamento).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Bloco	3	1445	6	1,1450	0,33288 ^{ns}
F1	1	1614	2	3,8368	0,05196 ^{ns}
F2	1	293	4	0,6976	0,40490 ^{ns}
F1*F2	1	185	3	0,4396	0,50829 ^{ns}
Resíduo	153	64347	5	-	-
Total	159	67884	1	-	-
CV = 19,77 %					

^{ns} Não houve diferenças significativas nem interação entre F1 = genótipos e F2 = Stingray.

Tabela 5 - Médias do comprimento de raiz (CRA) de cultivares de plantas de soja sob o tratamento (*) e sem tratamento com *A. nodosum*.

Tratamento	Média CRA
BA007	102,97 ^{ns}
BA007*	98,12
BA522	107,176
BA522*	106,62

^{ns} Não houve diferenças significativas para medias de comprimento de raiz (CRA).

Os resultados do teste de médias (Tabela 5) evidenciam que a cultivar BA522 apresentou maior comprimento médio de raiz (107,18 mm) em comparação à BA007 (102,97 mm), ainda que sem diferenças estatísticas. A aplicação do bioestimulante não promoveu incrementos expressivos, sendo observados valores de 106,62 mm para BA522 com tratamento e 98,12 mm para BA007 com tratamento, indicando comportamento semelhante entre genótipos com e sem aplicação. Esses resultados estão em concordância com estudos que relatam que a resposta a bioestimulantes pode ser variável, dependendo do genótipo e das condições ambientais, não garantindo efeitos consistentes sobre parâmetros radiculares (KOCIRA et al., 2018; BASHAN *et al.*, 2014).

A ausência de efeito significativo do *A. nodosum* no CRA pode estar relacionada à plasticidade fisiológica das cultivares em estádios iniciais de desenvolvimento, uma vez que o comprimento de raiz é altamente dependente de fatores ambientais, como

disponibilidade hídrica, temperatura e composição do substrato (TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, resultados de pesquisas anteriores sugerem que os efeitos positivos de bioestimulantes à base de algas podem ser mais evidentes em condições de estresse (KHAN *et al.*, 2009; CRAIGIE, 2011), o que não se configurou nas condições do presente estudo.

A análise de variância para comprimento de parte aérea (CPA) revelou efeito significativo na interação entre os fatores principais (cultivares e tratamento com bioestimulante) (Tabela 6), o que demonstra que a resposta ao bioestimulante variou entre as cultivares avaliadas. O desdobramento mostrou que, na ausência do bioestimulante, a cultivar BA007 apresentou CPA (84,78 mm) significativamente maior em comparação à BA522 (78,41 mm) (Tabela 7). Contudo, após a aplicação do Stingray, as cultivares não diferiram estatisticamente, com médias de 74,07 mm para BA007 e 76,46 mm para BA522, indicando que o bioestimulante reduziu não apresentou efeito sobre os genótipos.

Tabela 6 – Análise de variância geral para os fatores F1 e F2.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	1486.2	5	3.8298	0.0111
F1	1	159.2	3	1.2306	0.2690
F2	1	1604.6	4	12.4049	0.0006
F1*F2	1	766.2	6	5.9234	0.0161
Resíduo	153	19790.7	2	-	-
Total	159	23806.8	1	-	-
CV = 14,5 %					

Tabela 7 – Médias dos genótipos com e sem tratamento com Stingray.

Genótipo	Tratamento com Stingray	Sem tratamento
BA007	74,07 aA	84,78 aB
BA522	76,46 aA	78,41 bA

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Esse resultado indica que o efeito positivo do *A. nodosum* não é uniforme, mas dependente do material genético, reforçando a importância de considerar a interação entre

genótipo e manejo para otimizar o crescimento da parte aérea. Segundo Kocira *et al.* (2018), a resposta a bioestimulantes em leguminosas pode variar amplamente entre genótipos, refletindo diferenças na fisiologia de absorção e utilização dos compostos bioativos.

Relatam-se que extratos de algas, como o de *A. nodosum*, promovem maior crescimento da parte aérea por estimularem a síntese de fitormônios, como auxinas e citocininas, que atuam diretamente na divisão e expansão celular (CRAIGIE, 2011; KHAN *et al.*, 2009).

4. CONCLUSÃO

A aplicação do bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* apresenta efeitos contrastantes entre os cultivares. O uso do bioestimulante não promoveu efeito significativo na germinação em laboratório e canteiro. Em condições de canteiro, fatores climáticos influenciaram a resposta ao bioestimulante, que evidencia que os efeitos não são uniformes e dependem tanto do genótipo quanto do ambiente, sendo necessária avaliação prévia para recomendações de uso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment—A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, v. 88, p. 223–271, 2005.

BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J. P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant and Soil*, v. 378, p. 1–33, 2014.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. 3. ed. New York: Springer, 2013.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, v. 383, p. 3–41, 2014.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

COSTA, F. M.; LIMA, R. S. Efeitos do excesso de sais em sementes: osmose negativa e impactos na germinação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 15, n. 2, p. 250–258, 2020.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, v. 23, n. 3, p. 371–393, 2011.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia Intacta 2 Xtend®: sistema para soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/intacta2/sistema>. Acesso em: 12 ago. 2025.

FERREIRA, L. A.; SANTOS, M. R. Avaliação do uso de bioestimulantes em sementes submetidas a estresse térmico. *Revista Brasileira de Botânica Aplicada*, v. 9, n. 1, p. 45–54, 2022.

KHAN, W.; RAYIRATH, U. P.; SUBRAMANIAN, S.; et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 28, n. 4, p. 386–399, 2009.

KOCIRA, A.; ŚWIECA, M.; KOCIRA, S.; et al. Effect of foliar application of seaweed extracts on the growth, yield and nutraceutical properties of legume plants – a review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 19, n. 3, p. 1–19, 2018.

KULKARNI, M. G. et al. Bioactive molecules derived from seaweeds and their application in seed priming and plant growth promotion. *Plant Growth Regulation*, v. 88, p. 319–331, 2019.

KUMARI, G. et al. *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a pivotal biostimulant toward sustainable agriculture: a comprehensive review. *Agriculture*, v. 13, n. 6, p. 1179, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/6/1179>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MARTINS, P. R. et al. Influência do extrato de *Ascophyllum nodosum* na quebra de dormência e germinação sob temperaturas baixas. *Journal of Seed Science*, v. 43, n. 3, p. 175–182, 2021.

OLIVEIRA, A. F. R.; SILVA, M. P. Macroalga *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de soja e sua implicação no vigor de plântulas. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5746>. Acesso em: 12 ago. 2025.

PARAJULI, R. et al. Seaweed extracts and plant responses: A review on biostimulant mechanisms of action. *Plants*, v. 11, p. 1–18, 2022.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

SÁ, X. Seed priming with *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis extract macroalgae in soybean. *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/CNSXk3wKKJzPq6tbQVmptPC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2025.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. *Experimentação vegetal*. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.