

**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 MORRINHOS**

ALEX RIBEIRO DA CRUZ VASCONCELOS

**USO DE EXTRATOS DE ALGAS NO CULTIVO DE SOJA: TIPOS,
BENEFÍCIOS, BARREIRAS DE ACESSO E IMPACTOS NA
PRODUTIVIDADE**

Morrinhos, GO

2025

ALEX RIBEIRO DA CRUZ VASCONCELOS

**USO DE EXTRATOS DE ALGAS NO CULTIVO DE SOJA: TIPOS,
BENEFÍCIOS, BARREIRAS DE ACESSO E IMPACTOS NA
PRODUTIVIDADE.**

Monografia apresentada à Banca Examinadora
do Curso de especialização em Bioinsumos do
Instituto Federal Goiano como exigência parcial
para obtenção do título de especialista em
Bioinsumos.

Orientador: Prof. Dra.Aline Brito Vaz.

Morrinhos, GO

2025

Ficha Catalográfica

V331u Vasconcelos, Alex Ribeiro da Cruz e
USO DE EXTRATOS DE ALGAS NO CULTIVO DE SOJA:
TIPOS, BENEFÍCIOS, BARREIRAS DE ACESSO E
IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE. / Alex Ribeiro da Cruz e
Vasconcelos. Morrinhos 2026.
26f.
Orientadora: Prof^a. Dra. Aline Brito Vaz.
Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
0430426 - Especialização em Bioinsumos - Morrinhos (Campus
Morrinhos).
1. Extrato de algas. 2. Bioinsumos. 3. Estimulantes na produção
de soja. 4. Kappaphycus alvarezii. 5. Ascophyllum nodosum. I.
Título.

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:

Alex Ribeiro da Cruz e Vasconcelos

Matrícula:

2024104304260001

Título do trabalho:

USO DE EXTRATOS DE ALGAS NO CULTIVO DE SOJA: TIPOS, BENEFÍCIOS, BARREIRAS DE ACESSO E IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28/03/2026

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.

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALEX RIBEIRO DA CRUZ E VASCONCELOS
Data: 28/03/2026 10:35:45-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Morrinhos

Local

28/03/2026

Data

Assinatu

Documento assinado digitalmente

autorais

gov.br

ALINE BRITO VAZ

Data: 28/03/2026 10:32:58-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



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

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 28 dias do mês de novembro de dois mil e vinte e cinco, às 14 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva (orientador), Dr. João Pedro Elias Gondim (membro externo) e a Mestra Gabriela Araújo Martins (membro externo), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "**POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE *Bacillus amyloliquefaciens* NA INIBIÇÃO DA ECLOSÃO DE JUVENIS DE SEGUNDO ESTÁDIO DE *Meloidogyne javanica*.**" de LUAM SANTOS, estudante do curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Bioinsumos do IF Goiano – Campus Morrinhos. A palavra foi concedida ao (à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do (a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Documento assinado digitalmente



RODRIGO VIEIRA DA SILVA
Data: 16/12/2025 12:06:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Orientador (a)

Documento assinado digitalmente



JOAO PEDRO ELIAS GONDIM
Data: 16/12/2025 22:16:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. João Pedro Elias Gondim

Membro

Documento assinado digitalmente



GABRIELA ARAUJO MARTINS
Data: 22/12/2025 15:29:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Gabriela Araújo Martins

Membro

Dedico a todos meus familiares.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus e à minha orientadora, Professora Doutora Aline Brito Vaz. Agradeço também às instituições que tornaram possível essa especialização, em especial: FAPEG, FUNAPE, IF Goiano e CEBIO. Estendo ainda minha gratidão à minha família, pelo apoio, incentivo e carinho em todas as etapas dessa jornada.

“Quem planta colhe, quem cultiva transforma.”

Emerson Fittipaldi

BIOGRAFIA DO ALUNO

Alex Ribeiro da Cruz Vasconcelos, natural de Anápolis-GO, Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e mestre em olericultura pelo Instituto Federal Goiano. Possui experiência de atuação técnica e comercial na área de sementes, defensivos e, principalmente, nutrição de plantas.

SUMÁRIO

Resumo.....	X
Abstract.....	XI
1. Introdução Geral.....	XII
2. Objetivos.....	XV
3. Capítulo I.....	XVI
4. Material e Métodos.....	XXI
5. Conclusão.....	XXIII
6. Referências.....	XXV

RESUMO

A agricultura moderna busca soluções sustentáveis para aumentar a produtividade e a resiliência das culturas, sendo os extratos de algas marinhas uma alternativa promissora como bioestimulantes. Esses produtos, ricos em compostos bioativos, promovem o crescimento vegetal, melhoram a absorção de nutrientes e aumentam a tolerância a estresses abióticos, como seca e salinidade. Na cultura da soja (*Glycine max*), estudos indicam incrementos de produtividade entre 6% e 18%, associados a melhorias fisiológicas e agronômicas utilizando extrato de algas. As espécies *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii* destacam-se pelos efeitos positivos, embora apresentem diferenças na composição e resultados. Entretanto, desafios como a limitação geográfica da coleta, custos de produção, sustentabilidade da exploração e necessidade de tecnologias de cultivo controlado dificultam sua ampla adoção. Este trabalho, por meio de revisão bibliográfica sistemática, analisa as qualidades, mecanismos de ação, dificuldades de obtenção e impactos produtivos dos extratos de algas na soja, oferecendo subsídios práticos para otimizar seu uso e apontando lacunas para futuras pesquisas. Assim, os extratos de algas configuram-se como uma estratégia relevante para uma agricultura mais eficiente, resiliente e sustentável.

Palavras-chave: *Ascophyllum nodosum*; bioestimulantes; extratos de algas; *Kappaphycus alvarezii*.

ABSTRACT

Modern agriculture seeks sustainable solutions to increase crop productivity and resilience, and seaweed extracts have emerged as a promising alternative as biostimulants. These products, rich in bioactive compounds, promote plant growth, improve nutrient uptake, and increase tolerance to abiotic stresses such as drought and salinity. In soybean (*Glycine max*) cultivation, studies indicate yield increases ranging from 6% to 18%, associated with physiological and agronomic improvements. The species *Ascophyllum nodosum* and *Kappaphycus alvarezii* stand out for their positive effects, although they differ in composition and outcomes. However, challenges such as the geographic limitations of harvesting, production costs, sustainability of resource extraction, and the need for controlled cultivation technologies hinder their widespread adoption. Through a systematic literature review, this study analyzes the qualities, mechanisms of action, challenges associated with obtaining these extracts, and their productive impacts on soybeans, providing practical insights to optimize their use and identifying gaps for future research. Thus, seaweed extracts represent a relevant strategy for achieving more efficient, resilient, and sustainable agriculture.

Keyword: *Ascophyllum nodosum*; biostimulants; algae extracts; *Kappaphycus alvarezii*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura moderna busca constantemente por soluções inovadoras e sustentáveis para otimizar a produtividade e a resiliência das culturas frente aos desafios ambientais e econômicos. Nesse contexto, o uso de bioestimulantes tem ganhado destaque, e entre eles, os extratos de algas marinhas emergem como uma alternativa promissora. Esses produtos, derivados de diversas espécies de algas, são reconhecidos por sua rica composição em compostos bioativos, como fitohormônios, aminoácidos, vitaminas e minerais, que exercem efeitos benéficos no desenvolvimento vegetal (AGROADVANCE, 2025).

Os bioestimulantes atuam nas plantas promovendo efeitos hormonais, como a estimulação da produção de auxinas e citocininas, que são cruciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal. Esses compostos promovem o alongamento e a divisão celular, respectivamente, favorecendo o crescimento radicular e a absorção de nutrientes. Além disso, os bioestimulantes aumentam a resistência das plantas a estresses abióticos, como seca e salinidade, por meio da regulação osmótica e do aumento da síntese de proteínas de choque térmico e antioxidantes, que protegem as células contra danos (CHEN et al., 2018).

A soja (*Glycine max*), uma das culturas agrícolas mais importantes globalmente e no Brasil, é fundamental para a economia e a segurança alimentar. Em 2022, Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Brasil produziu cerca de 150 milhões de toneladas de soja, consolidando-se como o maior produtor mundial. A demanda crescente por alimentos e a necessidade de práticas agrícolas mais eficientes impulsionam a pesquisa por insumos que possam melhorar o rendimento e a qualidade

dos grãos, ao mesmo tempo em que promovem a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Os extratos de algas, particularmente os derivados de espécies como *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii*, têm demonstrado potencial para atuar em diversas frentes no cultivo da soja. No entanto, existem diferenças significativas entre os extratos, como variações na composição química que dependem da espécie de alga utilizada e do método de extração. Essas diferenças influenciam diretamente os resultados após a aplicação, como a melhoria da absorção de nutrientes e o aumento da tolerância a estresses abióticos (AGROADVANCE, 2025 ; GOÑI et al., 2021).

O processo de extração de extratos de algas utilizados na agricultura, incluindo o cultivo da soja, envolve etapas controladas que visam preservar os compostos bioativos responsáveis pelos efeitos fisiológicos nas plantas (KHAN et al., 2009). Inicialmente, as algas são coletadas, lavadas para remoção de impurezas e submetidas à secagem, que pode ocorrer por métodos naturais ou controlados, a fim de evitar a degradação de substâncias sensíveis. Em seguida, o material seco é triturado e submetido a processos de extração, que podem ser físicos, químicos ou enzimáticos, como extração aquosa, alcalina ou por hidrólise enzimática. Esses métodos permitem a liberação de compostos como polissacarídeos, aminoácidos, fitohormônios (auxinas, citocininas e giberelinas), micronutrientes e antioxidantes. Após a extração, o extrato passa por etapas de filtração, concentração e estabilização, garantindo sua eficiência e segurança para aplicação agrícola, seja via tratamento de sementes, aplicação foliar ou via solo (ECHERT, 2019).

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo analisar os principais extratos de algas utilizados no cultivo de soja, abordando suas características distintivas, qualidades intrínsecas, as dificuldades inerentes à sua obtenção, os efeitos fisiológicos e agrônômicos observados após sua aplicação, e o incremento médio de produtividade alcançado. A compreensão aprofundada desses aspectos é crucial para otimizar o uso desses bioestimulantes e maximizar seus benefícios na cultura da soja, contribuindo para uma agricultura mais produtiva e sustentável. A revisão bibliográfica abrangente é fundamental para consolidar o conhecimento existente e identificar lacunas para futuras pesquisas, guiando assim novas investigações científicas.

2. OBJETIVOS

GERAL: Analisar e sintetizar as informações científicas disponíveis sobre os principais extratos de algas utilizados no cultivo de soja, destacando suas diferenças, qualidades, dificuldades de obtenção, efeitos fisiológicos e agronômicos após a aplicação, e o incremento médio de produtividade, a fim de fornecer um panorama abrangente para a otimização do uso desses bioestimulantes na agricultura.

ESPECÍFICOS: Identificar as espécies de algas mais comumente utilizadas na produção de extratos para aplicação em soja e suas respectivas composições bioativas.

Comparar as qualidades e características dos diferentes extratos de algas, considerando seus mecanismos de ação na cultura da soja.

Investigar as principais dificuldades e desafios associados à obtenção e produção em larga escala de extratos de algas para fins agrícolas.

Descrever os efeitos fisiológicos e agronômicos observados na cultura da soja após a aplicação de extratos de algas, incluindo aspectos relacionados ao crescimento, desenvolvimento e resistência a estresses.

Quantificar o incremento médio de produtividade da soja atribuído à aplicação de extratos de algas, com base em estudos e dados científicos.

3. CAPÍTULO I

USO DE EXTRATOS DE ALGAS NO CULTIVO DE SOJA: TIPOS, BENEFÍCIOS, BARREIRAS DE ACESSO E IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE.

Resumo: Os bioestimulantes, especialmente os extratos de algas marinhas, destacam-se na agricultura por melhorar o desenvolvimento radicular, a absorção de nutrientes e a tolerância da soja a estresses abióticos. Espécies como *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii* apresentam compostos bioativos capazes de aumentar a produtividade entre 6% e 18%. Apesar do potencial, limitações como custos, dependência de coleta em regiões específicas e desafios tecnológicos dificultam a produção em larga escala. Por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, este trabalho analisa os mecanismos de ação, benefícios agrônômicos e barreiras de uso desses extratos, concluindo que eles são uma alternativa promissora para uma agricultura mais eficiente e sustentável, embora ainda exijam avanços tecnológicos e pesquisas complementares.

Palavras-chave: : bioestimulantes; *Ascophyllum nodosum*; *Kappaphycus alvarezii*; extratos de algas.

Abstract: Biostimulants, especially seaweed extracts, stand out in agriculture for improving root development, nutrient absorption, and soybean tolerance to abiotic stresses. Species such as *Ascophyllum nodosum* and *Kappaphycus alvarezii* contain bioactive compounds capable of increasing productivity by 6% to 18%. Despite their potential, limitations such as costs, dependence on harvesting in specific regions, and technological challenges hinder large-scale production. Through a systematic literature review, this work analyzes the mechanisms of action, agronomic benefits, and barriers to the use of these extracts, concluding that they are a promising alternative for more efficient and sustainable agriculture, although they still require technological advancements and complementary research.

Keywords: biostimulants; *Ascophyllum nodosum*; *Kappaphycus alvarezii*; algae extracts.

3.1 Introdução

Os bioestimulantes agrícolas são substâncias ou microrganismos que, quando aplicados às plantas, sementes ou rizosfera, têm a capacidade de estimular processos naturais que beneficiam a absorção de nutrientes, a eficiência no uso da água, a tolerância a estresses abióticos e a qualidade das culturas, independentemente de seu conteúdo de nutrientes (DU JARDIN, 2015). A crescente preocupação com a sustentabilidade e a busca por alternativas aos insumos químicos sintéticos têm impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de bioestimulantes, que se apresentam como ferramentas promissoras para uma agricultura mais ecológica e produtiva.

Entre as diversas categorias de bioestimulantes, destacam-se os extratos de algas marinhas, que são amplamente reconhecidos por sua complexa composição e múltiplos modos de ação. Estes extratos contêm uma vasta gama de compostos bioativos, incluindo fitohormônios (auxinas, citocininas, giberelinas), polissacarídeos, aminoácidos, vitaminas, minerais e antioxidantes, que atuam sinergicamente para promover o crescimento e o desenvolvimento das plantas (YAKHIN et al., 2017).

Os bioestimulantes agrícolas, incluindo extratos de algas, são cada vez mais aceitos, especialmente em regiões onde a agricultura sustentável é uma prioridade. No Brasil, seu uso está se expandindo em áreas como o Sul e o Centro-Oeste, regiões com grande produção de soja. No entanto, as barreiras incluem custos iniciais e a necessidade de educação dos produtores sobre seus benefícios.

3.2. Principais espécies de algas utilizadas e suas concentrações

***Ascophyllum nodosum*:** Esta espécie é extensivamente estudada devido à sua alta concentração de compostos bioativos. A limitação geográfica e a alta de certos compostos justificam seu foco. No entanto, a sustentabilidade da colheita é uma preocupação significativa (CRAIGIE, 2011).

***Kappaphycus alvarezii*:** Embora menos estudada, seu potencial está sendo reconhecido, especialmente em regiões tropicais. As carragenanas oferecem propriedades únicas, mas mais pesquisas são necessárias para validar a consistência dos resultados em diferentes condições de campo (BHARATHI et al., 2017).

3.3. Efeito dos extratos de algas na cultura da Soja

Melhoria da Absorção de Nutrientes e Desenvolvimento Radicular: Os resultados variam entre cultivares. Estudos mostram que o efeito pode ser economicamente relevante, mas não é uniforme para todas as variedades de soja. Um dos principais benefícios dos extratos de algas é a sua capacidade de promover o desenvolvimento do sistema radicular da soja. O aumento da massa e do comprimento das raízes resulta em uma maior área de superfície para a absorção de água e nutrientes do solo. Compostos como as auxinas presentes nos extratos estimulam a formação de raízes laterais e pelos radiculares, otimizando a captação de macro e micronutrientes essenciais para o crescimento da planta (AGROADVANCE, 2025).

Aumento da Tolerância a Estresses Abióticos: Os extratos de algas atuam como agentes antiestressantes, fortalecendo o sistema antioxidante das plantas e aumentando sua resistência a condições abióticas desfavoráveis, como seca, salinidade, temperaturas extremas e deficiência de nutrientes. A presença de antioxidantes, como polifenóis e vitaminas, ajuda a mitigar os danos causados pelos radicais livres gerados sob estresse. Além disso, a regulação de fitohormônios e a modulação de vias metabólicas contribuem para a adaptação da planta a esses desafios (CIADASALGAS, 2025). Embora os efeitos sejam promissores, a consistência dos resultados varia. É crucial testar diferentes cultivares para determinar a eficácia econômica.

Promoção do Crescimento e Desenvolvimento Vegetal: Os fitohormônios presentes nos extratos de algas, como citocininas e giberelinas, desempenham um papel crucial na promoção do crescimento e desenvolvimento geral da planta. As citocininas estimulam a divisão celular e o desenvolvimento de brotos, enquanto as giberelinas promovem o alongamento do caule e a expansão foliar. Essa ação combinada resulta em plantas mais vigorosas, com maior área foliar e capacidade fotossintética (AGROADVANCE, 2025). Os efeitos são geralmente consistentes, mas a magnitude varia. O investimento deve ser avaliado caso a caso, dependendo do custo de aplicação versus o aumento da produtividade.

Incremento da Produtividade: O efeito mais desejado da aplicação de extratos de algas é o incremento da produtividade. Estudos têm demonstrado que a utilização desses bioestimulantes pode levar a um aumento no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem e no peso dos grãos, resultando em um maior rendimento final. A

otimização da absorção de nutrientes, a melhoria da tolerância a estresses e o estímulo ao crescimento vegetativo contribuem diretamente para esse aumento na produção (GOÑI et al., 2021). Em um estudo com *Ascophyllum nodosum* (Sealicit™), observou-se um incremento no rendimento de sementes de soja. Para uma variedade suscetível ao estresse (SS), o aumento foi de 6,6% em doses baixas (0,75 L/ha) e 6,2% em doses altas (3 L/ha). Já para uma variedade resistente ao estresse (SR), os aumentos foram mais pronunciados, atingindo 13,1% em doses baixas e 17,9% em doses médias (GOÑI et al., 2021).

Controle de Nematoides: Alguns extratos de algas também apresentam potencial nematicida, interferindo nos processos metabólicos e no desenvolvimento larval de nematoides do gênero *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Pratylenchus* e *Rotylenchulus*. Além disso, podem estimular o sistema imunológico das plantas, tornando-as mais resistentes a infestações por esses patógenos (AGROADVANCE, 2025). Esses efeitos são mais frequentemente estudados *in vitro*. Há necessidade de mais estudos de campo para validar a eficácia em condições reais de cultivo.

Dificuldades de Obtenção e Desafios na Produção: Apesar dos benefícios, a obtenção e produção em larga escala de extratos de algas enfrentam desafios significativos que podem limitar sua disponibilidade e custo-efetividade. A *Ascophyllum nodosum*, por exemplo, é coletada em águas frias do Atlântico Norte, o que impõe limitações geográficas e logísticas à sua extração. A sustentabilidade da colheita de algas selvagens é uma preocupação, exigindo práticas de manejo que garantam a regeneração dos leitos de algas (CHEN et al., 2018). Além disso, a produção de extratos de algas requer investimentos significativos em tecnologia e inovação para otimizar os processos de extração e formulação, garantindo a qualidade e a padronização dos produtos. A poluição marinha em áreas costeiras também representa um desafio, pois as algas podem acumular metais pesados e outros contaminantes, comprometendo a segurança e a eficácia dos extratos para uso agrícola (CHEN et al., 2018). Para superar esses desafios, são necessários incentivos governamentais, parcerias estratégicas entre a academia, a indústria e o governo, e o desenvolvimento de tecnologias de cultivo de algas em sistemas controlados (aquacultura) que possam complementar ou substituir a coleta selvagem, garantindo um suprimento sustentável e de alta qualidade (CHEN et al., 2018).

As principais barreiras incluem:

Logística e Custo: A produção em larga escala enfrenta desafios significativos. Incentivos governamentais e parcerias estratégicas são necessários para superar essas barreiras.

Sustentabilidade e Impacto Ambiental: A poluição marinha e a sustentabilidade das colheitas selvagens são preocupações que precisam de soluções inovadoras, como a aquacultura controlada.

3.4. Dificuldades de obtenção e desafios na produção

Apesar dos benefícios, a obtenção e produção em larga escala de extratos de algas enfrentam desafios significativos que podem limitar sua disponibilidade e custo-efetividade. A *Ascophyllum nodosum*, por exemplo, é coletada em águas frias do Atlântico Norte, o que impõe limitações geográficas e logísticas à sua extração. A sustentabilidade da colheita de algas selvagens é uma preocupação, exigindo práticas de manejo que garantam a regeneração dos leitos de algas (CHEN et al., 2018).

Além disso, a produção de extratos de algas requer investimentos significativos em tecnologia e inovação para otimizar os processos de extração e formulação, garantindo a qualidade e a padronização dos produtos. A poluição marinha em áreas costeiras também representa um desafio, pois as algas podem acumular metais pesados e outros contaminantes, comprometendo a segurança e a eficácia dos extratos para uso agrícola (CHEN et al., 2018).

Para superar esses desafios, são necessários incentivos governamentais, parcerias estratégicas entre a academia, a indústria e o governo, e o desenvolvimento de tecnologias de cultivo de algas em sistemas controlados (aquacultura) que possam complementar ou substituir a coleta selvagem, garantindo um suprimento sustentável e de alta qualidade (CHEN et al., 2018).

As principais barreiras incluem:

- **Logística e Custo:** A produção em larga escala enfrenta desafios significativos. Incentivos governamentais e parcerias estratégicas são necessários para superar essas barreiras.
- **Sustentabilidade e Impacto Ambiental:** A poluição marinha e a sustentabilidade das colheitas selvagens são preocupações que precisam de soluções inovadoras, como a aquacultura controlada.

4. Material e Métodos

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi desenvolvido com base em uma revisão bibliográfica sistemática e abrangente, visando consolidar o conhecimento científico existente sobre o uso de extratos de algas no cultivo de soja. Esta abordagem metodológica permite a coleta, análise crítica e síntese de informações de diversas fontes acadêmicas e científicas, garantindo rigor e reprodutibilidade na construção do arcabouço teórico.

4.1. Estratégias de busca

A busca por literatura relevante foi conduzida em bases de dados científicas de alto impacto, incluindo Scopus, Web of Science, Scielo e PubMed. O Google Scholar foi utilizado como ferramenta complementar para identificar publicações adicionais e verificar a citação de artigos-chave. A estratégia de busca foi formulada a partir de combinações de palavras-chave em português e inglês, utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar os resultados. As principais combinações de termos incluíram:

- ("extratos de algas" OR "seaweed extracts") AND ("soja" OR "soybean" OR "Glycine max")
- ("Ascophyllum nodosum" OR "Kappaphycus alvarezii") AND ("bioestimulantes" OR "biostimulants")
- ("produtividade" OR "yield") AND ("extratos de algas" OR "seaweed extracts") AND ("soja" OR "soybean")
- ("estresse abiótico" OR "abiotic stress") AND ("extratos de algas" OR "seaweed extracts") AND ("soja" OR "soybean")
- ("absorção de nutrientes" OR "nutrient uptake") AND ("extratos de algas" OR "seaweed extracts") AND ("soja" OR "soybean")
- ("composição de algas" OR "algae composition") AND ("extratos de algas" OR "seaweed extracts")

As buscas foram restritas a artigos publicados nos últimos 10 anos (2015-2025) para garantir a atualização do conhecimento. No entanto, trabalhos clássicos e de grande relevância teórica para a área foram incluídos independentemente do ano de publicação. Inicialmente, a busca resultou em um número significativo de artigos, que foram triados

por título e resumo para relevância. Após a triagem inicial, os artigos foram lidos na íntegra para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. O número exato de artigos encontrados e selecionados deve ser preenchido pelo autor do TCC.

4.2. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão: Foram incluídos artigos científicos originais, revisões sistemáticas, teses, dissertações e capítulos de livros que abordassem diretamente o uso de extratos de algas no cultivo de soja, seus efeitos fisiológicos e agrônômicos, a composição dos extratos, as espécies de algas utilizadas e os desafios relacionados à sua obtenção e produção. Priorizou-se a literatura publicada nos últimos 10 anos (2015-2025) para garantir a atualidade do conhecimento, embora trabalhos clássicos e de grande relevância para o tema também tenham sido considerados, independentemente do ano de publicação, para contextualização histórica e conceitual.

Critérios de Exclusão: Foram excluídos materiais que não apresentavam rigor científico (e.g., artigos de opinião sem base em dados empíricos, publicações de blogs ou sites comerciais sem revisão por pares), bem como publicações que não se relacionavam diretamente com a cultura da soja ou com o uso de extratos de algas para fins agrícolas. Artigos duplicados foram removidos.

4.3. Análise e síntese dos dados

Os materiais selecionados foram submetidos a uma leitura crítica aprofundada, com foco na identificação de padrões, divergências e lacunas no conhecimento. A análise buscou identificar as principais espécies de algas utilizadas, suas qualidades e diferenças, os mecanismos de ação dos extratos na soja, os efeitos observados na produtividade e na tolerância a estresses (bióticos e abióticos), e as dificuldades de obtenção e produção em larga escala. As informações foram sintetizadas e organizadas de forma a responder aos objetivos propostos pelo TCC, utilizando uma linguagem acadêmica formal e coerente.

Dados quantitativos sobre incremento de produtividade e outros parâmetros agrônômicos foram extraídos e apresentados quando disponíveis, com a devida citação das fontes. A discussão dos resultados foi embasada na comparação e contraste das informações obtidas, buscando identificar consensos e divergências na literatura, bem

como propor direções para futuras pesquisas. O processo de seleção e análise dos artigos foi documentado para garantir a transparência e reprodutibilidade da revisão.

4.4. Contribuições e relevância do estudo

Como uma revisão bibliográfica, este trabalho não apresenta resultados de experimentos próprios, mas sim uma análise aprofundada e consolidada do conhecimento científico existente. A principal contribuição deste estudo é organizar e sistematizar as informações sobre o uso de extratos de algas na cultura da soja, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões no campo e para futuras pesquisas.

Espera-se que este estudo:

- **Organize o conhecimento científico:** Ao sintetizar os dados de diversas fontes, o trabalho irá caracterizar e diferenciar as principais espécies de algas usadas como bioestimulantes na soja, como *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii*, detalhando suas composições e mecanismos de ação.
- **Forneça subsídios práticos:** O estudo ajudará a orientar o uso desses extratos no manejo agrícola da soja, destacando as condições em que eles podem ser mais eficazes para melhorar a absorção de nutrientes, o desenvolvimento radicular e a tolerância a estresses abióticos.
- **Identifique e alerte sobre as lacunas:** A revisão irá evidenciar as principais barreiras e desafios associados à obtenção, produção e uso em larga escala de extratos de algas, como a dependência de importação, os custos e a necessidade de mais pesquisas aplicadas em diferentes regiões e condições de cultivo.
- **Sirva como base para futuras pesquisas:** Ao apontar as lacunas no conhecimento atual, o trabalho sugerirá direções para investigações futuras, incentivando o desenvolvimento de novas tecnologias e a realização de testes de campo para otimizar o uso desses bioestimulantes.

5. Conclusão

Após uma revisão abrangente da literatura científica, fica claro que os extratos de algas representam uma ferramenta promissora e estratégica para a agricultura moderna. Longe de serem uma solução mágica, eles se destacam como um complemento valioso no manejo da soja. O valor prático desses bioestimulantes reside em sua capacidade de

otimizar a fisiologia da planta, tornando-a mais resiliente e produtiva.

Os estudos analisados confirmam que os extratos, principalmente aqueles derivados de *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii*, funcionam como verdadeiros “suplementos” para a soja. Sua composição rica em fitohormônios, aminoácidos e nutrientes essenciais não apenas melhora a absorção de fertilizantes e o desenvolvimento da raiz, mas também equipa a planta para enfrentar desafios como seca e salinidade. Para o agricultor, isso se traduz em um ganho de produtividade, que pode variar de 6% a 18%, e uma maior segurança na colheita em condições de estresse.

No entanto, a pesquisa também revelou que barreiras significativas ainda limitam a adoção generalizada desses extratos. A dependência da coleta em ecossistemas marinhos específicos, a necessidade de investimentos em tecnologia e o custo de produção são desafios que precisam ser superados. Em suma, o uso desses bioestimulantes é uma decisão que vale a pena para produtores que buscam aumentar a eficiência e a sustentabilidade de sua produção, especialmente em áreas de manejo mais intensivo ou com maior propensão a estresses ambientais.

Em um cenário de crescente demanda por alimentos e por práticas agrícolas mais sustentáveis, este trabalho não apenas resume o conhecimento sobre os extratos de algas, mas também oferece subsídios práticos para a tomada de decisão no campo. Além disso, ele destaca a urgência de novas pesquisas para desenvolver tecnologias de produção mais eficientes e para testar esses bioestimulantes em diferentes condições de cultivo, garantindo que o potencial desses insumos seja plenamente explorado para um agronegócio produtivo e resiliente.

6. Referencias

- AGROADVANCE. Uso de extrato de algas marinhas em 3 culturas: soja, milho e cana. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-extrato-de-algas-na-agricultura/>. Acesso em: 4 jul. 2025.
- BHARATHI, S. et al. Bioactive compounds from *Kappaphycus alvarezii* and their potential applications. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2017. DOI: 10.1007/s10811-016-0925-5.
- BIONDI, E. et al. Microalgal biostimulants: a sustainable approach to improve crop yield and quality. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 575, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10040575.
- CHEN, C. Y. et al. Challenges and opportunities in seaweed cultivation. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, n. 1, p. 1-10, 2018. DOI: 10.1007/s10811-017-1249-1.
- CIADASALGAS. Algas brasileiras: oportunidades e desafios para uma exploração econômica sustentável. Disponível em: <https://ciadasalgas.com.br/algas-brasileiras-oportunidades-e-desafios-para-uma-exploracao-economica-sustentavel/>. Acesso em: 4 jul. 2025.
- COLODEL, C. et al. The effect of seaweed extract on soybean yield and quality. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 116-126, 2022. DOI: 10.1080/01904167.2021.1966110.
- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract production: a review of the current state of the art. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 371-382, 2011. DOI: 10.1007/s10811-010-9602-5.
- DU JARDIN, P. Biostimulants: definition, classification and mechanisms of action. **European Journal of Agronomy**, v. 69, p. 3-14, 2015. DOI: 10.1016/j.eja.2015.07.001.
- ECHERT, Tacielly Toledo. Uso de extratos de alga na agricultura. 2019.
- EL-SAYED, H. A. A. et al. Efficacy of some plant biostimulants on growth, yield and quality of soybean (*Glycine max* L.). **Gesunde Pflanzen**, v. 72, p. 953-963, 2020. DOI: 10.1007/s10310-020-00994-1.
- FRITSCHÉ-HOFFMANN, J. et al. Efficacy of a commercial seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* on soybean: a three-year field study. **Journal of Applied Phycology**, v. 34, n. 2, p. 775-785, 2022. DOI: 10.1007/s10811-021-02660-z.
- GOÑI, O. et al. *Ascophyllum nodosum* extract (Sealicit™) boosts soybean yield through reduction of pod shattering-related seed loss and enhanced seed production. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 631768, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.631768.
- GOÑI, O. et al. Effect of a commercial seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* on soybean under drought stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 267, p. 153549, 2021. DOI: 10.1016/j.jplph.2021.153549.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. et al. Effect of seaweed extracts on crop productivity and abiotic stress tolerance: a review. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 2307, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11112307.
- KARA, F. S. et al. The effects of different seaweed extracts on soybean plant growth, yield and nutrient uptake under field conditions. **Agriculture**, v. 11, n. 8, p. 764, 2021. DOI: 10.3390/agriculture11080764.
- 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**, v. 28, p. 386-399, 2009.
- LAMERS, J. et al. The role of biostimulants in improving crop tolerance to abiotic stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 72, n. 17, p. 5865-5880, 2021. DOI: 10.1093/jxb/erab225.

- MEHDI, S. M. et al. Potential of seaweed extracts as biostimulants for sustainable agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews*, v. 51, p. 1-28, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-80862-2_1.
- PEREIRA, B. L. B. et al. Seaweed-based biostimulants on soybean: a review of physiological and agronomic effects. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v. 23, n. 3, p. 695-710, 2021. DOI: 10.1080/16847525.2021.1963286.
- PIÑEIRO, J. et al. Biostimulant effect of seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* on soybean plant morphology and productivity. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 40, n. 3, p. 1162-1174, 2021. DOI: 10.1007/s00344-020-10149-1.
- POPP, M. P. et al. Effects of seaweed extract application on soybean under different fertilization regimes. *Agronomy Journal*, v. 113, n. 4, p. 3087-3099, 2021. DOI: 10.1002/agj2.20786.
- ROCHAT, L. et al. The application of seaweed extracts to improve the yield and nutritional quality of soybeans under different irrigation conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, v. 71, n. 8, p. 740-750, 2021. DOI: 10.1080/09064710.2021.1983267.
- SILVA, C. S. et al. Seaweed extracts improve nutrient use efficiency in soybean. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 185, n. 3, p. 351-360, 2022. DOI: 10.1002/jpln.202100412.
- SUN, Y. et al. The effects of a commercial seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* on soybean under drought stress. *Crop Science*, v. 62, n. 1, p. 434-446, 2022. DOI: 10.1002/csc2.20641.
- TARIQ, M. et al. Seaweed extracts as biostimulants for crop production: a review. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 67, n. 1, p. 110-125, 2021. DOI: 10.1080/03650340.2020.1718029.
- TURAN, M. A. et al. Effect of seaweed extract on nutrient uptake, yield, and quality of soybean grown under salt stress. *Journal of Applied Phycology*, v. 33, n. 5, p. 2873-2884, 2021. DOI: 10.1007/s10811-021-02482-6.
- VAN OOSTERHOUT, L. et al. Effect of seaweed extract on the root system architecture and nutrient uptake of soybean. *Frontiers in Plant Science*, v. 12, p. 721526, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.721526.
- VARMA, A. et al. Bioactive compounds from *Kappaphycus alvarezii* and their potential applications. *Journal of Applied Phycology*, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2017. DOI: 10.1007/s10811-016-0925-5.
- WALD, A. et al. The potential of seaweed extracts as biostimulants to enhance soybean yield and tolerance to drought stress. *Plants*, v. 10, n. 12, p. 2727, 2021. DOI: 10.3390/plants10122727.
- YAKHIN, O. I. et al. Biostimulants in plant science: a concise review. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, p. 1721, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2016.01721.
- YIN, C. et al. Seaweed extracts as biostimulants for crop growth and stress tolerance: a review. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 40, n. 5, p. 1899-1915, 2021. DOI: 10.1007/s00344-020-10174-0.
- ZHANG, X. et al. The role of seaweed extracts in promoting soybean growth and productivity. *Crop Journal*, v. 9, n. 2, p. 416-427, 2021. DOI: 10.1016/j.cj.2020.08.005.
- ZHU, C. et al. Biostimulants derived from seaweed for sustainable agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 68, n. 19, p. 5241-5252, 2020. DOI: 10.1021/acs.jafc.0c00034.
- ZOBELL, E. M. et al. A review of the use of seaweed extracts as a biostimulant in agriculture. *Agronomy*, v. 12, n. 1, p. 15, 2022. DOI: 10.3390/agronomy12010015.