

Potencial de utilização do extrato de algas marrom no estágio fenológico reprodutivo da soja

Potential of use of brown algae extract in the reproductive phenological stage of soybean

Potencial de uso del extracto de alga parda en la etapa fenológica reproductiva de la soja

Recebido: 27/03/2022 | Revisado: 02/04/2022 | Aceito: 08/04/2022 | Publicado: 14/04/2022

Wendson Soares da Silva Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5224-5486>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: wendsonbfsoarescv@gmail.com

Nelmício Furtado da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7055-8075>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: nelmiciofurtado@gmail.com

Marconi Batista Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0152-256X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br

Fernando Rezende Corrêa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7110-3611>

Faculdade Rio Verde, Brasil

E-mail: fernandorvcorrea@gmail.com

Estevão Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7500-1604>

MRE – Agropesquisa, Brasil

E-mail: estevao.agro@gmail.com

Fernando Rodrigues Cabral Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5090-5946>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: fernandorcfilho@hotmail.com

Guilherme Rodrigues Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1014-1232>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: guilhermemartinsrv5@gmail.com

Pedro Henrique Fernandes Cabral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6401-9929>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: pedrohfernandescabral@gmail.com

Vytor de Castro Matias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8641-6060>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: vytordecastromatias@gmail.com

José Gomes Martins Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1970-4959>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: jose.g.m.neto@academico.unirv.edu.br

Yan Carlos Moraes Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8257-4240>

Universidade de Rio Verde, Brasil

E-mail: ymoraesmagalhaes@gmail.com

Resumo

Partindo da hipótese que o extrato de algas aplicado durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, podem estimular o crescimento vegetal, dessa forma, aumentar a produtividade. Objetivou-se aplicar diferentes doses do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no estágio reprodutivo da soja, avaliando-se a influência nos parâmetros de crescimento, fisiológicos e produtivos da planta. O experimento foi realizado na área de experimentação pertencente a empresa Tecno Nutrição Vegetal e Biotecnologia Ltda. - Rio Verde – GO, em um Latossolo Vermelho distrófico (LVDF). O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram em 5 doses do extrato de algas: T1) 0,0 L ha⁻¹; T2) 0,5 L ha⁻¹; T3) 1,0 L ha⁻¹; T4) 1,5 L ha⁻¹; T5) 2,0 L ha⁻¹. Foram avaliadas as variáveis biométricas: altura de planta, número de nó, número de folhas, número de galhos e diâmetro de caule; fisiológicas: teores de clorofilas e;

produtivas: massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância foram submetidos a análise de regressão. As doses do extrato de algas promoveram um aumento médio de 1040,08 kg ha⁻¹ ou 17,33 Sc ha⁻¹.

Palavras-chave: *Glycine max*; *Ascophyllum nodosum*; Bioestimulantes; Produtividade; Cerrado.

Abstract

Based on the hypothesis that the algae extract applied during the development cycle of the soybean crop can stimulate plant growth, thus increasing productivity. The objective was to apply different doses of algae extract (*Ascophyllum nodosum*) in the reproductive stage of soybean, evaluating the influence on the plant's growth, physiological and yield parameters. The experiment was carried out in the experimentation area belonging to the company Tecno Nutrição Vegetal e Biotecnologia Ltda. - Rio Verde – GO, in a dystrophic Red Latosol (LVDF). The experimental design used was a randomized block, with 5 treatments and 4 replications, totaling 20 experimental plots. The treatments consisted of 5 doses of algae extract: T1) 0.0 L ha⁻¹; T2) 0.5 L ha⁻¹; T3) 1.0 L ha⁻¹; T4) 1.5 L ha⁻¹; T5) 2.0 L ha⁻¹. Biometric variables were evaluated: plant height, number of nodes, number of leaves, number of branches and stem diameter; physiological: chlorophyll levels and; yields: mass of 100 grains and grain yield. Data were submitted to analysis of variance ($p < 0,05$) and cases of significance were submitted to regression analysis. The doses of algae extract promoted an average increase of 1040.08 kg ha⁻¹ or 17.33 Sc ha⁻¹.

Keywords: *Glycine max*; *Ascophyllum nodosum*; Biostimulants; Productivity; Cerrado.

Resumen

Suponiendo que el extracto de algas aplicado durante el ciclo de desarrollo del cultivo de soja puede estimular el crecimiento de las plantas, aumentando así la productividad. El objetivo fue aplicar diferentes dosis de extracto de algas (*Ascophyllum nodosum*) en la etapa reproductiva de la soja, evaluando la influencia en el crecimiento de la planta, parámetros fisiológicos y productivos. El experimento se realizó en el área experimental perteneciente a la empresa Tecno Nutrição Vegetal e Biotecnologia Ltda. - Rio Verde – GO, en un Latosol Rojo distroférrico (LVDF). El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 20 parcelas experimentales. Los tratamientos consistieron en 5 dosis de extracto de algas: T1) 0.0 L ha⁻¹; T2) 0,5 L ha⁻¹; T3) 1,0 L ha⁻¹; T4) 1,5 L ha⁻¹; T5) 2,0 L ha⁻¹. Se evaluaron las variables biométricas: altura de la planta, número de nudos, número de hojas, número de ramas y diámetro del tallo; fisiológicos: contenido de clorofila y; productiva: masa de 100 granos y rendimiento de grano. Los datos se sometieron a análisis de varianza ($p < 0,05$) y los casos significativos se sometieron a análisis de regresión. Las dosis de extracto de algas promovieron un incremento promedio de 1040,08 kg ha⁻¹ o 17,33 Sc ha⁻¹.

Palabras clave: *Glycine max*; *Ascophyllum nodosum*; Bioestimulantes; Productividad; Cerrado.

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo com uma produtividade média de 3.379 kg ha⁻¹, em uma área de 36.949,7 mil ha, com uma produção de 124.844,8 mil toneladas no ano safra 2019/2020 (CONAB, 2021).

Apesar da sua capacidade genética permitir altos tetos produtivos, fatores edafoclimáticos associado a nutrição ainda são os principais limitantes (Dourado Neto et al., 2012; Cavalcante et al., 2020). Logo após a semeadura, as sementes estão sob suscetíveis a diversos fatores ambientais como temperaturas, índices pluviométricos, umidade relativa do ar, umidade do solo e fotoperíodo, interferem em todo o processo de desenvolvimento e maturação no campo, o que pode influenciar a qualidade da pós-colheita (Elias & Copeland, 2001; Rodrigues, 2018).

Em função do aumento de áreas agricultáveis associada a necessidade de aumento de produtividade nas 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).

Organismos marinhos desempenham um papel muito importantes como fontes de metabólitos bioativos. Cerca de 70% da biosfera marinha são compostos por biomas marinhos, que possuem uma grande diversidade taxonômica e bioquímica (Holdt & Kraan, 2011), Khan et al. (2009) destacam que as macroalgas fazem parte de um grupo que inclui algas verdes (divisão *Chlorophyta*), marrons ou pardas (*Phaeophyta*) e algas vermelhas (*Rhodophyta*).

Em torno de 4 milhões de toneladas de algas são colhidas em todo o mundo anualmente, China, Japão, EUA e a Noruega são os principais produtores e fornecedores de produtos de algas (Zemke-White & Ohno, 1999; Dapper et al., 2014).

As algas fazem parte de uma cadeia extensa de indústrias que juntas obtém um lucro anual de bilhões de dólares (Vidotti; Rollemberg, 2004; Rodrigues, 2018).

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 (Torres et al. 2008; Ramlov, 2011; Rodrigues et al., 2015; Rodrigues, 2018).

As algas são utilizadas na agricultura há muitos anos como matéria-prima de bioestimulantes e fertilizantes foliares (Khan et al., 2009), estudados e usados em aplicações que visam promover crescimento, desenvolvimento e indução de defesa em plantas (Rodrigues et al., 2015). Nesse sentido, a *Ascophyllum nodosum* é amplamente utilizada no mercado agroquímico como bioestimulantes, no manejo nutricional e fisiológico de estresses bióticos e abióticos (Silva et al., 2017; Fleming et al., 2019; Cavalcante et al., 2020).

O uso das algas se justifica por serem capazes de sintetizar compostos, como esteroides, ácidos graxos, polissacarídeos, pigmentos, aminoácidos, compostos halogenados, toxinas, fitormônios, macro e micronutrientes e outras substâncias e complexos naturais, que justifica o uso na agricultura, pois essas substâncias conferem as plantas benefícios fisiológicos. Dentre estes podemos citar as características do balanço hormonal e da osmoproteção, que atua no interior das células vegetais, protegendo as contra a desidratação e mantendo assim, suas atividades metabólicas num nível adequado, mesmo em situações adversas (Silva et al., 2008; Silva et al., 2017; Cavalcante et al., 2020).

Partindo da hipótese que o extrato de algas aplicado durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, podem estimular o crescimento vegetal, dessa forma, aumentar a produtividade. Objetivou-se com presente estudo aplicar diferentes doses do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no estágio reprodutivo da soja, avaliando a influência nos parâmetros de crescimento, fisiológicos e produtivos da planta.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na área de experimentação pertencente a empresa Tecno Nutrição Vegetal e Biotecnologia Ltda., na seguinte localização geográfica 17°44'20.88''S e 50°57'55.79''O, com 860 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVDF) (Santos et al., 2018), cuja características químicas e granulométricas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo antes da correção, safra 2019-20, Rio Verde – GO.

Prof.	Macronutrientes												
	pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	SB	CTC	V	m
cm	CaCl ₂		mg dm ⁻³			cmol.dm ⁻³			g dm ⁻³	cmol.dm ⁻³			%
0-20	3,9	7,53	17,3	19	0,5	0,37	0,92	7,50	32,6	0,92	8,51	10,8	50
20-40	3,9	5,31	16,8	17	0,36	0,28	0,85	6,35	29,0	0,68	7,03	9,7	55,6
	Micronutrientes						Granulometria						
	B	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila	Classe textural			
	mg dm ⁻³						%						
0-20	0,41	0,0	0,39	48,53	9,67	2,53	33	8	59	Argiloso			
20-40	0,41	0,0	0,34	45,03	6,05	1,8	33	4	63	M. 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. Fonte: Autores.

No preparo do solo, foi feito uma subsolagem e duas nivelagens posteriores a aplicação de calcário. A adubação de correção e plantio foi realizada com base na análise de solo e de acordo com a recomendação de Sousa e Lobato (2004). As quantidades e adubos utilizados tanto na correção como no plantio estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidades e adubos utilizados, safra 2019-20, Rio Verde – GO.

Adubação	Fonte	Quantidade
Correção	Calcário dolomítico ¹	3 t ha ⁻¹
Plantio	Formulado 08-20-18 ²	400 kg ha ⁻¹

¹Aplicado a lanço em toda a área 30 dias antes do plantio; ²Aplicado no sulco de semeadura. Fonte: Autores.

O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, um total de 20 parcelas experimentais (Tabela 3).

Tabela 3. Doses, número de aplicações e fase de aplicação do extrato concentrado de algas nos diferentes tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.

Tratamentos	Doses	Número de aplicação	Fase de aplicação
T1	0,0 L ha ⁻¹ de extrato concentrado de algas ¹ <i>Ascophyllum nodosum</i>		
T2	0,5 L ha ⁻¹ de extrato concentrado de algas <i>Ascophyllum nodosum</i>		
T3	1,0 L ha ⁻¹ de extrato concentrado de algas <i>Ascophyllum nodosum</i>	1	R1
T4	1,5 L ha ⁻¹ de extrato concentrado de algas <i>Ascophyllum nodosum</i>		
T5	2,0 L ha ⁻¹ de extrato concentrado de algas <i>Ascophyllum nodosum</i>		

¹Acadian® ((Potássio (K₂O) solúvel em água 5,3% p/p (61,46 g L⁻¹); carbono orgânico total 6,0% p/p (69,60 g L⁻¹); pH 8,0; densidade a 20°C 1,16 g mL⁻¹; índice salino 18% e conteúdo líquido 4 x 5 Litros pertencente a empresa Koppert). Fonte: Autores.

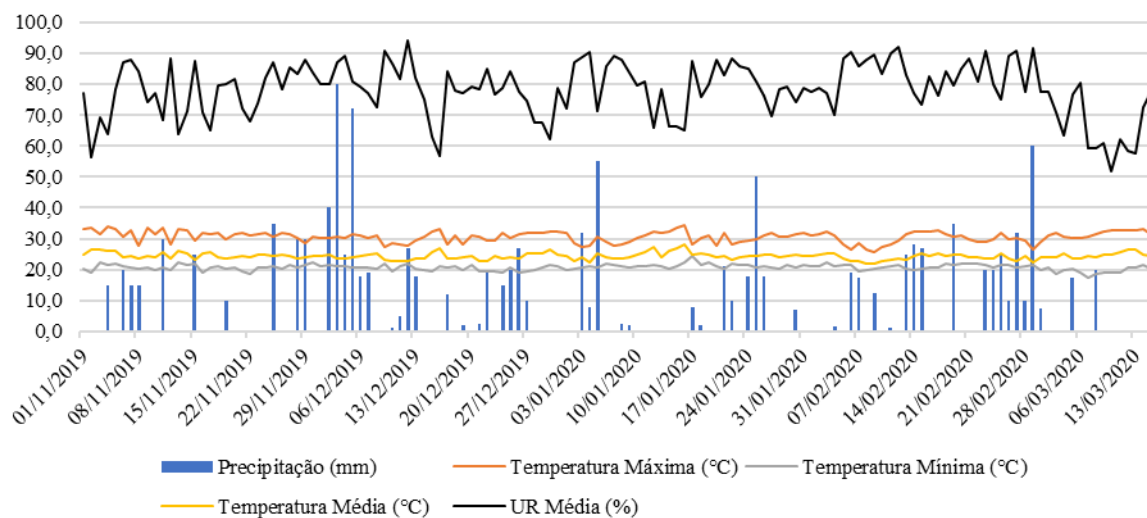
As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas de 5 metros, totalizando 2 m x 5m = 10 m² parcela x 20 parcelas = 200 m².

Foi utilizada a cultivar NS 7007 IPRO®, grau de maturação 7.1, com crescimento indeterminado, utilizando 15 sementes por m⁻¹, com espaçamento de 50 cm, totalizando 300 mil plantas ha⁻¹, semeada em 10 de novembro de 2019.

Segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928) e Alvares et al. (2013), 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., 2017a).

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

Figura 1. Dados semanais, precipitação, temperatura e umidade relativa no período decorrente do experimento, Rio Verde – GO, 2019/20.



Fonte: Estação meteorológica instalada no local do experimento.

Durante o desenvolvimento da cultura foram feitos os tratos culturais via aplicações de produtos químicos para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças (Tabela 4).

Tabela 4. Número de aplicações e princípios ativos utilizados durante o cultivo da soja, safra 2019-20, Rio Verde – GO

Aplicação	Época	Dose e produto comercial e princípios ativos
1ª	Pré-plantio	3,0 L ha ⁻¹ de Crucial (Glifosato) + 0,5 L ha ⁻¹ de Zethamaxx (Flumioxazina + Imazetapir) + 0,6 L ha ⁻¹ de U 46 (2,4-D)
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>)
2ª	20 DAE	2,0 L ha ⁻¹ de Crucial (Glifosato) + 0,8 L ha ⁻¹ de Cletodim (Viance)
3ª	40 DAE	0,07 L ha ⁻¹ de Kaiso (Lambda-cialotrina) + 0,4 L ha ⁻¹ de Fox (Protiocanazol + Trifloxistrobina) + 0,25% de Aureo
4ª	60 DAE	0,07 L ha ⁻¹ de Kaiso (Lambda-cialotrina) + 0,4 L ha ⁻¹ de Fox (Protiocanazol + Trifloxistrobina) + 0,25% de Aureo
5ª	70 DAE	1,0 kg ha ⁻¹ de Perito (Acefato) + 0,2 L ha ⁻¹ de Valio (Óleo de laranja)
6ª	80 DAE	0,3 L ha ⁻¹ de Priori Xtra (Azoxistrobina + Ciproconazol) + 0,5% de Nimbus
Dessecação	110 DAE	2,0 L ha ⁻¹ de Gramoxone (Paraquat) + 0,2 L ha ⁻¹ de Valio (Óleo de laranja)

DAE – dias após a emergência. Fonte: Autores.

As aplicações dos tratamentos foram feitas utilizando um pulverizador costal com pressurização por 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.

Para as avaliações biométricas (determinadas em R6) e fisiológicas foram utilizadas 6 plantas por unidade experimental, totalizando 24 plantas por tratamento a cada avaliação.

O diâmetro de colmo foi realizado com a utilização de paquímetro, sendo mensurado a 3 cm a partir do solo, a altura da planta foi mensurada com fita métrica do solo até a inserção da gema apical (local de formação de novas folhas) mantendo o padrão para todas as plantas avaliadas. O número de nó, número de folhas e número galhos foram determinados por contagem.

Aos 7, 14 e 21 dias após aplicação (DAA) foram determinados o Índice Falker[®] de clorofila *a* (Ca), clorofila *b* (Cb) e clorofila *total* (CT), obtidos de 4 plantas por parcela experimental, totalizando 16 plantas por tratamento, foi utilizado um medidor de clorofila do tipo ClorofiLOG[®], modelo CFL1030 (Falker[®], Porto Alegre, Brasil).

No final do ciclo, as parcelas foram dessecadas e quantificadas a massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi determinada colhendo e trilhando as plantas. Foi determinado o teor de água da massa total de grãos e corrigido para 13% (b.u) e os valores extrapolados para kg ha⁻¹.

Os dados biométricos, fisiológicos e produtivos foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância foram submetidos a análise de regressão, utilizando o software estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

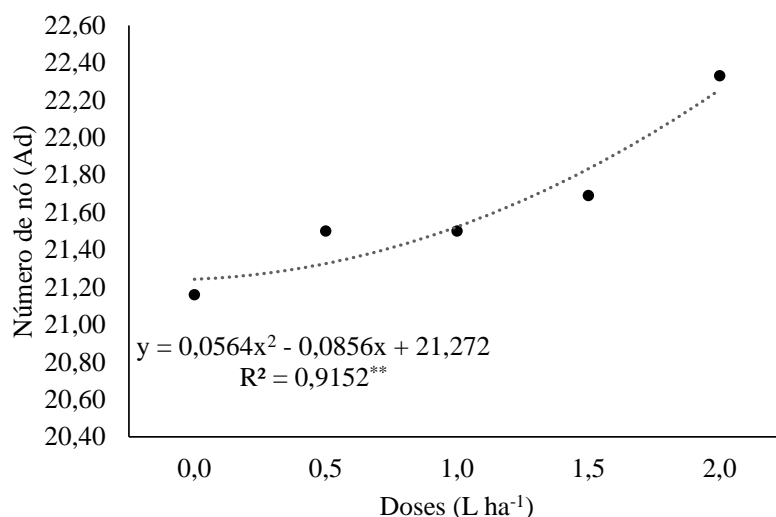
As variáveis número de nó (NN) e número de folhas (NF) foram significativas em função dos tratamentos. Já as variáveis altura de planta (AP), número de galhos (NG) e diâmetro de caule (DC) não foram significativas (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (AP), número de nó (NN), número de folhas (NF), número de galhos (NG) e diâmetro de caule (DC), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.

FV	GL	Quadrados médios				
		AP	NN	NF	NG	DC
Tratamentos	4	98,5679 ^{ns}	1,3666 ^{**}	14,3666 [*]	1,6166 ^{ns}	1,9834 ^{ns}
Blocos	3	47,5073 ^{ns}	8,3733 ^{ns}	2,0333 ^{ns}	0,8000 ^{ns}	0,0430 ^{ns}
Resíduo	12	42,0773	5,0066	2,1666	0,8166	0,9002
CV (%)		6,97	10,39	14,20	112,96	11,71

^{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. Fonte: Autores.

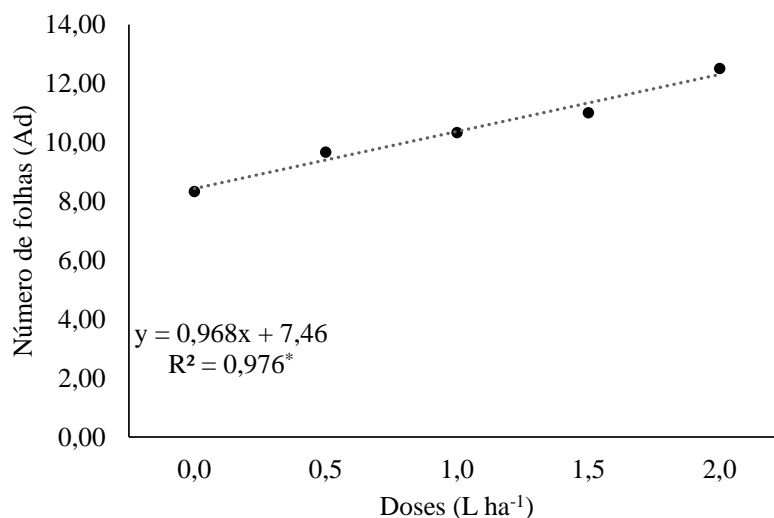
Figura 2. Valores médios para o número de nó (NN), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.



Ad – Adimensional; ^{ns} não significativo e ^{*}, ^{**} significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. Fonte: Autores.

O número de folhas apresentou um comportamento linear. A dose de 2,0 L ha⁻¹ promoveu um maior NF, e quando comparada com a dose 0,0 L ha⁻¹, promoveu um aumento de 50,06%. De forma geral, as doses do extrato de algas, promoveram um aumento médio de 30,50% no NF (Figura 3).

Figura 3. Valores médios para o número de folhas (NF), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.



Ad – Adimensional; ^{ns} não significativo e *; ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. Fonte: Autores.

As variáveis clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e clorofila *total* (Cl *t*) não foram significativas em função da aplicação das diferentes doses do extrato de algas (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para as variáveis massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.

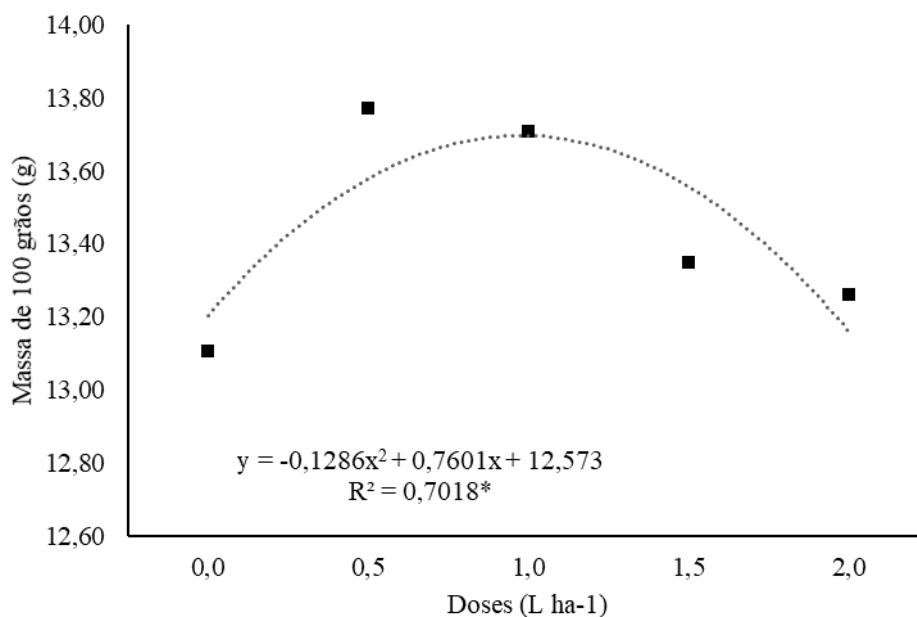
FV	GL	Quadrados médios	
		M100G	PG
Tratamentos	4	0,2320*	1027678,2380**
Blocos	3	0,1164 ^{ns}	46013,9726 ^{ns}
Resíduo	12	0,0491	23554,8080
CV (%)		1,65	3,99

^{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. Fonte: Autores.

As doses de 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 L ha⁻¹ quando comparadas a dose de 0,0 L ha⁻¹ promoveram um aumento médio de 3,73% (0,49 g) na massa de 100 grãos (Figura 4).

A dose de 0,5 L ha⁻¹ promoveu o maior aumento na M100G e quando comparada a dose de 0,0 L ha⁻¹ promoveu um aumento de 5,03% (0,66 g) (Figura 4).

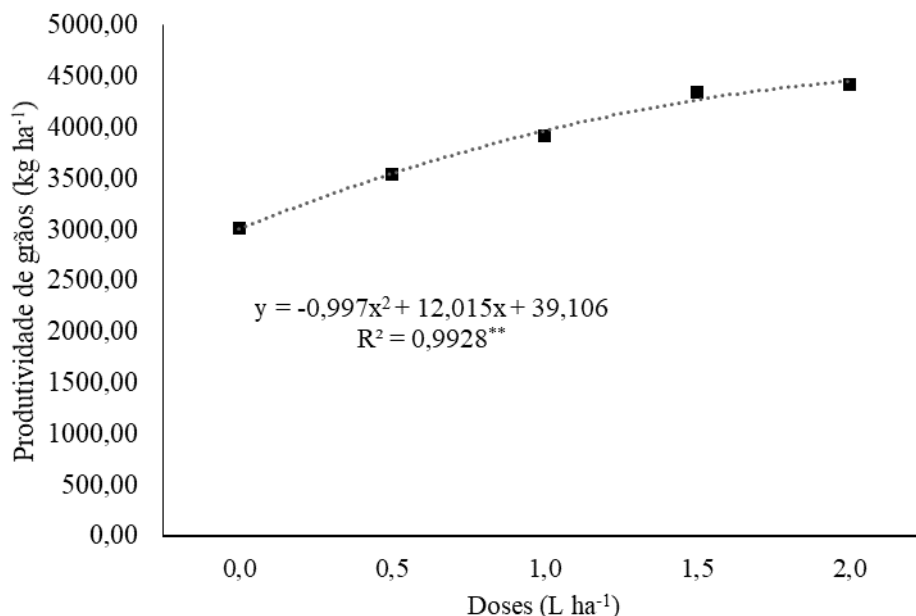
Figura 4. Valores médios para a massa de 100 grãos (M100G), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.



Ad – Adimensional; ^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. Fonte: Autores.

As doses de 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 L ha⁻¹ quando comparadas a dose de 0,0 L ha⁻¹ promoveram um aumento médio de 34,45% (1040,08 kg ha⁻¹ ou 17,33 sc ha⁻¹). A dose de 2,0 L ha⁻¹ quando comparada a dose de 0,0 L ha⁻¹ promoveu um aumento de 46,60% (1406,92 kg ha⁻¹ ou 23,45 sc ha⁻¹) (Figura 5).

Figura 5. Valores médios para a produtividade de grãos (PG), em função dos tratamentos, safra 2019-20, Rio Verde – GO.



^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. Fonte: Autores.

Estes dados corroboram com os encontrados por Cavalcante et al. (2020) e por Mógior et al. (2008), visto que estes autores obtiveram respostas altamente positivas com a aplicação foliar deste mesmo extrato de algas. O uso extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) como promotor de desenvolvimento vegetal já é bem difundida na Europa, sendo frequentemente

utilizado produtos à base de extrato de algas para aplicação foliar, com relato de incremento no desenvolvimento vegetativo das plantas.

Os bioestimulantes como é o caso dos extratos de algas são substâncias que promovem crescimento vegetal, podem atuar isoladamente ou em combinação na promoção do desenvolvimento das plantas (Ferraza & Simonetti, 2010).

Weber (2011) observou que a utilização de bioestimulante proporciona um melhor desempenho e maior comprimento de raízes, o que mostra a importância do seu uso, além de proporcionarem uma recuperação mais rápida após período de estresse hídrico; bem como uma maior resistência a insetos, pragas, doenças e nematóides; estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas, aumentando a absorção de nutrientes e, por consequência, a produção (Lana et al., 2009; Vilanova, 2010; Silva et al., 2017b; Gutiérrez-Gamboa et al., 2019; Cavalcante et al., 2020).

A aplicação de bioestimulantes, proporcionam uma melhor condição de desenvolvimento da planta, o que reflete nas características morfológicas, bem como influência na arquitetura das plantas e proporcionando um suporte maior nas características produtivas (Moterle et al., 2011; Carvalho et al., 2013).

4. Conclusão

O extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) influenciaram as variáveis número de nó e número de folhas.

As doses do extrato de algas promoveram um aumento médio de 1040,08 kg ha⁻¹ ou 17,33 Sc ha⁻¹.

A dose de 2,0 L ha⁻¹ promoveu o maior aumento na produtividade de grãos.

A dose de 0,5 L ha⁻¹ promoveu o maior aumento na M100G.

A cultura da soja respondeu de forma positiva ao extrato de algas.

Para cultura da soja é recomendada a dose de 0,5 à 2,0 L ha⁻¹.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Brasil (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG); Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC - Brasil); a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); Centro de Excelência em Agro Exponencial (CEAGRE); ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) - Campus Rio Verde; a Universidade de Rio Verde – UniRV; AGIRTEC – Soluções de Precisão, pelo apoio financeiro e estrutural para a realização deste estudo.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- da Silva Cavalcante, W. S., da Silva, N. F., Teixeira, M. B., Cabral Filho, F. R., Nascimento, P. E. R., & Corrêa, F. R. (2020). Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. *IRRIGA*, 25(4), 754-763. [10.15809/irriga.2020v25n4p754-763. https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4186](https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4186).
- Dapper, T. B., Pujarra, S., de Oliveira, A. J., de Oliveira, F. G., & Paulert, R. (2014). < b> Potencialidades das Macroalgas Marinhas na Agricultura: Revisão. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 7(2).
- De Carvalho, T. C., da Silva, S. S., da Silva, R. C., Panobianco, M., & Mógor, Á. F. (2013). Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. *Revista de ciências agrárias*, 36(2), 199-205.
- de Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- Dos Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberas, J. F., Coelho, M. R., & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

- Elias, S. G., & Copeland, L. O. (2001). Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agronomy journal*, 93(5), 1054-1058.
- Ferrazza, D., & Simonetti, A. P. M. M. (2010). Uso de extrato de algas no tratamento de semente e aplicação foliar, na cultura da soja. *Revista Cultivando o Saber*, 3(2), 48-57.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Fleming, T. R., Fleming, C. C., Levy, C. C., Repiso, C., Hennequart, F., Nolasco, J. B., & Liu, F. (2019). Biostimulants enhance growth and drought tolerance in *Arabidopsis thaliana* and exhibit chemical priming action. *Annals of Applied Biology*, 174(2), 153-165.
- Gutiérrez-Gamboa, G., Romanazzi, G., Garde-Cerdán, T., & Pérez-Álvarez, E. P. (2019). A review of the use of biostimulants in the vineyard for improved grape and wine quality: effects on prevention of grapevine diseases. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1001-1009.
- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of applied phycology*, 23(3), 543-597.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of plant growth regulation*, 28(4), 386-399.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
<<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>>
- LANA, A. M. Q., Lana, R. M. Q., Gozuen, C. F., Bonotto, I., & Trevisan, L. R. (2009). Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, 25(1), 13-20.
- Lindsey Zemke-White, W., & Ohno, M. (1999). World seaweed utilisation: an end-of-century summary. *Journal of applied Phycology*, 11(4), 369-376.
- Mógor, Á. F., Ono, E. O., Rodrigues, J. D., & Mógor, G. (2008). Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. *Scientia Agraria*, 9(4), 431-437.
- Moterle, L. M., Santos, R. F. D., Scapim, C. A., Braccini, A. D. L., Bonato, C. M., & Conrado, T. (2011). Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, 58(5), 651-660.
- Ramlov, F., Souza, J., Faria, A. V., Maraschin, M., Horta, P. A., & Yokoya, N. S. (2011). Growth and accumulation of carotenoids and nitrogen compounds in *Gracilaria domingensis* (Kütz.) Sonder ex Dickie (Gracilariales, Rhodophyta) cultured under different irradiance and nutrient levels. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(2), 255-261.
- Rodrigues, E. R. D. O. (2018). Extratos alcalinos das algas pardas *Ascophyllum nodosum* e *Sargassum cymosum* como bioestimulantes de cultivares de *Oryza sativa*. 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. (2015). Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. *Nucleus*, 12(1), 207-2014.
- Silva, N. F., Cunha, F. N., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., Vidal, V. M., & Morais, W. A. (2017a). Reposição hídrica e adubação nitrogenada na cana-de-açúcar via gotejamento subsuperficial: cana-planta e cana-soca 107127/rbaiv11n600642. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(6), 1862.
- Silva, N. F.; Clemente, G. S.; Teixeira, M. B.; Soares, F. A. L.; Dos Santos, L. N. S.; Cunha, F. N.; Dos Santos, M. A. Fertilizantes foliares na promoção do manejo fisiológico na fase vegetativa da soja. *Global Science and Technology*, v. 10, n. 3, p. 14-27, 2017b.
- Vidotti, E. C., & Rollemberg, M. D. C. E. (2004). Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. *Química nova*, 27, 139-145.
- Vilanova, C., & Silva Júnior, C. D. D. (2010). Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 5(1), 127-137.
- Weber, F. (2010). *Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja* (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas).