



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS (DCAF)
CURSO DE AGRONOMIA

Guilherme Koji Nogueira Otani

**Influência de bioestimulantes no acúmulo de nutrientes e produtividade
na cultura da cebola**

MOSSORÓ

2025

Guilherme Koji Nogueira Otani

**Influência de bioestimulantes no acúmulo de nutrientes e produtividade
na cultura da cebola**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia,

Orientador: Prof, Dr, Leilson Costa Grangeiro

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

087i Otani, Guilherme Koji Nogueira.
Influência de bioestimulantes no acúmulo de
nutrientes e produtividade na cultura da cebola /
Guilherme Koji Nogueira Otani. - 2025.
33 f. : il.

Orientador: Leilson Costa Grangeiro.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. Allium cepa. 2. crescimento. 3. estresse
abiótico . 4. semiárido . I. Grangeiro, Leilson
Costa, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Guilherme Koji Nogueira Otani

**Influência de bioestimulantes no acúmulo de nutrientes e produtividade
na cultura da cebola**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia,

Defendida em: 01/08/2025,

BANCA EXAMINADORA

Prof, Dr, Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)
Presidente

Dr, Romualdo Medeiros Cortez Costa (UFERSA)
Membro Examinador

Dra, Renata Ramayane Torquato Oliveira (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e pela força concedida ao longo desta jornada acadêmica.

Aos meus pais, Alberto Eiji e Williana Dantas, agradeço pelo amor incondicional, pela força e pelo exemplo de dedicação e perseverança que sempre me inspiraram.

Aos meus irmãos, Felipe Satoshi e Artur Kenji, pelo carinho, companheirismo e incentivo constante.

Aos meus avôs Masatoshi Otani e Alderi Nogueira, agradeço por ser uma inspiração de vida e sabedoria. Seus exemplos de coragem, trabalho duro e integridade marcou profundamente minha trajetória.

Às minhas avós Setsuko Otani, Maria Elizabeth, agradeço por todo amor, apoio e dedicação que sempre me ofereceram, vocês foram um pilar fundamental na minha vida, transmitindo carinho e ensinamentos que levarei para sempre.

A todos os demais familiares, pelo apoio e incentivo durante minha caminhada,

Ao professor Dr, Leilson Costa Grangeiro, por toda a confiança depositada, orientação dedicada e apoio fundamental para a realização deste trabalho.

À Banca Examinadora composta pelo Prof, Dr, Leilson Costa Grangeiro, Dr, Romualdo Medeiros Cortez Costa e Dra, Renata Ramayane Torquato Oliveira, pela avaliação criteriosa, contribuições valiosas e disponibilidade.

A todos os membros do Grupo de Estudo em Nutrição e Adubação de Plantas (GENAP) da UFERSA, pelo suporte e aprendizado.

Agradeço a Lucas Matheus pela colaboração fundamental e pelo suporte técnico que foram essenciais para a realização deste trabalho.

Agradecimento especial a Romualdo Cortez e a Dalbert Freitas pela dedicação e grande auxílio durante todo o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo significativamente para o meu crescimento acadêmico.

Ao meu grande amigo Gerson Bruno Fernandes de Medeiros, pela amizade sincera, apoio constante e pela parceria em todas as etapas da minha caminhada acadêmica, tornando mais fácil e possível superar os desafios desse ciclo.

Também deixo meu reconhecimento aos amigos que fiz ao longo da faculdade: Leandro Medeiros, João Nathan, Anthony Cazé e Sidney Alves que contribuíram com troca de conhecimentos e motivação durante esses anos de estudo.

À UFERSA, como uma instituição de ensino, com grande capacidade de oferecer

suporte e oportunidades e a todos os meus professores, pelo ensino de qualidade e dedicação em transmitir seus conhecimentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para meu crescimento pessoal e profissional, o meu sincero agradecimento.

Muito obrigado!

“Nenhuma grande conquista foi feita com conforto, O esforço diário, silencioso, às vezes invisível, é o que constrói o que o mundo depois chama de talento ou dom, mas quem viveu o processo sabe: foi suor, não sorte,”

— Malcolm Gladwell

RESUMO

A cultura da cebola (*Allium cepa* L.) apresenta significativa importância socioeconômica, sendo amplamente cultivada no Brasil. Contudo, em regiões semiáridas como o polo agrícola de Mossoró, estando entre os principais produtores do Nordeste, sua produtividade pode ser limitada devido a estresses abióticos. Nesse contexto, o uso de bioestimulantes na agricultura busca mitigar esses estresses, assim como melhorar a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da aplicação de bioestimulantes no desenvolvimento e produtividade da cebola, em condições semiáridas. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Mossoró, RN, delineado em blocos casualizados, sendo testados os bioestimulantes Acadian®, Arbolin®, Megafol®, Humic®, Stimulate® e uma testemunha. Ao final do experimento (123 dias após o plantio), foram avaliadas as seguintes características: massa seca, produtividade e o acúmulo de macro e micronutrientes. Os bioestimulantes não afetaram significativamente a massa seca das plantas, mas tiveram efeito sobre a produtividade total, com máximas no tratamento controle (110,713 t ha⁻¹) e Stimulate® (110,17 t ha⁻¹). No acúmulo de nutrientes, houve aumento significativo de P, K, Mg e Fe em tratamentos específicos, destacando-se Humic® para macronutrientes (13,92 kg ha⁻¹, 244,05 kg ha⁻¹ e 17,85 kg ha⁻¹, respectivamente) e Acadian® para ferro (42,85 g ha⁻¹), com maiores acúmulos dos nutrientes. Conclui-se que, embora a aplicação de bioestimulantes não tenha promovido incrementos significativos na massa seca das plantas de cebola, alguns produtos influenciaram a produtividade e o acúmulo de nutrientes.

Palavras-chave: *Allium cepa*, crescimento, estresse abiótico e semiárido

ABSTRACT

The Onion (*Allium cepa* L.) is of significant socioeconomic importance and is widely cultivated in Brazil. However, in semi-arid regions such as the Mossoró agricultural hub, one of the main producers in the Northeast, its yield can be limited by abiotic stresses. In this context, the use of biostimulants in agriculture aims to mitigate these stresses and improve nutrient use efficiency by plants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the influence of biostimulant application on the growth and yield of onion under semi-arid conditions. The experiment was carried out at the Rafael Fernandes Experimental Farm, in Mossoró, RN, in a randomized block design, testing the biostimulants Acadian®, Arbolin®, Megafol®, Humic®, Stimulate® and a control. At the end of the experiment (123 days after planting), the following characteristics were evaluated: dry mass, yield, and the accumulation of macro- and micronutrients. Biostimulants did not significantly affect plant dry mass but had an effect on total yield, with the highest values observed in the control treatment (110,713 t ha⁻¹) and Stimulate® (110,17 t ha⁻¹). In terms of nutrient accumulation, significant increases in P, K, Mg, and Fe were observed in specific treatments, with Humic® standing out for macronutrients (13,92 kg ha⁻¹, 244,05 kg ha⁻¹, and 17,85 kg ha⁻¹, respectively) and Acadian® for iron (42,85 g ha⁻¹), showing the highest nutrient accumulations. It is concluded that, although biostimulant application did not promote significant increases in onion plant dry mass, some products influenced yield and nutrient accumulation.

Keywords: *Allium cepa*, growth, abiotic stress and semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura do ar (°C). umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica ao longo do período experimental no ano de 2022 em Mossoró. Rio Grande do Norte. UFERSA. 2025.....	17
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	18
Tabela 2 - Descrição e recomendações dos tratamentos, para o uso em hortaliças, Mossoró-RN, 2025.....	18
Tabela 3 - Resumo da análise de variância pelo teste F, para massa seca da parte aérea (MSPA), bulbo (MSB) e total (MST) e produtividade total (PT) de cebola sob aplicação de bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	21
Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (MSPA), bulbo (MSB) e total (MST) e produtividade total (PT) da cebola cultivar campo lindo, tratadas com diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	21
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea, bulbo e total em cebola sob aplicação de bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	22
Tabela 6 - Acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de cebola submetida a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	23
Tabela 7 - Acúmulo de macro e micronutrientes no bulbo de cebola submetida a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	24
Tabela 8 - Acúmulo de macro e micronutrientes no total de cebola submetida a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.....	25

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
	2.1 Aspectos gerais da cultura da cebola	14
	2.2 Bioestimulantes	15
3.	MATERIAL E MÉTODOS	17
	3.1 Localização e caracterização da área experimental	17
	3.2 Delineamento, tratamentos e unidade experimental	18
	3.3 Instalação e condução dos experimentos	19
	3.4 Características avaliadas	20
	3.5 Análises estatísticas	20
4.	RESULTADOS	20
	4.1 Crescimento e produtividade total	20
	4.2 Acúmulo de nutrientes	22
5.	DISCUSSÃO	25
6.	CONCLUSÃO	27
7.	REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo. Em 2022, a produção mundial foi de aproximadamente 111 milhões de toneladas, distribuídas em 139 países (FAO, 2023). O Brasil está entre os 10 maiores produtores, com produção de 1,64 milhão de toneladas em 2023, em uma área de 49.358 hectares, equivalendo a uma produtividade média de 33,20 t ha⁻¹ e valor de produção superior a R\$ 4 bilhões (IBGE, 2023).

As regiões Sul e Sudeste concentram a maior parte da produção nacional, seguidas pela região Nordeste, responsável por cerca de 20% do total produzido. No Nordeste, destacam-se como principais estados produtores a Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Contudo, a produtividade nessa região é bastante variável, devido às condições edafoclimáticas do clima semiárido, caracterizado por altas temperaturas e disponibilidade irregular de chuvas. No Rio Grande do Norte, estudos indicam que a região de Mossoró possui elevado potencial produtivo, podendo alcançar valores superiores a 26 t ha⁻¹ e, com o uso de diferentes inovações, como adubação potássica otimizada via fertirrigação, aplicação de rizobactérias, doses crescentes de enxofre e o uso de diferentes cultivares a produtividade pode alcançar valores superiores a 100 t ha⁻¹ (GONÇALVES et al., 2019a; CARMO, 2024; HENRIQUES et al., 2014; LACERDA et al., 2022)

Os bioestimulantes despontam como uma alternativa promissora, para potencializar o desenvolvimento da planta e aumentar a produtividade de cebola em ambientes semiáridos. Os bioestimulantes podem ser derivados de diferentes fontes naturais, como extratos de algas, aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, microrganismos benéficos e reguladores de crescimento vegetal. Quando aplicados às plantas ou ao solo esse bioestimulante pode estimular, processos fisiológicos que melhoram a eficiência no uso de nutrientes, a tolerância ao estresse abiótico e a qualidade das culturas. (EBIC, 2021).

Os bioestimulantes não apresentam um modo de ação único efeitos variam em função de diversos múltiplos fatores, como a composição do produto, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie vegetal, o tipo de solo e as condições ambientais (DU JARDIN, 2015). Nesse contexto, estudos têm demonstrado efeitos positivos desses produtos em várias culturas, embora os resultados possam variar amplamente entre as espécies e ambientes de cultivo. Na cultura da *Solanum lycopersicum*, por exemplo, a aplicação de extratos de *Ascophyllum nodosum* auxiliou na manutenção da eficiência fotossintética sob estresse hídrico, além de melhorar a qualidade dos frutos e prolongar sua vida útil (PERIPOLLI, 2019). Na cultura do alho, a aplicação do bioestimulante QuitoMax®, à base de quitosana, aumentou a altura das plantas, número de folhas, teor de clorofila, diâmetro e massa do bulbo, além do número de dentes-semente (ALVAREZ-

PINEDO et al., 2022).

Na cebola, a aplicação de bioestimulantes tem mostrado resultados promissores. Mikulewicz et al. (2019) observaram que produtos à base de extratos de algas e aminoácidos atuaram diretamente na resistência das plantas a fatores abióticos, como estresse hídrico, promovendo o crescimento radicular e melhorando a eficiência do uso de nutrientes, resultando em uma maior produtividade.

Além disso, estudos mais recentes mostram que os bioestimulantes podem contribuir não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a melhoria da qualidade dos bulbos de cebola. Djokovic et al. (2024) verificaram que a aplicação de bioestimulantes, como extratos de algas e microrganismos benéficos, promoveu aumento significativo da biomassa fresca e seca, além de elevar os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante dos bulbos.

Apesar das condições adversas típicas das regiões semiáridas, que historicamente impõem limitações à produtividade agrícola, algumas dessas áreas destacam-se como grandes produtoras, evidenciando seu elevado potencial produtivo. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de bioestimulantes na produtividade e no acúmulo de nutrientes da cultura da cebola sob condições do semiárido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é a terceira hortaliça mais cultivada mundialmente, atrás apenas da batata e do tomate (Fao, 2023). É amplamente utilizada na alimentação humana, tanto *in natura* quanto processada, representando um importante componente na economia agrícola de diversos países.

No Brasil, a produção de cebola é superior a 1,6 milhão de toneladas, concentrada nos estados de Santa Catarina, Bahia, Minas Gerais e Goiás (IBGE, 2023). No Nordeste se destacando como uma das principais regiões produtoras do país, lideradas pelos estados da Bahia e Pernambuco. no entanto, vem ampliando sua participação na produção regional, com trabalhos que demonstram diferentes produtividades. Gonçalves et al. (2019a) encontraram produtividades de até 63,20 t ha⁻¹ por meio da adubação potássica otimizada via fertirrigação. Mais recente Lacerda et al. (2022) identificaram produtividades médias de 73,77 t ha⁻¹ para a cultivar IPA 11 e até 108,81 t ha⁻¹ para a cultivar Rio das Antas em experimentos com doses crescentes de enxofre.

A cebola apresenta melhor desenvolvimento em temperaturas amenas, com faixa ideal entre 20 e 25 °C, tanto para a germinação quanto para o crescimento foliar. O fotoperíodo é outro fator que influencia diretamente o início da formação do bulbo, sendo uma cultura de dias longos, onde de modo geral, nenhuma bulbificação ocorre em dia com duração inferior a 10 horas de luz (EMBRAPA, 2024). Além de ser altamente sensível ao déficit hídrico, sendo recomendado também o uso de solos arenosos e bem drenados, juntamente com o pH ideal variando entre 6,0 a 6,8 (ORTOLÁ, 2014; KHOKHAR, 2019).

2.2 Bioestimulantes

Os bioestimulantes são definidos são produtos que contêm substâncias naturais com diferentes composições e concentrações, capazes de serem aplicados diretamente às plantas, sementes ou solo com o objetivo de promover o aumento da produtividade, melhorar a qualidade das sementes e estimular diversos processos fisiológicos nas plantas, como o desenvolvimento radicular, o equilíbrio hormonal, a germinação uniforme e o crescimento celular (MAPA, 2020). Esses produtos oferecem benefícios fisiológicos e agrônômicos, com efeitos sobre a floração, o crescimento vegetativo, a frutificação, o aumento da produtividade. Além disso, promovem maior tolerância das plantas a estresses abióticos, como seca, salinidade e variações térmicas (YAKHIN et al., 2017; ROUPHAEL; COLLA, 2020).

Os ingredientes ativos mais comuns incluem extratos de algas marinhas, nanopartículas, substâncias húmicas, enzimas e microrganismos benéficos (SIBLE et al., 2021). Essa diversidade de formulações permite a adaptação dos produtos a diferentes condições de cultivo, como tipo de solo, cultura, clima e estágio de desenvolvimento da planta. Favorece práticas agrícolas mais sustentáveis, trazendo uma possibilidade de ajustar o uso conforme as necessidades específicas e contribui para a eficiência no uso de recursos e redução de impactos ambientais. Os efeitos podem variar conforme a composição do produto, a dose, o modo de aplicação, a cultura em questão, o estágio fenológico e as condições ambientais (LI et al., 2022).

As substâncias húmicas, por exemplo, compostas por ácidos húmicos, fúlvicos e huminas, são frações orgânicas derivadas da decomposição da matéria orgânica. Essas substâncias atuam em diversos processos fisiológicos das plantas, como a melhoria da absorção de nutrientes, ativação de sistemas antioxidantes e regulação de mecanismos de defesa. (ATERO-CALVO et al., 2024). Além disso, essas substâncias atuam na melhoria da arquitetura radicular, estimulando o crescimento de raízes laterais e pelos radiculares, aumentando a resistência das plantas a estresses abióticos como seca, salinidade e

temperaturas extremas, melhorando a eficiência no uso da água e a atividade antioxidante (CANELLAS; OLIVARES, 2014; CANELLAS et al., 2024).

Os extratos de algas marinhas contêm compostos bioativos, como polissacarídeos, betainas, compostos fenólicos, carotenoides e fitormônios (citocininas, auxinas e giberelinas), que atuam promovendo o crescimento vegetal, aumentando a absorção de nutrientes e melhorando a tolerância das plantas a estresses abióticos, como seca e salinidade, promovendo maior crescimento das plantas, aumentando a produtividade, como também melhorando a qualidade dos bulbos (KULARATHNE et al., 2021; MUGHUNTH et al., 2024; ABBAS et al., 2020).

As nanopartículas de carbono possuem a capacidade de emitir e absorver luz em diferentes faixas do espectro, graças à sua fotoluminescência ajustável. Quando aplicadas nas folhas das plantas, podem ampliar a captura de luz, principalmente em regiões espectrais pouco utilizadas naturalmente, como a luz verde, favorecendo a fotossíntese (MAHOLIYA et al., 2023). O aumento da taxa fotossintética, promove maior produção de energia, crescimento vegetal mais vigoroso, melhora no desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, maior produtividade das culturas.

Diversos estudos têm demonstrado os efeitos positivos do uso de bioestimulantes em hortaliças. No tomate, por exemplo, avaliaram-se a aplicação de diferentes bioestimulantes como vermicomposto, aminoácidos, ácido fúlvico, quitosana e rizobactérias promotoras de crescimento em plantas cultivadas em sistema sem solo, elevando a produtividade em aproximadamente 43%, além de melhorar a qualidade nutricional dos frutos, com aumento nos teores de vitamina C e sólidos solúveis totais (DASGAN et al., 2024).

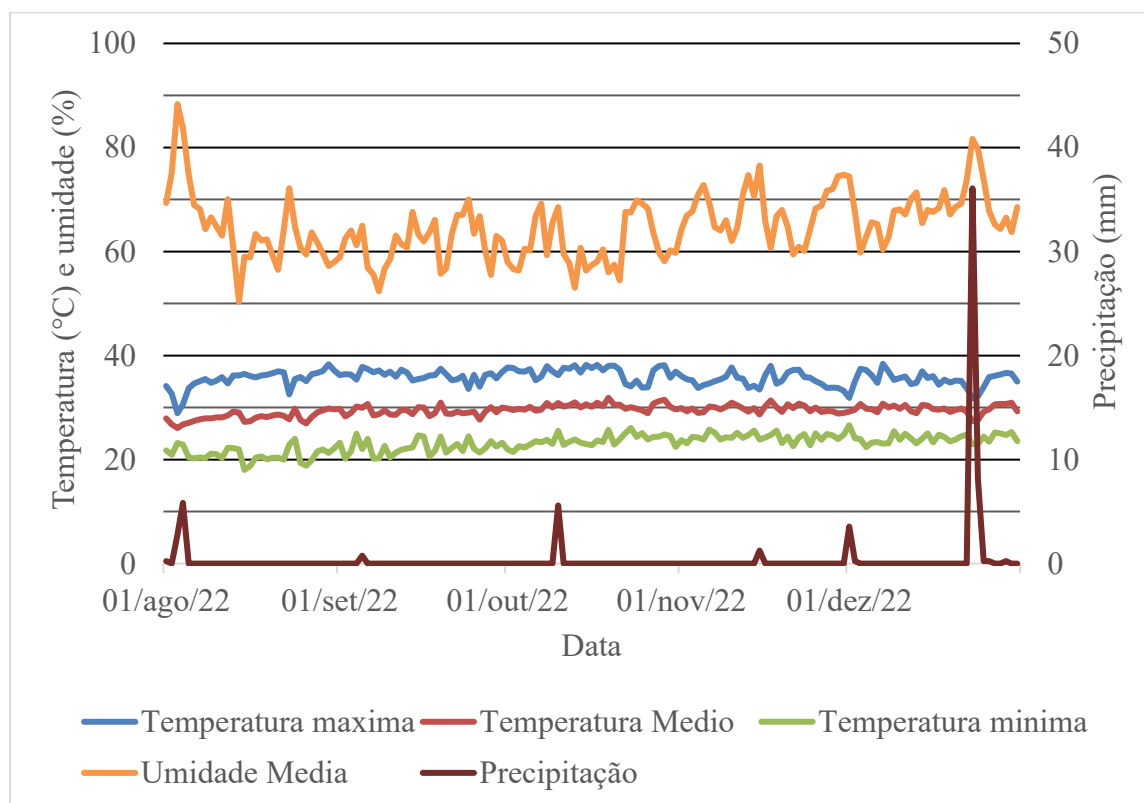
Na cultura do alho (*Allium sativum* L.), a aplicação de bioestimulantes também tem demonstrado efeitos positivos no crescimento, desenvolvimento e produtividade. O uso de bioestimulante à base de quitosana, aplicado por embebição dos bulbilhos e em pulverização foliar, promoveu aumentos significativos na altura das plantas, número de folhas, teor de clorofilas, diâmetro e massa do bulbo, além do número de bulbilhos (Alvarez-Pinedo et al., 2022).

Em relação à cultura da cebola, a aplicação de bioestimulantes à base de extratos de algas, ácidos húmicos e fúlvicos e *Trichoderma* resultou em aumento da produtividade, com maior peso e diâmetro do bulbo. Além disso, houve melhoria na qualidade do bulbo, evidenciada pelo aumento dos teores de compostos fenólicos, flavonoides e da atividade antioxidante, indicando benefícios não apenas agrônômicos (Vojnović et al., 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na zona rural de Mossoró, Rio Grande do Norte, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (5°3'37" S, 37°23'50" W, com uma altitude de 72 metros), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). De acordo com Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente. O período do experimento se estendeu de agosto a dezembro de 2022, durante a fase experimental, a temperatura média registrada foi de 27,7 °C; umidade relativa entre 70,2% e precipitação acumulada foi de 41,6 mm no ano de 2022 (Figura 1).



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 1 - Temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica ao longo do período experimental no ano de 2022 em Mossoró. Rio Grande do Norte, UFERSA, 2025.

A área possui solo classificado como Argissolo (EMBRAPA, 2019). Os atributos químicos do solo, na camada de 0 a 20 cm, estão descritos na tabela 1. As análises foram

realizadas conforme a EMBRAPA (2009).

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN, 2025,

MO	pH	P	Na	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
g kg ⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³							%
18,90	7,33	23,6	0,05	0,96	6,84	2,18	0,43	10,02	10,45	95,88

MO: matéria orgânica; P: Mehlich-1; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases.

Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Delineamento, tratamentos e unidade experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos cinco bioestimulantes comerciais (Acadian[®], Arbolin[®], Humic[®], Megafol[®], Stimulate[®]) e uma testemunha (sem aplicação de bioestimulante). As aplicações foram realizadas via foliar, em dosagem de acordo com a recomendação do fabricante (Tabela 2) e parceladas em quatro aplicações, iniciando-se aos 30 dias após a semeadura (DAS), com intervalos de 10 dias entre cada aplicação.

Tabela 2 - Descrição e recomendações dos tratamentos, para o uso em hortaliças, Mossoró-RN, 2025.

Produto comercial	Empresa	Composição*	Dose Recomendada
Acadian [®]	Acadian Plant Health	Extrato de alga marinha <i>Ascophyllum nodosum</i> ; 61,48 g L ⁻¹ de K ₂ O; 69,6 g L ⁻¹ de COT	3 L ha ⁻¹
Arbolin [®]	Krilltech	400 g L ⁻¹ de Arbolina; 19% de COT; 9,5% de N	200 ml ha ⁻¹
Humic [®]	DVA do Brasil	43% de ácido fúlvico; 3% de N total; 8% de K ₂ O	500 g ha ⁻¹
Megafol [®]	Valagro	Aminoácidos; 6% de N total; 8% de K ₂ O; 9% de COT	3 L ha ⁻¹
Stimulate [®]	Stoller	0,09 g L ⁻¹ de cinetina; 0,05 g L ⁻¹ de ácido giberélico; 0,05 g L ⁻¹ de ácido 4-indol-3-ilbutírico	500 ml ha ⁻¹

*Doses, características e composição segundo informações da empresa, COT: carbono orgânico total, K₂O: óxido de potássio, N: nitrogênio.

Fonte: Autoria própria (2025).

As unidades experimentais foram constituídas por oito fileiras de plantas, espaçadas em 0,10 x 0,06 m, perfazendo uma área total de 2 m², sendo 1,0 m de largura por 2,0 m de comprimento. Como área útil foram consideradas as seis fileiras centrais das plantas,

desconsiderando as plantas das extremidades de cada fileira.

3.3 Instalação e condução dos experimentos

Para o preparo do solo consistiu em aração, gradagem e levantamento dos canteiros. A adubação de fundação seguiu as recomendações para a cultura, com aplicação de 210 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 48 kg ha^{-1} de N (SILVA et al., 2021), utilizando como fonte o fosfato monoamônico (MAP).

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente, via fertirrigação, entre os 20 e 85 DAS, utilizando 79 kg ha^{-1} de N, 207 kg ha^{-1} de K_2O (GONÇALVES et al., 2019a), 14 kg ha^{-1} de Mg, 47 kg ha^{-1} de Ca, $0,19 \text{ kg ha}^{-1}$ de S, com as seguintes fontes: ureia, cloreto de potássio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio. Para o suprimento de micronutrientes, foi aplicado o Rexolin® (1,28% de S, 0,86% de Mg, 2,1% de B, 0,36% de Cu, 2,66% Fe, 2,48% de Mn, 0,036% de Mo, 3,38% de Zn), na dose recomendada de 1 kg ha^{-1} , parcelada em quatro aplicações quinzenais, via fertirrigação.

A semeadura foi realizada manualmente, colocando três sementes por cova, a uma profundidade aproximada de 2,0 cm. Aos 18 DAS, procedeu-se o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por cova.

A cultivar utilizada foi a Campo Lindo, de dia intermediário, com ciclo médio de 110 a 130 dias. Essa cultivar apresenta plantas vigorosas, arquitetura ereta e sistema radicular bem desenvolvido. Os bulbos são arredondados, de coloração amarela dourada, possuindo sabor suave e baixa pungência, o que a torna ideal para o mercado de cebola fresca. Além disso, possui boa tolerância ao armazenamento, alto potencial produtivo e resistência a doenças (VEGETABLES BY BAYER, 2025; TECSEED, 2025).

Durante o ciclo, foram realizadas capinas manuais e controle fitossanitário. Para o controle de trips (*Trips tabaci*), utilizou-se o inseticida Connect® (Bayer S.A.), na dose de 500 ml ha^{-1} . O controle da mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ellis) Cif.) foi feito com o fungicida Amistar Top® (Syngenta), na dose de 300 ml ha^{-1} .

A irrigação inicial foi por microaspersão, sendo substituída por gotejamento após o desbaste. Utilizou-se quatro mangueiras por canteiro, espaçadas em 0,20 m, com emissores a cada 0,30 m e vazão média de $1,5 \text{ L h}^{-1}$. A lâmina de irrigação foi ajustada diariamente conforme a evapotranspiração da cultura (ETc), estimada conforme Allen et al. (1998). A irrigação foi suspensa quando aproximadamente 70% das plantas estavam tombadas, marcando o início do processo de cura ao sol, com 105 DAS. A colheita foi realizada aos 123 DAS.

3.4 Variáveis avaliadas

Por ocasião da colheita foram coletadas aleatoriamente 10 plantas por parcela, para avaliação da massa seca da Parte aérea, do bulbo e total (g planta^{-1}). Após serem lavadas, as plantas foram separadas em folhas e bulbos, e postas para secar em estufa de circulação de ar forçada à 65°C , até atingirem massa constante. Em seguida, os materiais foram pesados e determinado a massa seca de cada parte. A massa seca total foi obtida pela soma da massa seca da folha e do bulbo

Para o acúmulo de macro e micronutrientes o mesmo material utilizado para determinação da massa seca foi triturado em moinho tipo Willey, com peneira de malha 1 mm, e posterior digestão sulfúrica quantificação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, e digestão seca para o S (EMBRAPA, 2009).

O teor de N foi determinado pelo método Kjeldhal. Para o teor de P foi utilizado o método de colorimetria, com leituras em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 725 nm. O teor de K foi determinado por fotômetro de chamas, e os teores de Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, através da espectroscopia de absorção atômica.

A partir dos dados de massa seca e teor de nutrientes, foi determinado o acúmulo nutriente nas frações e em toda a planta, sendo calculado multiplicando o teor do nutriente encontrado pela massa seca da respectiva parte da planta (aérea, bulbo e total) e expressando os resultados em kg ha^{-1} para os macronutrientes e g ha^{-1} para os micronutrientes.

A produtividade total foi determinada a partir da pesagem de todos os bulbos colhidos de cada parcela experimental. Os valores obtidos serão estimados para toneladas por hectare, considerando-se a área correspondente de cada unidade experimental.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando houve efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do software SISVAR v5.3. (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS

4.1 Crescimento e produtividade total

Não houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos bioestimulantes na massa seca do bulbo,

da parte aérea e total. No entanto, diferença significativa ($p \leq 0,05$) ocorreu para a produtividade total (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância pelo teste F, para massa seca da parte aérea (MSPA), bulbo (MSB) e total (MST) e produtividade total (PT) de cebola sob aplicação de bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025

FV	GL	MSPA	MSB	MST	PT
Bloco	3	0,082 ^{ns}	3,032 ^{ns}	3,318 ^{ns}	30,214 ^{ns}
Bioestimulante	5	0,075 ^{ns}	1,972 ^{ns}	2,547 ^{ns}	129,119*
Erro	15	0,027	1,074	1,242	33,186
CV (%)		9,01	11,11	9,98	5,52

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação, Ns, *, **: não-significativo, significativo a $p \leq 0,05$, e significativo a $p \leq 0,01$, respectivamente, de acordo com o teste F, Fonte: Autoria própria (2025),

Não foi observado diferença significativa no acúmulo de massa seca na parte aérea, bulbo e total, apresentando valores de 1,84, 9,33 e 11,17g por planta, respectivamente. As maiores médias de produtividade total de bulbos de cebola foi o tratamento controle (110,713 t ha⁻¹) e com a aplicação do Stimulate[®] (110,172 t ha⁻¹), diferenciando estatisticamente do tratamento com a aplicação do Acadian[®], no qual foi observado os menores valores (95,478 t ha⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4 – Massa seca da parte aérea (MSPA), bulbo (MSB) e total (MST) e produtividade total (PT) da cebola cultivar campo lindo, tratadas com diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025

Bioestimulante	MSPA	MSB	MST	PT
		g planta ⁻¹		t ha ⁻¹
Acadian [®]	1,863ab	9,260a	11,123a	95,478b
Arbolin [®]	1,825ab	10,025a	11,850a	101,833ab
Humic [®]	2,071a	10,303a	12,374a	102,961ab
Megafol [®]	1,827ab	8,454a	10,281a	104,599ab
Stimulate [®]	1,799ab	8,991a	10,790a	110,172a
Testemunha	1,646b	8,946a	10,592a	110,713a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Valores são média $\pm$ erro padrão ($n = 4$). Variáveis: matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca de bulbo (MSB); matéria seca total (MST); produtividade total (PT).

Fonte: Autoria própria (2025).

4.2 Acúmulo de nutrientes

A aplicação de bioestimulantes não influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o acúmulo de macronutrientes, com exceção de P e K, e micronutrientes na parte aérea da planta. No bulbo, houve efeito significativo dos bioestimulantes para o acúmulo dos macronutrientes P, K, Mg e para o micronutrientes Fe. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) relacionado a aplicação de bioestimulantes sobre o acúmulo total dos macronutrientes K, P, Mg e para o micronutriente Fe nas plantas de cebola (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea, bulbo e total em cebolas sob aplicação de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFRSA, 2025

PARTE AÉREA										
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn
Bioestimulante	3	12,945 ^{ns}	0,175 ^{**}	125,519 [*]	0,002 ^{ns}	1,119 ^{ns}	0,598 ^{ns}	60,418 ^{ns}	51,480 ^{ns}	108,2 ^{ns}
Bloco	5	39,539 ^{ns}	0,020 ^{ns}	60,907 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,177 ^{ns}	0,181 ^{ns}	18,059 ^{ns}	79,585 ^{ns}	89,937 ^{ns}
Erro	15	8,846	0,009	38,955	0,004	0,972	1,225	22,367	36,098	113,065
C,V, (%)		17,12	24,40	16,83	14,85	16,81	59,96	26,72	34,51	31,76
BULBO										
Bioestimulante	3	1588,055 ^{ns}	11,528 [*]	1458,174 [*]	2,933 ^{ns}	7,330 ^{**}	20,936 ^{ns}	36,216 [*]	629,7 ^{ns}	30,673 ^{ns}
Bloco	5	357,847 ^{ns}	3,668 ^{ns}	680,005 ^{ns}	0,422 ^{ns}	2,608 ^{ns}	48,320 ^{ns}	19,908 ^{ns}	388,82 ^{ns}	3,029 ^{ns}
Erro	15	890,171	3,388	374,247	1,180	1,384	39,655	10,043	329,164	12,765
C,V, (%)		14,55	16,40	11,52	15,01	12,91	27,02	20,55	19,39	16,10
TOTAL										
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn
Bioestimulante	3	1729,659 ^{ns}	11,177 [*]	2047,86 ^{**}	3,006 ^{ns}	8,234 [*]	26,494 ^{ns}	175,59 ^{**}	696,10 ^{ns}	238,42 ^{ns}
Bloco	5	584,924 ^{ns}	3,927 ^{ns}	560,782 ^{ns}	0,516 ^{ns}	3,617 ^{ns}	44,633 ^{ns}	69,813 ^{ns}	609,30 ^{ns}	79,845 ^{ns}
Erro	15	881,986	3,307	441,397	1,257	2,445	37,741	25,541	436,777	136,585
C,V, (%)		13,35	15,67	10,25	14,61	10,44	24,12	16,41	18,83	20,99

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação, ^{ns} não significativas; ^{*}significativa a 5% de probabilidade; ^{**}significativa a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Fonte: Autoria própria (2025).

Na parte aérea, o maior acúmulo de P, ocorreu com a aplicação do produto Megafol[®] proporcionando o maior acúmulo do nutriente na parte aérea da planta com 0,79 kg há⁻¹ de P, enquanto a testemunha obteve o menor valor 0,22 kg há⁻¹. Em relação ao K, o maior acúmulo foi observado com a aplicação de Humic[®] atingindo 43,79 kg há⁻¹, enquanto a menor concentração foi registrada na testemunha com apenas 26,97 kg há⁻¹. Para N, Ca, Mg e S os valores médios de 13,90, 0,43, 5,87 e 2,17 kg há⁻¹, respectivamente, não houve diferença

significativa entre os tratamentos.

Os micronutrientes na parte aérea da planta, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos tratamentos, com acúmulo médio dos micronutrientes Fe, Zn ou Mn de 17,7, 17,41 e 33,48 g ha⁻¹, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de cebola submetidas a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025.

Bioestimulante	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)	S (kg ha ⁻¹)	Fe (g ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)
Acadian®	19,03a	0,28b	39,27ab	0,43a	6,27a	2,31a	24,04a	18,59a	27,19a
Arbolin®	16,81a	0,36b	36,16ab	0,42a	4,84a	2,15a	19,41ab	19,15a	41,67a
Humic®	19,03a	0,30b	43,79a	0,45a	6,23a	2,76a	17,62ab	19,10a	35,84a
Megafol®	18,82a	0,79a	37,20ab	0,42a	5,96a	2,25a	16,81ab	13,73a	35,20a
Stimulate®	15,76a	0,30b	39,06ab	0,40a	5,83a	1,94a	15,93ab	12,29a	31,50a
Testemunha	14,98a	0,21b	26,96b	0,44a	6,06a	1,60a	12,36b	21,57a	29,45a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Valores são média $\pm$ erro padrão ($n = 4$).

Fonte: Autoria própria (2025).

Já em relação ao bulbo, a aplicação do bioestimulante Humic® promoveu os maiores acúmulos dos macronutrientes, embora apresente diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas para fósforo, potássio e magnésio com valores de 13,62 kg ha⁻¹, 200,26 kg ha⁻¹ e 11,62 kg ha⁻¹, respectivamente. Para fósforo, a testemunha apresentou o menor valor, 9,35 kg ha⁻¹, indicando diferença estatística. Quanto ao K, os bioestimulantes Megafol® e Acadian® se diferenciaram, obtendo acúmulos de 152,58 e 149,26 kg ha⁻¹, respectivamente. No acúmulo de Mg, o Humic® se diferenciou dos tratamentos com Acadian®, Megafol® e a testemunha, com 8,00 kg ha⁻¹, 8,05 kg ha⁻¹ e 8,50 kg ha⁻¹. Embora a maior parte dos micronutrientes não tenha apresentado diferenças significativas ($p < 0,05$), Fe mostrou variação significativa, com maior acúmulo no tratamento com Acadian® (18,80 kg ha⁻¹) em comparação à testemunha (11,77 kg ha⁻¹) (Tabela 7).

Tabela 7 - Acúmulo de macro e micronutrientes no bulbo de cebolas submetidas a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFERSA, 2025

Bioestimulante	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn
	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
Acadian®	209,89a	11,45a	149,26b	6,73a	7,99b	24,46a	18,80a	90,64a	18,42a
Arbolin®	211,86a	12,78a	174,25ab	8,10a	9,47ab	25,28a	17,14a	97,24a	25,36a
Humic®	235,58a	13,62a	200,26a	8,53a	11,61a	25,51a	18,29a	115,88a	25,29a
Megafol®	184,99a	10,08a	152,58b	6,91a	8,05b	21,07a	13,23a	88,70a	21,20a
Stimulate®	206,76a	10,06a	173,85ab	6,53a	9,03ab	23,48a	13,30a	90,72a	25,47a
Testemunha	181,00a	9,34b	157,05ab	6,61a	8,49b	19,99a	11,77a	78,23a	20,36a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Valores são média $\pm$ erro padrão ($n = 4$).

Fonte: Autoria própria (2025).

Entre os bioestimulantes que apresentaram influência significativa no acúmulo total dos macronutrientes, o Humic® proporcionou os maiores acúmulos de P, com 13,92 kg ha⁻¹, K, com 244,05 kg ha⁻¹, e Mg, com 17,85 kg ha⁻¹, se diferenciando significativamente da testemunha para o P e o K, que apresentaram os menores valores, com 9,34 kg ha⁻¹ e 157,05 kg ha⁻¹, respectivamente. Já para o Mg, o menor acúmulo foi observado no tratamento com Megafol®, com 14,02 kg ha⁻¹.

Para os micronutrientes apenas o Fe apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O maior acúmulo foi observado com o bioestimulante Acadian®, com 42,85 g ha⁻¹, que se diferenciou estatisticamente de Megafol®, com 30,04 g ha⁻¹, Stimulate®, com 29,24 g ha⁻¹, e da testemunha, que apresentou o menor valor, 24,14 g ha⁻¹. Os demais tratamentos, Humic® e Arbolin®, apresentaram valores intermediários, com 36,56 g ha⁻¹ e 35,92 g ha⁻¹, respectivamente, sem diferença significativa em relação aos extremos (Tabela 8).

Tabela 8 – Acúmulo de macro e micronutrientes no total de cebolas submetidas a aplicações de diferentes bioestimulantes, Mossoró, RN, UFRSA, 2025,

Bioestimulant	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn
^c	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
Acadian®	228,68a	11,74ab	188,53b	7,174a	14,26ab	26,77a	42,84a	109,23a	45,61a
Arbolin®	228,93a	13,14ab	210,42ab	8,530a	14,31ab	27,44a	36,56ab	116,40a	67,04a
Humic®	254,60a	13,92a	244,04a	8,991a	17,84a	28,27a	35,91ab	134,99a	61,14a
Megafof®	203,81a	10,87ab	189,78b	7,332a	14,01b	23,32a	30,04b	102,43a	56,40a
Stimulate®	222,52a	10,37ab	212,91ab	6,938a	14,86ab	25,43a	29,24b	103,02a	53,97a
Testemunha	195,99a	9,56b	184,02b	7,057a	14,55ab	21,59a	24,13b	99,81a	49,82a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Valores são média $\pm$ erro padrão ($n = 4$),

5. DISCUSSÃO

A aplicação de bioestimulantes na cultura da cebola não proporcionaram aumento significativo nas variáveis de crescimento avaliadas, o que pode estar atrelado ao bom suprimento nutricional via fertirrigação, aliado à ausência de estresses marcantes durante o ciclo da cultura, podem ter limitado a atuação dos bioestimulantes no desenvolvimento vegetativo. Visto que o efeito dos bioestimulantes nas plantas pode ser reduzido em condições ambientais e nutricionais mais favoráveis, onde há menor estresse hídrico, térmico ou de disponibilidade de nutrientes, tornando sua resposta menos expressiva. (Lakhdar, 2021; Li et al.2022).

De forma semelhante, Kohler et al. (2019) não observaram diferença significativa na massa seca nem na produtividade de bulbos de alho com o uso de bioestimulantes, reforçando que os efeitos positivos desses insumos costumam ser potencializados quando as plantas estão submetidas a condições de estresse, sejam elas bióticas ou abióticas.

A diminuição na produtividade em função do uso de bioestimulantes pode ser atribuída ao fato da energia adquirida pelas plantas não foi necessariamente convertida para a produção de bulbos, sendo possível que os bioestimulantes tenham influenciado outros processos fisiológicos relacionados à qualidade e à eficiência metabólica do desenvolvimento dos bulbos. Esse comportamento corrobora Toscano et al. (2023), comprovando que alguns tratamentos podem promover melhorias em parâmetros de qualidade, como o aumento do teor de compostos fenólicos e da atividade antioxidante, embora não tenha acréscimos na produtividade.

Além disso, é possível que parte dessa energia tenha sido direcionada para a síntese de

fitohormônios, como auxinas, citocininas e giberelinas, e para a ativação de mecanismos fisiológicos que favorecem o crescimento vegetativo, como a expansão celular e a formação de novos tecidos. Tal hipótese é sustentada pelos dados de acúmulo de massa seca da parte aérea, que apresentaram ganhos matemáticos em todos os tratamentos com bioestimulantes em relação à testemunha, mesmo que esse aumento não tenha se refletido em maior translocação de fotoassimilados para os bulbos, não resultando em incremento na produtividade.

Segundo El Boukhari et al. (2020) os extratos de algas, composto ativo do bioestimulante Acadian[®], podem ativar mecanismos de defesa das plantas e estimular a produção de compostos protetores, como fenóis, flavonoides, carotenoides, vitamina C e aminoácidos como a prolina, além de aumentar a atividade de enzimas antioxidantes, além da produção de fitohormônios como auxinas e citocininas. Assim, parte da energia que poderia ser usada na formação de bulbos pode ter sido desviada para o crescimento e processos secundários, como defesa e adaptação, em vez de ser totalmente utilizada na produção do bulbo.

Além disso, o efeito dos bioestimulantes dependem de alguns fatores como dose, forma de aplicação e momento de aplicação. Mesmo quando seguidas as recomendações técnicas, a resposta aos bioestimulantes pode variar de acordo com as diferentes condições do cultivo. Uma meta-análise abrangente realizada por Li et al. (2022) evidenciou que concentrações fora da faixa ideal podem comprometer o rendimento das culturas, assim como a forma de aplicação impacta diretamente a eficiência do produto.

Diante disso, sugere-se a realização de estudos futuros que investiguem de forma mais detalhada os efeitos das diferentes épocas, doses e métodos de aplicação dos bioestimulantes, para sugerir manejos de aplicação diferentes, visando melhor eficácia e eficiência no uso desses produtos para promover o crescimento e a qualidade das plantas em diferentes condições de cultivo.

Diferentemente dos resultados observados para o crescimento e produtividade, o uso de bioestimulantes influenciou positivamente o acúmulo de nutrientes em diferentes partes da planta de cebola, tendo uma tendência de aumento no acúmulo total de nutrientes em quase todos os tratamentos com bioestimulantes, possivelmente devido a estímulos ao desenvolvimento radicular e melhor absorção dos nutrientes.

Para o acúmulo dos macronutrientes que se diferenciaram estatisticamente, o bioestimulante Humic[®] se destacou como o mais eficiente, promovendo os maiores acúmulos da maioria dos macronutrientes em todas as variáveis, com exceção do P na parte aérea da planta. O resultado da aplicação do Humic[®] pode estar relacionado aos ácidos fúlvicos, capazes de estimular a formação de raízes laterais e pelos radiculares, promovendo maior exploração

do solo e absorção de nutrientes. Além disso, os ácidos fúlvicos ativam a enzima H^+ -ATPase da membrana plasmática, por bombear prótons (H^+) para fora da célula, causando a acidificação da rizosfera, aumentando a solubilização de nutrientes pouco disponíveis no solo (NARDI et al., 2021).

Já na parte aérea, o Megafol® diferenciou-se de todos os outros tratamentos, possivelmente devido à sua composição com aminoácidos, betaínas e fatores de crescimento, que podem favorecer processos fisiológicos relacionados ao transporte de nutrientes. A aplicação foliar de aminoácidos estimula a ativação enzimática, favorecendo a mobilidade de nutrientes no floema e facilitando a redistribuição do fósforo para tecidos em crescimento (HENDERSON et al., 2025). Além disso, a betaína pode atuar na manutenção da homeostase metabólica e aumento da taxa fotossintética, com maior transporte de fotoassimilados (LI et al., 2018).

Para os macronutrientes que não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, esse comportamento pode estar relacionado à alta disponibilidade desses nutrientes no solo, o que reduz a necessidade de estímulos fisiológicos adicionais para sua absorção. Assim, em situações nas quais os nutrientes estão adequadamente supridos e o ambiente não impõe restrições, a ação dos bioestimulantes pode não ser suficiente para gerar diferenças significativas. Esse efeito foi evidenciado em estudos nos quais a aplicação de bioestimulantes não promoveu ganhos no acúmulo de nutrientes em solos com maior disponibilidade nutricional (Marques et al., 2021; Abranches et al., 2022).

O acúmulo de micronutrientes, apenas o Fe foi influenciado pela aplicação dos bioestimulantes, apresentando maiores valores na parte aérea, no bulbo e total, com a aplicação do bioestimulante Acadian®. Segundo Marschner (2012), o Fe é um micronutriente com baixa mobilidade no solo, especialmente em ambientes bem aerados e com pH próximo à neutralidade. A reação do bioestimulante pode estar relacionado à presença de extratos de algas em sua formulação, os quais promovem o desenvolvimento radicular e ativam enzimas relacionadas à absorção de ferro (NARDI et al., 2021).

6. CONCLUSÃO

Os bioestimulantes avaliados não promoveram efeito significativo sobre as variáveis de crescimento da cultura da cebola analisadas. Entretanto, a produtividade total dos bulbos foi influenciada com a aplicação dos bioestimulantes, com a testemunha com os maiores valores.

A aplicação de bioestimulantes contribuiu para melhoria nutricional da cultura da

cebola. O bioestimulante Humic® proporcionou os maiores acúmulos de fósforo, potássio e magnésio, enquanto o Acadian® promoveu maior acúmulo de ferro.

Quanto ao acúmulo de macronutrientes nas diferentes partes da planta, o comportamento variou entre as três frações analisadas: Na parte aérea, a ordem de acúmulo foi $K > N > Mg > S > Ca > P$; no bulbo, $N > K > S > P > Mg > Ca$; e no total, $N > K > S > Mg > P > Ca$. Para os micronutrientes na parte aérea, a ordem de acúmulo foi $Mn > Zn > Fe$; no bulbo, $Zn > Mn > Fe$; e no total, $Zn > Mn > Fe$.

7. REFERÊNCIAS

- ABBAS, M, et al, Effect of seaweed extract on productivity and quality attributes of four onion cultivars, *Horticulturae*, v, 6, n, 2, p, 28, 2020, DOI: 10.3390/horticulturae6020028 Acesso em: 8 ago, 2025.
- ABRANCHES, Mikaela de Oliveira; SILVA, Guilherme Augusto Mendes da; TAVARES, Queila Gouveia; PAULA, Laércio Boratto de; SANTOS, Leônidas Canuto. Efeito do uso de bioestimulantes na cultura do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 24, n. 1, p. 1-11, fev. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/369080230 EFEITO DO USO DE BIOESTIMULANTES ANTES NA CULTURA DO FEIJAO-VAGEM Phaseolus vulgaris L](https://www.researchgate.net/publication/369080230_EFEITO_DO_USO_DE_BIOESTIMULANTES_ANTES_NA_CULTURA_DO_FEIJAO-VAGEM_Phaseolus_vulgaris_L) Acesso em: 8 ago. 2025.
- ACADIAN PLANT SCIENCE, Acadian Plant Health, Disponível em: <https://acadianplanthealth.com/>, Acesso em: 15 jun, 2025.
- ALLEN, R, G.; PEREIRA, L, S.; RAES, D.; SMITH, M, Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements, Rome: FAO, 1998, (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56), Disponível em: <https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm>, Acesso em: 15 jun, 2025.
- ALVAREZ-PINEDO, A, et al, Efecto del bioestimulante QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del ajo (*Allium sativum* L.) clon ‘Criollo’, *Cultivos Tropicales*, v, 43, n, 4, e11, 2022, Disponível em: <https://cu-id.com/2050/v43n4e11>, Acesso em: 5 jul, 2025.
- ATERO-CALVO, G, et al, Humic substances-based products for plants growth and abiotic stress tolerance, In: BALTASAR, B.; MEGÍAS, C, et al, (ed.), *Biostimulants in plant protection and performance*, v, 1, Amsterdam: Elsevier, 2024, p, 89–106, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443158841000257>, Acesso em: 15 jun, 2025.
- BREWSTER, J, L, Onions and other vegetable alliums, 2, ed, Cambridge, MA: CABI Publishing, 2008, 326 p, Disponível em: https://archive.org/details/Onions_and_Other_Vegetable_Alliums_Crop_Production_Science_in_Horticulture_by_Ja Acesso em: 7 jun, 2025.
- CANELLAS, L, P.; OLIVARES, F, L, Physiological responses to humic substances as plant growth promoter, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v, 1, n, 3, p, 1–11, 2014, Disponível em: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/2196-5641-1-3>, Acesso em: 3 jul, 2025.
- CANELLAS, L, P.; SILVA, R, M.; BUSATO, J, G, Humic substances and plant abiotic stress adaptation, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v, 11, p, 1–19, 2024, Disponível em: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-024-00575-z>, Acesso em: 4 jul, 2025.
- CARMO, Luiz Henrique de Araujo, *Produtividade e pós-colheita de bulbos de cebola sob aplicação de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas*, 2024, 35 f, Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2024, Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/caff9665-39cd-42d4-817e-9ccd2b7d3c5c>, Acesso em: 4 jul, 2025.

CROPLIFE BRASIL, *Bioestimulante: uma nova ferramenta para tratar as plantas*, 29 jan, 2021, Disponível em: <https://croplifebrasil.org/bioestimulante-uma-nova-ferramenta-para-tratar-as-plantas/>, Acesso em: 8 ago, 2025.

DASGAN, H, Y.; AKSU, K, S.; ZIKARIA, K.; GRUDA, N, S, Biostimulants enhance the nutritional quality of soilless greenhouse tomatoes, *Plants*, v, 13, n, 18, art, 2587, 2024, Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/18/2587> Acesso em: 5 jul, 2025.

DJONOVIC, Dorde; et al, Biostimulants affect differently biomass and antioxidant status of onion (*Allium cepa*) depending on production method, *Horticulturae*, Basel, v, 10, n, 4, p, 391, 2024, DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040391>. Acesso em: 8 jul, 2025.

DU JARDIN, P, Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation, *Scientia Horticulturae*, v, 196, p, 3–14, 2015, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>, Acesso em: 8 jun, 2025.

DVA AGRO, Incentia Eco Humic: bioestimulante líquido com ácidos fúlvicos para agricultura orgânica, Disponível em: <https://dva.com/br/incentia-eco/incentia-eco-humic>, Acesso em: 15 jun, 2025.

EBIC – EUROPEAN BIOSTIMULANTS INDUSTRY COUNCIL, What are biostimulants, Brussels: EBIC, 2021, Disponível em: <https://biostimulants.eu/faqs/what-are-biostimulants/>, Acesso em: 6 maio 2025.

EL BOUKHARI, M, E, et al, Trends in seaweed extract based biostimulants: Manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems, *Plants*, v, 9, n, 3, p, 359, 2020, DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9030359>, Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7154814/>, Acesso em: 9 ago, 2025.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Sistema brasileiro de classificação de solos, 5, ed, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.

EPAGRI, Sistema de produção para cebola em Santa Catarina, Florianópolis: EPAGRI, 2013, 7 p, Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/cebola/acervo/sistema_producao_cebola_sc.pdf, Acesso em: 5 jun, 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS,

FAOSTAT: Crops and livestock products – Onion (dry), Roma: FAO, 2024, Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/df90e6cf-4178-4361-97d4-5154a9213877/content>, Acesso em: 1 maio 2025.

FERREIRA, D, F, SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split-plot type designs, *Revista Brasileira de Biometria*, Lavras, v, 37, n, 4, p, 529–535, 2019, Disponível em: <http://200.131.250.9/index.php/BBJ/article/view/450>, Acesso em: 1 maio 2025.

GONÇALVES, F, C, et al, Agronomic and qualitative performance of densely cultivated onion cultivars as affected by potassium fertilisation, *Revista Caatinga*, v, 32, n, 4, p, 1044–1053,

2019a, DOI: 10.1590/1983-21252019v32n404rc.

GONÇALVES, F, C, et al, Yield and quality of densely cultivated onion cultivars as function of nitrogen fertilization, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v, 23, n, 11, p, 847–851, 2019b, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/P2dvvCL8Rcd3zQnnVVvqwn>, Acesso em: 2 maio 2025.

GRABOWSKA, A, et al, The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its quality, *Vegetable Crops Research Bulletin*, v, 77, p, 37–48, 2012.

HENDERSON, Bethany C. R.; SANDERSON, John M.; FOWLES, Andrew. A review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants. *Discover Agriculture*, v. 3, art. 69, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44279-025-00222-7> Acesso em: 11 ago. 2025.

HENRIQUES, G, P, S, A, et al, Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v, 18, n, 7, p, 682–687, 2014, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/qTXxKcD5VtwW4NSdmbjNSTq/>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Agro: produção agrícola, 2023, Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cebola/br>, Acesso em: 1 maio 2025.

INSTAAGRO, Koppert Acadian 5 litros, Disponível em: <https://www.instaagro.com/koppert-acadian-5-litros>, Acesso em: 15 jun, 2025.

KHOKHAR, K, M, Mineral nutrient management for onion bulb crops – a review, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v, 94, n, 5, p, 1–13, 2019, Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14620316.2019.1613935>, Acesso em: 18 jul, 2025.

KULARATHNE, M, A, M, N,; SRIKRISHNAH, S,; SUTHARSAN, S, Effect of seaweed extracts on ornamental plants: article review, *Journal of Agriculture and Ecology*, v, 9, n, 3, p, 26–37, 2021, Disponível em: <https://www.agriculturejournal.org/volume9number3/effect-of-seaweed-extracts-on-ornamental-plants-article-review/>, Acesso em: 15 jun, 2025.

LI, Daxing et al. Genetic engineering of the biosynthesis of glycine betaine modulates phosphate homeostasis by regulating phosphate acquisition in tomato. *Frontiers in Plant Science*, Sec. Plant Abiotic Stress, v. 9, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01995/full> Acesso em: 11 ago. 2025.

LI, J,; VAN GERREWEY, T,; GEELLEN, D, A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials, *Frontiers in Plant Science*, v, 13, p, 836702, 2022, DOI: 10.3389/fpls.2022.836702, Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.836702/full>, Acesso em: 17 jul, 2025.

MAHOLIYA, A, et al, An insight into the role of carbon dots in the agriculture system: a review, *Environmental Science: Nano*, v, 10, n, 4, p, 959–995, 2023.

MARSCHNER, H, Mineral nutrition of higher plants, 3, ed, London: Academic Press, 2012.

MIKULEWICZ, E, et al, Effect of selected biostimulants on the yield and quality of the common onion (*Allium cepa* L.), *Acta Agrophysica*, v, 26, n, 1, p, 79–89, 2019, Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333117087_Effect_of_selected_biostimulants_on_the_yield_and_quality_of_the_common_onion_Allium_cepa_L, Acesso em: 11 maio 2025.

MUGHUNTH, R, J, et al, A review of seaweed extract's potential as a biostimulant to enhance growth and mitigate stress in horticulture crops, *Scientia Horticulturae*, v, 334, p, 113312, 2024, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423824004692>, Acesso em: 15 jun, 2025.

NARDI, S.; SCHIAVON, M.; FRANCIOSO, O, Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters, *Molecules*, v, 26, n, 8, p, 2256, 2021, DOI: 10.3390/molecules26082256.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G, Editorial: Biostimulants in agriculture, *Frontiers in Plant Science*, v, 11, 2020, Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.00040/full>, Acesso em: 10 jun, 2025.

SIBLE, C, N.; SEEBAUER, J, R.; BELOW, F, E, Plant biostimulants: a categorical review, their implications for row crop production, and relation to soil health indicators, *Agronomy*, v, 11, n, 7, p, 1297, 2021, Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/7/1297>, Acesso em: 10 jun, 2025.

SILVA, J, S, da et al, Bioestimulantes: manejo e uso em cultivos agrícolas, Brasília, DF: Embrapa, 2019, 53 p, Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1115431>, Acesso em: 18 jul, 2025.

SILVA, L, R, R, *et al*, Agronomic performance of onion cultivars as affected by phosphate fertilization, **Revista Ceres**, v, 68, n, 5, p, 371-378, 2021.

STOLLER, Stimulate® – bula do produto, Disponível em: <https://www.stoller.com.br/produtos/fisiologicos/stimulate/bula-stimulate/>, Acesso em: 15 jun, 2025.

SYNGENTA BIOLOGICALS, Megafol – anti-stress and growth activator, Disponível em: <https://www.syngentabiologicals.com/en/products/farm/plant-biostimulants/megafol/>, Acesso em: 15 jun, 2025.

TECSEED, Cebola híbrida Campo Lindo, Disponível em: <https://tecseed.com.br/sementes/cebola-hibrida-campo-lindo/>, Acesso em: 15 jun, 2025.

TOSCANO, S.; ROMANO, D.; PATANÈ, C, Effect of application of biostimulants on the biomass, nitrate, pigments, and antioxidants content in radish and turnip microgreens, *Agronomy*, v, 13, n, 1, p, 145, 2023, DOI: 10.3390/agronomy13010145.

VEGETABLES BY BAYER (SEMİNİS), Cebola Campo Lindo – campo aberto / mercado fresco, Disponível em: https://www.vegetables.bayer.com.br/pt-br/produtos/cebola/details.html/onion_campo_lindo_brazil_seminis_all_open_field_fresh_mark_et_all.html, Acesso em: 6 jul, 2025.

VOJNOVIĆ, Đ, Biostimulants affect differently biomass and antioxidant status of onion (*Allium cepa*) depending on production method, 2023, Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/12/1345>, Acesso em: 21 jun, 2025.

YAKHIN, O, I, et al, Biostimulants in plant science: a global perspective, *Frontiers in Plant Science*, v, 7, p, 2049, 2017, Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.02049/full>, Acesso em: 10 jun, 2025.