

Biofertilizante de *Kappaphycus alvarezii* estimula o desenvolvimento de plantas de manjeriço cultivadas em hidroponia

Aline Nunes¹, Alex Alves dos Santos², Valéria Cress Gelli³, Felipe de Souza Dutra^{4,5}, Alex Ricardo Schneider^{4,5}, Eva Regina Oliveira⁴, Lohan Rodrigues Brandão Santos⁴, Camila Pimentel Martins⁴, Gadiel Zilto Azevedo⁴, Jorge Luiz Barcelos Oliveira⁴, Marcelo Maraschin⁴ e Giuseppina Pace Pereira Lima¹

Resumo – A *Kappaphycus alvarezii* é a quinta macroalga mais cultivada do mundo e tem sido comercialmente cultivada no Estado de Santa Catarina desde 2020. Seu cultivo atualmente tem se voltado à produção de biofertilizante, todavia, a validação deste produto ainda é uma necessidade do setor. Assim, nesse estudo, objetivou-se analisar as respostas morfológica e bioquímica do uso do biofertilizante de *K. alvarezii* em plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum*) cultivadas em sistema hidropônico de produção. Utilizando as concentrações de 1%, 3%, 5% e 7%, com aplicação foliar semanal, constatou-se na análise morfológica que o biofertilizante, nas concentrações 3% e 5%, foi capaz de incrementar o número de nós, diferindo do controle. Além disso, a matéria seca da raiz também foi incrementada quando aplicado 5% do biofertilizante. Na análise bioquímica, observou-se incremento do teor de clorofila (1% e 5%), de açúcares solúveis totais (5% e 7%), do amido total (3%, 5% e 7%), de carboidratos totais (5% e 7%) e aminoácidos totais (5% e 7%) quando comparada ao controle. Esses resultados indicam que o biofertilizante de *K. alvarezii* pode ser uma alternativa promissora para o setor agrícola.

Termos para indexação: Extrato aquoso; Bioestimulante; Rhodophyta.

The *Kappaphycus alvarezii* biofertilizer stimulates the development of basil plants cultivated in hydroponics

Abstract – *Kappaphycus alvarezii* is the fifth most cultivated macroalgae in the world and has been commercially cultivated in Santa Catarina since 2020. Its cultivation has currently turned to the production of biofertilizers, however, the validation of this product is still a necessity in the sector. Thus, this study aimed to analyze the morphological and biochemical response of using *K. alvarezii* biofertilizer in basil plants (*Ocimum basilicum*) cultivated in a hydroponic production system. Using concentrations of 1%, 3%, 5%, and 7%, with weekly foliar application, it was found in the morphological analysis that the biofertilizer at concentrations of 3% and 5% increased the number of nodes, differing from the control. Additionally, the dry matter of the root was also increased when applied at 5%. In the biochemical analysis, an increase was observed in chlorophyll content (1% and 5%), total soluble sugars (5% and 7%), total starch (3%, 5%, and 7%), total carbohydrates (5% and 7%), and total amino acids (5% and 7%) compared to the control. These results indicate that the biofertilizer from *K. alvarezii* may be a promising alternative for the agricultural sector.

Index terms: Aqueous extract; Biostimulant; Rhodophyta.

O biofertilizante produzido a partir da macroalga *Kappaphycus alvarezii* já é uma realidade no Brasil através de empresas ligadas ao setor agrícola, especialmente com base nas pesquisas sobre os benefícios desse produto para diversas culturas. Para a sua produção, as algas frescas são lavadas, trituradas e prensadas, obtendo-se, assim, um extrato que contém componentes essenciais ao desenvolvimento de plan-

tas, como aminoácidos, reguladores de crescimento, carboidratos, entre outros. Dentre os benefícios verificados, destacam-se o aumento de produtividade e qualidade, bem como a indução de resistência a patógenos e a fatores abióticos (Nunes *et al.*, 2024). Todavia, os estudos concentram-se em outros países, como Filipinas, Indonésia, Índia e China, onde a produção da macroalga ocorre há anos, sob condições climáti-

cas tropicais e de cultivo diferentes do Brasil (Trivedi *et al.*, 2023). Dessa forma, é necessário compreender a ação do biofertilizante produzido em Santa Catarina em culturas agrícolas e sistemas de cultivo, a fim de comprovar a eficácia agrônômica deste produto nas condições locais.

Nesse contexto, a fim de verificar a eficácia do biofertilizante de *K. alvarezii* produzido em Santa Catarina para o

Recebido em 15/07/2024. Aprovado para publicação em 06/11/2024.

Doi: <https://doi.org/10.52945/rac.v37i3.1890>

Editor de seção: Luís César Cassol

¹ Unesp, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP. E-mail: alinenunes_bio@hotmail.com

² Epagri/ Cedap, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, SC. E-mail: alex@epagri.sc.gov.br

³ IP/APTA/SAA, Instituto de Pesca de São Paulo da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, SP. E-mail: valeria.gelli@sp.gov.br, camilapmartins@hotmail.com, gad.azevedo@gmail.com, lohanbrandao645@gmail.com

⁴ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, SC. E-mail: ginagro@gmail.com, j.barcelos@ufsc.br, m2@cca.ufsc.br

⁵ UCS, Universidade de Caxias do Sul, RS. E-mail: felipedutra.rez@gmail.com; alemaodamacieira@gmail.com, pace.lima@unesp.br

crescimento e a produção vegetal, verificou-se a ação do biofertilizante nos parâmetros morfológicos e bioquímicos de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum*) cultivadas em sistema hidropônico (Figura S1).

O biofertilizante foi preparado com as cepas vermelha e verde de *K. alvarezii*. Após a coleta, as algas foram lavadas com água da torneira para remover sal, impurezas e organismos indesejados. Em seguida, foram pesados 500g de cada cepa para a obtenção de um mix, que foi triturado em um liquidificador industrial, filtrado e armazenado no freezer a -20°C.

No total foram realizadas cinco aplicações foliares, em intervalos semanais, nas concentrações 0% (controle), 1%, 3%, 5% e 7% (v/v) de biofertilizante. Para preparar essas concentrações, o biofertilizante puro (100%) foi diluído em água.

O experimento foi realizado nos meses de março e maio de 2024. Inicialmente, as plantas foram semeadas em espumas fenólicas e mantidas em uma incubadora por cinco dias. Em seguida, foram transferidas para o “berçário” para adaptação, onde permaneceram por seis dias, recebendo solução nutritiva conforme a necessidade. A condutividade foi iniciada em 0,8mS cm⁻¹ e finalizada em 2,0mS cm⁻¹. A solução nutritiva hidropônica foi composta pelos seguintes componentes: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônio, sulfato de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, ácido bórico, molibdato de sódio e quelato de ferro etilenodiamina-N,N'-bis(2-hidroxifenil)ácido acético.

Foram analisados os seguintes parâmetros morfológicos: altura das plantas, comprimento das raízes, número de nós e peso da massa fresca e seca, tanto da parte aérea quanto das raízes. Em relação aos parâmetros bioquímicos, foram verificados o conteúdo de clorofila, os açúcares solúveis totais, o amido total, os carboidratos totais e os aminoácidos totais. Para a análise estatística, foi aplicado o teste Tukey, considerando um nível de significância de 5%. Os dados foram analisados com o auxílio do software AgroEstat (versão 1.1.0.712).

Na análise dos parâmetros morfológicos, observou-se que a aplicação

do biofertilizante na concentração de 5% resultou em um aumento de 120% no número de nós em comparação ao controle. Da mesma forma, a utilização do biofertilizante a 3% elevou em 95% o número de ramificações da planta. A matéria seca da raiz também foi aumentada em 37% em relação ao controle na concentração 5%, o que demonstra o efeito sobre a rizogênese do biofertilizante em estudo. Para os demais parâmetros não foi observada diferença estatística (Figura 1).

Respostas similares foram encontradas em outras plantas, como, por exemplo, plantas de arroz, havendo aumento da matéria seca de raízes e folhas quando utilizado o bioestimulante/biofertilizante de *K. alvarezii* pulverizado a 5% e 10% (Van Tol de Castro *et al.*, 2023). Adicionalmente, a aplicação foliar do biofertilizante nas concentrações de 5% e 7,5% também resultou em aumento de crescimento, produtividade e qualidade em plantas de batata (Pramanick *et al.*, 2017).

Nos parâmetros bioquímicos, observou-se que o biofertilizante na concentração de 7% aumentou o teor de clorofila total em 8% em relação ao controle, enquanto a concentração de

1% resultou em um incremento de 3%. De maneira similar, o produto na concentração de 5% elevou os níveis de açúcares solúveis totais em 63% e de amido total em 98%. Quando aplicado na concentração de 7%, o biofertilizante induziu aumentos de 95% em açúcares solúveis totais e de 99% no conteúdo de amido total. Além disso, foram registrados incrementos de 64% e 98% no conteúdo de amido total nas concentrações de 1% e 5%, respectivamente. As concentrações de carboidratos totais foram significativamente maiores em plantas tratadas com o produto a 5% e 7%, com aumentos de 85% e 65%, respectivamente, em comparação com as plantas não tratadas. Adicionalmente, o teor de aminoácidos totais foi elevado em 200% nas plantas tratadas com o biofertilizante a 5% (Figura 2).

Estudos corroboram que o biofertilizante de *K. alvarezii* é capaz de atuar em parâmetros bioquímicos de diversas plantas, como, por exemplo, aumentando o conteúdo de clorofila e de aminoácidos em plantas de ervilha (Shukla *et al.*, 2024). Similarmente, também foi observado aumento nos teores de clorofila total, açúcares solúveis totais e aminoácidos em plantas de milho (Nivetha *et*

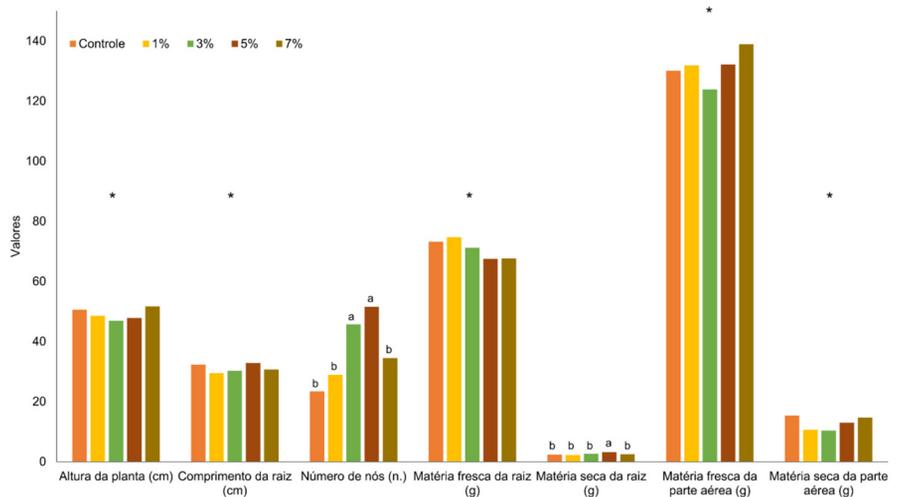


Figura 1. Altura da planta (cm), comprimento da raiz (cm), número de nós (n.), matéria fresca da raiz (g), matéria seca da raiz (g), matéria fresca da parte aérea (g) e matéria seca da parte aérea (g) de plantas de manjeriço cultivadas em hidroponia com aplicação foliar de biofertilizante de *K. alvarezii*

* sem diferença estatística.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figure 1. Plant height (cm), root length (cm), number of nodes (n.), root fresh matter (g), root dry matter (g), shoot fresh matter (g), and shoot dry matter (g) of basil plants grown in hydroponics with foliar application of *K. alvarezii* biofertilizer

* no statistical difference.

Source: Prepared by the author (2024)

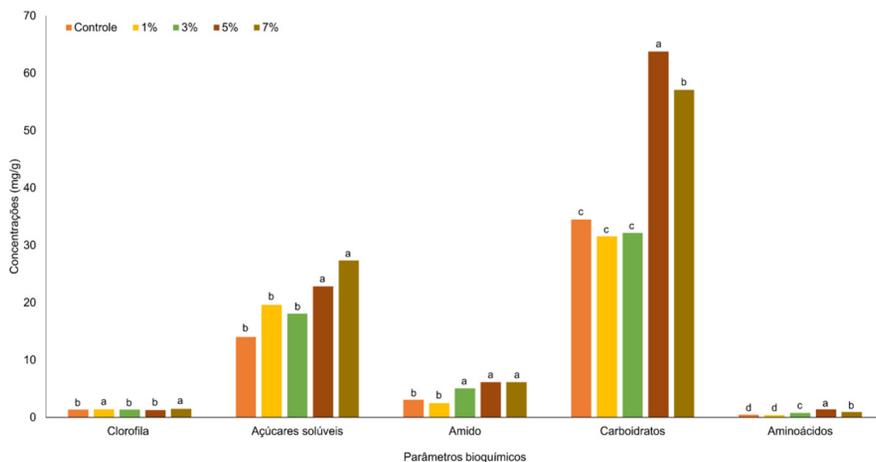


Figura 2. Concentrações de clorofila total, açúcares solúveis totais, amido total, carboidratos totais e aminoácidos totais de plantas de manjeriço cultivadas com aplicação de biofertilizante de *K. alvarezii*

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figure 2. Concentrations of total chlorophyll, total soluble sugars, total starch, total carbohydrates, and total amino acids of basil plants grown with application of *K. alvarezii* biofertilizer

Source: Prepared by the author (2024)

al., 2024). Esses resultados evidenciam os efeitos benéficos do biofertilizante de *K. alvarezii* sobre parâmetros fisiológicos e bioquímicos em diferentes culturas, para além dos efeitos no crescimento e na produtividade observados anteriormente. Dessa forma, constatou-se que o biofertilizante de *K. alvarezii*, especialmente nas concentrações 3%, 5% e 7%, atua de forma eficaz em plantas de manjeriço em sistema hidropônico de produção, tanto em parâmetros morfológicos como bioquímicos.

Resultados subsequentes desta investigação sobre a ação do biofertilizante de *K. alvarezii* em diferentes plantas serão divulgados com a evolução dos estudos. O projeto segue em andamento, com o objetivo de explorar os benefícios desse produto em outras culturas e em outros sistemas de produção, como a campo e em estufa. Além disso, é importante destacar que o trabalho se insere em um contexto mais amplo de pesquisa sobre espécies de algas presentes no litoral brasileiro, que têm mostrado potencial para a produção de bioinsumos. Dessa forma, a pesquisa se alinha a uma tendência global de utilização dos bioinsumos na agricultura, como uma estratégia à redução dos impactos ambientais desta atividade econômica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), por meio da bolsa 2023/03886-1 (A.N.), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de doutoramento a F.S.D. (processo nº 88887.696139/2022-00). Também expressam gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas a M.M (processo nº 405949/2022-7), E.R.O. (processo nº 303956/2023-2), A.R.S (processo nº 142391/2020-4) e G.P.P.L (processo nº 311719/2023-6), que contribuíram significativamente para a realização desta pesquisa.

Os autores agradecem à Empresa Algas Brasil pela gentileza quanto à doação das amostras de *K. alvarezii*.

Referências

NIVETHA, N.; SHUKLA, P.S.; NORI, S. S.; KUMAR, S.; SURYANARAYAN, S.A red seaweed *Kappaphycus alvarezii*-based biostimulant (AgroGain®) improves the growth of *Zea mays* and impacts agricultural sustainability by beneficially priming rhizosphere soil microbial community. *Frontiers in Microbiology*,

v.15, p.1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1330237>.

NUNES, A.; AZEVEDO, G. Z.; DUTRA, F. S.; SANTOS, B. R.; SCHNEIDER, A. R.; OLIVEIRA, E. R.; MOURA, S.; VIANELLO, F.; MARASCHIN, M.; LIMA, G. P. P. Uses and applications of the red seaweed *Kappaphycus alvarezii*: a systematic review. *Journal of Applied Phycology*, p.1-42, 2024. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-024-03270-6>.

PRAMANICK, B.; BRAHMACHARI, K.; MAHAPATRA, B.S.; GHOSH, A.; GHOSH, D.; KAR, S. Growth, yield and quality improvement of potato tubers through the application of seaweed sap derived from the marine alga *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Applied Phycology*, v.29, n.6, p.3253–3260, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1189-0>.

SHUKLA, P.S.; NIVETHA, N.; NORI, S.S.; KUMAR, S.; CRITCHLEY, A.T.; SURYANARAYAN, S. A biostimulant prepared from red seaweed *Kappaphycus alvarezii* induces flowering and improves the growth of *Pisum sativum* grown under optimum and nitrogen-limited conditions. *Frontiers in Plant Science*, v.14, p.1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1265432>.

TRIVEDI, K.; ANAND, K.G.V.; VAGHELA, P.; CRITCHLEY, A.T.; SHUKLA, P.S.; GHOSH, A. A review of the current status of *Kappaphycus alvarezii*-based biostimulants in sustainable agriculture. *Journal of Applied Phycology*, v.35, n.6, p.3087–3111, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03054-4>.

VAN TOL DE CASTRO, T.A.; TAVARES, O.C.H.; TORCHIA, D.F.O.; SILVA, H.F. O.; MOURA, O.V.T.; CANTARINO, R.E.; LOPES, S.A.; VIÊGAS, C.V.; VENDRAMINI, A.L.A.; SANTOS, L.A.; BERBARA, R.L.L.; GARCÍA, A.C. Organic fragments of k-carrageenan, lipids and peptides plus K-rich inorganic fraction in *Kappaphycus alvarezii* biomass are responsible for growth stimulus in rice plant when applied both foliar and root pathway. *Algal Research*, v.71, n.103040, p.1-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103040>.