

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**Efeito de bioestimulantes à base de *Ascophyllum
nodosum* na produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.)**

ALESSANDRA DE LIMA RIBEIRO

RIO VERDE, GO

2024

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

**EFEITO DE BIOESTIMULANTES À BASE DE *ASCOPHYLLUM
NODOSUM* NA PRODUÇÃO DE RABANETE (*RAPHANUS SATIVUS L.*)**

ALESSANDRA DE LIMA RIBEIRO

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

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

RIO VERDE – GO

Maio 2024

ALESSANDRA DE LIMA RIBEIRO

**EFEITO DE BIOESTIMULANTES À BASE DE *ASCOPHYLLUM*
NODOSUM NA PRODUÇÃO DE RABANETE (*RAPHANUS SATIVUS* L.)**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO
em 24 de Maio de 2024, pela Banca Examinadora constituída
pelos membros:

Antônio Carlos Pereira de Menezes Filho
Membro Externo

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde
(Orientador)

Prof. Dr. Christiano Lima Lobo de Andrade
Membro externo Unibrass – Rio Verde

Rio Verde – GO

Maio, 2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

R 484e Ribeiro, Alessandra de Lima
Efeito de bioestimulantes à base de *Ascophyllum nodosum* na produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) / Alessandra de Lima Ribeiro; orientador Marconi Batista Teixeira; co-orientador Cristiano Lobo. -- Rio Verde, 2024.
29 p.

Tese (Doutorado em Bacharelado em Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. *Raphanus sativus*. 2. gênero *Ascophyllum*. 3. produtividade. 4. olericultura. 5. rabanete. I. Teixeira, Marconi Batista, orient. II. Lobo, Cristiano, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

Dedico

A Deus, que me capacitou para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por guiar meus passos me dando saúde, força para que eu pudesse realizar meus objetivos. por ter colocado pessoas especiais no meu caminho e que me ajudaram nesta caminhada.

Aos meus pais, meus irmãos, minha filha e meus sobrinhos que são a minha base e dão sentido a minha vida.

Aos meus professores e orientadores que transmitiram o conhecimento da melhor forma possível, mostrando o melhor caminho a ser seguido, servindo de inspiração como profissional e contribuindo para a minha formação.

Aos meus amigos que sempre acreditaram em mim, me ajudaram e me incentivaram a continuar, Vanessa Francielly Balduino Leite e Claiton Santos.

E a família de coração que Deus colocou na minha vida e da minha filha para me ajudar no momento que achei que teria que desistir do meu sonho, Jaqueline Medeiros Montelo, Antonio Edio, Taires Medeiros Montelo, Rodrigo Medeiros Montelo e Wellington Medeiros Montelo.

Obrigado!

RESUMO

Bioestimulantes apresentam potencial sobre processos fisiológicos, bioquímicos e moleculares capazes de potencializar resultados de ganho em biomassa, componentes de produção e nutricional em vegetais. Este estudo teve por objetivo avaliar três bioestimulantes a base de alga marinha *Ascophyllum nodosum* (Biozyme, STPro e Stingray) quanto aos ganhos de massa fresca e seca, produtividade e componentes nutricionais na cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) cultivar “Vip Crimson Seleção Especial”. O experimento foi realizado em vasos a pleno sol com sementes inoculadas com três bioestimulantes. Trinta e cinco dias após semeadura, plantas de rabanete foram coletadas e analisadas quanto ao número de folhas, massa fresca e seca de folhas; diâmetro, comprimento, massa fresca e seca e composição centesimal das raízes de rabanete. A parte aérea apresentou média de 5 folhas por planta não diferindo entre os três bioestimulantes, para massa fresca/seca foliar com melhores resultados foram observados para Biozyme e Stingray de 22,86 e 25,75 g e entre 1,66 e 1,86 g respectivamente, embora não tenham diferido estatisticamente. O diâmetro médio foi de 4 cm no entanto, não houve diferença significativa entre os três produtos, para o comprimento e massa fresca das raízes de rabanete inoculadas com Stingray apresentaram média de 6,37 cm e 58,32 g superior aos demais tratamentos e controle. A massa seca das raízes apresentaram média entre 1 e 2 g no entanto, não houve diferença significativa entre os bioestimulantes, sendo superior ao controle. O uso de bioestimulantes a base de extrato de algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, demonstraram efeitos positivos nos incrementos vegetativos e de produção para a cultura de rabanete cultivar “Vip Crimson Seleção Especial).

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, gênero *Ascophyllum*, produtividade, olericultura, rabanete.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	11
2.2 CULTIVO DE RABANETE	11
2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO DE PLANTIO	11
2.4 DESENHO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E TRATOS CULTURAIS	12
2.5 BIOESTIMULANTES UTILIZADOS	12
2.6 PARÂMETROS MORFOAGRONÔMICOS	12
2.7 PARÂMETROS NUTRICIONAIS	13
2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) pertencente à família Brassicaceae, originário da região mediterrânea, é hoje um dos vegetais tuberosos mais consumidos no mundo. Em geral, sua raiz forma um bulbo ao longo de seu desenvolvimento, e esse bulbo é utilizado na culinária tradicional e moderna. Existem diversas cultivares que possuem formatos diferentes (oval, redondo, fusiforme, pingente de gelo, cilíndrico, longo, cônico e meio longo) e cores como (amarelo, branco, rosa, preto e roxo), mas o tradicional é vermelho escarlate, que possui sabor levemente picante (Raza et al., 2022). Diversos minerais são descritos em sua composição nutricional, como Potássio (K), Cálcio (Ca), Fósforo (P) e Enxofre (S), além de fibras alimentares, vitaminas A, complexo B, B1, B2 e B6, C, ácido fólico, além de atividade antioxidante e baixa calorias (Oliveria et al., 2010; Mello et al., 2013; Rodrigues et al., 2021; Godlewska et al., 2021).

Conforme descrito, diversas cultivares além de apresentarem cores variadas, o rabanete vermelho é o mais popular devido ao seu formato globular medindo até 6 cm de diâmetro. Devido ao alto consumo e demanda, o cultivo do rabanete vem ganhando interesse entre os horticultores de todo o mundo, porém, a produção ainda não é significativa para o Brasil (Puliti et al., 2009). O cultivo dessa hortaliça apresenta características atrativas como produção em espaço reduzido, ciclo curto com média de 35 dias, rusticidade que não exige muito do solo de plantio e resistência ao apodrecimento (Filgueira, 2008; Costa et al., 2006). Por outro lado, variações de temperatura e umidade do solo durante o seu desenvolvimento podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. Portanto, para obter boas raízes é recomendado que a umidade relativa do solo (UR%) seja próxima de 100% durante todo o seu ciclo (Pereira et al., 1999). Segundo Taiz & Zeiger (2009), a restrição hídrica em qualquer tipo de hortaliça, incluindo o cultivo de rabanete, cria uma linha de defesa contra esse fator estressante, como inibição da expansão foliar e do sistema radicular, fechamento de estômatos e aceleração da senescência e abscisão.

Diante disso, diversos estudos são realizados avaliando esta cultura, sendo sua produção utilizando água salina, água de lodo, fertilizantes químicos ricos em Nitrogênio (N) e P; compostos granulares naturais, fertirrigação e utilização de produtos biológicos à base de nutrientes, hormônios vegetais e algas marinhas como *Ascophyllum nodosum* (bioestimulantes).

O uso de bioestimulantes ainda é recente quando comparado a outros tipos de produtos utilizados na agricultura capazes de fornecer plantas saudáveis e resistentes ao déficit hídrico, pois atuam em diferentes sistemas fisiológicos da planta, apresentando resistência a doenças e ataques de insetos. Os bioestimulantes são definidos como substâncias naturais ou sintéticas baseadas na mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias como (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), que podem ser aplicados diretamente nas plantas, no sulco ou no tratamento de sementes (Galindo et al., 2015). Bioestimulantes com extratos de algas marinhas e/ou algas dulcícolas apresentam efeitos sinérgicos entre os diferentes compostos orgânicos do extrato e sua ação em diferentes processos metabólicos da planta (Melo et al., 2021). Produtos à base de algas amenizam efeitos nocivos como déficit hídrico, baixa taxa de germinação e supressão de nutrientes iniciais para o pleno desenvolvimento das mudas, melhorando a produtividade e a qualidade dos frutos, raízes, sementes e folhagens comestíveis (González et al., 2015).

O extrato de *Ascophyllum nodosum* é amplamente utilizado como bioestimulante em diversas culturas, principalmente na Comunidade Europeia, onde é frequentemente adicionado via aplicação foliar ou em sulco, inclusive na agricultura orgânica (Mórgor et al., 2008). A alga *Ascophyllum nodosum* (L.) apresenta diversos estudos quanto ao seu potencial em estimular o crescimento vegetal devido à sua composição rica em macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais típicos desta alga como as citocininas, que promovem a divisão celular e retardam o crescimento celular e senescência; estimula a síntese de fitoalexina capsidiol e peroxidases nas plantas, aumentando a resistência das plantas a doenças.

Vários estudos com outras grandes culturas como algodão, feijão, milho, soja, girassol, faveiro, entre outros, têm se beneficiado do tratamento de sementes (inoculação), aplicação no sulco ou via foliar com diversos bioestimulantes (Alleoni et al., 2000; Albrecht et al., 2009; Morteale et al., 2011; Couto et al., 2012; Canesin et al., 2012; Oliveira et al., 2016; Venduscolo et al., 2016). Os bons resultados estão ligados às propriedades dos fitohormônios que compõem o bioestimulante e às suas fontes de açúcares. Esses elementos atuam em diversos tipos de tecidos vegetais, beneficiando o aumento da expansão e divisão celular, melhorando a permeabilidade tecidual e o funcionamento celular (Ávila et al., 2008). Embora os bioestimulantes apresentem numerosos estudos com grandes culturas citadas acima, pequenas culturas como rabanete,

entre outras, ainda são pouco compreendidas quanto aos seus efeitos benéficos na germinação, fase vegetativa e ganhos de produção na fase reprodutiva.

Segundo Gómez et al. (2008) e Calero et al. (2019) o uso de bioestimulantes na agricultura tem alto potencial no desenvolvimento de culturas que demandam alta absorção nutricional, além de ativar ou retardar processos fisiológicos específicos como crescimento de raízes, ápices foliares e botões e demandas energéticas, porém ainda há muito a ser estudado, especialmente na área de horticultura.

Aliando essa preocupação quanto à falta de dados, este estudo teve como objetivo avaliar três bioestimulantes à base de *Ascophyllum nodosum* na produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) cultivar rabanete redondo (Vip Crimson Seleção Especial) (Figura 1) via tratamento de sementes.



1.

Figura 1. Raízes de *Raphanus sativus* L. cultivar "Vip Crimson Seleção Especial". Fonte: Autores, 2024.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi instalado na área de pesquisa agropecuária (Menezes Pesquisa Agropecuária) localizada na zona rural do município de Rio Verde, Goiás, Brasil, Fazenda Antônio Menezes & Filhos, com as coordenadas geográficas (17°43'06.6"S e 50° 53'07.3"W) a 748 m de altitude, entre dezembro de 2023 e fevereiro de 2024. Segundo a classificação climática de Köppen, a região possui duas estações bem definidas: uma estação seca (maio a outubro) e uma chuvosa (novembro a abril). A precipitação média na região é de 1.567 mm ano⁻¹, com temperatura média do ar de 23,5 °C e umidade relativa de 66,6% ano⁻¹. O solo característico utilizado no experimento é classificado como um típico vermelho argiloso distrófico.

2.2 Cultivo de rabanete

O material genético foi a cultivar de rabanete (*Raphanus sativus* L.) “Round Rabanete” (Vip Crimson Seleção Especial) (Feltrin Sementes Ltda, Brasil) adquirido em casa agrícola e semeado manualmente e diretamente em vasos plásticos de 15 L em 23 do mês de dezembro de 2023. Sementes não tratadas. Espécie de rabanete precoce, raiz de cor vermelho escarlate brilhante, redonda de tamanho uniforme com aproximadamente 4 a 5 cm de diâmetro, polpa crocante, resistente a rachaduras, sabor suave picante.

2.3 Parâmetros físico-químicos do solo de plantio

Foi realizada uma análise para caracterizar a condição inicial do solo utilizado no experimento que apresentava as seguintes características entre 0-20 cm: pH em CaCl₂ = 4,9; matéria orgânica = 61,1 g dm⁻³; saturação por bases V% = 32,33%; CTC = 11,95 cmolc dm⁻³; P(mel) = 3,0; K⁺ = 117; Na = 1,0; Ca²⁺ = 2,13; Mg²⁺ = 1,43; Al³⁺ = 0,0; H + Al³⁺ = 8,09; S = 9; a textura do solo era composta por argila = 30,3%, silte = 25,2% e areia = 44,4%.

2.4 Desenho experimental, tratamentos e tratos culturais

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial $3 \times 9 + 1$, com 3 inoculações, nove repetições e uma testemunha. A dose padronizada do bioestimulante foi de 1,5 mL para 1 kg de sementes⁻¹. Para cada vaso com capacidade de 5 L (Nutriplan), foram semeadas 4 sementes por cova. As sementes foram inoculadas 30 min antes do plantio com os bioestimulantes separadamente. Após a semeadura, os vasos foram regados, mantendo a capacidade de campo com 80% de umidade. O experimento foi mantido a pleno sol. Quinze e 25 dias após a semeadura, foi realizado o trato cultural sob pulverização em calda para controle de insetos mastigadores com inseticida (sistêmico e de contato do grupo químico Neonicotinóide (Acetamiprida) e piretróide (Alfa-cipermetrina) Fastac[®] Duo (BASF) por meio de bomba custo por CO₂.

2.5 Bioestimulantes utilizados

Suplemento Biozyme com algas marinhas liofilizadas (*Ascophyllum nodosum*), N 1% p/p (18 p/v g/L⁻¹), K₂O 5% p/p (60 p/v g/L⁻¹), Boro (B) 0,08 p/p (0,96 p/v g/L⁻¹), Fe 0,40% p/p (4,8 p/v g/L⁻¹), Mn 1,0% p/p (12 p/v g/L⁻¹), S 1,0% p/p (12 p/v g/L⁻¹), Zn 2,0% p/v (24 p/v g/L⁻¹), Carbono orgânico total (C) 3,50% p/p (42 p/v g/L⁻¹), STPro derivado de algas marinhas frescas (*Ascophyllum nodosum*) micronutrientes Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo) Co solúvel em H₂O 1% (12,8 g/L⁻¹), Mo solúvel em H₂O 7% (89,6 g/L⁻¹), densidade 1,28 g/mL⁻¹, natureza física fluida, índice salino 19,56% e condutividade elétrica (CE) = 51,53 mS/cm⁻¹ e arraia derivada de alga marinha fresca (*Ascophyllum nodosum*, 100 %), solúvel em água K₂O 5,3% p/p (61,48 g/L⁻¹), Carbono orgânico total (C) 6,0% p/p (69,60 g/L⁻¹), pH = 8,0, densidade a 20 °C 1,16 g/mL⁻¹, natureza física fluida, conteúdo salino 18%.

2.6 Parâmetros morfoagronômicos

Os parâmetros morfoagronômicos foram realizados 35 dias após a semeadura. As variáveis número de folhas (NF), diâmetro da raiz tuberosa (DR) expresso em centímetros (cm), comprimento da raiz tuberosa (CR) expresso em cm, massa fresca da raiz tuberosa (MFR) expressa em gramas (g), massa tuberosa massa seca de raiz (MSR) expressa em g, massa fresca de folhas (MFF) expressa em (g) e massa seca de folhas (MSF) expressa em (g). A massa seca foi obtida após processo gravimétrico por 48 h em estufa com circulação de ar à temperatura de 75 °C, conforme descrito por Hurtado et al. (2019).

2.7 Parâmetros nutricionais

As concentrações de nutrientes nas amostras de rabanete foram determinadas com e sem inoculação com bioestimulantes. Os minerais nutricionais avaliados foram Nitrogênio (N), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Enxofre (S), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). N foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl, P pelo método de colorimetria de metavanadato, S pelo método de turbimetria com sulfato de bário, Cu, Zn, Mn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica conforme descrito por Malavolta et al. (1997), Mg e Ca por Carmo et al. (2000).

O teor de Potássio (K) foi determinado pelo método de espectrometria de emissão de chama proposto por Carmo et al. (2000). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em porcentagem (%) para N, P, Ca, K, Mg e S e em miligramas por quilograma (mg kg^{-1}) para Cu, Mn, Fe e Zn.

2.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e testes de regressão por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019). O fator qualitativo uso ou não de bioestimulante foi comparado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em um mundo onde a população cresce constantemente, o número de toneladas de alimentos deve crescer exponencialmente para poder abastecer todos os países com alimentos saudáveis e preferencialmente com ganhos de produção através de métodos químicos ou biológicos. Os bioestimulantes apresentam atualmente a solução para produzir mais, mantendo a qualidade e com ganhos de produção e os estudos não devem parar.

Em nossos resultados verificamos que o NF não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com bioestimulantes onde houve uma média de 5 folhas por planta. O teor de LFM entre os bioestimulantes Biozyme e Stingray não apresentou diferença entre eles, porém foram superiores aos bioestimulantes STPro e controle, o mesmo foi observado para LDM (Tabela 1). Nossos resultados, conforme podem ser comparados, corroboram com outros trabalhos realizados com diferentes cultivares de rabanetes.

Em outros trabalhos, Hurtado et al. (2019) avaliaram bioestimulantes em rabanete em dois períodos de análises. Não houve aumentos no NF no primeiro período, porém, na segunda contagem foram observados aumentos com até 8 folhas por planta, indicando um aumento de 15,63%. Resultados encorajadores também foram descritos por Subramani et al. (2010) com o consórcio de bioestimulantes com incrementos para tamanho, NF, área foliar, MFF e MSF em outro cultivar de rabanete. Resultados encorajadores também são descritos utilizando doses de N, conforme descrito por Caetano et al. (2015) onde avaliaram diferentes doses de N com média de 4 folhas por planta de rabanete na cultivar “Crimson Gigante”.

Por se tratar de uma espécie rústica, as diferentes cultivares de rabanete apresentam certa tolerância a alguns elementos, que potencialmente em sua concentração podem ser tóxicos, influenciando negativamente no número de folhas, conforme descrito por Oliveira et al. (2010) onde avaliaram outra cultivar de rabanete com integração entre irrigação com água salina (NaCl) e doses de P onde descreveram número reduzido de folhas com o aumento da salinidade. Ainda neste estudo, as plantas irrigadas com menor dose de água salina apresentaram média de 6,9 folhas por planta de rabanete, enquanto em doses maiores a média ficou entre 5,5 e 3,6 folhas. Para as doses de P o número máximo de folhas foi de 6,1 folhas por planta e a testemunha com 4,9 folhas.

Quanto aos incrementos de massa fresca e massa seca aérea, nossos resultados são semelhantes e potencialmente superiores aos encontrados por Caetano et al. (2015) onde

obtiveram massa fresca média de ar entre 11,63-21,90 g, exceto para massa seca, onde os pesquisadores obtiveram resultados superiores entre 2,93-6,08 g. Embora tenham obtido maior teor de palha, vale destacar que as cultivares de rabanete apresentam divergências entre cultivares em termos de incrementos vegetativos e de produção. Corroborando nossos achados, Subramani et al. (2010) avaliaram um consórcio de bioestimulantes em rabanetes onde constataram que os parâmetros de crescimento, massa fresca e seca apresentaram potencial diferença estatística quando comparados ao controle, os autores acrescentam ainda que os aumentos obtidos com o uso de bioestimulantes foram potencialmente positivos.

Tabela 1. Parâmetros morfológicos foliares de *Raphanus sativus* var. “Vip Crimson Seleção Especial” em sementes inoculadas com diferentes bioestimulantes.

Bioestimulantes	NF (Nº)	MFF (g)	MSF (g)
Controle	4,22 b	12,14 c	0,73 b
Biozyme	5,22 a	23,86 a	1,66 a
STPro	5,55 a	14,84 b	0,89 b
Stingray	5,66 a	25,75 a	1,86 a
CV (%)	10,45	7,92	20,59

Nota: Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de *Tukey* com 5% de probabilidade. NF = número de folhas. MFF = massa fresca da folha. MSF = massa seca foliar. CV = Coeficiente de Variação em percentual (%).

Em nossos achados, o DR médio não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com bioestimulantes, com média de 4 cm de diâmetro. Para o aumento médio do CR, o bioestimulante Stingray demonstrou diferença estatística entre os demais tratamentos e o controle. Em relação ao aumento da TMF, as plantas de rabanete inoculadas com o bioestimulante Stingray demonstraram diferença significativa com média de 58 g. Para RDM entre os tratamentos não houve diferença significativa (Tabela 2).

Nossos resultados são animadores, pois mostram ganhos nos incrementos avaliados, corroborando outros estudos para rabanetes. Em um estudo recente, Toscano et al. (2023) descreveram valor de até 400 mg cm⁻² para produção de biomassa fresca e 25 mg cm⁻² para biomassa seca em três bioestimulantes no cultivo de rabanete. Resultados

com alto potencial também foram descritos por Casillas et al. (1986) onde verificaram os efeitos de quatro bioestimulantes em culturas de rabanete, onde avaliaram a porcentagem de germinação, altura total de plantas, diâmetro, comprimento, massa fresca e seca e índice de colheita em cultivares de rabanete com resultados promissores. Ainda neste estudo, os resultados obtidos principalmente para massa fresca e seca de raízes de rabanete foram obtidos quando o solo foi adubado antes da aplicação de bioestimulantes. Essa constatação foi feita a partir da comparação entre controle positivo e negativo. Resultados encorajadores também foram obtidos por Narloch et al. (2002) onde obtiveram maior produção de matéria seca por plantas de rabanete a partir de sementes inoculadas com dois isolados de *Penicillium* sp.

A cultivar escolhida para plantio influencia nos resultados morfológicos, reprodutivos e de produção de biomassa, afirmação esta facilmente observada na diversidade morfológica de rabanetes no mercado nacional e internacional. Embora tenhamos uma grande diversidade de cultivares, a seleção genética da cultivar deve ser seguida para cada região climática, portanto, é necessário um conjunto de dados comparando cultivares em diferentes áreas e assim, é possível verificar a extensão dos resultados obtidos. Porém, vários estudos não apresentam em sua Metodologia qual cultivar foi utilizada no trabalho e esta é uma informação importante. Essa variação entre os resultados das cultivares pode ser observada no estudo de Hurtado et al. (2019) onde o diâmetro das raízes do rabanete para a cultivar PS-9 apresentou média entre 2,0-2,92 cm e a altura das plantas entre 8,60-13,40 cm quando avaliados diferentes bioestimulantes. Em relação à biomassa fresca e seca, esses pesquisadores obtiveram resultados próximos a 15 g e 0,6 g planta⁻¹ entre os tratamentos que diferiram do controle, respectivamente. O mesmo foi encontrado por Raza et al. (2022) onde foram obtidos resultados promissores com o uso de bioestimulantes em cultivar de rabanete “Mino early long white,” (Nongwoo Bio) para comprimento de raiz e massa fresca e seca.

Segundo Cardoso & Hiraki (2001), o comprimento e o diâmetro médio das raízes do rabanete estão relacionados à fertilidade do solo e à água disponível. Os bioestimulantes promovem maior desenvolvimento nas plantas aumentando a área de absorção de água e nutrientes pelas raízes e assim, promovendo positivamente a fase vegetativa e posteriormente a reprodutiva. Fontes inorgânicas como fosfatos e N também demonstram bons resultados no desenvolvimento de cultivares de rabanete que possivelmente poderão ser avaliadas na fertilização prévia ao tratamento de sementes de rabanete com bioestimulantes. Para verificar a segunda afirmação, Caetano et al. (2015)

encontraram diâmetro variando entre 1,22-3,17 cm, comprimento médio entre 3,0-5,16 cm e entre 25,73-38,40 g para massa fresca e entre 1,78-4,58 g para massa seca de raízes avaliando diferentes dosagens de uréia em culturas de rabanete. Segundo Cardoso & Hiraki (2001), o tamanho em comprimento e diâmetro das raízes, entre outros fatores, está relacionado à fertilidade do solo e à água disponível. Ainda neste artigo, os pesquisadores encontraram uma média de 13 g para raízes de rabanete com doses de N na cobertura.

Tabela 2. Parâmetros de produção de *Raphanus sativus* var. “Vip Crimson Seleção Especial” a partir de sementes inoculadas com diversos bioestimulantes.

Bioestimulantes	DR (cm)	CR (cm)	MFR (g)	MSR (g)
Controle	3,17 b	3,53 b	13,51 c	0,77 b
Biozyme	4,16 a	4,77 b	35,19 b	1,96 a
STPro	4,17 a	4,51 b	32,94 b	1,84 a
Stingray	4,75 a	6,37 a	58,32 a	2,77 a
CV (%)	11,62	22,81	42,18	43,27

Nota: Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. DR = diâmetro da raiz tuberosa. CR = comprimento da raiz tuberosa. MFR = massa fresca da raiz tuberosa. MSR = massa seca da raiz tuberosa. CV = Coeficiente de Variação em percentual (%).

A aplicação de bioestimulantes pode ser considerada uma boa estratégia de produção para obtenção de alto rendimento de hortaliças nutricionalmente valiosas. Os teores dos macronutrientes N, K, Ca, Mg e S foram maiores para o tratamento com o bioestimulante Stingray e o elemento P. Não houve diferença significativa entre os bioestimulantes Biozyme e Stingray, que formaram um grupo (a) estatisticamente diferente dos demais tratamentos e controle (Tabela 3). Os níveis de micronutrientes apresentaram ganhos, principalmente para o bioestimulante Stingray para Cu; Biozyme e Stingray para Fe e Zn e para STPro Mn na composição centesimal obtida de raízes de rabanete “Vip Crimson Special Selection” (Tabela 4).

Os níveis de nutrientes descritos em nosso estudo estão de acordo com outros trabalhos realizados com diversas cultivares de rabanete tratadas com bioestimulantes (Paul et al., 2016 Banihani, 2017; Dhaliwal, 2017; Kowalski; Kaniszewski, 2017). No estudo de Godlewska et al. (2021) pesquisadores investigaram o uso de extratos vegetais

via uso foliar sobre a possível absorção de nutrientes em culturas de rabanete, onde obtiveram aumento de alguns microelementos como Zn e Fe no tecido foliar. Ainda neste estudo, os micronutrientes Fe, Cu, Zn e Mn acumularam-se em maiores níveis nas raízes. Estudo semelhante foi realizado por Uher et al. (2018) onde avaliaram dois bioestimulantes e a combinação entre eles onde descreveram um aumento significativo nos teores de nutrientes para P, K, Ca, Mg, Fe e Mn em rabanete. Mahmoud et al. (2019) observaram que sementes de rabanete vermelho tratadas com extrato de algas marinhas (*Sargassum vulgare*) por via foliar apresentaram maior teor de minerais nas raízes pós-colheita quando comparadas ao tratamento de sementes utilizando o controle (água). Os teores de N, P, K, Fe, Zn e Mn foram substancialmente maiores. Os resultados obtidos em nosso estudo e de outros autores (Dobromilska et al., 2008; Éris et al., 2008; Shehata et al., 2011; Kocira et al., 2018) relataram que plantas de rabanete tratadas com extrato de algas marinhas apresentaram maiores teores minerais comparado aos controles.

De acordo com Zulfiqar et al. (2020), os bioestimulantes atuam em inúmeras etapas do crescimento das plantas, desde o aumento da acessibilidade dos nutrientes no solo até a melhoria da qualidade pós-colheita das culturas. Nessa ideia, Caruso et al. (2019), Pylak et al. (2019) e Zulfiqar et al. (2020) afirmam que os bioestimulantes atuam em mecanismos baseados em processos fisiológicos, bioquímicos e moleculares na estimulação de atividades enzimáticas essenciais que se correlacionam com o metabolismo do N e na elicitação de atividade semelhante aos hormônios alvo auxina e giberelina, e aumento do estado nutricional das culturas através alterações no desenvolvimento radicular (biomassa, densidade e ramificação lateral das raízes), o que aumenta a absorção e translocação de macro e micronutrientes, como também observado em nossos achados.

Em colaboração com os resultados dos parâmetros de qualidade (Tabela 2) concordamos com Mahmoud et al. (2019) que discutem os efeitos benéficos do extrato de algas marinhas na melhoria da capacidade de absorção de água e nutrientes do solo pelas raízes de rabanete. Esses aumentos foram satisfatoriamente promovidos pelos bioestimulantes, embora prestar muita atenção às dosagens desses extratos de algas em produtos comerciais possa ou não ter um efeito positivo. Os bioestimulantes desempenham um papel importante no desenvolvimento das raízes do rabanete, pois proporcionam melhor absorção dos nutrientes na translocação entre o solo e o interior das células da planta. Segundo o Conselho Europeu da Indústria de Bioestimulantes (EBIC), os bioestimulantes aumentam a eficiência de absorção de macro e micronutrientes, como

pode ser observado nas Tabelas (3 e 4). Além disso, os níveis de nutrientes estão relacionados com a tonalidade das cores das raízes dos diferentes cultivares de rabanete, conforme explicado por Bahmani Jafarlou et al. (2022).

Tabela 3. Tabela nutricional de macronutrientes em *Raphanus sativus* var. “Vip Crimson Seleção Especial”.

Bioestimulantes	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Controle	1,77 b	0,65 b	4,90 d	1,17 b	0,33 c	0,50 b
Biozyme	2,13 b	0,97 a	7,81 b	1,38 b	0,58 b	0,55 ab
STPro	2,04 b	0,68 b	6,96 c	1,37 b	0,55 b	0,57 ab
Stingray	2,58 a	0,97 a	9,12 a	1,99 a	0,85 a	0,64 a
CV (%)	6,78	12,78	2,59	12,22	9,46	6,92

Nota: Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. N = Nitrogênio. P = Fósforo. K = Potássio. Ca = Cálcio. Mg = Magnésio. S = Enxofre. CV = Coeficiente de Variação em percentual (%).

Tabela 4. Tabela nutricional de micronutrientes em *Raphanus sativus* var. “Vip Crimson Seleção Especial”.

Bioestimulantes	Cu (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
Controle	5,07 c	70,05 b	24,68 d	32,29 ab
Biozyme	5,66 bc	92,22 a	51,88 b	33,74 a
STPro	5,96 b	71,26 b	56,69 a	30,87 bc
Stingray	7,11 a	89,59 a	48,65 c	30,66 c
CV (%)	4,70	1,94	1,32	1,86

Nota: Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Cu = Cobre. Fe = Ferro. Mn = Manganês. Zn = Zinco. CV = Coeficiente de Variação em percentual (%).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos bioestimulantes Biozyme, STPro e Stingray compostos por extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) apresentou potencial utilização no cultivo de rabanete (*Raphanus sativus*) cultivar “Vip Crimson Seleção Especial” onde os resultados dos parâmetros de biomassa, produção e composição nutricional foram benéficos, como mostraram efeitos positivos nos incrementos avaliados, principalmente para o bioestimulante Stingray.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albrecht, L. P., Braccini, A. L., Ávila, M. R., Barbosa, M. C., Ricci, T. T., & Albrecht, A. J. P. (2009). Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. *Scientia Agraria*, 10(3), 191-198.

Alleoni, B., Nosqueiro, M., & Rossi, M. (2000). Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) *Publicatio UEPG*, 6(1), 23-35.

Ávila, M. R., Scapim, C. A., Albrecht, L. P., Tonin, T. A., & Stülp, M. (2008). Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. *Scientia Agrícola*, 65(6), 604-612.

Bahmani Jafarlou, M., Pilehvar, B., Modaresi, M., & Mohammadi, M. (2022). Seaweed liquid extract as an alternative biostimulant for the amelioration of salt-stress effects in *Calotropis procera* (Aiton) W.T. *Journal of Plant Growth Regulation*, 449-464. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10566-1>

Banihani, S. A. (2017). Radish (*Raphanus sativus*) and diabetes. *Nutrients*, 9(9), 1014. <https://doi.org/10.3390/nu9091014>

Bento, R. U., Pelá, A., Ribeiro, M. A., Gonçalves e Silva, J. A., & Cruz, S. J. S. (2016). Contribuição de bioestimulantes contendo microrganismos rizosféricos na absorção de fósforo pelo milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(3), 572-581. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p573-582>

Caetano, A. O., Diniz, R. L. C., Benett, C. G. S., & Salomão, L. C. (2015). Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura do rabanete. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2(4), 55-59. <https://doi.org/10.32404/rean.v2i4.286>

Cardoso, A. I. I., & Hiraki, H. (2001). Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. *Horticultura Brasileira*, 19(3), 196-199. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000300007>

Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El-Nakhel, C., & Cuciniello, A. (2019). Protein hydrolysate or plant extract-based biostimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants*, 8(7), 208. <https://doi.org/10.3390/plants8070208>

Casillas, V. J. C., Londoño, I. J., Guerrero, A. H., & Buitrago, G. L. A. (1986). Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.) *Acta Agronomica*, 36(2), 185-195.

Couto, C. A., Peixoto, C. P., Vieira, E. L., Carvalho, E. V., & Peixoto, V. A. B. (2012). Action of cinetina, butyric acid and gibberellic acid on the emergency of sunflower under aluminum stress. *Comunicata Scientiae*, 3(3), 206-210.

Costa, C. C., Oliveira, C. D., Silva, C. J., Timossi, P. C., & Leite, I. C. (2006). Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, 24, 118-122. <https://www.scielo.br/j/hb/a/WgZX48LYgy9JHP4XWztntLc/?lang=pt>

Dhaliwal, M. S. (2017). *Handbook of vegetable crops*. 3rd Edn. New Delhi: Kalyani Publishers.

Dobromilska, R., Mikiciuk, M., & Gubarewicz, K. (2008). Evaluation of cherry tomato yielding and fruit mineral composition after using of bio-algeen S-90 preparation. *Journal of Elementology*, 13(4), 491-499.

Éris, A., Sirritepe, H. O., & Sirritepe, N. (2008). The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. *Acta Horticulturae*, 412, 733-737. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.412.21>

Filgueira, F. A. R. (2008). Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, Minas Gerais: UFRV, 421 p, Brasil.

Galindo, F. S., Nogueira, L. M., Bellote, J. L. M., Gazola, R. N., Alves, C. J., & Teixeira Filho, M. C. M. (2015). Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 9(1), 13-19.

Godlewska, K., Pacyga, P., Michalak, I., Biesiada, A., Szumny, A., Pachura, N., & Piszcz, U. (2021). Systematic investigation of the effects of seven plant extracts on the physiological parameters, yield, and nutritional quality of radish (*Raphanus sativus* var. *sativus*). *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.651152>

Gómez, R., Lázaro, G., & León, J. A. (2008). Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencia, Trópico Humedo*, 24(1), 11-20.

González, L. G., Falcón, A., Jiménez, M. C., Jiménez, L., Silvente, J., & Terrero, J. C. (2015). Evaluación de tres dosis del bioestimulante quitosano en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un periodo tardío. *Revista Amazónica*, 1(2), 42-48.

Gouveira, N. A., Andrade, M. G. O., Ávila, J., Oliveira, T. R., Simon, C. A., & Lima, S. F. (2020). Avaliação de resíduo orgânico de algodão e aplicação de bioestimulante na produção de rabanete (*Raphanus sativus*). *Research, Society and Development*, 9(7), e386974092. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4092>

Hurtado, A. C., Díaz, Y. P., Calzada, K. P., Rodríguez, E. Q., & Viciado, D. O. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y reproductivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 36, 64-73.

Jesus, A. L. N., Nogueira, J. C., Calaça, J. S. G., & Santos, N. A. (2023). Bioestimulante à base de aminoácidos melhora a produtividade de rabanete (*Raphanus*

sativus L.) sob estresse salino. *Revista Ambientale*, 15(3), 55-66.
<https://doi.org/10.48180/ambientale.v15i3.502>

Kocira, A., Świeca, M., Kocira S., Zlotek, U., & Jakubczyk, A. (2018). Enhancement of yield, nutritional and nutraceutical properties of two common bean cultivars following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). *Sudi Journal of Biological Sciences*, 25(3), 563-571. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.039>

Kowalski, A., & Kaniszewski, S. (2017). Effect of organic fertilization on the quality and yield of two radish cultivars in greenhouse organic cultivation. *Acta Horticulture*, 1164, 189-194. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.24>

Mahmoud, S. H., Salama, D. M., El-Tanahy, A. M. M., & El-Samad, E. H. A. (2019). Utilization of seaweed (*Sargassum vulgare*) extract to enhance growth, yield and nutritional quality of red radish plants. *Annals of Agricultural Sciences*, 64, 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2019.11.002>

Melo, G. B., Silva, A. G., Perin, A., Braz, G. B. P., & Andrade, C. L. L. (2021). Tratamento de sementes com doses de bioestimulante à base de algas. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 1418-1431. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-097>

Mortele, L. M., Santos, R. F., Scapim, C. A., Lucca, A., Bonato, C. M., & Conrado, T. (2011). Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Ceres*, 58(5), 651-660.

Narloch, C., Oliveira, V. L., Anjos, J. T., & Silva Filho, G. N. (2002). Respostas da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(6), 841-845. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p572-581>

Nunes, J. A. S., Bonfim-Silva, E. M., & Moreira, J. C. F. (2014). Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. *Revista do Centro Universitário de Patos de Minas*, 5, 33-43.
<https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrocencias/article/view/4151>

Oliveira, F. R. A., Oliveira, F. A., Medeiros, J. F., Sousa, V. F. L., & Freire, A. G. (2010). Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4), 519-526. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400003>

Oliveira, F. D. A., Medeiros, J. F., Cunha, R. C., Lima Souza, M. W., & Lima, L. A. (2016). Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, 47(2), 307-315. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160036>

Patrocinio, W. C. T., Sousa, K. D., Castro, S. R., Nascimento, A. R., Souza, E. R. B., & Silva, F. A. (2023). Efeito da urina de vaca no desenvolvimento e estado nutricional do rabanete 'Vip Crimson'. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(3), 2214-2229. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n3-020>

Paul, D. D. S., Harini, P., Assvitha, S., Kalairasi, A., Ganesh, S., & Umamaheswari, A. (2016). Phytochemical investigation and anticancer activity of leaf extract of *Raphanus sativus* var. *sativus*. *International Journal of Research in Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 39-45.

Pereira, A. J., Blank, A. F., Souza, R. J., Oliveira, P. M., & Lima, L. A. (1999). Efeitos de níveis de reposição e frequências de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 3, 117-120.

Puliti, J. P. M., Reis, H. B., Paulino, H. D. M., Ribeiro, T. C. M., Teixeira, M. Z., Chaves, A. S., Ribeiro, B. R., Macieira, G. A. A., & Yuri, J. E. (2009). Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. *Horticultura Brasileira*, 27, 3003-3008.

Pylak, M., Oszust, K., & Frac, M. (2019). Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 18, 597-616. <https://doi.org/10.1007/s11157-019-09500-5>

Raza, Q-U-A., Bashir, M. A., Rehim, A., Ejaz, R., Raza, H. M. A., Shahzad, U., Ahmed, F., & Geng, Y. (2022). Bioestimulants induce positive changes in the radish morpho-physiology and yield. *Frontiers in Plant Science*, 13, 950393. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.950393>

Ribeiro, M. D. S., Sousa, V. F. O., Santos, J. J. F., Souto, L. S., & Dantas, J. S. (2019). Crescimento e produção de rabanete submetido a diferentes épocas e adubação nitrogenada. *Meio Ambiente (Brasil)*, 1(1), 015-022. <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/20/20#>

Rodrigues, R. R., Pizetta, S. C., Teixeira, A. G., Reis, E. F., & Hott, M. O. (2021). Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. *Enciclopédia Biosfera*, 9(17), 2121-2130.

Subramani, A., Anburani, A., & Gayathiri, M. (2010). Response of growth parameters of radish (*Raphanus sativus* L.) to various organic nutrients and bioestimulants. *Asian Journal of Horticulture*, 5(20), 464-466.

Shehata, S. M., Abdel-Azim, H. S., Abou El-Yazied, A., & El-Gizawy, A. M. (2011). Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. *European Journal of Scientific Research*, 58(2), 257-265.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia Vegetal*. 4 Ed., Porto Alegre: Artemed, 848 p.

Toscano, S., Romano, D., & Patanè, C. (2023). Effect os application of bioestimulants on the biomass, nitrate, pigments, and antioxidants content in radish and turnip microgreens. *Agronomy*, 13(1), 145. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010145>

Uher, S. F., Toth, N., Lemić, G., Andrijašević, M., Čoga, L., Žutić, I., Radman, S. (2018). The effect of soil conditioners and biostimulants on mineral content of rocket and radish. In: 9th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and

Nutritionists. Kovačević Ganić, K. (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, str. 171.

Vendruscolo, E. P., Martins, A. P. B., Campos, L. F. C., Seleguini, A., & Santos, M. M. (2016). Amenização de estresse térmico via aplicação de bioestimulantes em sementes de meloeiro cantaloupe. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 10(3), 241-247. <https://doi.org/10.18011/bioeng2016v10n3p241-247>

Zulfiqar, F., Casadesús, A., Brockman, H., & Munné-Bosch, S. (2020). An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Science*, 295:110194. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110194>