

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
DIRETORIA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA**

BOLETIM TÉCNICO 40

**Potencial bioestimulante da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no crescimento e na
composição bioquímica do manjerição e da menta cultivadas em campo**

Aline Nunes¹, Valéria Cress Gelli², Lohan Rodrigues Brandão Santos³, Eva Regina Oliveira³,
Felipe de Souza Dutra^{3,4}, Luana Vanessa Peretti Minello⁵, Alex Ricardo Schneider³, Isabella
Feijão de Araujo³, Bruno Adriano Silveira³, Alice da Silva Martins³, Pedro Bavaresco
Correia³, Camila Pimentel Martins³, Raul Antonio Sperotto⁵, Marcelo Maraschin³,
Giuseppina Pace Pereira Lima¹

¹ UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo

² 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, São Paulo

³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina

⁴ UCS, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul

⁵ UFPEL, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul

Resumo

Este estudo avaliou o efeito do bioestimulante derivado de *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% (v/v) sobre o crescimento e o perfil bioquímico de plantas de manjerição (*Ocimum basilicum*) e menta (*Mentha piperita*), cultivadas a campo. Amostras de biomassas algais provenientes das linhagens verde e vermelha foram processadas em partes iguais, resultando em um extrato aquoso que foi aplicado via pulverização foliar, semanalmente, durante 80 dias (manjerição) e 120 dias (menta). No caso do manjerição, as concentrações de 5% e 7% resultaram em aumentos significativos na altura das plantas (14,91% e 9,83%), no número de inflorescências (147,34% e 149,96%), no peso seco da parte aérea (56,78% e 58,68%) e no peso seco das raízes (32,63% e 32,10%), comparativamente ao controle. Por outro lado, as concentrações de 1% e 3% promoveram aumento do número de nós (9,28% e 11,02%). Em relação à menta, não foram observadas diferenças significativas no peso fresco das plantas. A análise dos perfis bioquímicos revelou incrementos no conteúdo total de aminoácidos no manjerição em todas as concentrações do bioestimulante, com maior valor (i.e., 39,81%) na concentração de 7%. Na menta, maiores teores de amido total foram detectados nos tratamentos a 5% e 7% (63,37% e 32,28%, respectivamente) do bioinsumo. Os resultados indicam que concentrações entre 3% e 7% do bioestimulante de *K. alvarezii* são ideais para otimizar o crescimento e desenvolvimento das espécies estudadas, com potencial aplicação em outras espécies da família Lamiaceae.

Kappaphycus alvarezii é uma macroalga marinha amplamente cultivada em diversas regiões tropicais, reconhecida por sua rica composição química e como fonte de κ -carragenana,

um polissacarídeo utilizado nas indústrias alimentícia e farmacêutica, especialmente devido às suas propriedades gelificantes, espessantes e emulsificantes. Como uma espécie de rápido crescimento, com taxas que podem atingir cerca de 9% ao dia (Solorzano-Chavez et al. 2019), a *K. alvarezii* apresenta um alto potencial de aplicação em diversos setores (Nunes et al. 2024). No Brasil, seu cultivo comercial tem se intensificado, especialmente com foco na produção de bioestimulantes para o setor agrícola (Gelli et al. 2024; Hayashi et al., 2024).

Devido à sua riqueza em diversos compostos bioativos, e.g., polissacarídeos, aminoácidos, proteínas, minerais, lipídios, carotenoides, esteroides, fitormônios, compostos fenólicos, flavonoides, saponinas e quinonas, a *K. alvarezii* se destaca como uma opção atrativa ao desenvolvimento de produtos de mais baixo impacto na agricultura. Os metabólitos desta macroalga não apenas favorecem o crescimento e desenvolvimento das plantas, mas também promove tolerância a estresses bióticos e abióticos, contribuindo à sanidade e produtividade vegetal (Nunes et al., 2024).

Nesse sentido, plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum*) e menta (*Mentha piperita*) foram cultivadas em campo (Figura 1) e tratadas com o bioestimulante de *K. alvarezii* (1%, 3%, 5% e 7% – v/v), objetivando identificar os efeitos do bioinsumo sobre o crescimento, desenvolvimento e perfil bioquímico das plantas.

Para a obtenção do bioestimulante, foram utilizadas amostras em partes iguais de macroalgas frescas das linhagens verde e vermelha, cultivadas em Ubatuba, São Paulo. As algas foram lavadas, pesadas, trituradas e filtradas para a obtenção do extrato aquoso (Gelli et al. 2020). As concentrações de bioestimulante (1%, 3%, 5% e 7%, v/v) e o controle foram aplicadas semanalmente nas plantas, ao final da tarde, por meio de pulverização foliar até o ponto de escorrimento.

As plantas de manjeriço foram mantidas no campo por 80 dias, enquanto as plantas de menta permaneceram por 120 dias. Ambas as espécies foram cultivadas em blocos intercalados, totalizando 18 plantas por tratamento, sendo nove plantas por bloco (Figura 1).



Figura 1. Plantas de manjericao e menta cultivadas em campo com aplicação foliar semanal do bioestimulante (1%, 3%, 5% e 7% - v/v) da macroalga *Kappaphycus alvarezii*.

Paras as análises morfológicas das plantas de manjericao foram avaliados os parâmetros altura da planta, número de inflorescências, peso da parte aérea seca, comprimento da raiz, peso seco da raiz e número de nós. Para as plantas de menta, devido ao entrelaçamento das raízes e da parte aérea, apenas o peso fresco da parte aérea foi passível de determinação. No que se refere às análises bioquímicas, as espécies foram avaliadas quanto aos seus conteúdos de carboidratos totais (Dubois et al., 1956), açúcares solúveis totais (Umbreit; Burris, 1964), amido total (Umbreit; Burris, 1964) e aminoácidos totais (Silveira; Furlong, 2007).

Resultados

Os dados morfológicos das plantas de manjericao mostraram diferenças estatísticas significativas para todas as variáveis analisadas. Os tratamentos com o bioinsumo a 5% e 7% induziram maior altura da parte aérea, com valores de médios de 88,86 cm e 84,93 cm, respectivamente, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos. Em termos relativos, aqueles tratamentos incrementaram em 14,91% (5%) e 9,83% (7%) a altura de plantas em relação ao controle (Figura 2).

O número de inflorescências e o peso seco da parte aérea apresentaram respostas similares em plantas tratadas com o bioestimulante algal nas concentrações de 5% e 7%, ambos diferindo ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. Valores médios de número de inflorescências foram observados aqueles tratamentos, e.g., 78,00 (5%) e 78,82 (7%), representando incrementos de 147,34% e 149,96% em relação ao controle. Quanto ao peso seco da parte aérea,

aumentos de 56,78% (5%, média = 82,83 g) e 58,68% (7%, média = 83,83 g) foram detectadas, comparativamente ao controle (Figura 2).

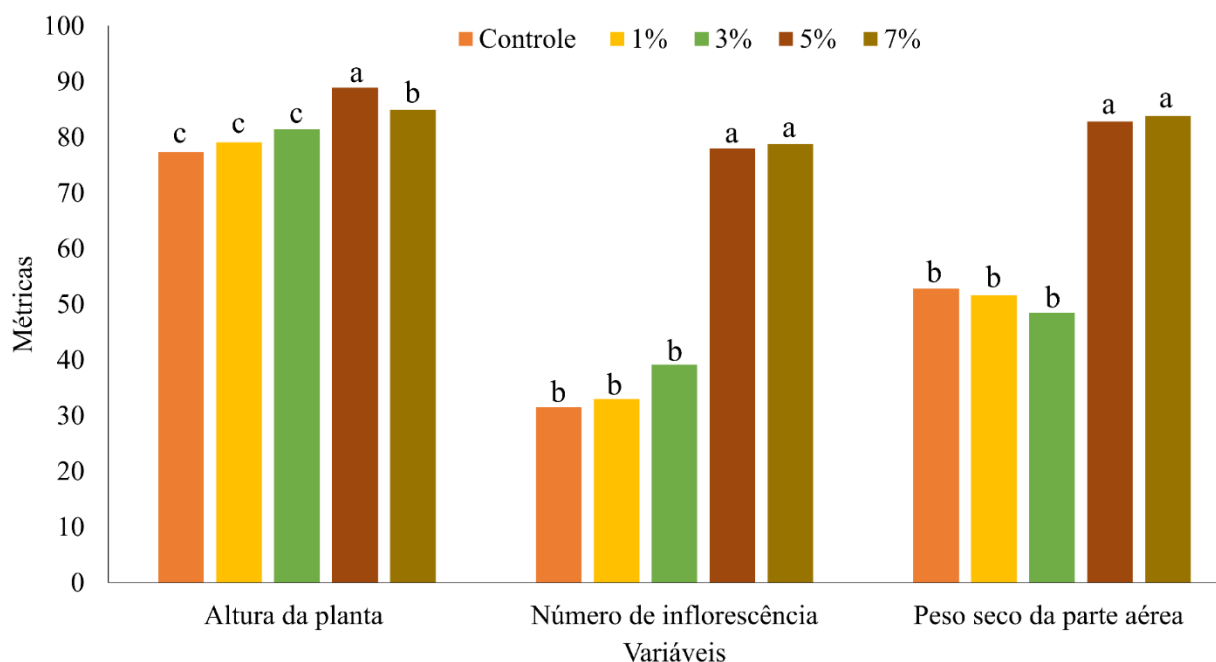


Figura 2. Altura da parte aérea (cm), número de inflorescência e peso seco da parte aérea (g) de plantas de manjeriço cultivadas em campo, após aplicação do bioestimulante de *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% (v/v).

Letras distintas indicam diferenças estatísticas segundo o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os valores médios de comprimento de raiz não diferiram estatisticamente entre os tratamentos com o bioinsumo a 5% e 7% de concentração e controle, porém mostraram-se superiores em relação aos tratamentos a 1% e 3%. Todavia, estes últimos tratamentos destacaram-se ao apresentar maiores valores de número de nós, e.g., 13,78 (1%) e 14,00 (3%), resultando em incrementos de 9,28% e 11,02% comparativamente ao controle. Em relação ao peso seco da raiz, maiores incrementos ($p < 0,05$) foram observados em plantas tratadas com o bioinsumo nas concentrações de 5% (14,67g) e 7% (14,61g), caracterizando incrementos de 32,63% e 32,10% em relação ao controle, respectivamente (Figura 3).

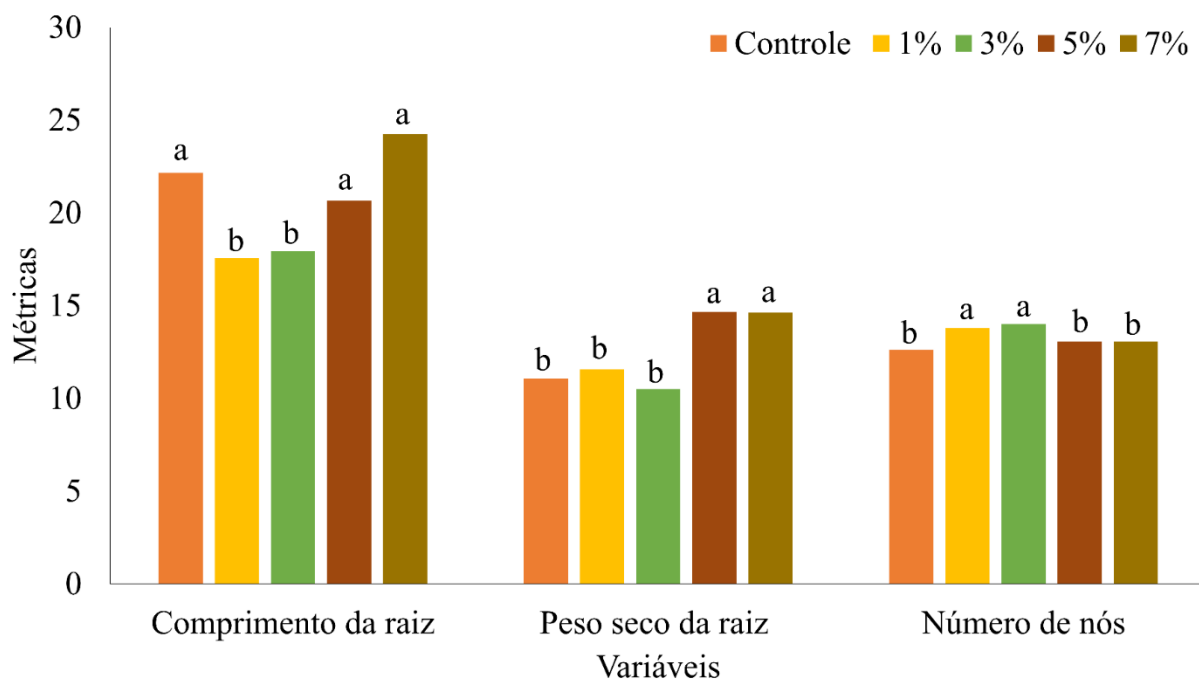


Figura 3. Comprimento da raiz (cm), peso seco da raiz (g) e número de nós de plantas de manjerição cultivadas em campo, após aplicação do bioestimulante de *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% (v/v).

Letras distintas indicam diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Por sua vez, a análise dos dados de peso fresco da parte aérea das plantas de menta revelou a ausência de significância estatística resultante dos tratamentos com o bioestimulante algal (Figura 4). Especula-se que tal fato pode ser atribuído ao comportamento rasteiro e ao crescimento denso desta espécie, o que pode limitar a variação nas medidas de peso fresco, refletindo uma adaptação ao seu ambiente natural e às condições de cultivo.

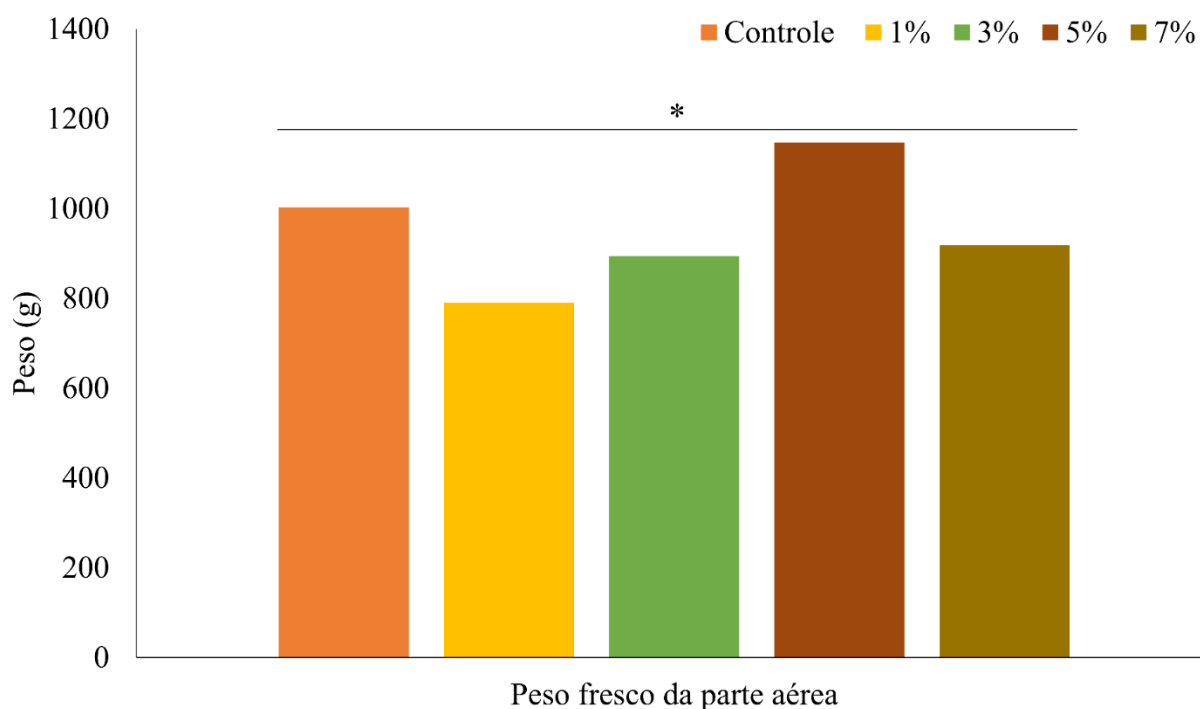


Figura 4. Peso fresco da parte aérea (g) de plantas de menta cultivadas em campo, após aplicação do bioestimulante de *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% (v/v). * Ausência de diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Em seu conjunto, os dados demonstram que o bioestimulante de *K. alvarezii* foi eficaz para o crescimento e desenvolvimento das plantas de manjeriço, especialmente em relação à altura da parte aérea, número de inflorescências, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e número de nós, onde incrementos significativos ($p < 0,05$) foram detectados. De forma semelhante, em um experimento conduzido em hidroponia com plantas de manjeriço, o bioestimulante na concentração de 3% promoveu aumentos da altura das plantas e do comprimento das raízes (Nunes et al., 2025). No entanto, no experimento em campo, as concentrações de 5% e 7% se destacaram, possivelmente em função das características específicas do tipo de cultivo, que exigiram concentrações mais altas para atender às necessidades da planta. Por sua vez, os tratamentos com o bioinsumo nas concentrações de 1% e 3% foram efetivos no incremento do número de nós, favorecendo o crescimento das plantas. Tais resultados indicam que, embora as concentrações mais elevadas do bioestimulante algal tenham causado maior estímulo ao crescimento, concentrações menores podem também ser eficazes na modulação de determinados aspectos do desenvolvimento (i.e., morfogênese) das plantas.

Assim, é evidente que a determinação das concentrações adequadas do bioestimulante é crucial para cada espécie vegetal, pois os efeitos podem resultar de uma relação dose-resposta espécie-específica e também consoante aos sistemas de cultivo e formas de manejo. Como exemplo, estudos com o bioestimulante de *K. alvarezii* aplicado em plantas de arroz mostraram que concentrações mais altas (7,5% e 10% - v/v) promoveram aumentos significativos no crescimento e na produtividade desta cultura (Deb & Singh, 2022). Além disso, concentrações de 5% e 10% também efetivas em aumentar a massa seca das raízes e das folhas, enquanto as menores doses (2% e 3%) estimularam a área, comprimento, número e volume das raízes e, por consequência, a biomassa radicular (Castro et al., 2023). Em plantas de batata foi observado que concentrações de 5% a 10% do bioestimulante algal aumentaram o crescimento, a produtividade e a qualidade dos tubérculos (Pramanick et al., 2017; Garai et al., 2021).

Nas análises bioquímicas das amostras de tecido foliar de manjerição, observou-se que o conteúdo de aminoácidos totais foi superior em todos os tratamentos com bioestimulante em comparação ao controle. Os incrementos registrados foram de 18,04% para a concentração de 1%, 25,96% para 3%, 32,17% para 5% e 39,81% para 7% em relação ao controle (Figura 5; Tabela 1 – material suplementar). Para as amostras de tecido foliar da menta, destacou-se o conteúdo de amido total, com o tratamento de 5% apresentando a maior média de 8,25 mg/g, seguido pelo tratamento de 7%, que apresentou 6,68 mg/g. Ambos os tratamentos mostraram incrementos significativos de 63,37% e 32,28%, respectivamente, em comparação ao controle (Figura 5; Tabela 1 – material suplementar).

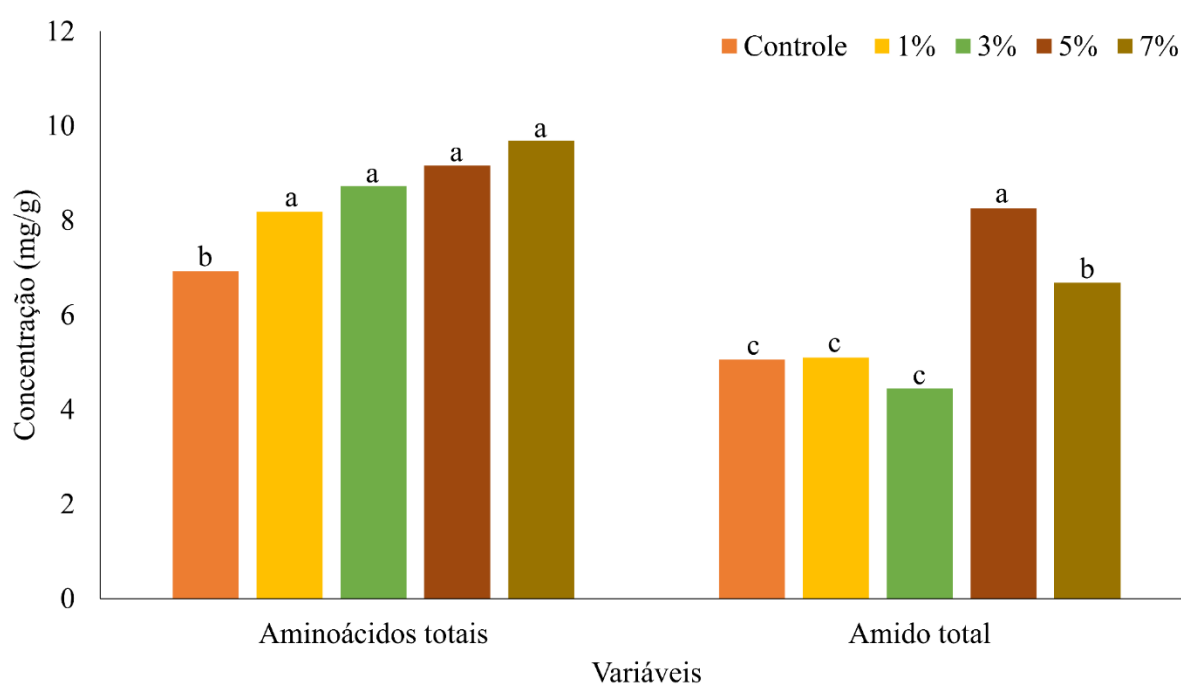


Figura 5. Conteúdo de aminoácidos totais (mg/g) em plantas de manjerição e de amido total (mg/g) em plantas de menta cultivadas em campo, após aplicação de bioestimulante do *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% (v/v).

Letras distintas indicam diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Dessa forma, é possível concluir que o bioestimulante influencia positivamente o metabolismo das plantas de manjerição e menta, embora de maneiras distintas. Essa variação pode ser atribuída às diferenças intrínsecas de metabolismo entre as espécies em estudo. Por exemplo, os teores de carboidratos totais, açúcares solúveis e amido foram superiores nas plantas de menta, enquanto os aminoácidos totais apresentaram níveis mais elevados no manjerição. O conteúdo de carboidratos nas plantas de manjerição variou entre 30,80 a 35,16 mg/g, enquanto nas plantas de menta tal amplitude foi maior, i.e., 39,03 a 73,06 mg/g. No que diz respeito aos açúcares solúveis totais, o manjerição apresentou valores de 19,22 a 28,42 mg/g, em comparação com a menta, que variou de 21,93 a 33,21 mg/g. Quanto ao amido total, valores de 3,43 a 6,45 mg/g foram observados nas amostras de manjerição, enquanto as plantas de menta apresentaram maior variação de conteúdo, i.e., 4,44 a 8,25 mg/g. Por fim, as concentrações de aminoácidos totais apresentaram valores entre 6,93 a 9,69 mg/g e 1,29 a 1,53 mg/g para o manjerição e menta, respectivamente (Tabela 1 – material suplementar).

Os resultados evidenciam que tanto o tipo de cultivo quanto o genótipo de interesse influenciam os fenótipos observados em seus componentes morfológicos e bioquímicos, refletindo as discrepâncias de respostas morfogenéticas e metabólicas das espécies vegetais, quando submetidas ao mesmo estímulo ambiental, i.e., o bioestimulante de *K. alvarezii*. Em suma, os resultados deste estudo (Tabela 1 – material suplementar) ressaltam que o bioestimulante de *K. alvarezii* pode ser eficaz no cultivo de plantas como o manjerição e a menta. No entanto, é importante destacar que a composição bioquímica das plantas também é impactada pelo uso daquele bioinsumo, sendo este um fator crucial a ser considerado na determinação de concentrações eficazes às práticas de manejo. Com base nas análises realizadas, recomenda-se a aplicação de concentrações entre 3% e 7% para ambas as espécies. Essa faixa pode também ser estendida a outras plantas da família Lamiaceae, potencializando os benefícios do bioestimulante e contribuindo para um manejo agrícola mais eficiente e sustentável.

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), pelas bolsas de doutoramento a F.S.D. (processo nº 88887.696139/2022-00) e a L.V.P.M. (processo nº 00889834000108). Também expressam gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas a E.R.O. (processo nº 303956/2023-2), A.R.S. (processo nº 314977/2025-2), I.F.A. (processo nº 160401/2024-0), L.R.B.S. (processo nº 163001/2024-3), M.M. (processos nº 405949/2022-7 e 306495/2023-6), e G.P.P.L. (processo nº 311719/2023-6) que contribuíram significativamente à realização desta pesquisa.

Referências

- Deb, K., & Singh, S. (2022). Effect of seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract on rainfed aerobic rice (*Oryza sativa* L.). *Environment Conservation Journal*, 23(3), 260–266. <https://doi.org/10.36953/ecj.10072231>
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Garai, S., Brahmachari, K., Sarkar, S., Mondal, M., Banerjee, H., Nanda, M. K., & Chakravarty, K. (2021). Impact of seaweed sap foliar application on growth, yield, and tuber quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 33(3), 1893–1904. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02386-3>
- Gelli, V. C., Patino, M. T. O., Rocha, J. V., Vieira, J., Barbieri, E., Miranda-Filho, K. C., Henriques, M. B. (2020). Production of the *Kappaphycus alvarezii* extract as a leaf biofertilizer: technical and economic analysis for the north coast of São Paulo-Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 46, 1–12. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.2.568>
- Gelli, V. C., Plastino, E. M., Yokoya, N.S. (2024). Cultivation and Domestication of *Kappaphycus alvarezii* Strains at Ubatuba Bay, São Paulo State, Southeastern Brazil. In: A. T. Critchley et al. (eds.). *Tropical Phyconomy Coalition Development, Developments in Applied Phycology* 11, https://doi.org/10.1007/978-3-031-47806-2_9
- Hayashi, L., Santos, A. A., Ventura, T. F. B., Landuci, F. S., Gelli, V. C., & Castelar, B. (2024). *Kappaphycus alvarezii* farming in Brazil: A brief summary and current trends. In *Developments in Applied Phycology*. Springer International Publishing.
- Nunes, A., Azevedo, G. Z., de Souza Dutra, F., dos Santos, B. R., Schneider, A. R., Oliveira, E. R., Moura, S., Vianello, F., Maraschin, M., & Lima, G. P. P. (2024). Uses and applications of the red seaweed *Kappaphycus alvarezii*: a systematic review. *Journal of Applied Phycology*, 36(6), 3409–3450. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03270-6>

Nunes, A., Dutra, F. de S., Santos, L. R. B., Martins, C. P., Schneider, A. R., Oliveira, E. R., Pereira-Vasques, M. S., Azevedo, G. Z., Oliveira, J. L. B., Gelli, V. C., Santos, A. A. dos, Maraschin, M., & Lima, G. P. P. (2025). A biostimulant from *Kappaphycus alvarezii* enhances the growth and development of basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Horticulturae*, 11(4), 424. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11040424>

Pramanick, B., Brahmachari, K., Mahapatra, B. S., Ghosh, A., Ghosh, D., & Kar, S. (2017). 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*, 29(6), 3253–3260. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1189-0>

Silveira, C. M., & Furlong, E. B. (2007). Caracterização de compostos nitrogenados presentes em farelos fermentados em estado sólido. *Food Science and Technology*, 27(4), 805–811. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612007000400021>

Solorzano-Chavez EG, Paz-Cedeno FR, Ezequiel de Oliveira L, et al (2019) Evaluation of the *Kappaphycus alvarezii* growth under different environmental conditions and efficiency of the enzymatic hydrolysis of the residue generated in the carrageenan processing. *Biomass and Bioenergy* 127. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105254>

Umbreit, W. W., Burris, R. H. (1964). Method for glucose and others sugars. 4. ed. In: Umbreit, W. W., Burris, R. H., Stauffer, J. P. (Ed.) *Manometric techniques: a manual describing methods applicable to the study of tissue metabolism*. 4.ed. Minneapolis: Burgess.

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. (2023). 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*, 71, 103040. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103040>

Material suplementar

Tabela 1. Efeitos do bioestimulante de *Kappaphycus alvarezii* nas concentrações de 1%, 3%, 5% e 7% 9 (v/v) sobre os parâmetros morfológicos e bioquímicos do manjerição e menta cultivados em campo.

Espécie	Parâmetro	Controle	1%	3%	5%	7%	Incremento máximo (%)*
Manjerição	Altura da parte aérea (cm)	77,33 c	79,08 c	81,44 c	88,86 a	84,93 b	14,91 (5%)
	Número de inflorescências	31,53 b	32,94 b	39,18 b	78,00 a	78,82 a	149,96 (7%)
	Peso seco da parte aérea (g)	52,83 b	51,67 b	48,50 b	82,83 a	83,83 a	58,68 (7%)
	Peso seco da raiz (g)	11,06 b	11,56 b	10,50 b	14,67 a	14,61 a	32,63 (5%)
	Comprimento da raiz (cm)	22,17 a	17,56 b	17,92 b	20,67 a	24,25 a	Não difere do controle
	Número de nós	12,61 b	13,78 a	14,00 a	13,06 b	13,06 b	11,02 (3%)
	Carboidratos totais (mg/g)	31,07 a	33,59 a	35,16 a	30,80 a	33,66 a	Sem diferença estatística
	Açúcares solúveis totais (mg/g)	25,20 a	23,58 b	19,22 b	21,92 b	28,42 a	Não difere do controle
	Amido total (mg/g)	5,74 a	5,83 a	6,45 a	3,87 b	3,43 b	Não difere do controle
	Aminoácidos totais (mg/g)	6,93 b	8,18 a	8,73 a	9,16 a	9,69 a	39,81 (7%)
Menta	Peso fresco da parte aérea (g)	1002,50 a	790,50 a	894,00 a	1146,50 a	918,00 a	Sem diferença estatística
	Carboidratos totais (mg/g)	64,73 a	47,19 b	39,03 b	51,91 b	73,06 a	Não difere do controle
	Açúcares solúveis totais (mg/g)	32,97 a	28,26 a	21,93 b	33,21 a	28,42 a	Não difere do controle
	Amido total (mg/g)	5,05 c	5,10 c	4,44 c	8,25 a	6,68 b	63,37 (5%)
	Aminoácidos totais (mg/g)	1,29 a	1,32 a	1,37 a	1,33 a	1,53 a	Sem diferença estatística

Letras distintas na coluna indicam diferenças estatísticas segundo o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). O incremento máximo é calculado em relação ao controle para a concentração indicada.