

# **Avaliação do desenvolvimento do feijão através da aplicação foliar de bioestimulante à base do extrato da alga *Kappaphycus alvarezii***

Victor Antonio Pertuzatti Moresco <sup>1\*</sup>, Thaísa Capato Lima <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Curso de agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

\* victorpmoresco@gmail.com

**Resumo:** O uso de bioestimulantes no cultivo do feijão favorece o crescimento vegetal, aumenta a produtividade e melhora a tolerância a estresses, além disso essa tecnologia contribui para a sustentabilidade do cultivo. Diante disso este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de bioestimulante no crescimento e produção do feijão. O experimento foi conduzido na casa de vegetação no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia (CEDETEC), localizado no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz no município de Cascavel - PR, no período de 03/04/2025 até 10/06/2025. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), composto por 5 tratamentos distintos com 4 repetições cada, sendo eles: T1= Testemunha, T2= ½ dose, T3= dose recomendada, T4= dose recomendada + ½ dose, e T5= 2x a dose recomendada de bioestimulante à base de extrato de algas. Os parâmetros avaliados foram o comprimento da parte aérea (cm), produção de vagens por planta, o índice de clorofila (%), e a massas fresca e seca de vagens e da parte aérea. A aplicação foliar do bioestimulante à base do extrato da alga *Kappaphycus alvarezii* promove aumento da massa seca de vagens até a dose estimada de 0,6 ml L<sup>-1</sup>, resultando em um peso de 16,7 gramas, não apresentando efeito significativo para os demais parâmetros analisados.

**Palavras- chave:** *Phaseolus vulgaris*; *Kappaphycus alvarezii*; Auxina; Citocinina; Giberelina.

## **Evaluation of bean development through foliar application of a biostimulant based on the extract of the algae *Kappaphycus alvarezii***

**Abstract:** The use of biostimulants in bean cultivation favors plant growth, increases productivity, and improves stress tolerance; furthermore, this technology contributes to the sustainability of the crop. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of biostimulant doses on bean growth and production. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Technology Development and Dissemination (CEDETEC), located at the Fundação Assis Gurgacz University Center in Cascavel, Paraná, from April 3, 2025, to June 10, 2025. The experimental design used was a randomized complete block design (RCBD), composed of 5 distinct treatments with 4 replications each: T1 = Control, T2 = ½ dose, T3 = recommended dose, T4 = recommended dose + ½ dose, and T5 = 2x the recommended dose of algae extract-based biostimulant. The parameters evaluated were shoot length (cm), pod production per plant, chlorophyll index (%), and fresh and dry weight of pods and shoots. Foliar application of the biostimulant based on the extract of the algae *Kappaphycus alvarezii* promotes an increase in pod dry weight up to an estimated dose of 0.6 ml L<sup>-1</sup>, resulting in a weight of 16.7 grams, showing no significant effect on the other parameters analyzed.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*; *Kappaphycus alvarezii*; Auxin; Cytokinin; Gibberellin.

## Introdução

O uso de produtos biológicos tem ganhado destaque como uma alternativa promissora para o avanço da agricultura sustentável, contribuindo para o desenvolvimento vegetal, o aumento da resistência a estresses abióticos e a redução da dependência de insumos químicos sintéticos. Entre esses insumos, os bioestimulantes vêm se consolidando como ferramentas importantes no manejo agrícola, por atuarem na regulação de processos fisiológicos das plantas. De acordo com Campos (2022), um bioestimulante é um tipo de fertilizante que, além de fornecer nutrientes, estimula mecanismos fisiológicos que favorecem o crescimento vegetal, podendo ser aplicado via sementes, solo ou principalmente de forma foliar.

A busca por fertilizantes naturais tem impulsionado o uso de extratos de algas como alternativa aos fertilizantes químicos tradicionais (Singh, 2015). O extrato líquido de algas, obtido a partir da transformação da biomassa de algas, tem se destacado por seu potencial de substituir, complementar ou aumentar a eficiência da adubação mineral (Ingle, 2018).

Bioestimulantes podem promover maior eficiência no uso dos nutrientes, estimular o crescimento, florescimento e frutificação além de aumentar a tolerância das plantas a diferentes estresses ambientais (Laylla e Adriano, 2020; Rouphael e Colla, 2020). Esses efeitos tornam-se ainda mais relevantes no cenário atual com as mudanças climáticas e crescente escassez hídrica (Ekinci, 2020).

Entre as espécies de algas estudadas, *Kappaphycus alvarezii* tem se destacado pelos resultados positivos na agricultura. Extratos dessa alga têm demonstrado capacidade de melhorar a absorção de água e nutrientes, elevar a tolerância a estresses, estimular a biota do solo e aumentar a resiliência das plantas a doenças e agentes prejudiciais (Kholssi, 2022). Sua eficácia está relacionada à presença de compostos bioativos, como fenóis, flavonoides, carotenoides, aminoácidos e minerais essenciais além de hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas, que favorecem a germinação, o crescimento e o vigor das plantas (Vaghela, 2022; Rute, 2022).

No contexto da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), uma das mais importantes do Brasil em termos nutricionais e sociais, o uso de bioestimulantes pode representar um diferencial no incremento da produtividade com menor impacto ambiental. O feijão está presente na alimentação de cerca de 70% da população brasileira e contribui com mais de 30% da ingestão diária de proteínas (Wander, 2018). Os principais estados produtores são Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo (Embrapa, 2023). Em 2023, o valor estimado

da produção foi de aproximadamente 11,7 milhões de reais, com colheita de cerca de 2,9 milhões de toneladas em 2,5 milhões de hectares (IBGE, 2023).

Apesar de sua importância, o feijoeiro apresenta ciclo curto entre 60 e 100 dias, dependendo da cultivar e grande sensibilidade ao déficit hídrico, fazendo da seca um dos principais fatores limitantes da produtividade. As temperaturas ideais variam entre 18°C e 30°C, sendo que extremos térmicos prejudicam o desempenho agrônomo. Nesse cenário, o uso de bioestimulantes pode contribuir para mitigar os efeitos do estresse e proporcionar maior estabilidade fisiológica às plantas (Costa *et al.*, 2024).

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido à aplicação foliar de doses diferentes do bioestimulante à base do extrato da alga *Kappaphycus alvarezii*, composto pelos hormônios auxina, citocinina e giberelina.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos meses de abril a junho de 2025, em ambiente protegido, no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia (CEDETEC), localizado no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz no município de Cascavel - PR, com 690 metros de altitude média, com latitude de 24°56'20''S e longitude de 53°30'39''W.

A região possui o clima subtropical (Cfa), com temperatura média anual variando entre 20 e 22 °C, e precipitação média entre 1.800 a 2.000 mm (Aparecido *et al.*, 2016). O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho distroférrico (Embrapa, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), composto por 5 tratamentos distintos com 4 repetições cada, sendo eles: T1= Testemunha (0 ml L<sup>-1</sup>), T2= ½ dose recomendada (0,3 ml L<sup>-1</sup>), T3= dose recomendada (0,6 ml L<sup>-1</sup>), T4= dose recomendada + ½ (0,9 ml L<sup>-1</sup>) e T5= 2 vezes a dose recomendada (1,2 ml L<sup>-1</sup>) do produto comercial a base de extrato da alga *Kappaphycus alvarezii*. A unidade experimental foi composta por um vaso de 8 litros contendo uma planta.

Os vasos foram preenchidos com solo da área de lavoura que foi, previamente, submetido à análise química, onde se obteve os seguintes dados: pH (CaCl<sub>2</sub>)= 5,0; C= 26,75 g dm<sup>-3</sup>; MO= 46,01 g dm<sup>-3</sup> (4,6%); Ca= 5,13 Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 1,31 Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K= 0,26 Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P= 19,04 mg dm<sup>-3</sup>; Fe= 20 mg dm<sup>-3</sup>; Mn= 47,10 mg dm<sup>-3</sup>; Cu= 8,6 mg dm<sup>-3</sup> e Zn= 3,5 mg dm<sup>-3</sup>. Não foi necessário realizar nenhuma correção, sendo realizada apenas a adubação com ureia como fonte de nitrogênio na dose de 0,3 gramas por vaso, para suprir necessidades nutricionais da planta.

A variedade de feijão utilizada foi a cultivar IPR Sabiá, com ciclo médio de 87 dias, porte ereto, com inserção alta nas primeiras vagens, com crescimento indeterminado tipo II, flores de cor branca, podendo chegar à uma altura final de 55 cm por planta (Marambaia sementes – IDR-Paraná, 2025). O semeio foi realizado de forma manual, foram semeadas 5 sementes por vaso e aos 30 dias após o semeio foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta. A irrigação foi realizada diariamente de forma automática.

A aplicação do bioestimulante composto pela alga *Kappaphycus alvarezii* foi feita no estádio V4, quando terceira folha trifoliolada se encontrava completamente aberta (20 dias após o semeio), as dosagens foram obtidas com auxílio de uma seringa e o produto foi diluído em água, por fim, a aplicação foi realizada por meio de um pulverizador de porte reduzido.

Os parâmetros avaliados contemplaram diferentes aspectos do desempenho vegetativo e produtivo do feijoeiro. O diâmetro do caule foi mensurado com auxílio de uma trena milimetrada. O número de vagens por planta foi obtido por contagem manual, representando a eficiência reprodutiva e refletindo o impacto dos tratamentos sobre o florescimento e a frutificação. As massas frescas de vagens e da parte aérea foram determinadas imediatamente após a coleta. Em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa de circulação forçada por 72 horas, a 60 °C, para obtenção da massa seca.

Os índices de clorofila A, B e clorofila total foram quantificados diretamente na folha utilizando um clorofilômetro portátil (modelo CFL 1030, Falker), equipamento que fornece estimativas rápidas e não destrutivas do status nutricional relacionado ao metabolismo do nitrogênio e à eficiência fotossintética.

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Em seguida, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as médias foram ajustadas por regressão polinomial, quando aplicável. As análises foram conduzidas com o auxílio do software Excel e do programa estatístico SISVAR 5.8 (Ferreira, 2019).

## **Resultados e discussão**

As variáveis analisadas de altura da planta, diâmetro do caule e número de vagens por planta, não obtiveram uma diferença significativa de acordo com a análise de variância quando submetidas à diferentes doses do bioestimulante (Tabela 1).

**Tabela 1** - Altura de plantas, diâmetro do caule e número de vagens de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a doses crescentes de produtos a base de extrato de algas no estágio V4. Cascavel, 2025.

| Tratamento             | Variáveis            |                        |                      |
|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|                        | Altura (cm)          | Diâmetro do caule (cm) | Número de vagens     |
| 0 ml L <sup>-1</sup>   | 88,0                 | 7,0                    | 17,0                 |
| 0,3 ml L <sup>-1</sup> | 103,7                | 7,2                    | 23,2                 |
| 0,6 ml L <sup>-1</sup> | 81,0                 | 7,0                    | 19,2                 |
| 0,9 ml L <sup>-1</sup> | 81,2                 | 7,5                    | 21,7                 |
| 1,2 ml L <sup>-1</sup> | 89,2                 | 7,2                    | 20,0                 |
| Média                  | 88,6                 | 7,2                    | 20,25                |
| C.V.                   | 34,83                | -                      | 25,84                |
| Shapiro-Wilk           | 0,2526               | 0,0004                 | 0,1716               |
| p-valor                | 0,8331 <sup>ns</sup> | -                      | 0,5282 <sup>ns</sup> |
| Kruskal-wallis         | -                    | 0,402                  | -                    |

Probabilidade de significância ao nível de 5%, pela análise de variância. CV (%): Coeficiente de variação. <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de variância. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pela análise de variância. Fonte: Os autores, 2025.

A Tabela 1 demonstra que não houve efeito significativo das doses de extrato de algas sobre a altura de plantas, o diâmetro do caule e o número de vagens de feijoeiro. Observou-se elevada variabilidade entre as repetições, especialmente para altura (CV = 34,83%) e número de vagens (CV = 25,84%), o que é característico de experimentos conduzidos em casa de vegetação, onde pequenas diferenças de microambiente e a heterogeneidade natural entre plantas individuais aumentam a dispersão dos dados. Embora altura e número de vagens apresentassem distribuição normal, a variável diâmetro do caule não atendeu ao pressuposto de normalidade, conforme o teste de Shapiro-Wilk, o que justificou a utilização do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Esse método é apropriado para situações em que os dados não apresentam distribuição normal ou apresentam alta variabilidade, e, assim como a ANOVA aplicada às demais variáveis, não identificou diferenças estatísticas entre as doses avaliadas.

De acordo com Pavezi, Favarão e Korte (2017), a aplicação de bioestimulante à base de extrato algas como a *Kappaphycus alvarezii* composta por aminoácidos, em plantas de feijão-comum proporcionou resultado positivo para os parâmetros altura das plantas e produtividade, devido a sua composição a base de micronutrientes e hormônios vegetais como auxina e citocinina que influenciam diretamente no desenvolvimento da planta.

Mógor *et al.* (2008), observaram que o extrato de *Ascophyllum nodosum* promoveu incrementos expressivos no crescimento vegetativo do feijoeiro, resultando em aumento na altura das plantas, maior número de folhas e acréscimo na produção total, evidenciando que, sob determinadas condições, os compostos bioativos presentes no bioestimulante como

polissacarídeos, aminoácidos, fenóis e fitohormônios são capazes de controlar rotas metabólicas associadas à expansão celular e à fotossíntese.

Assim, o contraste entre os resultados sugere que o desempenho fisiológico do feijoeiro diante de bioestimulantes depende da interação entre dose, frequência de aplicação e ambiente de cultivo, o que pode explicar por que nesse ensaio não houve manifestação positiva visto que as plantas não se encontravam sob estresse.

As variáveis de massa fresca de vagem e parte aérea, e a massa seca de parte aérea não obtiveram diferença significativa. Entretanto a massa seca de vagem obteve diferença significativa para os tratamentos, mostrando um melhor resultado na dose 0,6 ml L<sup>-1</sup> (Tabela 2).

**Tabela 2** - Massa fresca de vagem e parte aérea e massa seca de vagem e parte aérea de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a doses crescentes de produtos à base de extrato de algas no estágio V4. Cascavel, 2025.

| Variáveis              |                           |                                 |                         |                               |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Tratamento             | Massa fresca de vagem (g) | Massa fresca da parte aérea (g) | Massa seca de vagem (g) | Massa seca da parte aérea (g) |
| 0 ml L <sup>-1</sup>   | 61,2                      | 53,1                            | 14,5                    | 11,5                          |
| 0,3 ml L <sup>-1</sup> | 65,8                      | 60,2                            | 13,5                    | 12,1                          |
| 0,6 ml L <sup>-1</sup> | 73,9                      | 54,5                            | 16,7                    | 10,9                          |
| 0,9 ml L <sup>-1</sup> | 70,6                      | 67,3                            | 15,3                    | 13,2                          |
| 1,2 ml L <sup>-1</sup> | 48,5                      | 47,8                            | 10,8                    | 9,6                           |
| Média                  | 64,02                     | 56,6                            | 14,2                    | 11,4                          |
| C.V.                   | 17,52                     | 23,8                            | 17,67                   | 23,14                         |
| Shapiro-Wilk           | 0,1674                    | 0,8511                          | 0,3183                  | 0,5255                        |
| p-valor ANOVA          | 0,0559 <sup>ns</sup>      | 0,3539 <sup>ns</sup>            | 0,0345*                 | 0,4350 <sup>ns</sup>          |

CV (%): Coeficiente de variação. <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de variância. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pela análise de variância. Fonte: Os autores, 2025.

Efeitos positivos do uso de extratos de algas foram observados na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) *in vitro*, com aumento da taxa de germinação de sementes e maior crescimento de parte aérea e raiz de plantas tratadas com baixas concentrações do extrato (Baroud, 2021).

De acordo com Borges, Cavalcante, da Silva e Rosa (2024), o uso da alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* e fitormônios no tratamento de semente de soja na dose de 1,0 mL kg<sup>-1</sup> de sementes, influenciaram em um diâmetro de caule superior obtendo uma diferença significativa entre os resultados. Contudo, pode se observar que os coeficientes de variação estão altos e podem ter mascarado o efeito dos diferentes tratamentos realizados.

O estímulo observado exclusivamente na massa seca de vagens no presente estudo pode estar relacionado aos mecanismos relatados por Santos *et al.* (2021), que atribuíram parte dos efeitos bioestimulantes à presença de auxinas, citocininas e aminoácidos nas microalgas. Esses compostos regulam processos como divisão e expansão celular, formação de estruturas reprodutivas e mobilização de reservas, pontos importantes para o enchimento das vagens no feijoeiro. O artigo demonstra que extratos de *Scenedesmus acuminatus* foram capazes de aumentar o crescimento radicular em até 29%, reforçando que a maior capacidade de exploração do solo pode resultar em melhor suprimento hídrico e nutricional ao longo do ciclo.

Os índices de clorofila a, b e total não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos analisados (Tabela 3). Apesar da ausência de efeito significativo observa-se que para a clorofila A, a dose de 1,2 mL foi mais efetiva, na clorofila B a dose de 0,6 mL obteve a maior porcentagem, e na clorofila total também a dose de 1,2 mL obteve o maior valor. Segundo Elminiawy *et al.* (2014), plantas de morangueiro tratadas com diferentes concentrações e frequência de aplicação não diferiram entre si e nem de plantas testemunhas nas leituras de clorofila das folhas.

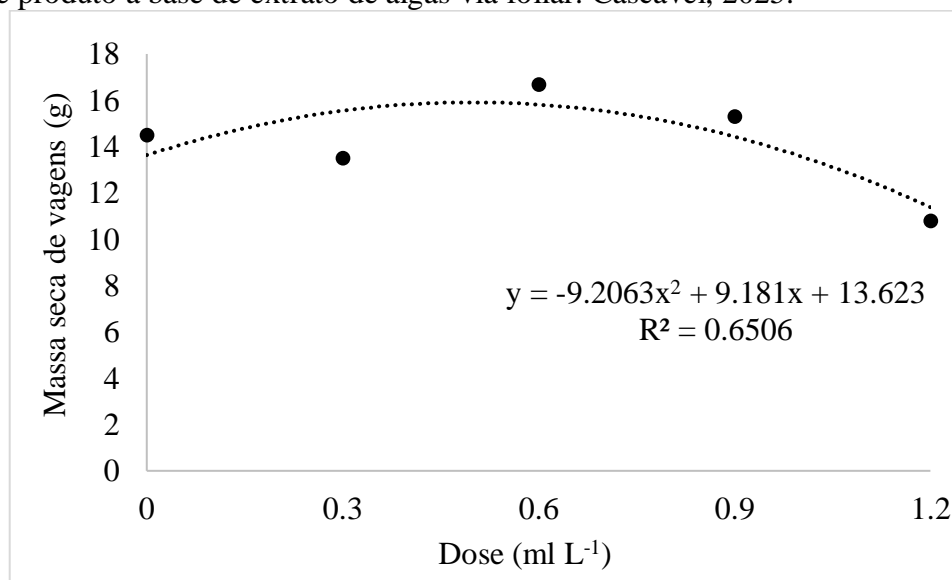
**Tabela 3** - Índices de clorofila a, clorofila b e clorofila total de folhas de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a doses crescentes de produtos à base de extrato de algas no estágio V4. Cascavel, 2025.

| Tratamento             | Variáveis            |                      |                      |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                        | Clorofila a          | Clorofila b          | Clorofila total      |
| 0 ml L <sup>-1</sup>   | 29,82                | 5,67                 | 35,50                |
| 0,3 ml L <sup>-1</sup> | 34,45                | 7,45                 | 41,90                |
| 0,6 ml L <sup>-1</sup> | 31,77                | 7,72                 | 39,52                |
| 0,9 ml L <sup>-1</sup> | 31,50                | 6,80                 | 38,30                |
| 1,2 ml L <sup>-1</sup> | 34,75                | 7,47                 | 42,22                |
| Média                  | 32,46                | 7,02                 | 39,49                |
| C.V.                   | 7,87                 | 21,42                | 8,98                 |
| Shapiro-Wilk           | 0,2856               | 0,0796               | 0,1893               |
| p-valor ANOVA          | 0,0829 <sup>ns</sup> | 0,3556 <sup>ns</sup> | 0,1043 <sup>ns</sup> |

Probabilidade de significância ao nível de 5%, pela análise de variância. CV (%): Coeficiente de variação. <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de variância. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pela análise de variância. Fonte: Os autores, 2025.

Os resultados observados não obtiveram diferença estatística entre os tratamentos, como o ensaio foi conduzido em ambiente protegido, sem limitação hídrica ou nutricional, é provável que as folhas já mantivessem níveis adequados de clorofila, reduzindo a possibilidade de resposta fisiológica à aplicação foliar do bioestimulante à base do extrato da alga *Kappaphycus alvarezii*.

**Figura 1** - Massa seca de vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetido à doses crescentes de produto a base de extrato de algas via foliar. Cascavel, 2025.



Fonte: Os autores.

Segundo Anisimov (2013) a utilização do bioestimulante, composto pelos bioativos das macroalgas como ácido abscísico (ABA), fenóis, polissacarídeos sulfatados e compostos halogenados, podem inibir a germinação e o crescimento vegetativo se aplicado em altas concentrações, desestabilizando a funcionamento hormonal da planta e também podendo causar fitotoxicidade, fato ocorrido com a espécie de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench).

Castro *et al.* (2017), relatam que os efeitos benéficos dos extratos de alga são dependentes de diversos fatores tais como: dose empregada, modo e frequência de aplicação; tipo de alga utilizada e condições na qual a mesma foi coletada; nutrição utilizada na cultura; assim como a espécie e cultivar na qual foram aplicados os produtos, explicando muitas vezes os resultados divergentes que ocorrem em diversos trabalhos.

A utilização de bioestimulantes tende a apresentar maior efeito quando as plantas estão submetidas a algum grau de estresse, especialmente hídrico ou nutricional, beneficiando-se da capacidade do extrato de melhorar a eficiência metabólica (Mógor *et al.*, 2018).

Neste trabalho, conduzido em ambiente protegido e em condições ótimas de fertilidade e irrigação, o feijoeiro provavelmente não enfrentou limitações fisiológicas suficientes para que



o bioestimulante exercesse sua ação de forma mais pronunciada. Assim, a ausência de diferenças significativas nas variáveis de crescimento e produção pode ser interpretada como um indicativo de que, em ambientes favoráveis, o bioestimulante não encontra demanda fisiológica suficiente para atuar.

### Conclusões

A aplicação do bioestimulante à base da alga *Kappaphycus alvarezii* promove aumento da massa seca de vagens até a dose estimada de 0,6

ml L<sup>-1</sup>, não apresentando efeito significativo para os demais parâmetros analisados.

É recomendada a realização de estudo a campo para validar os resultados em uma situação real de cultivo.

### Referências

**ANISIMOV, M. M.; SKRIPRSOVA, A. V.; CHAIKINA, E. L.; KLYKOV, A. G.** Effect of seaweeds extracts on the growth of seedling roots of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) depending on the season of algae collection. *Agriculture Science Developments*, v. 16, n. 2, 2013.

**BAROUD, D. et al.** Effect of brown algae on germination, growth and biochemical composition of tomato leaves (*Solanum lycopersicum*). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2021.

**BORGES, C. F.; CAVALCANTE, W. S. S.; SILVA, N. F.; ROSA, M.** Características morfofisiológicas da cultura da soja com o uso de bioestimulantes no tratamento de sementes. *Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde – CICURV*, 2024.

**CAMPOS, N. et al.** Testes de germinação com extrato da alga *Kappaphycus alvarezii* seco em tambor rotativo para uso como bioestimulante na agricultura. 2022.

**CASTRO, P. R. C. et al.** *Manual de Estimulantes Vegetais: nutrientes, biorreguladores, bioestimulantes, bioativadores, fosfitos e biofertilizantes na agricultura tropical*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2017. 453 p.

**COSTA, G. A. P. et al.** Melhoramento genético do feijão comum: origem, diversidade e qualidade das sementes. *Revista Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 10, p. 1–17, 2024.

**EKINCI, K. et al.** Energy, economic and environmental analysis of organic and conventional apple production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, v. 62, p. 1–12, 2020.

**EL-MINIAWY, S. M. et al.** Influence of foliar spraying of seaweed extract on growth, yield and quality of strawberry plants. *Journal of Applied Sciences Research*, v. 10, n. 2, p. 88–94, 2014.

**EMBRAPA.** *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

**EMBRAPA.** Estatísticas da produção de feijão no Brasil. 2023.

**FERREIRA, D. F.** SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

**FRASCA, L. L. M. et al.** Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. *Agrarian*, v. 13, n. 47, p. 27–41, 2020.

**IBGE.** Mapa de produção do feijão no Brasil. 2023.

**INGLE, K. et al.** Macroalgae biorefinery from *Kappaphycus alvarezii*: conversion modeling and performance prediction for India and Philippines as examples. *BioEnergy Research*, 2018.

**KHOLSSI, R. et al.** Green agriculture: a review of the application of micro and macroalgae and their impact on crop production and soil quality. 2022.

**MOGOR, A. F. et al.** Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. *Scientia Agraria*, v. 9, n. 4, p. 431–437, 2008.

**PAVEZI, A.; FAVARÃO, S. C. M.; KORTE, K. P.** Efeito de diferentes bioestimulantes na cultura do feijoeiro comum. *Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias*, v. 12, n. 1, p. 30–35, 2017.

**RAMOS, S.** O uso de extratos comerciais de macroalgas como bioestimulantes. 2022.

**ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.** Editorial: Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, 2020.

**SANTOS, N. H. S. et al.** Efeito do extrato de algas no desempenho germinativo e crescimento radicular em sementes de feijão BRS Estilo em resposta a diferentes métodos de aplicação. *Hoehnea*, v. 48, 2021.

**SINGH, S. K. et al.** Effect of fertilizer level and seaweed sap on productivity and profitability of rice (*Oryza sativa*). *Indian Journal of Agronomy*, 2015.

**VAGHELA, P. et al.** Characterization and metabolomics profiling of *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract. *Algal Research*, v. 66, 2022.

**WANDER, A.; OLIVEIRA, G.** Mapeamento da cadeia produtiva do feijão-comum no Brasil. 2018.