

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (2)

March/April 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17220241900>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1900>



Aplicação via foliar de *Kappaphycus alvarezii* em estágio vegetativo na cultura da soja

Foliar application of *Kappaphycus alvarezii* in the vegetative stage in soybean crops

Corresponding author

José Gomes Martins Neto

Universidade de Rio Verde

jose.g.m.neto@academico.unirv.edu.br

Nelmício Furtado da Silva

Universidade de Rio Verde

Wendson Soares da Silva Cavalcante

Centro Tecnológico Paula Pasquali

Marconi Batista Teixeira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

Yan Carlos Moraes Magalhães

Universidade de Rio Verde

Pedro Henrique Fernandes Cabral

Universidade de Rio Verde

Vytor de Castro Matias

Universidade de Rio Verde

Fernando Nobre Cunha

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

Estevão Rodrigues

MRE Agropesquisa

Resumo. Em função do aumento das áreas agricultáveis e pela busca por uma agricultura mais sustentável, tem levado a busca de novas soluções que visem melhorar os níveis de produtividade. Partindo da hipótese de que o uso do extrato de alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* aplicado via foliar pode estimular um melhor desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento morfológico da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes doses (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L ha⁻¹) do extrato de algas vermelha (*Kappaphycus alvarezii*). Foram mensuradas as variáveis morfológicas (diâmetro de caule, número de nós, altura de planta, área foliar, número de vagens e número de grãos), variáveis fisiológicas (índice Falker[®] de clorofila), massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância a análise de regressão, utilizando o software estatístico SISVAR[®]. As doses testadas de 0 a 2,0 L ha⁻¹ promoveram incrementos nos parâmetros biométricos; no índice de Clorofila a, b e total; e na produtividade de grãos.

Palavras-chaves: Sustentabilidade, Algas vermelhas, Produtividade, Clorofila.

Abstract. Due to the increase in arable areas and the search for more sustainable agriculture, it has led to the search for new solutions aimed at improving productivity levels. Starting from the hypothesis that the use of red algae extract *Kappaphycus alvarezii* applied via foliar can stimulate better vegetative and reproductive development of soybeans, the present work aimed to evaluate the morphological behavior of soybean crops subjected to the application of different doses (0.0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 L ha⁻¹) of red algae extract (*Kappaphycus alvarezii*). Morphological variables (stem diameter, number of nodes, plant height, leaf area, number of pods and number of grains), physiological variables (Folker[®] chlorophyll index), mass of 1000 grains and grain productivity were measured. The data were subjected to analysis of variance ($p < 0.05$) and cases of significance to regression analysis, using the SISVAR[®] statistical software. The tested doses of 0 to 2.0 L ha⁻¹ promoted increases in biometric parameters; in the Chlorophyll a, b and total index; and grain productivity.

Keywords: Sustainability, Red algae, Productivity, Chlorophyll.

Introdução

O crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura da soja é resultante da interação entre o ambiente e o potencial genético da cultivar. Há uma mutualidade entre a planta de soja e o ambiente, deste modo quando ocorrem mudanças no ambiente, similarmente reflete-se no desenvolvimento da planta. Todas as cultivares portam um potencial máximo de rendimento que é geneticamente determinado (FREITAS, 2011; KURIHARA et al., 2013; MAHBUB et al., 2016).

A utilização de bioestimulantes na agricultura é bastante promissora, haja em vista que são largamente utilizados em hortaliças, frutíferas além de citros, cafeeiro, algodoeiro e culturas produtoras de grãos, tais como, feijoeiro e soja. Na literatura, diversos trabalhos têm mostrado a importância de usar bioestimulantes a base de extratos de algas, porém, em sua grande maioria são aplicados com outras substâncias, e não de forma isolada, além de não apresentar quantidades definidas, como acontece com os fertilizantes minerais em que pode ser ajustado de acordo com a necessidade da cultura (CAVALCANTE et al., 2020; RIBEIRO, 2020).

Logo após a semeadura, as sementes estão suscetíveis a diversos fatores ambientais como temperaturas, índices pluviométricos, umidade relativa do ar, umidade do solo, fotoperíodo, além de outros fatores edafoclimáticos, esses fatores interferem em todo o processo de desenvolvimento das plantas, o que pode influenciar a qualidade da pós-colheita (SILVA et al., 2017a; SILVA et al., 2017b; RODRIGUES, 2018).

Em função do aumento das áreas agricultáveis associada a necessidade de aumentar a produtividade das lavouras de grãos já existentes no Brasil, é primordial a busca de novas soluções que visem melhorar os níveis de produtividade e reduzir os custos de produção (FERRAZA & SIMONETTI, 2010; CAVALCANTE et al., 2020).

As algas são espécies que vivem em ambiente marinho (altamente salino), constituem e desempenham um papel fundamental nos ecossistemas marinhos, formação de comunidades dos costões, de ambientes de forrageamento, desova e habitat de inúmeras espécies de animais marinhos e de outros organismos, inclusive algas. Quando olhamos para o habitat das algas, em sua maioria são zonas entremarés, locais com fortes interações biológicas e condições abióticas extremas. Uma das estratégias de defesa e de

sobrevivência das algas são estruturas complexas que possuem a capacidade de produção de um vasto número de compostos metabólicos (RODRIGUES et al., 2015; RODRIGUES, 2018).

As algas são utilizadas na agricultura há muitos anos como matéria-prima de bioestimulantes e fertilizantes foliares (SOLORZANO-CHAVEZ et al., 2019), estudados e usados em aplicações que visam promover crescimento, desenvolvimento e indução de defesa em plantas (RODRIGUES et al., 2015). Nesse sentido, a *Kappaphycus alvarezii* é amplamente utilizada no mercado agroquímico como bioestimulantes, no manejo nutricional e fisiológico de estresses bióticos e abióticos (SILVA et al., 2017a; SILVA et al., 2017b; FLEMING et al., 2019; CAVALCANTE et al., 2020).

Extratos de algas são consideradas uma das soluções cada vez mais utilizados na produção agrícola, seja em aplicações via solo ou foliar, promovendo um aumento no conteúdo de clorofila, melhorando a fotossíntese, bem como a absorção de nutrientes e aumentando a capacidade de retenção de água nos tecidos vegetais (SUBRAMANIAN et al., 2011; CAVALCANTE et al., 2022).

O uso de extrato de algas potencializa os mecanismos que a planta possui para mitigar situações adversa (TAIZ & ZEIGER, 2017), incrementar a velocidade de resposta frente a essas condições, já que não tem que investir energia para sintetizar aminoácidos imprescindíveis nessas circunstâncias, além de elevar os níveis de produtividade das mais diversas culturas (SILVA et al., 2017a; SANTOS et al., 2019). As substâncias constituintes das algas podem se acumulam nos tecidos vegetais. Essas substâncias podem ser usadas pelas plantas como uma reserva, sob condições adversas (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Partindo da hipótese de que o uso do extrato de alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* aplicado via foliar pode estimular um melhor desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento morfológico da cultura da soja submetida a aplicação do extrato de alga via foliar.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em uma área destinada a experimentação pertencente Faculdade de agronomia na Universidade de Rio Verde – UniRV. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), típico, textura muito argilosa, fase cerrado (SANTOS et al.,

2018). Antes da instalação do experimento, foram realizadas amostragens do solo, nas camadas de 0,00 a 0,20 m para a caracterização físico-química,

que foram analisadas conforme metodologias descritas por Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo no local de condução do ensaio, safra 2021-22, Rio Verde – GO.

Macronutrientes														
Prof. cm	pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	SB	CTC	V	m	
	CaCl ₂	..... mg dm ⁻³	.....	.....	.....	.....	.....	.....	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	.....	%
0-20	4,8	7,89	10,5	67,0	6,43	3,15	0,05	4,79	34	9,76	14,54	67,09	0,51	
Micronutrientes						Granulometria								
	B	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia		Silte	Argila	Classe textural			
 mg dm ⁻³								%					
0-20	0,39	1,00	3,54	29,75	47,8	1,59	47		10	43	Argiloso			

pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; MO: matéria orgânica, determinação por método colorimétrico; P: fósforo, melhich; K⁺: potássio, melhich; Ca²⁺ e Mg²⁺: teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente, em KCl; S-SO₄²⁻: Enxofre na forma de sulfatos, extraído por fosfato de cálcio e determinado por colorimetria. Al³⁺: Alumínio trocável, extraído por solução de cloreto de potássio a 1 mol L⁻¹. H+Al: acidez total do solo, determinada em solução tampão SMP a pH 7,5. SB: soma de bases (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺). CTC: capacidade de troca de cátions (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + H+Al). V: saturação por bases do solo (relação SB/CTC). m: saturação por alumínio [relação Al³⁺/(SB+Al³⁺)]. Cu, Fe, Mn e Zn: cobre, ferro, manganês e zinco, extraídos por solução melhich.

Segundo a classificação de Alvares et al. (2013) e Köppen e Geiger (1928), clima da região é classificado como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e as precipitações variam de 1.500 a 1.800 mm anuais e o relevo é suave ondulado (6% de declividade) (SILVA et al., 2017c).

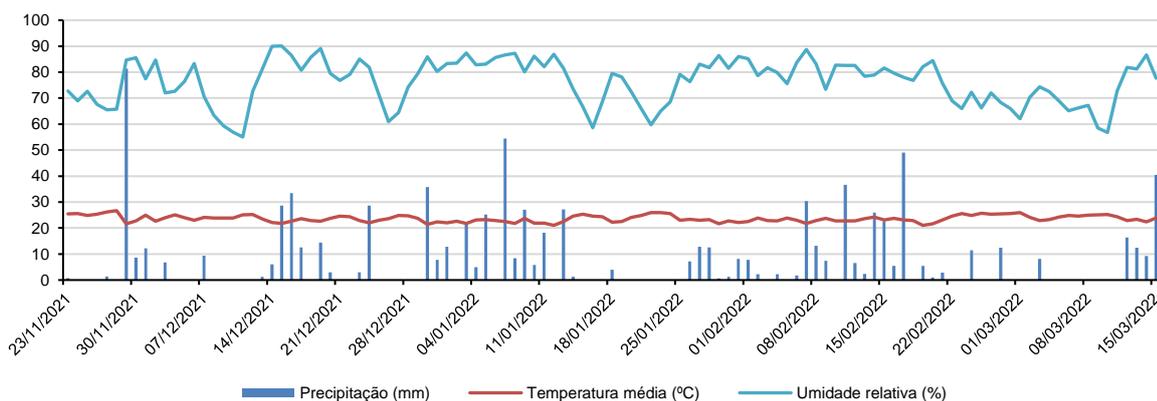
Durante o desenvolvimento da cultura os dados climáticos locais, foram monitorados, e as médias semanais dispostas na Figura 1.

A adubação foi realizada com base na análise de solo e de acordo com a recomendação de Sousa e Lobato (2004). A semeadura dos materiais

ocorreu em 01 de novembro de 2021, com espaçamento de 50 cm. Foi utilizada a variedade Foco IPRO, no total de 16 plantas por metro linear, semeada em 30 de novembro de 2021. A adubação de plantio foi realizada a lanço em área total de plantio utilizando o 400 kg ha⁻¹ do formulado 02-25-25, visando um considerável investimento, o que justifica a escolha da variedade.

O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, somando um total de 20 parcelas experimentais (Tabela 2).

Figura 1. Dados diários de precipitação, temperatura e umidade relativa no período decorrente do experimento, safra 2021-22, Rio Verde – GO.



Fonte: Estação Normal INMET – Rio Verde – GO, corrigidos pelos dados coletados *in loco*.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Doses
1	0,0 L ha ⁻¹
2	0,5 L ha ⁻¹
3	1,0 L ha ⁻¹
4	1,5 L ha ⁻¹
5	2,0 L ha ⁻¹

Extrato concentrado de alga marrom (*Kappaphycus alvarezii*).

Durante o desenvolvimento da cultura foram feitos os tratamentos culturais via aplicações de produtos químicos para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças conforme Tabela 3.

Tabela 3. Número de aplicações e produtos utilizados durante o cultivo.

Aplicação	Época	Produtos
1 ^a	Pré-plantio	3,0 L ha ⁻¹ de Crucial (Glifosato) + 0,5 L ha ⁻¹ de Poker (Cletodim)
TS	Semeadura	0,5 L/100 Kg de semente de Cropstar (Tiodicarbe + Imidacloprido) + Protreat (Tiram + Carbendazin) + 0,1 L/100 Kg de semente de Nodumax (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>)
2 ^a	30 DAP	2,0 L ha ⁻¹ de Randoup Transorb (Glifosato) + 0,3 L ha ⁻¹ de Verdict Max (Haloxifope-P-metilico) + 1,0 L ha ⁻¹ de Connect (Imidacloprido + Beta-Ciflutrina)
3 ^a	45 DAP	0,5 L ha ⁻¹ Versatilis (Fenpropimorfe) + 0,2 L ha ⁻¹ de Engeo Pleno (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina)
4 ^a	60 DAP	0,5 L ha ⁻¹ Versatilis (Fenpropimorfe) + 0,2 L ha ⁻¹ de Hero (Zeta-Cipermetrina + Bifentrina)
5 ^a	75 DAP	1,0 kg ha ⁻¹ de Perito (Acefato) + 0,2 L ha ⁻¹ de Valio (Óleo de laranja)
6 ^a	85 DAP	0,3 L ha ⁻¹ de Priori Xtra (Azoxistrobina + Ciproconazol) + 0,5% de Nimbus

DAP – dias após o plantio.

As aplicações dos produtos fitossanitários e dos tratamentos foram feitas utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO₂ munido de barra de 2 m, contendo quatro pontas de pulverização do tipo TT 110.02 (0,45 m entre pontas), aplicando volume de calda equivalente a 100 L ha⁻¹. As condições ambientais foram sempre monitoradas para obter uma condição favorável de temperatura média 25°C, UR média de 78% e velocidade do vento média de 2,5 km h⁻¹. As aplicações foram sempre realizadas entre 8:00 e 10:00 horas ou das 16 às 18 horas, período que foi possível reunir as melhores condições climáticas para as aplicações.

As variáveis biométricas: altura de plantas (AP), número de nó (NN), diâmetro de caule (DC), número de galhos (NG) e número de vagens (NV), foram determinadas com auxílio de fita métrica, régua e paquímetro. Para obtenção dos dados biométricos foram coletados e quantificados em 2 plantas por parcela experimental, totalizando 8 plantas por tratamento a cada avaliação em R7.

Avaliações do Índice de Clorofila *a*, *b* e *total* foram determinadas por meio do medidor do Índice

de clorofila do tipo ClorofiLOG1030®, modelo CFL1030 (Falker®, Porto Alegre, Brasil).

No final do ciclo, os experimentos foram dessecados e quantificado a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi determinada, colhendo e trilhando as plantas, conforme o grau de maturação de cada uma, foi determinado o teor de água da massa total de grãos e corrigido para 13% de umidade, e os valores extrapolados para kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância os dados quantitativos foram submetidos a análise de regressão ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

As variáveis altura de planta (AP), número de vagens por planta (NV), índice Falker® de Clorofila *a*, *b* e *total* (CI *a*, CI *b* e CI *total*) e a produtividade de grãos (PROD) foram significativas em função das doses do extrato concentrado de alga marrom (*Kappaphycus alvarezii*) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de nó (NN), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), índice Falker® de Clorofila *a*, *b* e *total* (CI *a*, CI *b* e CI *total*), produtividade de grãos (PROD) e massa de 100 grãos (M100G) em função dos tratamentos, safra em função dos tratamentos, Safra 2021-22, Rio Verde – Goiás

FV	GL	Quadrados médios				
		AP	DC	NN	NV	NG
Tratamentos	4	66,495 **	9,005 ns	2,987 ns	4,675 **	1092,314 ns
Blocos	3	4,758	2,569	0,712	1,383	412,414
Resíduo	12	4,880	5,856	1,087	0,841	823,764
CV (%)		2,68	18,98	5,30	23,23	26,62

FV	GL	Quadrados médios		
		CI <i>a</i>	CI <i>b</i>	CI <i>total</i>
Tratamentos	4	60,808 *	12,167 **	87,785 *
Blocos	3	13,552	1,156	12,355
Resíduo	12	18,682	1,830	22,371
CV (%)		11,94	10,36	9,64

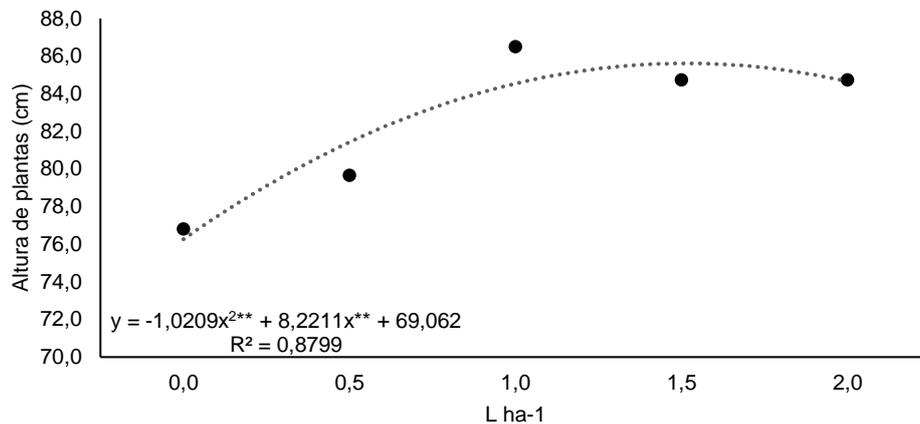
FV	GL	Quadrados médios	
		PROD	M100G
Tratamentos	4	781990,625 **	0,197 ns
Blocos	3	3783,333	0,553
Resíduo	12	45590,625	0,157
CV (%)		5,07	2,29

ns não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. FV – fonte de variação; GL – Grau de Liberdade; e CV – Coeficiente de Variação.

Todas as doses promoveram incrementos na altura de planta. Na altura de plantas observa-se um modelo quadrático na resposta da altura de plantas submetidas a diferentes doses do extrato de *K. alvarezii*. Verificou-se que a resposta máxima na altura de planta foi de 85,61 m, obtido com a dose de

4,02 L ha⁻¹ (Figura 2). Dutta et al. (2019) ao usar o *K. alvarezii* em sementes de pimenta observaram incrementos no índice de vigor e massa das plantas quando tratadas com algas *Kappaphycus alvarezii*.

Figura 2. Valores médios para altura de plantas (AP), em função dos tratamentos, safra 2021-22, Rio Verde – Goiás.

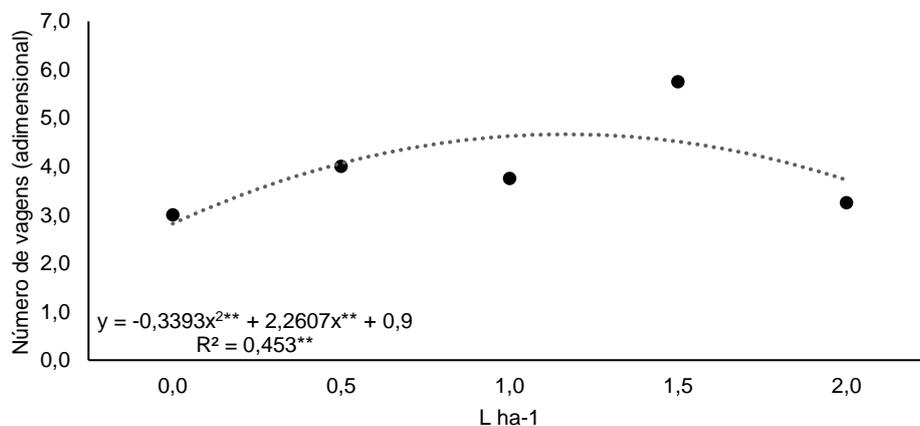


^{ns} não significativo e *; ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F.

O número de vagens por planta apresentou uma resposta quadrática às doses de *K. alvarezii*. A partir do modelo de regressão verificou-se que o ponto de máxima eficiência no NV foi de 4,66 vagens, obtido com a dose de 3,33 L ha⁻¹ (Figura 3). Estes resultados estão em conformidade com os obtidos por Zodape et al. (2010) para a cultura do feijão mungo (*Vigna radiata*), que observaram incrementos no número de sementes por vagens na aplicação do extrato de *Kappaphycus alvarezii*.

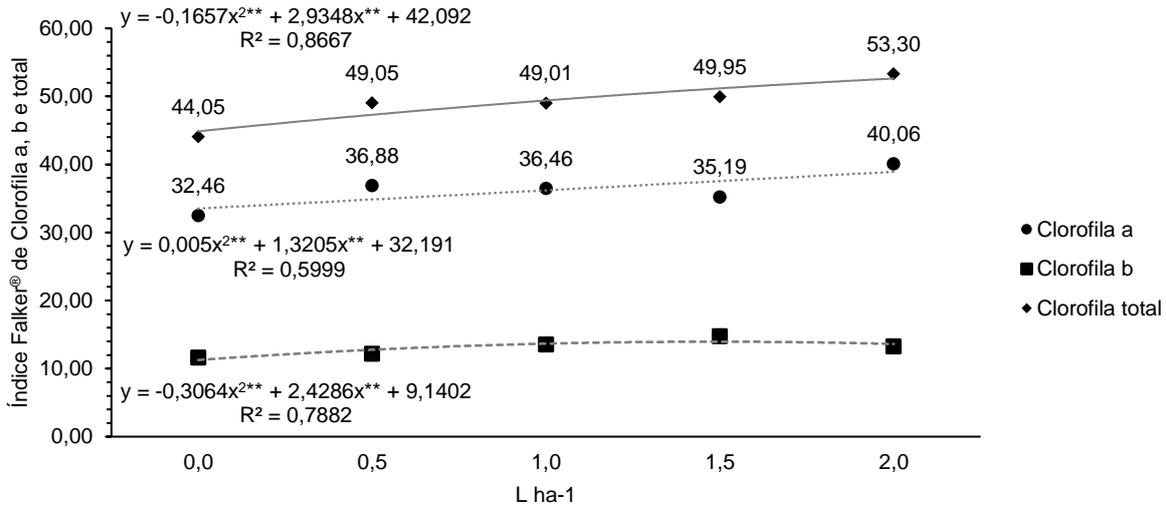
O índice Falker® de Clorofila *a*, *b* e *total* (CI *a*, CI *b* e CI *total*) apresentaram um comportamento quadrático. Por meio do modelo de regressão verificou-se que o ponto de máxima eficiência da CI *a* foi de 43,98; CI *b* 13,95 e CI *total* 55,13. Obtidos respectivamente com a dose de 5,02 L ha⁻¹ (CI *a*); 3,96 L ha⁻¹ (CI *b*); e 8,88 L ha⁻¹ (CI *total*) (Figura 4). A composição do extrato de algas a base de *K. alvarezii* podem estimular o crescimento vegetativo e a biossíntese de clorofila (AHMED & SHALABY (2012).

Figura 3. Valores médios para número de vagens por planta (NV), em função dos tratamentos, safra 2021-22, Rio Verde – Goiás.



^{ns} não significativo e *; ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F.

Figura 4. Valores médios para o índice Falker® de Clorofila a, b e total (Cl a, Cl b e Cl total), em função dos tratamentos, safra 2021-22, Rio Verde – Goiás.

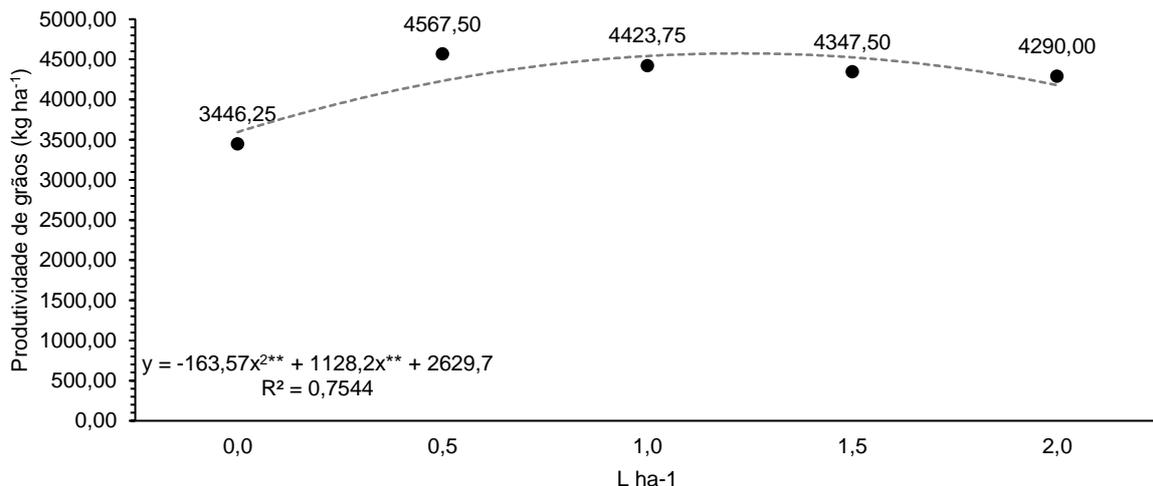


^{ns} não significativo e ^{*}; ^{**} significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F.

A produtividade de grãos apresentou uma resposta quadrática às doses de *K. alvarezii*. A partir do modelo de regressão adotado verificou-se que o rendimento de máxima eficiência agrônômica foi de 4.575,06 kg ha⁻¹, obtido com a dose de 3,44 L ha⁻¹ (Figura 5). Estudo feito por Abreu et al. (2020) corroboram com o presente estudo, onde os bioestimulantes a base de *K. alvarezii* e *Ascophyllum nodosum* promoverem incrementos na produtividade de grãos.

O uso do extrato de algas se justifica, pois, as algas são capazes de sintetizar compostos, como esteroides, ácidos graxos, polissacarídeos, pigmentos, aminoácidos, compostos halogenados, toxinas, fitormônios, macro e micronutrientes e outras substâncias e complexos naturais, uma vez que essas substâncias conferem as plantas benefícios fisiológicos e morfológicos (CAVALCANTE et al., 2022).

Figura 5. Valores médios para a produtividade de grãos (PROD) em função dos tratamentos, safra 2021-22, Rio Verde – Goiás.



^{ns} não significativo e ^{*}; ^{**} significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F.

Conclusão

O uso do extrato de algas vermelhas *K. alvarezii* aplicado via foliar promoveu incrementos na altura de planta, número de vagens por planta, índice

Falker® de Clorofila a, b e total e na produtividade de grãos.

A aplicação do extrato de algas vermelhas (*Kappaphycus alvarezii*) estimulou um incremento

nos parâmetros biométricos e na produtividade de grãos de soja.

São necessários novos estudos com doses superiores para entender o comportamento do extrato de algas *Kappaphycus alvarezii* aplicada via foliar.

As doses testadas de 0,5 a 2,0 L ha⁻¹ promoveram incrementos nos parâmetros biométricos; no índice de Clorofila *a*, *b* e *total*; e na produtividade de grãos.

Referências

ABREU, M. S.; LIMA, S. F.; DE OLIVEIRA NETO, F. M.; GARCIA, D. H.; TAVEIRA, A. C.; THOMÉ, S. E. N.; QUIRINO, T. S. *Ascophyllum nodosum* e nicotinamida afetam produtividade do feijoeiro comum. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e597997628-e597997628, 2020.

AHMED, Y. M.; SHALABY, E. A. Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, v. 4, n. 3, p. 235-240, 2012.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. D. M.; SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Zeitschrift 22, 711–728.

BOSSOLANI, J. W.; LAZARINI, E., DE LISBOA PARENTE, T.; CAIONI, S.; DE SOUZA, L. G. M.; ALCALDE, A. M. Doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac no desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja. Acta Iguazu, v. 8, n. 1, p. 68-75, 2019.

BULEGON, L. G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Terra Latinoamericana, v. 34, n. 2, p. 169-176, 2016.

CAVALCANTE, W. S. DA S., SILVA, N. F. DA., TEIXEIRA, M. B., CORRÊA, F. R., RODRIGUES, E., CABRAL FILHO, F. R., MARTINS, G. R.; CABRAL, P. H. F.; MATIAS, V. De. C.; MARTINS NETO, J. G.; MAGALHÃES, Y. C. M. Potencial de utilização do extrato de algas marrom no estágio fenológico reprodutivo da soja. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e51311528563-e51311528563, 2022.

CAVALCANTE, W. S.; DA SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CABRAL FILHO, F. R.; NASCIMENTO, P. E. R.; CORRÊA, F. R. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. IRRIGA, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal Applied Phycology, Dordrecht, v. 23, p. 371-393, 2011.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 196, p. 3-14, 2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A soja no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producao soja/Sojano Brasil.htm>>. Acesso em: 25/05/2021.

FERRAZZA, D.; SIMONETTI, A. P. M. M. Uso de extrato de algas no tratamento de semente e aplicação foliar, na cultura da soja. Revista Cultivando o Saber, v. 3, n. 2, p. 48-57, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FLEMING, T. R.; FLEMING, C. C.; LEVY, C. C.; REPISO, C.; HENNEQUART, F.; NOLASCO, J. B.; LIU, F. Biostimulants enhance growth and drought tolerance in *Arabidopsis thaliana* and exhibit chemical priming action. Annals of Applied Biology, v. 174, n. 2, p. 153-165, 2019.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 12, 2011.

HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; RUIZ-LÓPEZ, M. A.; NORRIE, J.; HERNÁNDEZ-CARMONA, G. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) Journal Applied Phycology, Dordrecht, v. 26, p. 619-628, 2014.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. Economic Botany, v. 24, n. 4, 1970.

JITHESH, M. N.; SHUKLA, P. S.; KANT, P.; JOSHI, J.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Physiological and transcriptomics analyses reveal that *Ascophyllum nodosum* extracts induce salinity tolerance in *Arabidopsis* by regulating the expression of stress responsive genes. Journal of Plant Growth Regulation, p. 1-16, 2018.

KOLLING, D. F.; SANGOI, L.; SOUZA, C. A. D.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. Ciência Rural, v. 46, n. 2, p. 28-253, 2016.

KÖPPEN, W. Köppen climate classification. Geography about. 2013. Available in: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>>.

KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. D. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo. Revista Ceres, v. 60, p. 690-698, 2013.

- MAHBUB, M. M.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. S.; NAHAR, L.; SHIRAZY, B. J. Morphophysiological variation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, v. 16, n. 2, p. 234-238, 2016.
- MARTYNENKO, A.; SHOTTON, K.; ASTATKIE, T.; PETRASH, G.; FOWLER, C.; NEILY, W.; CRITCHLEY, A.T. Thermal imaging of soybean response to drought stress: the effect of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. *Springer Plus*, v. 5, n. 1, p. 1393, 2016.
- RIBEIRO, V. A. Fertilizante organomineral peletizado na cultura da soja em solo de cerrado. 2020. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.
- RODRIGUES, E. R. O. Extratos alcalinos das algas pardas *Ascophyllum nodosum* e *Sargassum cymosum* como bioestimulantes de cultivares de *Oryza sativa*. 2018. 119 p. Tese (Doutorado em biotecnologia e biociências) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
- RODRIGUES, L. A.; BATISTA, M. S.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, S. F.; ALVES, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. *Nucleus*, v. 12, n. 1, p. 207-214, 2015.
- SANTOS, H. G. Dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. Dos; OLIVEIRA, V. A. De; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE.; ARAUJO FILHO, J. C. DE.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. De. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SHUKLA, P. S.; MANTIN, E. G.; ADIL, M.; BAJPAI, S.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in plant science*, v. 10, n. 1, p. 655, 2019.
- SILVA, N. F. DA.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Manejo fisiológico específico via tratamento de semente na fase inicial da cultura da soja. *Global Science and Technology*, v. 10, n. 3, p. 106-116, 2017a.
- SILVA, N. F. DA.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Manejo fisiológico na fase de enchimento de grãos da cultura da soja com fertilizante foliar. *Global Science and Technology*, v. 10, n. 3, p. 54-65, 2017b.
- SILVA, N. F. DA.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A. Reposição hídrica e adubação nitrogenada na cana-de-açúcar via gotejamento subsuperficial: cana-planta e cana-soca. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 6, p. 1862, 2017c.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA, 2004. 416 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.
- WALLY, O. S. D.; CRITCHLEY, A. T.; HILTZ, D.; CRAIGIE, J. S.; HAN, X.; ZAHARIA, L. I.; ABRAMS, S. R.; PRITHIVIRAJ, B. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 32, p. 324-339, 2013.
- ZODAPE, S. T.; MUKHOPADHYAYM, S.; ESWARAN, K.; REDDY, M. P.; CHIKARA, J. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L.) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. *Journal of Scientific & Industrial Research*, v. 69, n. 6, p. 468-471, 2010.