

DESEMPENHO DA ALFACE HIDROPÔNICA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTES

Alais Marcela Gabriel¹
Zimbábwe Osório Santos²
Antonio Cezar Bérghamo³
Débora Garcia Duarte⁴
José Guilherme Lança Rodrigues⁵
Diego José Bernardo de Oliveira⁶
Viviane Maria Codognoto⁷

RESUMO: A alface (*Lactuca sativa* L.), uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, destaca-se por seu valor nutricional e características agrônômicas favoráveis, como baixo custo e ciclo curto. Embora tradicionalmente cultivada no solo, a hidroponia — especialmente por meio da Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT) — tem se mostrado uma alternativa promissora, oferecendo vantagens como maior controle ambiental, melhor aproveitamento de nutrientes e aumento da produtividade. Nesse contexto, o uso de bioestimulantes naturais representa uma estratégia sustentável para intensificar a produção e a qualidade da alface hidropônica. Bioestimulantes, como substâncias húmicas e extratos de algas, podem favorecer o crescimento vegetal, melhorar a absorção de nutrientes e aumentar a resistência a estresses. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de dois bioestimulantes comerciais — um à base de extrato de alga kelps (Megafol®) e outro à base de ácidos húmicos (Humic®) — na produtividade de alface cultivar Veneranda em sistema NFT. O experimento foi realizado em Taquarituba-SP em delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos (quatro doses de cada bioestimulante e um controle) e quatro repetições. Os bioestimulantes foram aplicados via pulverização foliar em três momentos do ciclo (18, 25 e 32 dias após a semeadura). A solução nutritiva do sistema hidropônico foi padronizada e renovada diariamente. As variáveis avaliadas foram comprimento da raiz, peso seco da raiz e peso da cabeça da alface. As doses de Megafol® influenciaram significativamente o comprimento e o peso seco das raízes de alface, com destaque para a dose de 3,5 mL/L, que proporcionou o maior comprimento radicular (17,50 cm). Observou-se também uma tendência de aumento no peso seco das raízes com o incremento das doses, embora sem diferenças estatísticas claras entre os grupos. Nenhum efeito significativo foi observado no peso fresco da cabeça. Para o produto Humic®, não foram detectados efeitos significativos das doses sobre nenhum dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Adubação; Hidroponia; Produtividade; Sistemas de cultivo.

¹Graduada em Engenharia Agrônômica pela Faculdades Integradas de Taguaí, São Paulo.

²Doutorando do Departamento de Ciência Animal, Universidade de Purdue, Indiana, Estados Unidos.

³Graduado em Engenharia Agrônômica pela Faculdades Integradas de Taguaí, São Paulo.

⁴Mestre em Ciências Jurídicas pela Universidade Norte do Paraná – UENP – Jacarezinho, Paraná. Professora do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdades Integradas de Taguaí, São Paulo.

⁵Doutor em Agronomia no Programa de Pós-Graduação Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, São Paulo. Professor e coordenador do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdades Integradas de Taguaí, São Paulo.

⁶Graduando em Engenharia Agrônômica pela Faculdade Galileu, Botucatu, São Paulo

⁷*Doutora em Biotecnologia Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- FMVZ- Unesp, Botucatu, São Paulo. *viviane.codognoto@gmail.com (autor de correspondência)

PERFORMANCE OF HYDROPONIC LETTUCE SUBJECT TO DIFFERENT DOSES OF BIOSTIMULANTS

ABSTRACT: Lettuce (*Lactuca sativa* L.), one of the most widely consumed leafy vegetables in Brazil, is notable for its nutritional value and favorable agronomic traits, such as low production cost and short growth cycle. Although traditionally grown in soil, hydroponics—particularly the Nutrient Film Technique (NFT)—has emerged as a promising alternative, offering advantages such as improved environmental control, better nutrient utilization, and increased productivity. In this context, the use of natural biostimulants represents a sustainable strategy to enhance the yield and quality of hydroponically grown lettuce. Biostimulants, such as humic substances and seaweed extracts, can promote plant growth, improve nutrient uptake, and increase stress tolerance. This study aimed to evaluate the effects of different doses of two commercial biostimulants—a kelp extract-based product (Megafol®) and a humic acid-based product (Humic®)—on the performance of ‘Veneranda’ lettuce cultivated in an NFT system. The experiment was conducted in Taquaritiba, São Paulo, using a completely randomized design with nine treatments (four doses of each biostimulant and one control) and four replicates. Biostimulants were applied via foliar spraying at three stages of the crop cycle (18, 25, and 32 days after sowing). The hydroponic nutrient solution was standardized and renewed daily. Evaluated variables included root length, root dry weight, and head fresh weight. Megafol® doses significantly influenced root length and root dry weight, with the 3.5 mL/L dose resulting in the longest roots (17.50 cm). A trend of increasing root dry weight was also observed with higher Megafol® doses, although differences between groups were not statistically significant. No significant effects were detected on head fresh weight. For Humic®, none of the evaluated parameters were significantly affected by the applied doses.

Keywords: Fertilization; Hydroponics; Productivity; Cultivation systems.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa consumida globalmente e reconhecida por seu alto valor nutricional e importância para a saúde. Por ser rica em vitaminas A, C e niacina, além de minerais como cálcio, fósforo e ferro, o consumo de alface ajuda a manter a alimentação equilibrada (FREITAS; HIGUTI; MAGRO, 2021). Originária da Europa e Ásia, pertence à família Asteraceae e destaca-se como a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil (DEMARTELAERE et al., 2020a). Sua popularidade deve-se ao baixo custo, ciclo curto de cultivo e possibilidade de múltiplas colheitas ao longo do ano, características que favorecem sua ampla produção, especialmente pela agricultura familiar (BESERRA, 2021).

A alface, é em grande parte, cultivada diretamente no solo. No entanto, a produção sem o uso de solo por meio de sistemas hidropônicos, tem se expandido. Isso se deve ao fato desse tipo de cultivo oferece diversas vantagens, como redução do tempo de cultivo tornando a colheita mais precoce, melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade em áreas menores, qualidade superior ao produto final aumentando seu valor agregado, além de permitir o controle de diversas condições climáticas, fatores que podem restringir o cultivo em certas épocas do ano (MELLO, CAMPAGNOL, 2016; SILVA; NETO, 2007; VALENTIM RODRIGUES, 2015).

A hidroponia representa uma alternativa para problemas como a escassez de solos adequados à agricultura (DEMARTELAERE et al., 2020b; XAVIER et al., 2021), a presença de doenças de solo que são difíceis de controlar por métodos químicos, sanitários ou resistência genética, além de aumentar a eficiência no uso da água e melhorar a produção e qualidade dos alimentos (DEMARTELAERE et al., 2020b; XAVIER et al., 2021). No sistema hidropônico, as raízes são alimentadas por uma solução nutritiva a base de água que contém todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta, substituindo o solo (SAVAZAKI et al., 2018; SILVA, SOUZA, COSTA, 2018). A Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT - Nutrient Film Technique) é amplamente utilizada nesse sistema, onde as plantas são colocadas em canais (ou calhas) levemente inclinados e um filme bem fino de solução nutritiva flui continuamente pelas raízes, garantindo que elas recebam água, nutrientes e oxigênio de maneira equilibrada (BACKES et al., 2004).

A produção de alimentos atualmente enfrenta novos desafios, como fornecer alimentos para uma população em constante crescimento, ao mesmo tempo em que previne e até reverte processos de degradação ambiental. Nesse contexto, cresce o interesse por substâncias que otimizem os processos biológicos envolvidos na produção de alimentos e que, ao mesmo tempo, sejam ambientalmente sustentáveis. Entre essas substâncias, os bioestimulantes se destacam como uma alternativa promissora. Bioestimulantes são compostos orgânicos que, quando aplicados às plantas, estimulam processos naturais, otimizando o crescimento, a absorção de nutrientes e a resistência a estresses bióticos e abióticos (PARAĐIKOVIĆ et al., 2019). Nesse cenário, o uso de bioestimulantes em cultivos hidropônicos desponta como uma estratégia de alto potencial para uma produção mais sustentável.

A adição de bioestimulantes nas soluções nutritivas utilizadas na hidroponia podem favorecer a formação de raízes e aumentam a atividade da bomba de prótons nas membranas celulares, o que torna as plantas mais eficientes no uso de energia e no transporte de nutrientes, resultando em um aumento na produtividade vegetal (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014; TEIXEIRA; ROSSINI; SANTOS, [s.d.]; VAN TOL DE CASTRO et al., 2021). Além disso, a utilização destes bioestimulantes permite a diminuição do uso de insumos e leva ao aumento da produtividade com um investimento reduzido e de maneira sustentável (HAGHIGHI; KAFI; FANG, 2012; MEIRELLES; BALDOTTO; BALDOTTO, 2017).

Um tipo particular de bioestimulante são as substâncias húmicas, compostos orgânicos naturais oriundos da decomposição e transformação de resíduos vegetais, animais e

microbianos (CANELLAS et al., 2015). O uso dessas substâncias na agricultura tem demonstrado diversos efeitos positivos; por exemplo, uma meta-análise revelou um aumento médio de $22 \pm 4\%$ na massa seca da parte aérea e de $21 \pm 6\%$ na massa seca das raízes em resposta à aplicação de substâncias húmicas (ROSE et al., 2014). Entretanto, o estudo do uso de substâncias húmicas em sistemas hidropônicos de alface ainda é relativamente recente. Alguns estudos mostram que a resposta das plantas pode variar significativamente de acordo com a fonte da substância utilizada (GUILAYN et al., 2020). Além disso, pesquisas sobre a dose ideal de aplicação são necessárias, especialmente devido ao potencial das substâncias húmicas de reduzir a disponibilidade de micronutrientes (RONG et al., 2020). Há também uma crescente preocupação com a reprodutibilidade dos efeitos de bioestimulantes observados em estudos controlados, sendo necessários mais experimentos em condições de campo para validar esses achados (LYONS; GENC, 2016).

Outro bioestimulante com inúmeros efeitos positivos são os extratos de algas (ALI; RAMSUBHAG; JAYARAMAN, 2021). O uso de extrato de kelps, por exemplo, resultou em maior tolerância ao calor em plantas de framboesa (MAKONYA et al., 2025). Além disso, esse tipo de extrato parece melhorar a eficiência na absorção de nutrientes. Mudanças de pepino tratadas com extrato de kelps acumularam mais fósforo em suas folhas e apresentaram maior massa seca das raízes (OMOARELOJIE et al., 2025). Entretanto, o mercado de produtos naturais é bastante variado, com muitos produtos apresentando concentrações muito baixas dos princípios ativos, o que pode comprometer sua eficácia (ALI; RAMSUBHAG; JAYARAMAN, 2021). Nesse contexto, a avaliação experimental de produtos comerciais torna-se essencial para garantir sua efetividade.

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito de diferentes doses de bioestimulantes comerciais, um a base de extrato de alga kelps (Megafol®) e outro a base de ácidos húmicos (Humic®), na produtividade de alface em sistema hidropônico, buscando a melhor dose para aumentar sua produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma hidroponia comercial modelo NFT, localizada no município de Taquarituba – São Paulo, coordenadas $23^{\circ}30'37.4''\text{S}$ $49^{\circ}12'27.3''\text{W}$ altitude 618,85 metros com clima subtropical úmido.

As sementes utilizadas no experimento foram do cultivar de alface Veneranda Peletizadas Feltrin®. Para o plantio, optou-se pelo uso de bandejas biodegradáveis. Os substratos utilizados foram a casca de coco (CSC), um material orgânico obtido a partir da fibra ou pó da casca do coco e vermiculita expandida.

Para a semeadura, foi realizado um orifício de aproximadamente 1 cm de profundidade em cada célula da bandeja preenchida com substrato, onde foi depositada uma semente. Após a semeadura, os orifícios foram cobertos com o respectivo substrato. As bandejas permaneceram por 5 dias em uma estufa de germinação sem luz. Após esse período, foram transferidas para uma estufa berçário com iluminação oriunda da luz solar, sem o uso de fontes artificiais de luz, onde permaneceram por mais 10 dias recebendo irrigação diária com o auxílio de um irrigador, aplicada uma vez ao dia. Subsequentemente, as mudas seguiram para a estufa mãe, onde receberam, após 3 dias, a primeira aplicação dos bioestimulantes.

Foram utilizados os fertilizantes Megafol® 3-0-8 (Valagro S.p.A.) e Humic® (Produfol Fertilizantes, Brasil). O Megafol® é um fertilizante foliar líquido com 3% de nitrogênio total e 8% de potássio solúvel (K_2O), derivado de ureia, acetato de potássio e hidrolisado proteico. O produto também contém compostos orgânicos de origem vegetal, como aminoácidos, vitaminas e betainas, que atuam como bioestimulantes, favorecendo o desenvolvimento vegetativo e a

recuperação de estresses abióticos (Valagro S.p.A., n.d.). Já o Humic® é um fertilizante organomineral à base de substâncias húmicas e compostos orgânicos. O produto apresenta a seguinte composição garantida: Carbono Orgânico Total (COT): 25%; Nitrogênio (N): 0,5%; Ferro (Fe): 0,85%, conforme especificado na ficha técnica do fabricante.

O delineamento utilizado para o estudo foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 9 tratamentos e 4 repetições, sendo eles: Megafol® nas concentrações de 1,5 ml/L de água, 2,5 ml/L de água, 3,5 ml/L de água, 5 ml/L de água; Humic nas concentrações de 0,25 ml/L de água, 0,5 ml/L de água, 1 ml/L de água, 2 ml/L de água; e um Grupo Controle sem aplicação de produto. Cada tratamento foi alocado uma sessão de 15 mudas dentro das calhas de produção, sendo esta a parcela experimental.

A aplicação dos bioestimulantes foi realizada por meio de pulverização foliar. Inicialmente, o produto foi diluído em água em um recipiente plástico, respeitando as concentrações definidas para cada tratamento. Em seguida, a solução foi transferida para um pulverizador manual agrícola com bomba de pressurização, marca Palisad®, com capacidade de 2 litros devidamente limpo e calibrado, garantindo a distribuição homogênea do produto sobre as plantas. Durante a aplicação, foi mantida uma distância entre o pulverizador e a planta de 30-50 cm para favorecer uma cobertura uniforme e prevenir danos físicos provocados pela pressão do jato. As pulverizações foram realizadas entre 06:00 – 8:00, para evitar os horários de maior incidência solar.

As aplicações dos bioestimulantes foram realizadas no mesmo dia e em ordem aleatória para assegurar a uniformidade dos tratamentos ocorrendo após a semeadura, observou-se um período de 5 dias para a germinação das sementes, seguido por 10 dias de desenvolvimento em estufa berçário. A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 18 dias após a semeadura (DAS), a segunda aplicação aos 25 DAS e a terceira e última aplicação aos 32 DAS e totalizando feitas três aplicações, com intervalos de sete dias entre elas. A colheita da alface foi realizada aos 42 DAS.

Na estufa hidropônica do sistema NFT (Nutrient Film Technique) utilizada no estudo, as mudas foram irrigadas com uma solução nutritiva à base de água, preparada com os seguintes nutrientes na dosagem para 1000 litros: Cálcio: 900 g; Magnésio: 330 g, Potássio: 440 g, MAP (Fosfato Monoamônico): 130 g, Dripsol Ferro Q48 Rexene: 10 g e Dripsol Micro Equilíbrio: 25 g. Essa solução circulou pelos tubos do sistema, sendo controlada por um temporizador automático que acionou a irrigação entre as 5h e às 20h. A água com nutrientes fluiu de 15 em 15 minutos, garantindo uma irrigação intermitente e eficiente. O reservatório utilizado tinha capacidade para 1000 litros de água, e a solução nutritiva retornava ao reservatório após cada ciclo de irrigação. Para manter a qualidade da solução e evitar acúmulo de resíduos, as caixas foram limpas e reabastecidas com a solução nutritiva uma vez ao dia.

As variáveis analisadas no estudo foram o comprimento de raiz, massa seca de raízes e massa fresca da cabeça. O comprimento de raiz foi medido com o auxílio de uma régua milimetrada, desde a base do caule até a extremidade da raiz principal. Para determinação da massa seca de raízes, as raízes foram lavadas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar forçado a 65 ± 5 °C até atingirem peso constante, sendo então pesadas em balança analítica. A massa fresca da cabeça foi determinada com balança digital logo após a colheita, considerando a parte aérea comercial da planta.

Todas as análises foram realizadas no ambiente R (versão 4.4.0). Modelos lineares (função aov, pacote stats) foram utilizados para analisar a influência das doses de cada produto sobre cada variável. As variáveis resposta foram o comprimento da raiz, massa seca da raízes, além da massa fresca da cabeça. As doses dos produtos foram incluídas como variáveis explicativas, sendo os dados do grupo testemunha considerados como dose zero tanto nas análises do produto Humic® quanto nas do Megafol®. A dose foi tratada como variável contínua no modelo. Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados

por meio da inspeção visual dos gráficos de resíduos (função `check_model`, pacote `performance`). A tabela ANOVA tipo I (função `anova`, pacote base do R) foi extraída de cada modelo para facilitar a interpretação da significância do efeito da dose. Quando o teste F indicou significância ($P < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey (função `HSD.test`, pacote `agricolae`) ao nível de 5% para comparar as médias entre as doses. Os resultados são apresentados como média e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao produto Megafol®, o modelo linear indicou que a dose do produto teve efeito estatisticamente significativo sobre o comprimento das raízes ($F(1, 18) = 5,10$; $P = 0,036$) e sobre a massa seca das raízes ($F(1, 18) = 9,16$; $P = 0,007$), mas nenhum efeito foi detectado sobre a massa fresca da cabeça ($F(1, 18) = 1,91$; $P = 0,183$).

Com relação ao comprimento de raiz, a dose de 3,5 mL/L de Megafol® resultou na maior média ($17,50 \pm 2,82$), enquanto a testemunha apresentou a menor ($10,12 \pm 1,25$). Essas duas médias diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. As doses de 1,5, 2,5 e 5 mL/L formaram um grupo intermediário, que não diferiu significativamente da testemunha nem da dose de 3,5 mL/L (média geral = $14,04 \pm 2,67$).

Embora tenha sido detectado um efeito significativo das doses de Megafol® sobre a massa fresca das raízes no teste F, nenhuma diferença significativa foi identificada entre as médias pelo teste de Tukey. Ainda assim, observa-se uma tendência de aumento da massa fresca radicular com o aumento da dose de Megafol® (0 mL/L = $7,25 \pm 1,04$; 1,5 mL/L = $7,87 \pm 2,05$; 2,5 mL/L = $10,12 \pm 2,01$; 3,5 mL/L = $8,87 \pm 1,79$; 5 mL/L = $10,75 \pm 1,32$).

Já para o produto Humic®, os modelos lineares não revelaram evidências de influência significativa das doses sobre o comprimento das raízes ($F(1, 18) = 1,44$; $P = 0,245$), a massa seca das raízes ($F(1, 18) = 0,58$; $P = 0,456$) ou a massa fresca da cabeça ($F(1, 18) = 1,70$; $P = 0,208$).

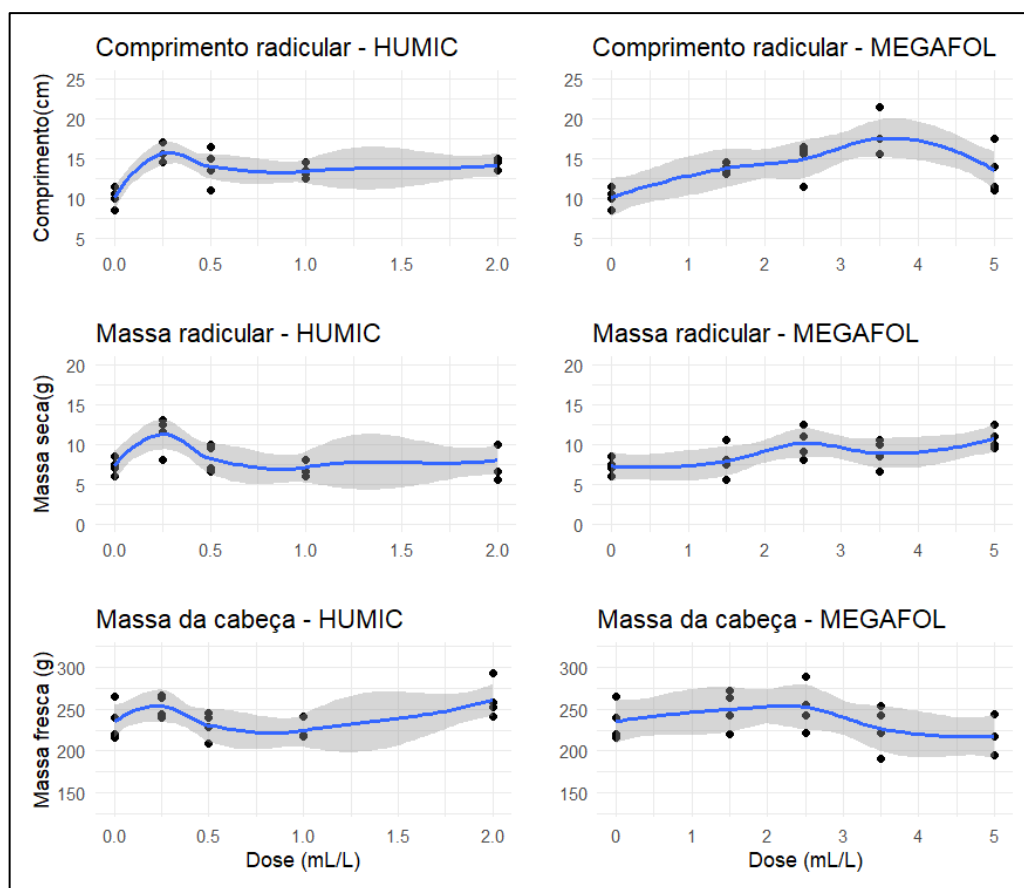


Figura 1. Efeitos das diferentes doses dos produtos HUMIC (0, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0 mL/L) e MEGAFOL (0, 1.5, 2.5, 3.5 e 5.0 mL/L) sobre variáveis morfológicas da alface em condições controladas. Cada ponto representa um valor observado, e a linha representa uma suavização LOESS com intervalo de confiança de 95%. São apresentados: o comprimento radicular (cm) (painéis superiores), a massa seca das raízes (g) (painéis intermediários) e a massa fresca da cabeça (g) (painéis inferiores), conforme os tratamentos com Humic® (painéis à esquerda) e Megafol® (painéis à direita).

Os resultados descritos demonstraram que o Megafol® influenciou significativamente o comprimento da raiz e mostrou uma tendência no aumento da massa seca das raízes, sugerindo que este bioestimulante pode atuar de maneira positiva no desenvolvimento radicular, devido à presença de aminoácidos livres, vitaminas e extratos vegetais em sua formulação, que favorecem o metabolismo celular e o crescimento das raízes. Tais dados corroboram com Crivelari et al. (2021), que observaram aumento do comprimento da raiz, altura da planta, número de folhas, área foliar e massa fresca de alfaces e rúculas tratadas com biofertilizantes. Vendruscolo et al. (2016) também relataram um aumento no número de folhas e massa seca de raízes na cultura da alface tratadas com bioestimulantes (VENDRUSCOLO et al., 2016).

Apesar do estímulo ao crescimento radicular, o Megafol® não influenciou significativamente a massa fresca da cabeça da alface. Isso se deve a uma possível ação preferencial do produto para o crescimento das raízes em contrapartida a parte aérea. Além disso, os efeitos dos bioestimulantes são maiores em condições de estresse (HIDALGO-SANTIAGO et al., 2021), de modo que em ambientes controlados como no sistema hidropônico o crescimento da parte aérea seja menos evidente.

Contudo, Mariano e colaboradores (2021) avaliaram o efeito de fertilizante foliar sobre o número de folhas, comprimento da raiz e caule, peso de massa fresca, da matéria seca da parte aérea e da raiz da alface e observaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas, concluindo que isso se deve ao ciclo curto da planta, de

modo que a mesma não teve tempo suficiente para expressar o efeito do bioestimulante.

Diferente de produtos com aminoácidos e extratos vegetais, os ácidos húmicos e fúlvicos geralmente promovem efeitos mais indiretos e de longo prazo, como a melhora na estrutura do solo e na retenção de nutrientes (MAFFIA et al., 2025), o que pode não ter sido suficiente para promover ganhos significativos nas condições do experimento. O produto Humic® não apresentou efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas. Isso pode estar relacionado à sua composição ou à dose utilizada. O mesmo foi observado por Azevedo et al. (2021), onde a aplicação de ácidos húmicos, fúlvicos associados com adubação mineral não demonstraram diferenças significativas no aumento da área foliar e peso fresco da alface, sendo indicado a correção de pH do solo previamente ao cultivo da hortaliça.

Por sua vez, Santos (2019) avaliou o composto Humic® em diferentes concentrações e concluiu que a concentração de 4% se mostrou superior na manutenção do crescimento e desenvolvimento das mudas de alface apresentando maiores valores para as variáveis índice de área foliar, comprimento da parte aérea e raiz, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e raiz e índice de desenvolvimento de qualidade.

Meirelles e colaboradores (2017), quando associaram a aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, relataram melhoras nos atributos fitotécnicos da parte aérea das plantas, demonstrando maior produtividade da alface. Nesse sentido, Rodrigues et al. (2018) esclareceram que os ácidos húmicos possuem um efeito positivo no desenvolvimento das mudas de alface quando aplicadas na dose de 3,0 mg L⁻¹ de carbono, aumentando tanto a massa seca das raízes quanto a massa seca da parte aérea das mudas de alface.

CONCLUSÃO

O bioestimulante Megafol® foi capaz de estimular o desenvolvimento radicular da alface, contudo, não foi observado aumento no desenvolvimento da parte aérea, possivelmente devido às condições controladas do cultivo hidropônico. Já o Humic® não mostrou efeitos significativos nas variáveis analisadas, sendo isso possivelmente justificado pela dose do produto utilizado ou ciclo curto da planta. Diante dos resultados obtidos, concluímos que produtos com aminoácidos tendem a oferecer benefícios mais rápidos no cultivo hidropônico da alface, enquanto ácidos húmicos não foram eficazes nas condições testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, O.; RAMSUBHAG, A.; JAYARAMAN, J. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production. **Plants**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 1–27, 2021.
- AZEVEDO, S. A. De; MORAIS, J.; ALENCAR SOBRINHO, N. De; DIAS, V. L. N.; OLIVEIRA, J. D. De; NASCIMENTO, I. de O. Avaliação da qualidade nutricional da alface cultivada em solo sob aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos associados à adubação mineral. **Acta Tecnológica**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 81–96, 2021.
- BACKES, F. A. A. L.; SANTOS, O. S. Dos; PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; FAGAN, E. B. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 1407–1414, 2004.
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos Húmicos. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 61, p. 856–881, 2014.
- BESERRA, J. V. S. Impacto da aplicação de reguladores de crescimento e enraizador sobre a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CRISTALINA CURSO DE TECNOLOGIA EM HORTICULTURA** João, [s. l.], 2021.
- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 196, p. 15–27, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>>
- CRIVELARI, A. D.; CORREA, J. S.; SILVA, C. P. Da. Desenvolvimento De Muda De Alface E Rúcula Tratadas Com Biofertilizante De Extrato De Algas. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1–10, 2021.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; FEITOSA, S. dos S.; PRESTON, W.; SILVA, R. M. Da; ROSADO, A. K. H. B.; MEDEIROS, D. C. De; FERREIRA, M. dos S.; RODRIGUES, A. L. dos S.; BENJAMIM, R. F. a Influência Dos Fatores Climáticos Sob As Variedades De Alface Cultivadas No Rio Grande Do Norte/ the Influence Climatic Factors on Lettuce Cultivated Varieties in Rio Grande of Norte. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 11, p. 90363–90378, 2020. a.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; PRESTON, H. A. F.; FERREIRA, A. dos S.; RODRIGUES, A. L. dos S.; FEITOSA, S. dos S.; PRESTON, W.; MEDEIROS, D. C. De; ROSADO, A. K. H. B.; SILVA, R. M. Da; BENJAMIM, R. F. O Cultivo Hidropônico De Alface Com Água De Reuso/Hydroponic Lettuce Cultivation With Reused Water. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 11, p. 90206–90224, 2020. b.
- FREITAS, P. G. N.; HIGUTI, A. R. O.; MAGRO, F. O. Importância nutricional das hortaliças. Hortas: sob um olhar que você nunca viu, [s. l.], p. 9–19, 2021.
- GUILAYN, F.; BENBRAHIM, M.; ROUEZ, M.; CREST, M.; PATUREAU, D.; JIMENEZ, J. Humic-like substances extracted from different digestates: First trials of lettuce biostimulation in hydroponic culture. **Waste Management**, [s. l.], v. 104, p. 239–245, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.025>>

HAGHIGHI, M.; KAFI, M.; FANG, P. Photosynthetic Activity and N Metabolism of Lettuce as Affected by Humic Acid. **International Journal of Vegetable Science**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 182–189, 2012.

HIDALGO-SANTIAGO, L.; NAVARRO-LEÓN, E.; LÓPEZ-MORENO, F. J.; ARJÓ, G.; GONZÁLEZ, L. M.; RUIZ, J. M.; BLASCO, B. The application of the silicon-based biostimulant Codasil® offset water deficit of lettuce plants. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 285, n. March, 2021.

LYONS, G.; GENC, Y. Commercial Humates in Agriculture: Real Substance or Smoke and Mirrors? **Agronomy**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 1–8, 2016.

MAFFIA, A.; OLIVA, M.; MARRA, F.; MALLAMACI, C.; NARDI, S.; MUSCOLO, A. Humic Substances: Bridging Ecology and Agriculture for a Greener Future. **Agronomy**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 1–33, 2025.

MAKONYA, G. M.; BRYLA, D. R.; HARDIGAN, M. A.; HOASHI-ERHARDT, W.; DEVETTER, L. W. Biostimulants with glycine betaine or kelp extract alleviate heat stress in red raspberry (*Rubus idaeus*). **Scientific reports**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 2251, 2025.

MARIANO, A. M.; COSTA, C. A. A.; BATISTA, J. C.; FREITAS, A. S. De; OLIVEIRA, A. S. De; MARQUES, R. F. de P. V.; ALCANTRA, E.; BARBOSA, R. A. Avaliação de fertilizante foliar na produção de alface / Evaluation of foliar fertilizer in lettuce production. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 7, n. 8, p. 78058–78064, 2021.

MEIRELLES, A. F. M.; BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 553–556, 2017.

MELLO, S., C.; CAMPAGNOL, R. **Olericultura**: Cultivo hidropônico. [s.l: s.n.].

OMOARELOJIE, L. O.; STIRK, W. A.; KULKARNI, M. G.; VAN STADEN, J. Eckols and seaweed-biostimulant (Kelpak®) improve adaptative responses for phosphorus acquisition in white lupin and cucumber seedlings under phosphorus deficiency. **Journal of Applied Phycology**, [s. l.], n. 0123456789, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10811-025-03485-1>>

PARADIKOVIĆ, N.; TEKLIĆ, T.; ZELJKOVIĆ, S.; LISJAK, M.; ŠPOLJAREVIĆ, M. Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. **Food and Energy Security**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 1–17, 2019.

RONG, Q.; ZHONG, K.; HUANG, H.; LI, C.; ZHANG, C.; NONG, X. Humic acid reduces the available cadmium, copper, lead, and zinc in soil and their uptake by tobacco. **Applied Sciences** (Switzerland), [s. l.], v. 10, n. 3, 2020.

ROSE, M. T.; PATTI, A. F.; LITTLE, K. R.; BROWN, A. L.; JACKSON, W. R.; CAVAGNARO, T. R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: Practical implications for agriculture. 1. ed. [s.l.] : **Elsevier Inc.**, 2014. v. 124 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4>>

SANTOS, G. C. A. DOS. USO DO PRODUTO HUMIX ® NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa*) USO DO PRODUTO HUMIX ® NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa*) UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. **Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT)**. Campus Universitário de Gurupi, Gurupi, TO, [s. l.], 2019.

SAVAZAKI, E. T. .; FIGUEIREDO, G. J. B. De; HAMAMURA, H.; ISHICAVA, S. M.; TORRES, L. M. Hidroponia e cultivo em substrato. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI, [s. l.], p. 1–109, 2018.

SILVA, M. S. C. Da; NETO, V. da C. L. Doenças Em Cultivos Hidropônicos De Alface Na Região Metropolitana De Curitiba / Pr Lettuce Diseases in Hydroponic Cultivation in the Metropolitan Green Belt of Curitiba , Paraná State , Brazil. **Scientia**, [s. l.], p. 275–283, 2007.

SILVA, F. G. M.; SOUZA, W. dos S.; COSTA, T. G. A. Produtividade de diferentes cultivares de alface em sistema hidropônico. **XII Encontro e IV Simpósio Brasileiro de Hidroponia, Florianópolis – SC**, [s. l.], p. 90–94, 2018.

TEIXEIRA, N. T.; ROSSINI, C. R.; SANTOS, P. C. Dos. ÁCIDOS HÚMICOS EM ALFACE E ALMEIRÃO CULTIVADOS EM HIDROPONIA, SISTEMA NFT. **Rev. Ecosystema**, [s. l.], v. 36/37, n. N° 2, p. 2012, [s.d.].

VALENTIM RODRIGUES, S. J. **Cultura da Alface em Semi-Hidroponia**. [s. l.], 2015.

VAN TOL DE CASTRO, T. A.; BERBARA, R. L. L.; TAVARES, O. C. H.; MELLO, D. F. da G.; PEREIRA, E. G.; SOUZA, C. da C. B. De; ESPINOSA, L. M.; GARCÍA, A. C. Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, [s. l.], v. 162, p. 171–184, 2021.

VENDRUSCOLO, E. P.; PIRES, A.; MARTINS, B.; SELEGUINI, A. Promoção No Desenvolvimento De Mudas Olerícolas Com Uso De Bioestimulante. **Journal of Agronomic Sciences**, [s. l.], n. 2, p. 73–82, 2016. Disponível em: <<http://www.pag.uem.br/anteriores/v5n2.zip>>

XAVIER, J. de F.; AZEVEDO, C. A. V. De; AZEVEDO, M. R. de Q. A.; SALES, J. C. R. De; OLIVEIRA, N. C. De; FERNANDES, J. D. Soluções nutritivas salinizadas com cloreto de sódio no cultivo da alface crespa em sistema hidropônico. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 14, p. e515101420437, 2021.