

Características morfofisiológicas da cultura da soja com o uso de bioestimulantes no tratamento de sementes

Caio Ferreira Borges¹, Wendson Soares da Silva Cavalcante², Nelmício Furtado da Silva³, Márcio Rosa³

¹ Graduando em Agronomia, Universidade de Rio Verde, PIVIC/UniRV.

² Mestrando em Produção Vegetal, UniRV.

³ Professor Dr. Universidade de Rio Verde, Faculdade de agronomia, Rio Verde. E-mail: marcorosa@unirv.edu.br.

Reitor:

Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:

Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:

Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:

Profa. Dra. Ana Paula Fontana

Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob

Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza

Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:

Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

Resumo: Os bioestimulantes são definidos como mistura de substâncias orgânicas, extratos vegetais, reguladores vegetais e outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. A sua aplicação pode, dependendo de sua composição, concentração, proporção das substâncias e a forma de aplicação estimular o crescimento vegetal. Partindo da hipótese de que substâncias bioestimulantes usadas no tratamento de sementes podem influenciar no crescimento e no potencial produtivo da cultura da soja, objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de substâncias bioestimulantes a base de extrato de algas, aminoácidos e fitohormônios no tratamento de sementes. O experimento foi realizado na área experimental pertencente à Faculdade de Agronomia da Universidade de Rio Verde – Fazenda Fontes do Saber. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de 4 substâncias isoladas no tratamento de semente, na dose de 1,0 mL kg⁻¹ de semente: 1 - Alga vermelha; 2 - Alga marrom; 3 – Aminoácidos; 4 – Fitohormônios; e 5 – Controle. Foram mensuradas as variáveis morfológicas (diâmetro de caule, número de nós, altura de planta, área foliar, número de vagens e número de grãos), índice de clorofila, taxa de fotossíntese líquida (Pn), taxa de transpiração (E), massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e os casos de significância ao teste de média Tukey. Substâncias bioestimulantes usadas no tratamentos de sementes influenciam no diâmetro de caule, taxa de fotossíntese líquida e no potencial produtivo da cultura da soja.

Palavras-Chave: Aminoácidos. *Ascophyllum nodusum*. Fitormônios. *Kappaphycus alvarezii*.

Influence of microorganisms and biostimulants on the biometric parameters of soybean plants subjected to water deficit

Abstract: *Biostimulants are defined as a mixture of organic substances, plant extracts, plant regulators and other substances such as amino acids, nutrients and vitamins. Its application can, depending on its composition, concentration, proportion of substances and the way of application, stimulate plant growth. Based on the hypothesis that biostimulant substances used in seed treatment can influence the growth and productive potential of soybean crops, the aim of this study was to evaluate the use of biostimulant substances based on algae extract, amino acids and phytohormones in the treatment of seeds. The experiment was carried out in the experimental area belonging to the Faculty of Agronomy of the University of Rio Verde – Fazenda Fontes do Saber. The experimental design used was randomized blocks with four replications. The treatments consisted of the application of 4 isolated substances in the seed treatment, at a dose of 1.0 mL kg⁻¹ of seed: 1 - Red algae; 2 - Brown algae; 3 – Amino acids; 4 – Phytohormones; and 5 – Control. Morphological variables were measured (stem diameter, number of nodes, plant height, leaf area, number of pods and number of grains), chlorophyll index, net photosynthesis rate (Pn), transpiration rate (E), mass of 1000 grains and grain productivity. The data were subjected to analysis of variance and cases of significance to the Tukey mean test. Biostimulant substances used in seed treatments influence the stem diameter, net photosynthesis rate and the productive potential of the soybean crop.*

Keywords: *Amino acids. Ascophyllum nodosum. Phytohormones. Kappaphycus alvarezii.*

Introdução

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, porém, em sua grande maioria não apresentam quantidades definidas de bioestimulante a ser utilizado, como acontece com os fertilizantes minerais em que pode ser ajustado de acordo com a necessidade da cultura (Du Jardin, 2015).

Os bioestimulantes são definidos como mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), produtos esses que durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, podem, dependendo de sua composição, concentração e proporção das substâncias, estimularem o crescimento vegetal através de uma maior divisão celular, alongação celular e diferenciação celular, e, dessa forma, aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento (germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, senescência) e na produtividade das culturas (Kolling et al., 2016; Silva et al., 2017b).

Cavalcante et al. (2022) em seus estudos obtiveram respostas positivas com a aplicação foliar de complexos bioestimulantes. O uso dos bioestimulantes proporciona 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 (Carvalho et al., 2013).

Partindo da hipótese de que substâncias bioestimulantes usadas no tratamento de sementes podem influenciar no crescimento e no potencial produtivo da cultura da soja, objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de substâncias bioestimulantes a base de extrato de algas, aminoácidos e fitormônios no tratamento de sementes, nas condições edafoclimáticas da região do cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em campo numa área destinada a experimentação localizada na Fazenda Fontes do Saber da Universidade de Rio Verde – UniRV. O solo utilizado nos vasos foi coletado na área experimental da faculdade em área de cultivo na camada de 0-20 cm e classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf), típico, textura argilosa, fase cerrado.

Foi utilizada a variedade Foco IPRO, no total de 16 plantas por metro linear. A adubação de plantio foi realizada no sulco de plantio utilizando mecanismo sulcador do tipo facão. A quantidade de

fertilizantes utilizada foi 400 kg/ha do formulado 05-25-25 no sulco de plantio, adubação feita de acordo com necessidade da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado com quatro repetições, sendo as parcelas experimentais composta por 6 linhas de semeadura espaçadas em 0,50 m e 5 m de comprimento com bordaduras de 0,50 m entre parcelas e 0,50 m entre blocos. Os tratamentos foram compostos por 4 substâncias isoladas, na dose de 1,0 mL kg⁻¹ de semente, totalizando 5 tratamentos, sendo o tratamento controle apenas o tratamento de semente padrão para todos os tratamentos com inseticida e fungicida, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos

Tratamento	Dose	Descrição
Algas marrons		Extrato concentrado de algas marrons (<i>Ascophyllum nodosum</i>)
Algas vermelhas	1,0 mL kg ⁻¹ de sementes	Extrato concentrado de algas vermelhas (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)
Aminoácidos		Complexo de aminoácido (N 15% e COT 30%)
Fitormônios		Auxina, giberelina e citocinina (ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L ⁻¹ , ácido giberélico 0,05 g L ⁻¹ e cinetina 0,09 g L ⁻¹)
Controle	-	Padrão

Fonte: autoria própria.

Foram avaliadas 4 plantas nas linhas centrais de cada parcela (em R6), totalizando 16 plantas por tratamento, quantificando-se as variáveis biométricas, sendo elas: diâmetro de caule, número de entrenós, altura de planta, área foliar, número de vagens e número de grãos. O diâmetro foi determinado pelo auxílio de um paquímetro no colo da planta, e expresso em mm. O número de entrenós foi obtido pela contagem. A altura da planta foi mensurada com auxílio de uma fita métrica.

Para determinar o índice Falker[®] de clorofila, foi utilizado um clorofilômetro da marca Falker[®] (Porto Alegre, Brasil) do tipo ClorofiLOG1030[®], modelo CFL1030. O potencial hídrico (Ψ_w), foi medido após o início do tratamento por meio de uma câmara de pressão do tipo Scholander (Modelo 3005-1412, Soilmoisture Equipment Corp, Goleta – USA).

As trocas gasosas das plantas foram avaliadas para registro das taxas fotossintética (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e da relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). Por meio de um medidor portátil de fotossíntese LCI (ADC, BioScientific Ltda. Great Amwell, England), acoplado a uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue #SI-925, incidindo uma densidade de fluxo de fótons igual a $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sempre numa folha completamente expandida. Em cada folha foi utilizada sempre a mesma área para obtenção dos dados de trocas gasosas e da fluorescência da clorofila a .

No final do ciclo, os experimentos foram dessecados e quantificado a massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi determinada colhendo e trilhando as plantas de uma área de 2 m² central de cada parcela experimental, totalizando 8 m² por tratamento. Foi determinada a umidade da massa total de grãos e corrigido para 13% b.u e os valores extrapolados para kg ha⁻¹. A massa de 1000 grãos foi quantificada contando de forma manual 1000 grãos após a colheita da amostragem que foi determinada para a produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância submetidos ao teste de média Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

As variáveis diâmetro de caule (DC), taxa de fotossíntese líquida (P_n) e a produtividade de grãos apresentaram efeito significativo em função do uso de bioestimulantes no tratamento de semente. Já as variáveis altura de planta (AP), número de nó (NN), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), taxa de transpiração (E), índice Falker[®] de Clorofila a , b e total (CI a , CI b e CI total) e a

massa de 100 grãos (M100G) não apresentaram efeito significativo em função do uso de bioestimulantes no tratamento de semente.

Dörr et al. (2019) em seu estudo não observaram variações significativas em parâmetros biométricos como altura de planta, número de folhas e número de nó. Os bioestimulantes não se caracterizam como fontes de nutrientes, e o principal objetivo da sua aplicação não visa suprir a necessidade de substâncias essenciais para o crescimento das plantas, mas, como um ativador do metabolismo fisiológico das plantas (Hammad; Ali, 2014; Mondal et al., 2015; Dörr et al., 2019).

O uso das algas vermelhas e fitormônios no tratamento de semente de soja influenciaram em um diâmetro de caule superior ao observado nos demais tratamentos, todavia, o uso de alga marrom e fitormônios não diferiram do uso de alga marrom. Alga marrom, aminoácidos e o tratamento controle não diferem entre si. Quando comparado aos demais tratamentos o uso de alga vermelha e fitormônios no tratamento de semente promoveu um incremento médio de 21,13% (1,64 mm) no diâmetro de caule (Tabela 2).

As maiores taxa de fotossíntese líquida foram observadas no uso de fitormônios, todavia, o uso de aminoácidos e o tratamento controle não diferem do uso de fitormônios no tratamento de semente. As menores taxa de fotossíntese líquida foram obtidas pelo uso de algas marrom e vermelha no tratamento de semente. O uso de fitormônios promoveu um incremento médio de 11,99% ($3,14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na taxa de fotossíntese líquida (Tabela 2).

O uso das diferentes substâncias bioestimulantes no tratamento de semente promoveram incrementos na produtividade de grãos. O uso de alga marrom, alga vermelha, aminoácidos e fitormônios no tratamento de sementes promoveram um incremento médio de 27,32% ($945,66 \text{ kg ha}^{-1}$) quando comparados ao controle (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de média para o diâmetro de caule (DC), taxa de fotossíntese líquida (Pn), em função dos tratamentos, Safra 2021-22, Rio Verde – GO

Tratamentos	DC	Pn	PG
	mm	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	kg ha^{-1}
Algas marrons	8,17 ab	25,22 b	4347,50 a
Algas vermelhas	9,32 a	25,73 b	4290,00 a
Aminoácidos	7,58 b	26,22 ab	4423,75 a
Fitormônios	9,48 a	29,33 a	4567,50 a
Controle	7,53 b	27,60 ab	3461,52 b
Erro padrão	0,32839	0,72669	106,138949

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de bioestimulantes proporciona melhores condições para o desenvolvimento das plantas, o que se reflete no alongamento, altura e corroborando em uma planta com uma maior arquitetura, resultando em uma planta que produzirá mais grãos (Carvalho et al., 2013). Tais resultados se justificam, pois, o uso de bioestimulantes promovem alterações morfológicas nas plantas, de modo que promovem um melhor desenvolvimento, influenciando ou modificando processos fisiológicos que podem influenciar nas atividades metabólicas da planta, proporcionando um incremento na produtividade (Silva et al., 2017a; Cavalcante et al., 2020).

Resultados obtidos por Silva et al. (2017a) e Cavalcante et al. (2020) corroboram com os observados no presente estudo, uma vez que os autores ao usarem bioestimulantes a base de aminoácidos no tratamento de sementes, promoveram incrementos na produtividade de grãos (Teixeira et al., 2017).

Os efeitos positivos dos bioestimulantes nos parâmetros fisiológicos se justificam por estes desempenharem um papel antioxidante no metabolismo, uma vez que estes podem promover de forma direta a produção de fitoquelatinas, que auxiliam no controle do excesso de metais nas plantas, e estão relacionadas na produção de glutatona (GSH), moléculas que regulam a produção de espécies reativas de oxigênio (Cobbett, 2017; Teixeira et al., 2017), além de promoverem um aumento da estabilização das membranas celulares e ácidos nucleicos, a manutenção do potencial redox celular ideal, bem como a remoção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Alhasawi et al., 2015; Nazar et al., 2015).

Conclusão

O uso de alga marrom, alga vermelha, aminoácidos e fitormônios no tratamento de semente, promoverem incrementos na produtividade de grãos.

Substâncias bioestimulantes usadas no tratamento de sementes influenciam no diâmetro de caule, taxa de fotossíntese líquida e no potencial produtivo da cultura da soja.

O uso de fitormônios no tratamento de semente promoveu as maiores taxa de fotossíntese líquida.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições que financiaram a execução do trabalho (CNPq, FAPs, CAPES, UniRV-PIBIC, UniRV-PIVIC).

Referências Bibliográficas

ALHASAWI, A.; CASTONGUAY, Z.; APPANNA, N. D.; AUGER, C.; APPANNA, V. D. Glycine metabolism and anti-oxidative defence mechanisms in *Pseudomonas fluorescens*. **Microbiological research**, v. 171, p. 26-31, 2015.

CARVALHO, T. C.; SILVA, S. S.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M.; MÓGOR, Á. F. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de ciências agrárias**, v. 36, n. 2, 199-205, 2013.

CAVALCANTE, W. S. S.; SILVA, N. F.; 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. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.28563.

CAVALCANTE, W. S.; 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.

COBBETT, C. S. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy-metal detoxification. **Curr. Opin. Plant Biol**, v. 3, p. 211–216, 2017.

DÖRR, C. S., ALMEIDA, T. L.; CAMARA, A. M.; PRATES, J. F.; PANOZZO, L. E. Crescimento de plantas de trigo oriundas de sementes, de alto e baixo vigor, tratadas com aminoácidos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p. 381-389, 2019.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira De Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.

HAMMAD, S. A. R.; ALI, O. A. M. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. **Annals of Agricultural Science**. Cairo, v. 59, n. 1, p. 133-145, 2014.

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. 1, 248-253, 2016.

MONDAL, M. F.; ASADUZZAMAN, M.; TANAKA, H.; ASAO, T. Effects of amino acids on the growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* under autotoxicity in closed hydroponic culture. **Scientia Horticulturae**, v. 192, p. 453-459, 2015.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N. A. Exogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. **Plant signaling & behavior**, v. 10, n. 3, p. e1003751, 2015.

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. Uso de fertilizantes foliares e avaliação nutricional na fase vegetativa da cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 28-38, 2017a.

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. 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, 2017b.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R. C.; REICHARDT, K.; NETO, D. D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1–14, 2017.