



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**Emprego de fertilizante misto a base de extrato de alga
Ascophyllum nodosum, no tratamento de sementes de soja (*Glycine
max* L.) em ambiente protegido**

JULIANA LOBO GOMES

RIO VERDE, GO

2025



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**EMPREGO DE FERTILIZANTE MISTO A BASE DE EXTRATO
DE ALGA *Ascophyllum nodosum*, NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE
SOJA (*Glycine max* L.) EM AMBIENTE PROTEGIDO**

JULIANA LOBO GOMES

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal
Goiano – Campus Rio Verde, GO, como requisito
parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em
Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira

RIO VERDE – GO

Agosto, 2025

JULIANA LOBO GOMES

**EMPREGO DE FERTILIZANTE MISTO A BASE DE EXTRATO
DE ALGA *Ascophyllum nodosum*, NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE
SOJA (*Glycine max* L.) EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 28 de agosto de 2025,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
(Professor)

Prof. Dr. Osvaldo Resende
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
(Professor)

Prof. Dr. Eduardo Costa Severiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
(Professor)

Rio Verde – GO

Agosto, 2025

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

G633	Lobo Gomes, Juliana Emprego de fertilizante misto a base de extrato de alga <i>Ascophyllum nodosum</i>, no tratamento de sementes de soja (<i>Glycine max</i> L.) em ambiente protegido / Juliana Lobo Gomes. Rio Verde 2025. 33f. il. Orientador: Prof. Dr. Jardel Lopez Pereira. Tcc (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 - Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio Verde). 1. soja com utilização de bioestimulantes. 2. plantio de soja com alga <i>Ascophyllum nodosum</i>. 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:

Juliana Lobo Gomes

Matrícula:

2022102200240097

Título do trabalho:

Emprego de fertilizante misto a base de extrato de alga *Ascophyllum nodosum*, no tratamento de sementes de soja (*Glycine max L.*) em ambiente protegido.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☐ Não ☒ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/09/2025

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.

Rio Verde, GO

01/09/2025

gov.br

Documento assinado digitalmente
JULIANA LOBO GOMES
Data: 01/09/2025 14:45:16-0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Local

Data

Assinatura

gov.br

Documento assinado digitalmente
JARDIEL LOPES PEREIRA
Data: 01/09/2025 14:57:47-0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos vinte e oito dias do mês de agosto de dois mil e vinte e cinco, às 8:00 horas, reuniram-se de forma presencial na sala 52 da DPGPI a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira (orientador e presidente da banca), Prof. Dr. Osvaldo Resende e o Dr. Eduardo Costa Severiano, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado "**EMPREGO DE FERTILIZANTE MISTO A BASE DE EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum*, NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* L.) EM AMBIENTE PROTEGIDO**", de JULIANA LOBO GOMES, estudante do curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob matrícula nº 2022102200240097. A palavra foi concedida a 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** da 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 e Mediador de TC.

Rio Verde, 28 de agosto de 2025.

Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira (Orientador)

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Osvaldo Resende

Membro da Banca Examinadora

Prof. Dr. Eduardo Costa Severiano

Membro da Banca Examinadora

Pablo da Costa Gontijo

Mediador de TC

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jardel Lopes Pereira, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCBAGRO-RV**, em 28/08/2025 10:57:41.
- **Osvaldo Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/08/2025 11:02:58.
- **Eduardo da Costa Severiano, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/08/2025 11:21:17.
- **Pablo da Costa Gontijo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/08/2025 11:54:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/08/2025. 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: 737491

Código de Autenticação: 51483a1d48



Dedico

Primeiramente a Deus, a minha família, professores e amigos do IF Goiano, Campus Rio Verde - GO, que me proporcionaram orientações e suportes para que esse trabalho pudesse ser concluído.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus por ter me dado condições de chegar ao final do curso superior em Agronomia, o qual considero uma das profissões mais importantes para ajudar a suprir a deficiência alimentar e nutricional que ainda é um assunto não resolvido no Brasil e no Mundo.

Sou muito grata à minha mãe, pai (*in memoriam*), irmã, avós (*in memoriam*), todos meus tios (*in memoriam*) e primos que sempre me orientaram e torceram para que continuasse meus estudos com valores sólidos muita responsabilidade.

Agradeço também aos meus professores, orientadores e amigos e colegas dos laboratórios que já trabalhei e que me deram oportunidades de realizar trabalhos com sólidos ensinamentos, mostrando sempre o melhor caminho a trilhar, inspirando a formar-me uma profissional melhor preparada para os próximos desafios que virão.

RESUMO

GOMES, Juliana Lobo. **Emprego de fertilizante misto a base de extrato de alga *Ascophyllum nodosum*, no tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.) em ambiente protegido** 2025. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito do fertilizante misto a base de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes sobre o rendimento da cultura da soja, destacando seu potencial como bioestimulante agrícola. Este extrato é rico em fitormônios e compostos que favorecem o aumento do metabolismo da planta, crescimento radicular, absorção de nutrientes, água e tolerância a estresses. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, GO e o delineamento utilizado foi de blocos casualizados com quatro tratamentos de sementes: T1 – 0 mL kg⁻¹; T2 – 1,5 mL kg⁻¹; T3 – 3,0 mL kg⁻¹; T4 – 6,0 mL kg⁻¹, com 10 repetições cada, em vasos de 10 L contendo mistura de 50% latossolo e 50% composto orgânico. Adubação de base foi realizada e a colheita ocorreu 75 dias após o plantio. Os parâmetros analisados incluíram características vegetativas e reprodutivas. Os resultados indicaram que o fertilizante não influenciou as variáveis vegetativas (altura da planta, número de ramificações, diâmetro do caule e massa total de matéria seca), contudo, houve melhoria nos componentes de rendimento reprodutivo com a dose recomendada (3 mL/kg), que ocasionou o aumento no número de vagens por planta e de grãos por vagem, em relação ao controle. Conclui-se que o fertilizante misto a base de extrato de *Ascophyllum nodosum* tem potencial para melhorar o desempenho produtivo da cultura da soja, especialmente em aspectos reprodutivos, sendo a dose de 3 mL/kg⁻¹, a mais eficiente. A pesquisa destaca, o uso do bioestimulante como estratégia promissora na agricultura sustentável.

Palavras-chave: bioestimulante, rendimento, fertilizante

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Agricultura sustentável e bioestimulantes	13
2.2 <i>Ascophyllum nodosum</i> como bioestimulante	13
2.3 Efeitos sobre parâmetros vegetativos e reprodutivos	14
2.4 Fertilizante Misto	14
2.5 Interpretação preliminar dos resultados na literatura	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Parâmetros de Crescimento	15
4.1.1 Massa de Raiz x Doses	16
4.1.2 Massa de Raiz x Tempo	16
4.1.3 Massa Haste + Parte aérea x Doses	17
4.1.4 Massa Haste + Parte aérea x Tempo	18
4.1.5 Massa Total da Matéria Seca x Tempo	19
4.2 Parâmetros de rendimento	300
4.2.1 Parâmetros vegetativos	30
4.2.2 Parâmetros reprodutivos	27
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas agrícolas mais relevantes no cenário mundial, desempenhando um papel fundamental na produção de proteína vegetal e óleo comestível. Originária da China, as primeiras referências ao grão datam de 2883 a 2838 a.C., período em que era considerado alimento sagrado. No Brasil, seu registro inicial ocorreu por volta de 1882, na Escola de Agronomia da Bahia. Em 1892, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em São Paulo, iniciou estudos voltados ao desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições brasileiras.

Inicialmente, o interesse não se concentrava no grão para uso industrial, mas sim na planta como forrageira e na rotação de culturas. O primeiro cultivo comercial registrado no país ocorreu em 1914, no município de Santa Rosa (RS). A partir da década de 1940, a soja ganhou relevância econômica, sendo contabilizada no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul (1941), ano em que também foi instalada a primeira indústria processadora no município de Santa Rosa.

Desde então, a produção cresceu exponencialmente, posicionando o Brasil como líder global. Na safra 2024/2025, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), o país alcançou produção recorde de 169,48 milhões de toneladas. Graças à ampla base genética e ao melhoramento de cultivares, atualmente a soja é cultivada em praticamente todas as regiões brasileiras, com variedades adaptadas às distintas condições de solo, clima e desafios fitossanitários.

Visto a importância da cultura da soja na produção mundial, é fato que há a necessidade de cada vez mais aumentar a produtividade em campo, logo as pesquisas com produtos biológicos vieram para somar e diminuir impactos que químicos causam no ambiente.

O extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* destaca-se entre os bioestimulantes mais utilizados na agricultura devido à sua composição rica em fitormônios naturais, como citocininas, auxinas, giberelinas, polissacarídeos, aminoácidos, manitol e compostos fenólicos, dentre outros, favorecendo processos fisiológicos e bioquímicos essenciais as plantas.

A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é um insumo valioso para a agricultura, atuando como componente de bioestimulantes que melhoram o crescimento e a saúde geral das plantas, além de aumentar sua tolerância a estresses abióticos e bióticos. O uso dessa alga também contribui para o desenvolvimento do sistema radicular, o que resulta em maior absorção de água e nutrientes, e promove a melhoria da qualidade e produtividade das culturas. Além disso, ela tem uma ação bioprotetora, ajudando as plantas a lidar com pragas e doenças.

Considerando o potencial agronômico dos extratos de *A. nodosum*, torna-se relevante avaliar seus efeitos aplicados via tratamento de sementes (TS), técnica de baixo custo, de fácil manejo e com potencial para uniformizar o aporte de compostos bioativos na fase inicial de desenvolvimento da planta.

No presente trabalho avaliou-se o efeito de diferentes doses de fertilizante misto contendo extrato de *A. nodosum* aplicado no tratamento de sementes de soja, conduzindo o experimento em ambiente protegido e condições controladas, avaliando parâmetros vegetativos e reprodutivos para verificar a influência do produto no rendimento após a colheita.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura sustentável e bioestimulantes

A soja ocupa posição estratégica no agronegócio brasileiro, representando a principal commodity agrícola em volume de produção e exportação (USDA, 2023). A busca por tecnologias que incrementem a produtividade de forma ambientalmente responsável reforça a importância de estudos sobre bioestimulantes como o extrato de *Ascophyllum nodosum*.

O tratamento de sementes apresenta vantagens operacionais e econômicas, permitindo aplicação uniforme e em baixa dosagem, com menor desperdício e maior eficiência no uso do insumo (ERTANI et al., 2018). No entanto, a literatura apresenta lacunas quanto à determinação de doses ideais para aplicação via TS em soja, especialmente sob condições controladas de casa de vegetação e posteriormente ser replicada ao campo de maneira bem-sucedida, o que justifica a condução do presente estudo.

O aumento contínuo da demanda por alimentos impõe à agricultura o desafio de elevar a produtividade de forma sustentável, preservando os recursos naturais e minimizando impactos ambientais (FAO, 2021). Nesse contexto, os bioestimulantes surgem como tecnologias inovadoras capazes de otimizar processos fisiológicos das plantas, aumentando sua eficiência no uso de recursos e reduzindo a dependência de insumos sintéticos (CALVO et al., 2014).

Segundo a definição proposta por Du Jardin (2015), bioestimulantes são substâncias ou microrganismos aplicados a plantas ou ao solo, com a finalidade de estimular processos naturais que melhoram a absorção e utilização de nutrientes, tolerância a estresses bióticos e abióticos e a qualidade das culturas, independentemente do teor de nutrientes que contenham. Entre os compostos mais estudados destacam-se aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, extratos de algas marinhas e microrganismos promotores de crescimento.

2.2 *Ascophyllum nodosum* como bioestimulante

O extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, coletada principalmente em águas frias do Atlântico Norte, é um dos bioestimulantes mais investigados na atualidade (CRAIGIE, 2011). Sua composição inclui fitormônios como auxinas, citocininas e giberelinas, além de polissacarídeos, aminoácidos, manitol e compostos fenólicos, que atuam de forma sinérgica na modulação de processos fisiológicos.

Estudos indicam que a aplicação de extratos da alga *A. nodosum* traz diversos benefícios para as plantas. Essas substâncias estimulam o crescimento radicular e a emissão de raízes secundárias, o que melhora a absorção de água e nutrientes. Além disso, aumentam a tolerância das plantas a estresses abióticos, como a falta de água e a salinidade. Também são capazes de ativar vias metabólicas ligadas à defesa contra patógenos e ao enchimento de grãos, segundo pesquisa de SANTANIELLO et al. (2022)

A versatilidade desses efeitos está associada à sua ação multifuncional, atuando tanto em fases vegetativas quanto reprodutivas da planta.

2.3 Parâmetros vegetativos e reprodutivos

Apesar de evidências positivas, a resposta das plantas à aplicação de produtos a base de extratos de *A. nodosum* pode variar conforme a espécie cultivada, a dose utilizada e o estágio fenológico de aplicação, no caso de aplicação foliar. Estudos mostram que, em culturas como soja, no caso de tratamento de sementes, os efeitos sobre parâmetros vegetativos (altura, diâmetro do caule e biomassa) podem ser pouco expressivos, enquanto os parâmetros reprodutivos, como número de vagens e grãos por vagem, tendem a ser mais responsivos (ROUPHAEL et al., 2020),

2.4 Fertilizante Misto

O fertilizante misto utilizado continha extrato de *A. nodosum* em formulação mista, cuja composição inclui fitormônios naturais (auxinas, citocininas e giberelinas), polissacarídeos e outros compostos bioativos. Entre os benefícios relatados para a cultura da soja destacam-se: incremento no metabolismo vegetal, estímulo ao desenvolvimento radicular, aumento da absorção de nutrientes e água, maior tolerância a estresses bióticos e abióticos e potencial elevação da produtividade.

Além do uso de *A. nodosum*, o fertilizante em questão, contém micronutrientes como Níquel (Ni), Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo). E apesar da baixa exigência de Mo pela soja, grande parte dos solos brasileiros não o disponibiliza em quantidade suficiente (TIRITAN et al., 2007). O Co é essencial para a fixação biológica de nitrogênio, e sua deficiência reduz significativamente a eficiência desse processo (SFREDO; OLIVEIRA, 2010). No entanto, em

doses elevadas, Co e Mo podem apresentar toxicidade para bactérias fixadoras de nitrogênio (SILVEIRA, et al., 2021). O Ni, por sua vez, desempenha papel na ativação de enzimas como a urease e sua deficiência pode comprometer a fotossíntese e o crescimento vegetal.

2.5 Interpretação preliminar dos resultados na literatura

Trabalhos anteriores relatam que a aplicação de extrato de *A. nodosum* nem sempre promove ganhos significativos em parâmetros vegetativos, fortalecendo a hipótese de que seu efeito mais consistente ocorre em variáveis reprodutivas. Por exemplo: Aumentos no número de vagens e também grãos por vagem têm sido observados em doses compatíveis com as recomendadas em bula, enquanto doses superiores tendem a não gerar ganhos adicionais, possivelmente devido à saturação fisiológica da resposta. Essas evidências reforçam a necessidade de manejo criterioso, alinhado às recomendações técnicas para maximizar os benefícios do bioestimulante sem desperdício de insumos. (SANTOS et al, 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (GO), em área de 152 m², localizada nas coordenadas geográficas 17°48'19.30"S e 50°54'15.71"W, a 698 m de altitude. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e dez repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram nas seguintes doses do fertilizante por quilograma de sementes: T1 – 0 mL kg⁻¹ (testemunha); T2 – 1,5 mL kg⁻¹; T3 – 3,0 mL kg⁻¹ (dose recomendada pela bula); T4 – 6,0 mL kg⁻¹. Em todas doses, completamos com água destilada até atingir o volume de 14mL. Exemplo: T3 tem 3,0 mL kg⁻¹ + 11mL de água destilada até completar 14mL de solução. As sementes foram semeadas em 40 vasos com capacidade para 10 L, preenchidos com mistura de 50% de latossolo e 50% de composto orgânico previamente homogeneizados.

Foi utilizada a variedade de soja 7601 I2X, comercializada pela marca Monsoy, e com as tecnologias Intacta 2 Xtend[®], que proporciona um conjunto de ferramentas para o manejo de plantas daninhas e para a proteção contra as principais lagartas que afetam a cultura (BAYER, 2025). A adubação de base foi padronizada para todos os tratamentos, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de NPK (4-14-08) 15 dias após o plantio. No estágio reprodutivo R5/R6, foi realizado o desbaste, deixando apenas a planta mais vigorosa em cada vaso.

A irrigação ocorreu de forma diária para manter a umidade próxima à capacidade de campo. O controle fitossanitário seguiu as recomendações técnicas para a cultura, com monitoramento diário. A colheita foi realizada 75 dias após a semeadura e as plantas foram acondicionadas e processadas no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Foram analisados os seguintes parâmetros morfoagronômicos, após 75 dias de cultivo, altura de planta (cm); número de ramificações por planta; diâmetro do caule (mm); massa total da matéria seca; número de vagens por planta e número de grãos por vagem. O número de ramos por planta, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem foram determinados por contagem manual individualizada, realizada diretamente em cada 10 plantas de cada tratamento. Com o auxílio de régua graduada a altura da planta e com paquímetro determinou-se o diâmetro do caule.

Semanalmente foram coletadas 10 plantas de cada tratamento e aferiu-se: massa seca da raiz, massa seca da haste mais parte aérea e massa total da planta. Para determinação da massa

seca, o material foi seco em estufa a 60 °C por 48 horas, até atingir massa constante e após aferiu-se a massa em balança de resolução 0,01 g.

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial 4x4 em 10 repetições para massa seca da raiz, massa seca da haste mais parte aérea e massa total da planta. Em esquema simples, 4 doses e 10 repetições analisou-se por meio do teste de médias as variáveis altura de planta; Número de ramificações por planta; Diâmetro do caule; número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de significância, em seguida procedeu-se análise qualitativa pelo teste de Tukey, a 5% para os parâmetros “número de vagens por planta” e a 10% para parâmetros “número de grãos por vagem”. Para a análise de crescimento, a soja foi submetida às diferentes doses do biofertilizantes testado e assim foram traçadas curvas de regressão. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico MINITAB®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de Crescimento

Para avaliação dos parâmetros de crescimento da soja ao longo do tempo, foi realizado a análise de regressão não linear e usado o R^2 (Coeficiente de Determinação), que é uma medida que indica quanto o modelo explica a variabilidade da variável dependente. Um R^2 de 0,70, por exemplo, significa que 70% da variação na variável dependente é explicada pelo modelo. Desta forma, no “Tempo” t7 dias, t14 dias, t21 dias e t28 dias, foram colhidos materiais vegetais para análise e foram selecionadas algumas partes vegetativas da soja para fazer mensurações, tabulações e análises estatísticas.

Na Tabela 1, está apresentado o resumo da análise de variância dos diferentes parâmetros analisados.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio dos parâmetros

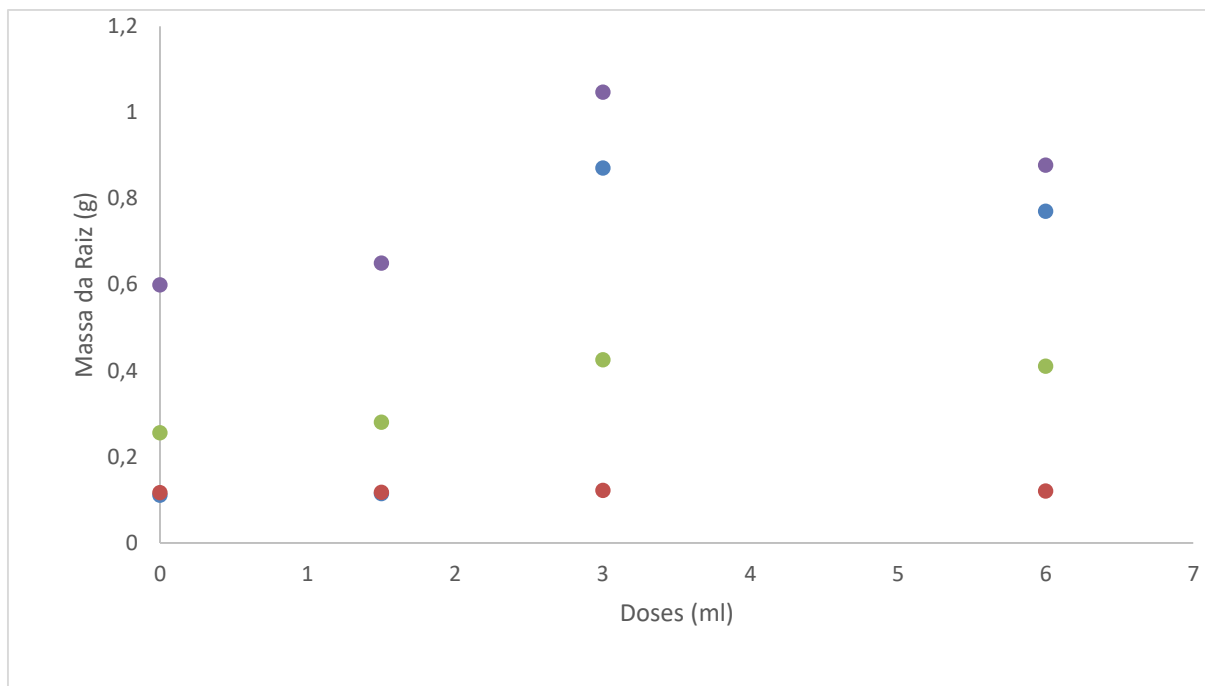
FV	GL	MS Raiz (g)	HS+PA (g)	MTS (g)
Doses	3	0,003 ^{ns}	0,26 ^{**}	0,31 ^{**}
Tempo	3	0,11 ^{**}	21,44 ^{**}	24,52 ^{**}
D x t	9	0,002 ^{ns}	0,18 ^{**}	0,21 ^{**}
Resíduo	144	0,001	0,05	0,06
CV %		49,18	30,09	30,10
Média geral		0,07	0,72	0,79

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; t: tempo; CV: coeficiente de variação. ^{**}Significativo a 1% e ^{*} significativo a 5% pelo teste F; ^{ns} Não significativo.

A massa seca da raiz apresentou efeito do tempo e a haste + parte aérea e a massa seca total apresentou interação de doses e tempo.

4.1.1 Massa da Raiz x Doses

O resultado dessa análise de regressão foi crucial para a Figura 1, pois demonstra que doses excessivas podem não ser eficientes. Não há linhas de tendência para as doses aplicadas, ou seja, as doses aplicadas não afetaram o crescimento da raiz.



- **Figura 1.** Massa seca da raiz (g) das plântulas de soja submetidas ao tratamento de doses de fertilizante misto a base do extrato de *A. nodosum*: T1 – 0 mL kg⁻¹; T2 – 1,5 mL kg⁻¹; T3 – 3,0 mL kg⁻¹; T4 – 6,0 mL kg⁻¹

4.1.2 Massa da Raiz x Tempo

A análise de regressão foi utilizada na Figura 2 para modelar o crescimento da massa da raiz (g) ao longo do tempo t7; t14; t21; t28 (dias) para os quatro diferentes tratamentos (T1, T2, T3 e T4). Os dados foram ajustados o que apresentou excelente resultados todos os tratamentos, com coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,98.

As equações de regressão obtidas para cada tratamento permitem uma análise detalhada da taxa de crescimento. A equação para T1 ($y=0,0021x^2-0,0263x+0,1101$) e para T3 ($y=0,0016x^2-0,0247x+0,1123$) apresentaram os maiores coeficientes para o termo quadrático (x^2), indicando uma taxa de crescimento mais acentuada em relação a T2 e T4. Isso sugere que os tratamentos T1 e T3 foram mais eficazes em promover o acúmulo de biomassa na raiz ao longo do tempo. A diferença entre os tratamentos pode ser atribuída à composição de cada formulação, que pode conter substâncias bioestimulantes, como ácidos húmicos ou extratos de algas, que otimizam a divisão celular e o alongamento da raiz (BULGARI et al., 2015).

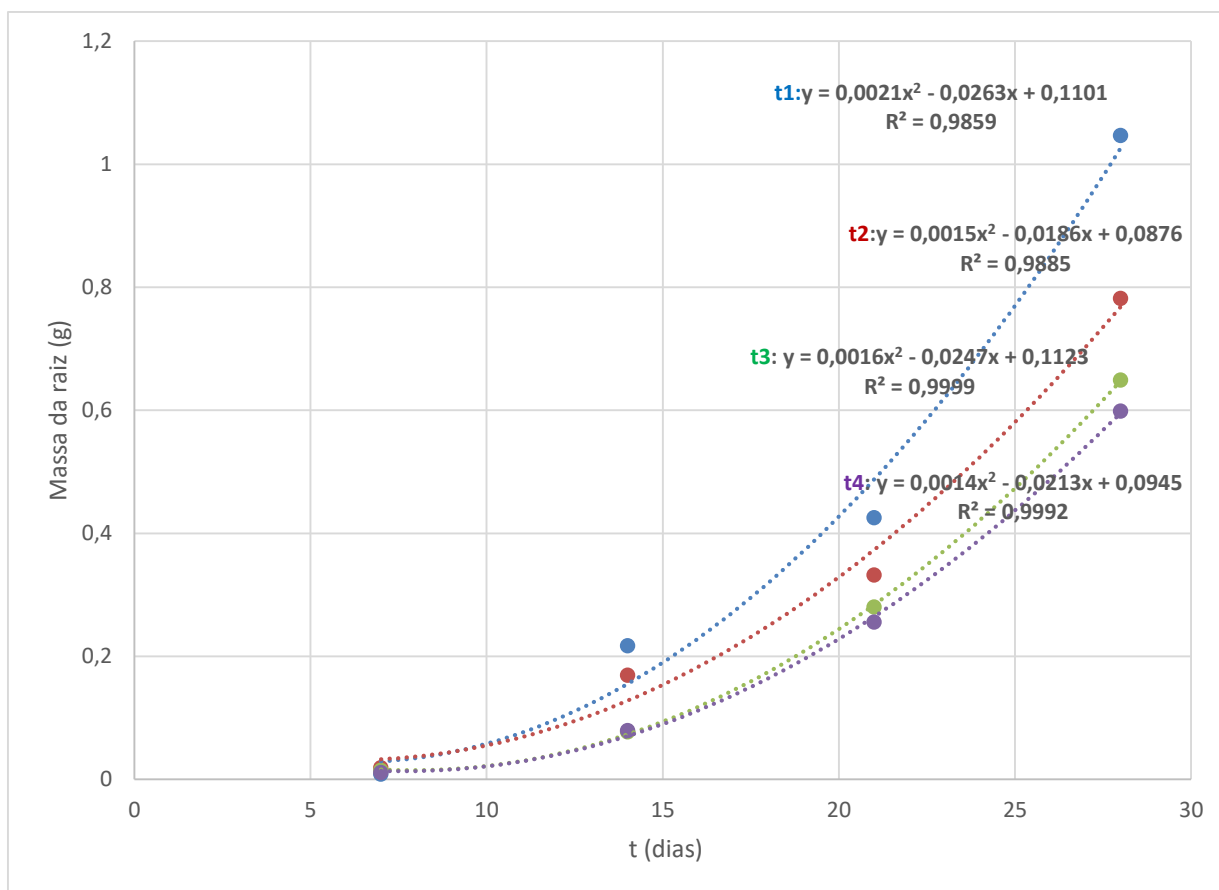


Figura 2. Massa seca da raiz (g) das plântulas de soja submetidas a tempos de t7 dias, t14 dias, t21 dias e t28 dias

4.1.3 Massa da Haste + Parte Aérea x Doses

Para a Figura 3, o resultado da massa da haste mais parte aérea em função as doses aplicadas ao modelo de regressão apresentaram R^2 menor que 0,70, o que significa que não existe tendência para ser explicada linha de tendência ou modelo de regressão.

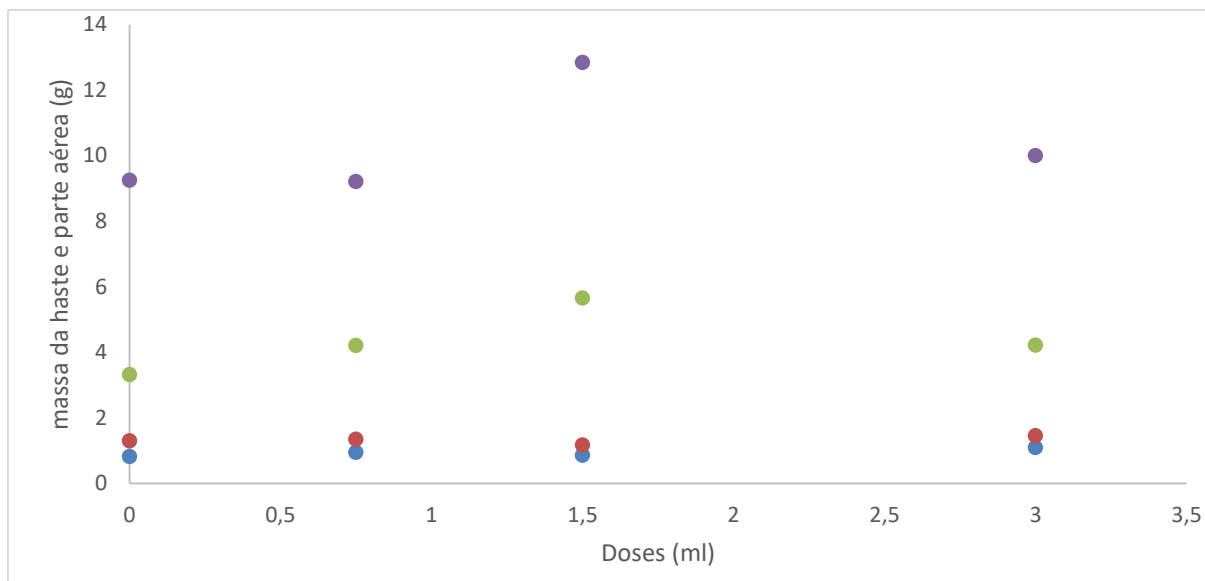


Figura 3. Massa da haste e parte aérea (g) das plântulas de soja submetidas ao tratamento de doses de fertilizante misto a base do extrato de *A. nodosum* T1 – 0 mL kg⁻¹; T2 – 1,5 mL kg⁻¹; T3 – 3,0 mL kg⁻¹; T4 – 6,0 mL kg⁻¹

4.1.4 Massa Haste + Parte Aérea x Tempo

A Figura 4 apresentou um elevado valor de R^2 ($> 0,98$) em todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) indica que é altamente eficaz para descrever o crescimento da biomassa da parte aérea ao longo do tempo. A forma da curva de crescimento, com uma aceleração inicial, é um padrão fisiológico esperado para o desenvolvimento de plântulas, onde o crescimento se intensifica após o estabelecimento inicial (TAIZ & ZEIGER, 2017).

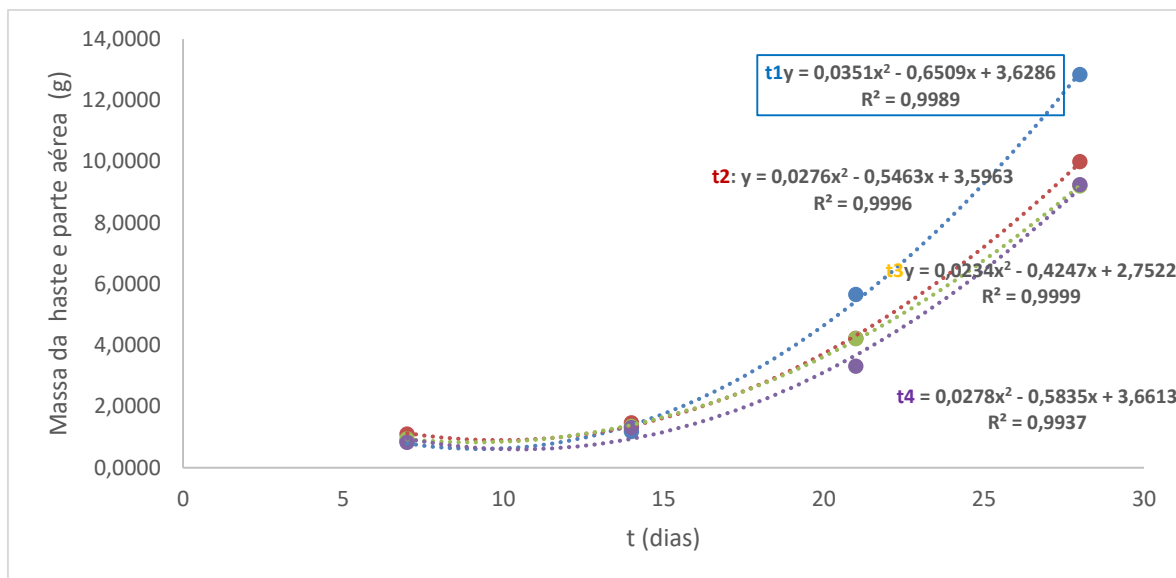


Figura 4. Massa da haste e parte aérea (g) das plântulas de soja submetidas a tempos de t7 dias, t14 dias, t21 dias e t28 dias

4.1.5 Massa Total da Matéria Seca x Tempo

Na Figura 5 Os dados foram ajustados a um modelo de regressão polinomial de segundo grau, que apresentou excelente ajuste para todos os tratamentos, com coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,98. O elevado valor de R^2 em todos os tratamentos (T1: 0,9994; T2: 0,9964; T3: 0,9872; T4: 0,9907) indica que o modelo de regressão quadrática é altamente eficaz para descrever o crescimento da biomassa da planta ao longo do tempo.

A aplicação de um modelo de regressão tão preciso é uma ferramenta valiosa para futuras pesquisas, pois permite a comparação da taxa de crescimento em diferentes condições experimentais de forma quantitativa e robusta, sem a necessidade de medições em todos os pontos do tempo (PIRES et al., 2019).

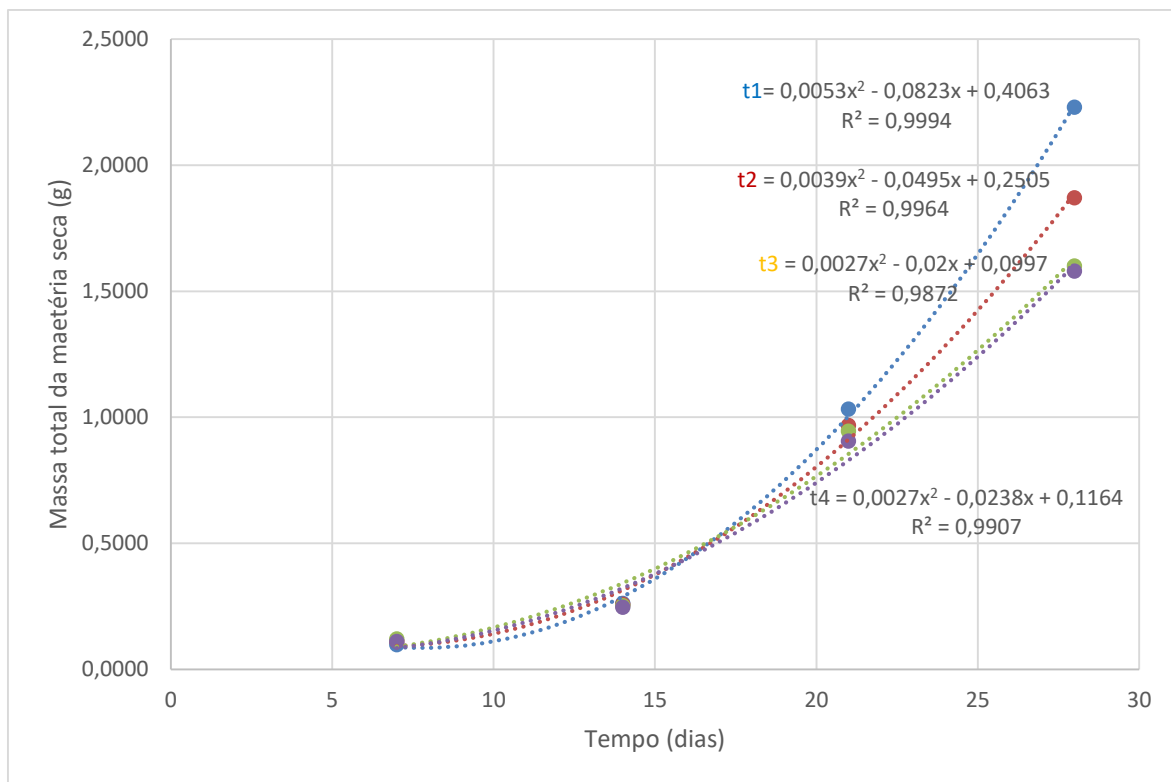


Figura 5. Massa total da matéria seca (g) das plântulas de soja submetidas a tempos de t7 dias, t14 dias, t21 dias e t28 dias

4.2 Parâmetros de rendimento

4.2.1 Parâmetros vegetativos

Não houve efeito do tratamento de sementes com o fertilizante misto a base de extrato de alga *A. nodosum* sobre a altura das plantas, conforme evidenciado na Figura 5 pela análise de variância ($p=0,464$), que resultou em valor superior ao nível de significância de 5%. As variações observadas entre os tratamentos, com a maior altura média (93,2 cm) obtida na dose de $1,5 \text{ mL kg}^{-1}$ e a menor (83,7 cm) na dose de 3 mL kg^{-1} , indicadas na Figura 6, são consideradas resultado da variabilidade natural da cultura e não um efeito da aplicação do produto.

O resultado obtido difere de estudos anteriores que demonstraram o potencial de bioestimulantes à base de extratos de algas marinhas em promover o crescimento vegetal. A literatura científica aponta que os fitohormônios (citoquininas e auxinas) e aminoácidos presentes no *A. nodosum* são capazes de induzir o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, resultando em plantas mais vigorosas (CRUZ et al., 2017).

A ausência de resposta neste experimento pode ser atribuída a diversos fatores. Primeiramente, a dose utilizada pode não ter sido a ideal, uma vez que a resposta a bioestimulantes frequentemente segue um padrão de dose-resposta não linear, em que doses muito baixas ou muito altas podem não ser eficazes (MELLO; JÚNIOR; OLIVEIRA, 2021). Embora o tratamento com 1,5 ml/kg tenha apresentado o maior valor numérico, a falta de significância estatística impede que se atribua esse resultado ao produto. Além disso, a resposta da cultura pode ser influenciada por fatores genéticos da cultivar de soja utilizada e por condições ambientais (disponibilidade de água e nutrientes no solo, temperatura), que podem ter sobrepujado o efeito do bioestimulante sobre a altura das plantas.

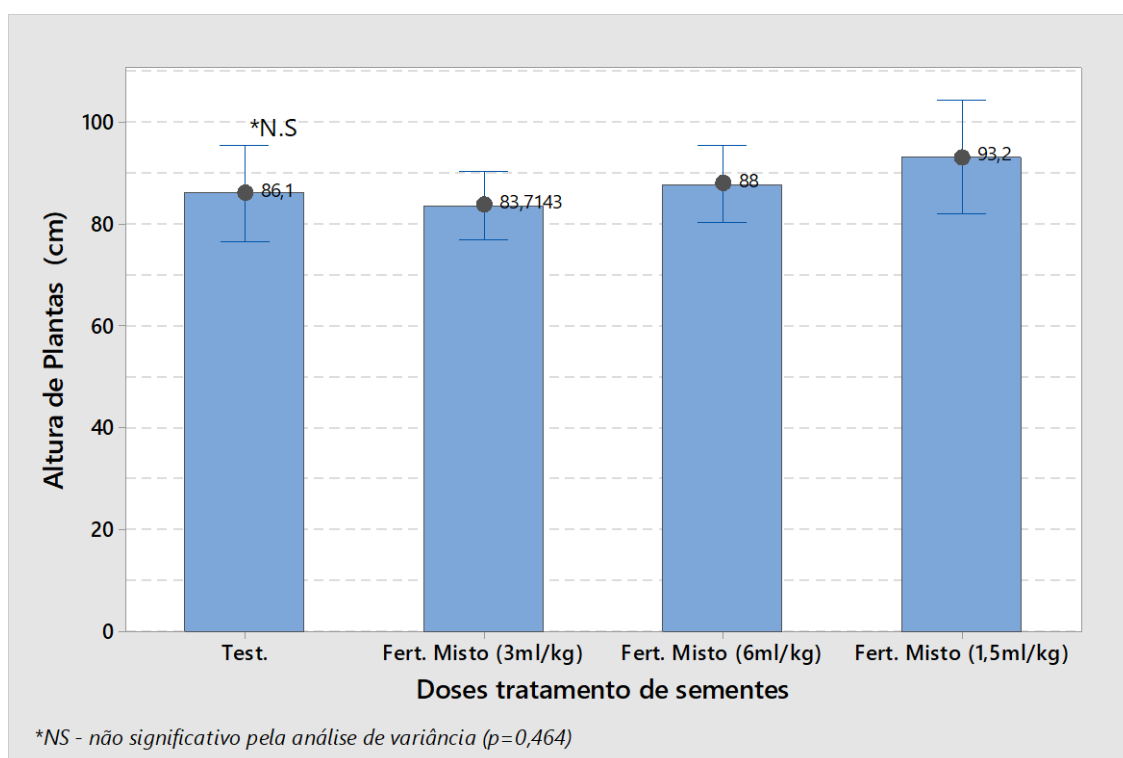


Figura 6. Altura de plantas de soja submetidas a diferentes doses de tratamentos de sementes

Conforme evidenciado na análise de variância ($p=0,721$) da Figura 7, o tratamento de sementes com o fertilizante misto à base de extrato de *A. nodosum*, nas doses avaliadas, não influenciou de forma significativa o número de ramificações por planta. As variações médias observadas entre os tratamentos (Testemunha com 9 ramificações, e as doses de 3 mL/kg⁻¹, 6 mL/kg⁻¹ e 1,5 mL/kg⁻¹ com 8,7; 8,6 e 7,97 ramificações, respectivamente) não são distintas do grupo controle, e a tendência de redução em algumas doses é considerada aleatória.

A ausência de efeito na altura de plantas e no número de ramificações, sugere que o aumento significativo na produtividade de grãos e foi resultado da ação do bioestimulante sobre outros componentes do rendimento. Estudos anteriores indicam que o extrato de algas pode influenciar o aumento do número de vagens por nó, do número de grãos por vagem ou, até mesmo, o peso de grãos, que são fatores fisiológicos que afetam diretamente o rendimento.

Essa dissociação entre esses primeiros crescimentos vegetativos observados e a produtividade de grãos é um resultado relevante. Ela reforça a ideia de que o tratamento de sementes com o bioestimulante não necessariamente promove um crescimento mais exuberante da planta, mas sim uma melhor alocação de energia e nutrientes para os órgãos reprodutivos (vagens e grãos), otimizando a eficiência fisiológica da planta (CRUZ et al., 2017). A falta de resposta em variáveis de crescimento, enquanto há um impacto positivo na produtividade, destaca a importância de se avaliar o resultado final de campo ao invés de se basear apenas em dados de crescimento em casa de vegetação.

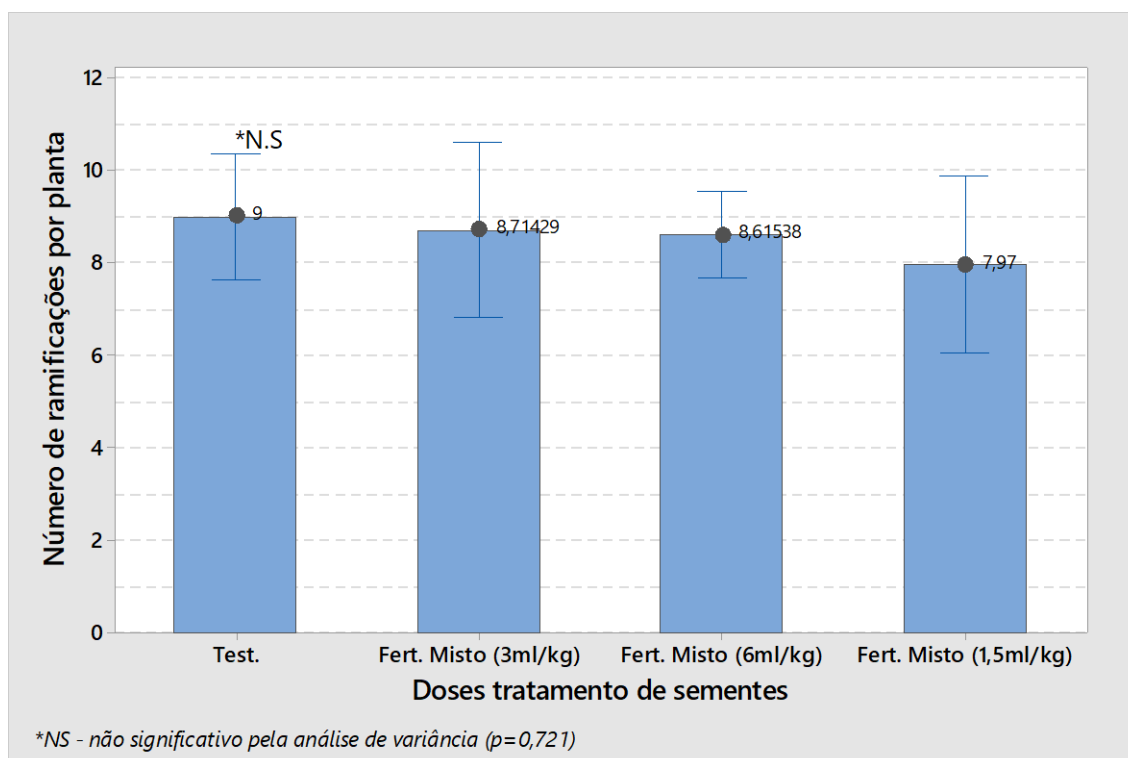


Figura 7. Ramificação das plantas de soja submetidas a diferentes doses de tratamentos de sementes

Os resultados da Figura 8, indicam que o grupo controle obteve um diâmetro de caule médio de 7,7 cm. Os grupos tratados com doses de doses de 3 mL/kg⁻¹, 6 mL/kg⁻¹ e 1,5 mL/kg⁻¹ apresentaram diâmetros de caule médios de 7,14 cm, 7,15 cm e 7,4 cm, respectivamente.

Sendo soja uma planta herbácea e a cultivar plantada, com a característica de precocidade e alto potencial produtiva podem ser uma das explicações do por que os caules não apresentarem diâmetros tão expressivos. Uma das possibilidades é que os fitormônios da soja potencializados com o tratamento de semente com as diferentes doses do fertilizante misto a base de extrato de alga *A. nodosum* direcionou seus recursos para a formação de componentes reprodutivos.

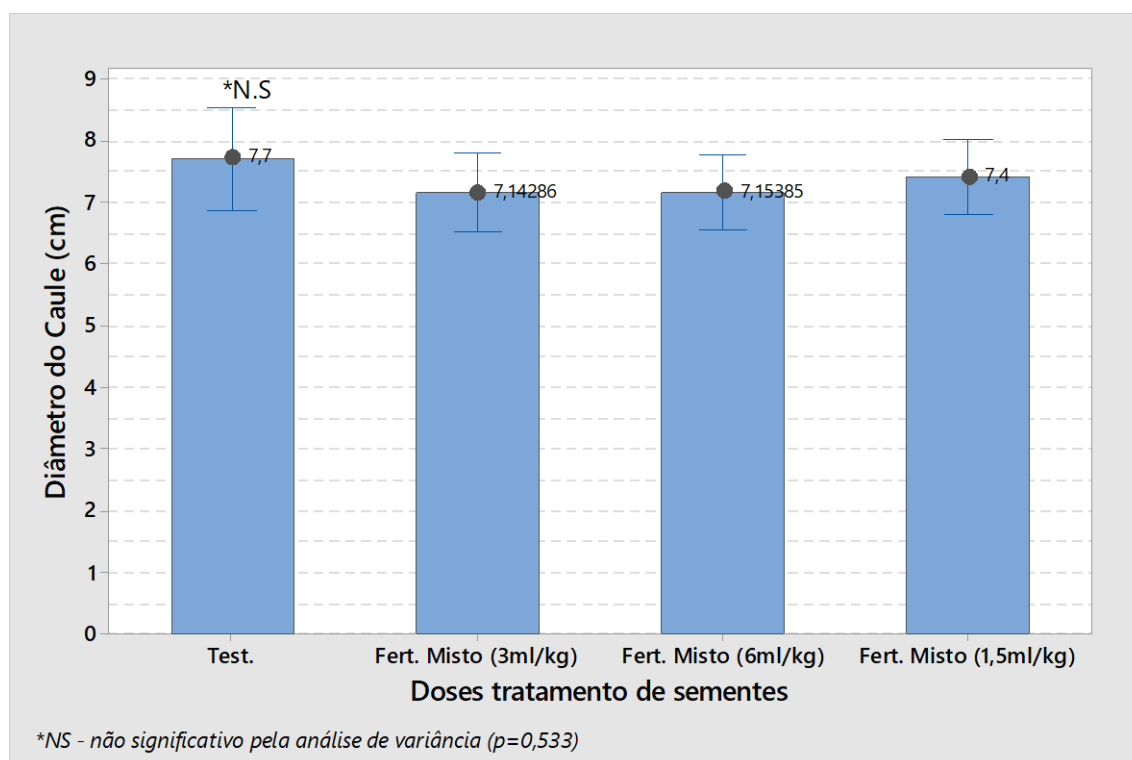


Figura 8. Diâmetro do caule das plantas de soja submetidas a diferentes doses de tratamentos de sementes

A Figura 9, mostra que análise estatística não revelou diferenças entre os tratamentos, com um valor p de 0,277, ou seja, no gráfico confirma que as variações observadas na matéria seca da folha entre os grupos são, estatisticamente, resultado do acaso e não do efeito dos tratamentos. A ausência de diferença estatística significativa na matéria seca de folha entre os

tratamentos, incluindo o controle, sugere que o fertilizante misto, nas doses aplicadas, não teve um impacto significativo na produção de biomassa foliar. Embora a matéria seca seja um indicador crucial do acúmulo de carbono e do vigor da planta, os resultados não confirmam a eficácia do produto para essa variável. Tal resultado está de acordo com o que se observa em estudos onde a resposta da planta a insumos agrícolas pode não ser linear ou previsível em todas as métricas de crescimento. Apesar da falta de significância estatística, é notável que a dose mais baixa ($1,5 \text{ mL/kg}^{-1}$) resultou no maior valor médio numérico para a matéria seca de folha ($9,02 \text{ g}$), superando até mesmo o grupo controle. Essa tendência numérica, embora não estatisticamente validada, pode indicar que a dose de $1,5 \text{ mL/kg}^{-1}$ está mais próxima da concentração ideal para promover o crescimento foliar. Em contraste, as doses de 3 mL/kg^{-1} e 6 mL/kg^{-1} mostraram valores numericamente inferiores ao controle, o que pode sugerir um efeito de estresse ou inibição em concentrações mais elevadas.

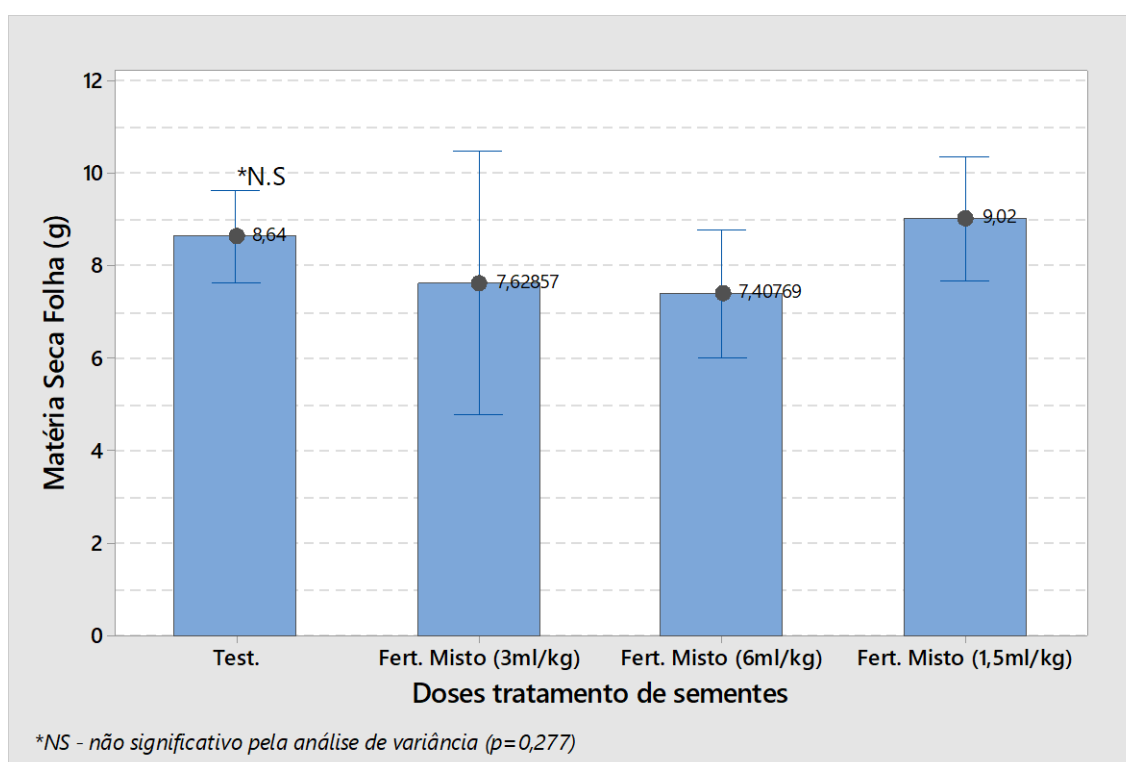


Figura 9. Matéria seca das folhas das plantas de soja submetidas a diferentes doses de tratamentos de sementes

A análise estatística da Figura 10, por meio da Análise de Variância (ANOVA) não revelou diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas ($p > 0,05$). A matéria seca de caule obteve um valor de p de $0,103$. A estatística revelou que, embora os tratamentos com o fertilizante misto tenham alterado numericamente os parâmetros

morfológicos e de biomassa avaliados, a ausência de significância estatística em todas as variáveis impede a conclusão de um efeito benéfico ou adverso do produto nas doses aplicadas. Essa constatação de não significância ($p > 0,05$) é um achado crucial, que reflete a complexidade das interações entre insumos agrícolas e a fisiologia vegetal, um fenômeno amplamente discutido na literatura (PEREIRA; COSTA, 2019).

Apesar da não significância, a análise das tendências numéricas oferece compreensões valiosas para o experimento realizado. Enquanto a matéria seca de caule e de vagem, são numericamente superiores nos grupos tratados com o biofertilizante em comparação com o controle, o diâmetro do caule e a matéria seca de folhas, mostraram um comportamento menos consistente ou até mesmo inferior ao do controle em algumas doses. Essa dissociação na resposta pode indicar uma partição de fotoassimilados que não favoreceu uniformemente todas as partes da planta, um fenômeno comum em respostas a estresses ou a estímulos exógenos.

A alta variabilidade biológica, refletida nas amplas barras de erro em todas as figuras, é uma causa provável para a ausência de significância estatística. A variabilidade inerente aos dados biológicos pode ter mascarado um efeito sutil do biofertilizante, tornando-o indistinguível do acaso. Além disso, a curva de dose-resposta dos bioestimulantes é frequentemente não-linear; doses muito baixas podem ser ineficazes, enquanto doses excessivas podem ser inibitórias. A tendência de valores mais altos nas doses de $1,5 \text{ mL/kg}^{-1}$ e 3 mL/kg^{-1} para a matéria seca de vagem e caule sugere que a dose ótima pode estar concentrada na faixa mais baixa do experimento, e doses superiores, como a de 6 mL/kg , podem ter tido um efeito sub-ótimo.

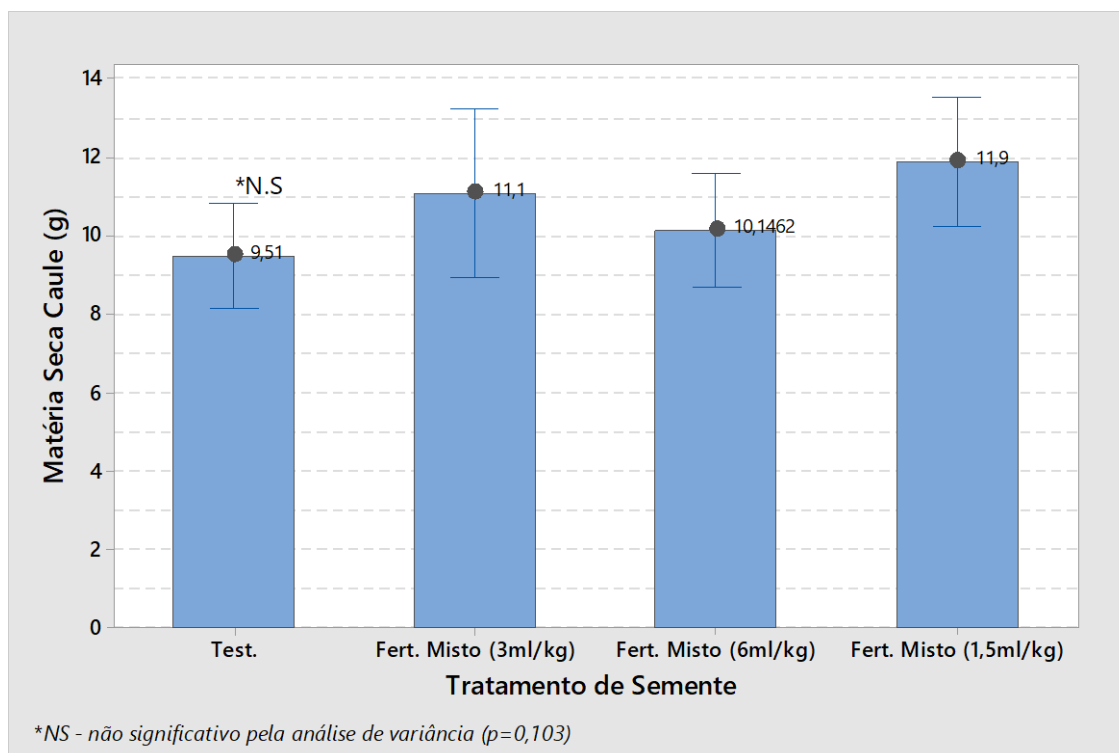


Figura 10. Matéria seca do caule em relação as diferentes doses de tratamentos de sementes

Na Figura 11, os resultados da análise de variância indicaram um valor de $p=0,091$, que é superior ao nível de significância de 0,05, corroborando a ausência de um efeito significativo do tratamento na variável do estudo. Matéria seca das vagens (g) de soja em resposta a diferentes doses de fertilizante misto a base de extrato de alga *A. nodosum* no tratamento de sementes. Embora o esse tratamento na dose de 3 mL/kg^{-1} tenha apresentado o maior valor médio (45,47 g), numericamente superior à testemunha (31,86 g), a variação inerente aos dados não permitiu que essa diferença fosse considerada estatisticamente relevante. A elevada dispersão dos dados, evidenciada pelas grandes barras de erro, contribuiu para a ausência de significância estatística.

Uma hipótese para o resultado do experimento pode ser que a composição do fertilizante misto base de extrato de alga *A. nodosum*, pode conter uma combinação de macro e micronutrientes, e possa não ter sido ideal para as condições específicas do microambiente e da cultivar em questão. A deficiência ou o excesso de um determinado nutriente pode ter limitado a resposta da planta, inibindo o potencial de aumento da matéria seca das vagens. A nutrição de plantas é um processo complexo, e a interação entre os diferentes nutrientes é fundamental para o desenvolvimento e a produtividade das culturas (MALAVOLTA, 2006).

Em suma, os resultados deste estudo reforçam a necessidade de otimizar as concentrações de fertilizantes e bioestimulantes para culturas específicas. A ausência de um efeito significativo nos parâmetros analisados não descarta completamente o potencial do produto, mas sim direciona a pesquisa para uma investigação mais detalhada, incluindo uma faixa de doses mais ampla e a análise de outras variáveis fisiológicas e moleculares que possam ser mais responsivas.

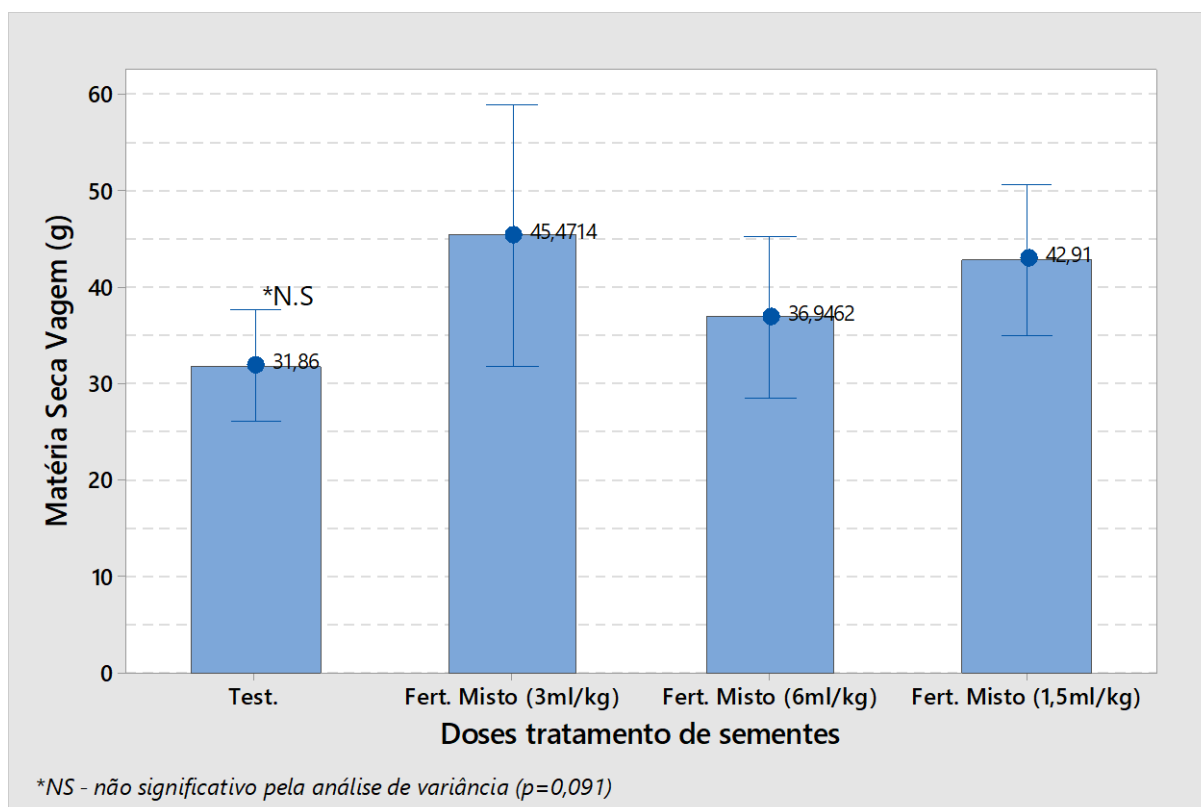


Figura 11. Matéria seca da vagem em relação as diferentes doses de tratamentos de sementes

4.2.2 Parâmetros reprodutivos

Na Figura 12, evidencia-se a análise de variância (ANOVA) para o número de vagens por planta de soja revelou um efeito significativo dos tratamentos com o fertilizante misto a base de extratos de A. fertilizante misto foi superior à testemunha, com um número médio de 86,86 vagens por planta, em comparação com 61,5 vagens na testemunha. Os tratamentos com 6 mL/kg^{-1} e $1,5 \text{ mL/kg}^{-1}$ não diferiram estatisticamente da testemunha nem do tratamento com 3 mL/kg^{-1}

O aumento no número de vagens por planta é um dos principais componentes de rendimento da cultura da soja, e a resposta positiva observada com a dose de 3 mL/kg⁻¹ sugere que o tratamento de sementes com o biofertilizante testado foi capaz de fornecer os nutrientes essenciais para otimizar o desenvolvimento reprodutivo da planta. A aplicação de nutrientes via tratamento de sementes pode ser uma estratégia eficiente para suprir as necessidades da planta em suas fases iniciais de desenvolvimento, promovendo um crescimento vegetativo mais vigoroso, o que, por sua vez, pode resultar em maior número de flores e, consequentemente, de vagens.

A superioridade da dose de 3 mL/kg⁻¹ em relação à testemunha pode ser atribuída à presença de micronutrientes, como o molibdênio e o cobalto, que são cruciais para a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas (HUNGRIA, et al., 2024). O molibdênio é um componente da enzima nitrogenase, responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico em amônia, enquanto o cobalto é um componente da vitamina B12, essencial para o metabolismo das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. A melhoria da FBN resulta em maior disponibilidade de nitrogênio para a planta, um macronutriente fundamental para o crescimento e a formação de estruturas reprodutivas.

A ausência de diferença estatística entre as doses de 6 mL/kg⁻¹ e 1,5 mL/kg⁻¹ em relação à testemunha e ao tratamento de 3 mL/kg sugere que essa última dose pode ser a mais adequada, e que doses superiores podem não ser benéficas. Doses elevadas de fertilizantes, especialmente de micronutrientes, podem causar fitotoxicidade, inibindo o crescimento da planta e comprometendo o desenvolvimento das estruturas reprodutivas. Esse efeito pode ser um dos motivos pelos quais a dose de 6 mL/kg⁻¹ não superou a dose de 3 mL/kg⁻¹. Por outro lado, a dose de 1,5 mL/kg⁻¹ pode ter sido insuficiente para fornecer a quantidade de nutrientes necessária para gerar um aumento significativo no número de vagens por planta (CRAIGIE, J. S. 2011)

Estudos semelhantes têm demonstrado a importância do tratamento de sementes com biofertilizantes (SANTOS et al. 2020) observaram um aumento significativo na produtividade da soja com esse tratamento. Em seu trabalho, os autores ressaltam que o tratamento de sementes é uma prática de baixo custo e alta eficiência, pois permite a aplicação de pequenas quantidades de nutrientes diretamente na semente, garantindo o seu acesso à planta desde o início do desenvolvimento.

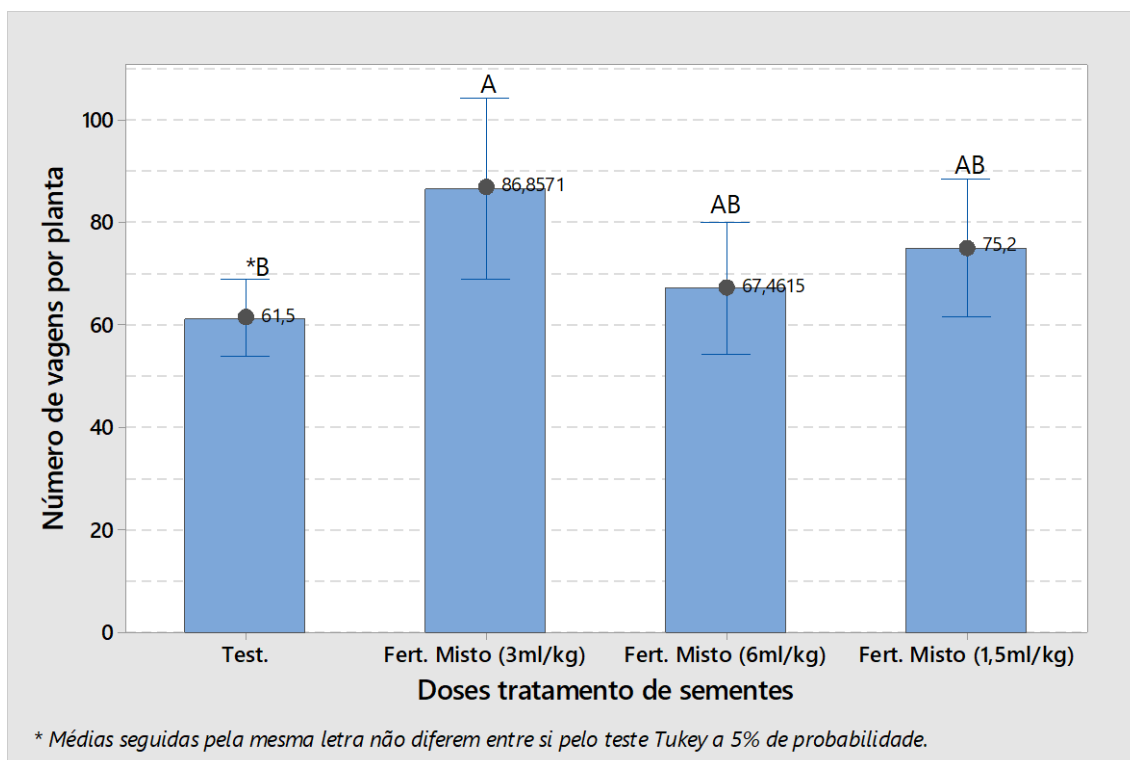


Figura 12. Número de vagens por planta em relação as diferentes doses de tratamentos de sementes

Igualmente para o número de grãos por vagem revelou um efeito estatisticamente significativo dos tratamentos com o biofertilizante no tratamento de sementes, com um nível de significância de 10%. O teste de Tukey demonstrou que o tratamento com a dose de 3 mL/kg⁻¹ foi superior à testemunha, apresentando um número médio de 193,43 grãos por vagem, enquanto a testemunha obteve 149,6 grãos. Os tratamentos com 6 ml/kg e 1,5 mL/kg⁻¹, embora numericamente superiores à testemunha, não apresentaram diferença estatística significativa em relação aos demais tratamentos. Esse resultado sugere que a dose de 3 mL/kg⁻¹ pode ser a mais adequada, evidenciando a importância de se determinar a dose ideal para cada fertilizante e condição de cultivo (MALAVOLTA, 2006).

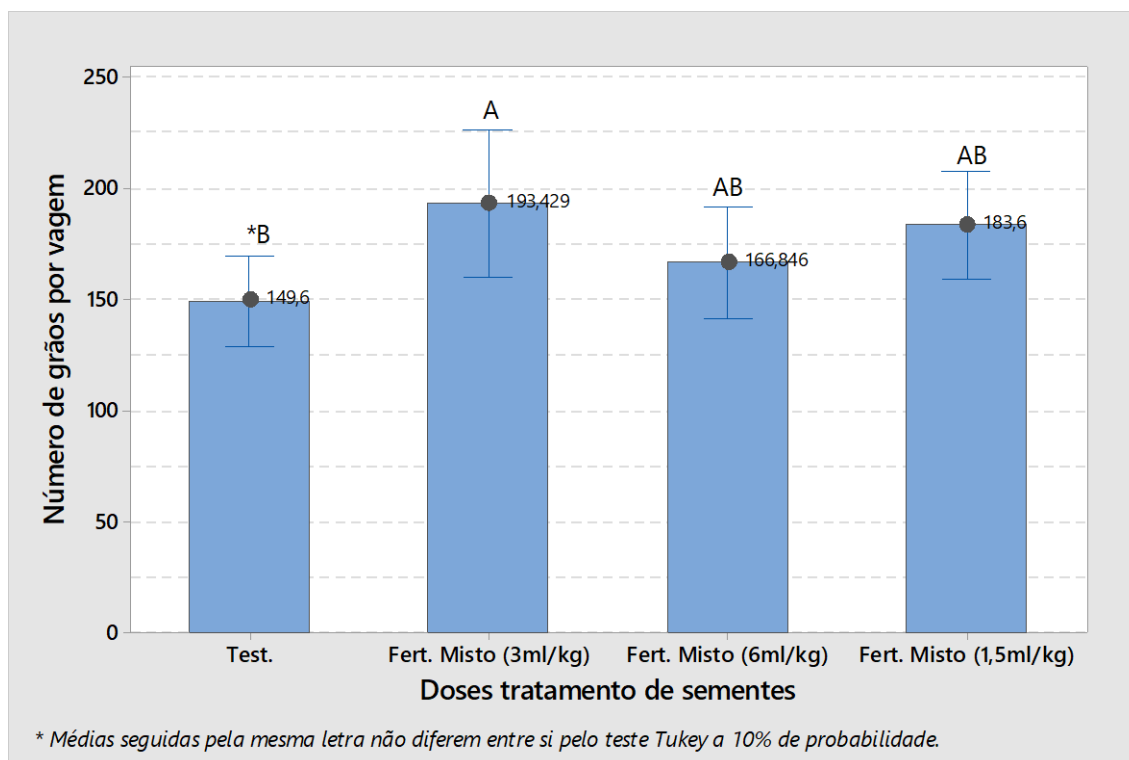


Figura 13. Número de grãos por vagens em relação as diferentes doses de tratamentos de sementes

Considerando os resultados, conclui-se que o tratamento de sementes com o fertilizante misto na dose de 3 ml/kg^{-1} é uma prática promissora para otimizar o número de grãos por vagem, contribuindo diretamente para o aumento da produtividade da cultura.

5. CONCLUSÕES

O fertilizante misto a base de extrato de alga *Ascophyllum nodosum* via tratamento de sementes não teve impacto significativo nas características vegetativas da soja (como altura e diâmetro do caule), mas influenciou positivamente os parâmetros reprodutivos, como o número de vagens por planta e de grãos por vagem;

A dose recomendada do bioestimulante (3 mL por kg de semente) foi a mais eficaz, mostrando que o produto contendo o extrato age de forma mais consistente durante as fases de enchimento de grãos e formação de estruturas reprodutivas (estádios R5–R6);

O estudo demonstrou a existência de um ponto de saturação fisiológica, ou seja, doses maiores que a recomendada não resultaram em benefícios adicionais, o que reforça a importância de seguir a dosagem correta para evitar desperdício;

O tratamento de sementes mostrou-se um método eficaz e econômico para a aplicação do bioestimulante, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência produtiva da soja;

Para pesquisas futuras, sugere-se a avaliação dos efeitos do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* em diferentes condições de campo e em combinação com outros fertilizantes, visando otimizar os protocolos de aplicação e expandir o uso desse tipo de bioestimulante na agricultura comercial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALVO, P., NELSON, L., KLOEPPER, J. W. (2014). **Agricultural uses of plant biostimulants**. Plant Soil 383, 3–41. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-014-2131-8>

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **10º Levantamento da Safra de Grãos 2024/25**. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/10o-levantamento-safra-2024-25/10o-levantamento-safra-2024-25>. Acesso em: 12 ago. 2025.

CRAIGIE, J. S. Seaweed as a biostimulant. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova York, v. 30, p. 147-158, 2011.

DU JARDIN, P. **Plant biostimulants: definition, categories and regulation issues**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 196, p. 3-14, 2015.

ERTANI, A. Foliar **Application of an Ascophyllum nodosum extract Modifies Antioxidant Enzymes Activities in Maize Plants**. Agronomy, Basel, v. 8, n. 2, p. 26, 2018.

FAO. The State of Food and Agriculture. Roma: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2021.

FERREIRA, E. **Manual de análises de bioinsumos para uso agrícola : inoculantes** / Eduara Ferreira, Nogueira , Marco Antonio, Hungria Mariangela – EMBRAPA - Brasília, DF, 2024.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006.

MELLO, V. A.; JÚNIOR, F. R.; OLIVEIRA, S. A. G. O. **Curva de dose-resposta em estudos com bioestimulantes**. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 52, n. 1, p. 1-10, 2021.

PEREIRA, A. G.; COSTA, J. C. **Biomassa e produtividade em culturas agrícolas**. Porto Alegre: UFRGS, 2019.

PIRES, M. V. S. Modelagem de crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2019.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. **Biostimulants: a new paradigm for sustainable agriculture**. Horticulturae, Basel, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2020.

SANTANIELLO, A. **Ascophyllum nodosum Seaweed Extract Alleviates Drought Stress in Arabidopsis by Affecting Photosynthetic Performance and Related Gene Expression**. Frontiers in Plant Science, v. 8, 2017.

SANTOS, Artur de Brito. **O uso de extrato de algas Ascophyllum Nodosum na agricultura**. 2020. 28. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Agronomia – Faculdade Pitágoras, Teixeira de Freitas, 2020. DOI: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/46963/1/ARTUR_BRITO.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, C. D. **Deficiência de cobalto em soja: sintomas e correção.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 45, n. 1, p. 1-5, 2010.

SILVEIRA, M. F. C. **Toxicidade de cobalto e molibdênio para rizóbios em soja.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 45, p. e020008, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIRITAN, C. S. **Níquel e cobalto no desenvolvimento de soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 42, n. 1, p. 1-6, 2007.

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates.** Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 2023.