

BIOESTIMULANTES NA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DA SOJA

WENDSON SOARES DA SILVA CAVALCANTE¹; NELMÍCIO FURTADO DA SILVA¹;
FERNANDO REZENDE CORRÊA¹; ESTEVÃO RODRIGUES¹;
DANIELE FERREIRA RIBEIRO¹; BRUNA GUIMARÃES SILVA¹;
PAULO AFONSO BETINELLI¹

¹UniBRÁS – Faculdade Rio Verde, Rio Verde – GO, wendsonbfsoarescv@gmail.com.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características fisiológicas e a produtividade de grãos da soja submetida a aplicação de diferentes bioestimulantes a base de macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, extratos vegetais e outras substâncias e complexos naturais, nas condições edafoclimáticas da região do cerrado. O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UniBRÁS - Faculdade Rio Verde, Rio Verde - GO. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Nos tratamentos foram testados 5 bioestimulantes isoladamente e combinados entre si: T1) Aminoácidos; T2) Extrato de Alga; T3) Ácidos fúlvicos; T4) Fitohormônios; T5) Nutrientes; T6) Extrato de Alga + Ácidos Fúlvicos; T7) Aminoácidos + Extrato de Alga + Nutrientes; T8) Aminoácidos + Extrato de Alga + Ácido Fúlvicos; T9) Aminoácidos + Ácidos Fúlvicos + Nutrientes e Controle. Foram avaliadas as variáveis biométricas (altura de planta; número de nós; número de vargens e número de grãos), fisiológicas (potencial hídrico foliar e teores de clorofila (clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total)), severidade de doenças, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os dados biométricos, fisiológicos, severidade de doenças, massa de 100 grãos e a produtividade de grãos, foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância foram submetidos ao teste de média (Tukey $p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR. O uso de bioestimulantes promoveram aumentos biométricos, fisiológicos e de produtividade expressivos na cultura da soja, além de proporcionar uma maior proteção à planta, mostrando a eficiência do uso dos bioestimulantes em promover maior capacidade de suportar um período de déficit hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; Bioestimulantes; Déficit hídrico; Produtividade; Potencial hídrico

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta pertencente à família das Fabaceae, e tem sido cultivada em grande escala no Brasil. Mundialmente o Brasil é o segundo maior produtor de grãos de soja (CONAB, 2020). A produtividade, eficiência e a lucratividade são aspectos de maiores relevâncias, além de sempre buscar processos produtivos sustentáveis. Sua produtividade considerando sua capacidade genética é elevada, porém seu rendimento é altamente dependente de fatores climáticos, incluindo a temperatura e a precipitação. As altas

produções são limitadas pela disponibilidade de nutrientes associada aos fatores climáticos (DOURADO NETO et al., 2012).

Os bioestimulantes são definidos como mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), extratos vegetais, compostos contendo ácidos húmicos e fúlvicos e fitormônios (auxinas, citocininas, giberelinas) (SILVA et al., 2008). Os bioestimulantes são uma opção viável para mitigar os efeitos fisiológicos negativos do estresse hídrico em plantas, além de ajudar a planta a manter os processos fisiológicos (AROCA, 2012), com uma rápida recuperação após a superação do estresse hídrico (PALLARDY, 2008). O uso de bioestimulantes, antes e durante o estresse, pode ajudar a mitigar efeitos nocivos das adversidades climáticas (SANCHES, 2000).

Partindo da hipótese de que bioestimulantes a base de macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, extratos vegetais e outras substâncias e complexos naturais, aplicados no momento específico promove efeito no crescimento, desenvolvimento e produtividade. Objetivou-se com o presente estudo avaliar as características fisiológicas e a produtividade de grãos da soja submetida a aplicação de diferentes bioestimulantes a base de macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, extratos vegetais e outras substâncias e complexos naturais, aplicadas de forma isolada e em associação nas condições edafoclimáticas da região do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UniBRÁS - Faculdade Rio Verde, Rio Verde - GO, na seguinte localização geográfica: 17°44'59.22"S e 50°55'56.78"O, com 765 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distróferrico (LVdf). Foi utilizada a variedade de soja BMX FLECHA 6266 RSF IPRO, semeada em 12 de outubro de 2018, semeada em sistema de plantio convencional, no preparo do solo foi feito uma subsolagem e duas nivelagens.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições, sendo que as parcelas experimentais foram constituídas de 4,0 fileiras espaçadas em 0,5 m e 5,0 m de comprimento com bordaduras de 1,0 m entre parcelas e 0,5 m entre blocos. Nos tratamentos foram testados 5 bioestimulantes isoladamente e combinados entre si: T1) Aminoácidos; T2) Extrato de Alga; T3) Ácidos fúlvicos; T4) Fitohormônios; T5) Nutrientes; T6) Extrato de Alga + Ácidos Fúlvicos; T7) Aminoácidos + Extrato de Alga + Nutrientes; T8) Aminoácidos + Extrato de Alga + Ácido Fúlvicos; T9) Aminoácidos + Ácidos Fúlvicos + Nutrientes e Controle.

As aplicações dos bioestimulantes foliares 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 variáveis biométricas foram determinadas com auxílio de fita métrica. Os dados fisiológicos foram obtidos de 4 plantas por parcela experimental, totalizando 16 plantas por tratamento a cada avaliação. Para determinação do 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). Para determinação indireta dos teores de clorofila foi utilizado o medidor de clorofila do tipo ClorofiLOG1030[®], modelo CFL1030 (Falker[®], Porto Alegre, Brasil).

As avaliações de severidade de doenças, foram determinadas através da porcentagem de doenças foliares nas plantas amostradas, por meio da escala diagramática proposta por MARTINS et al. (2004). No final do ciclo, os experimentos foram dessecados e quantificados a massa de 100 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.

Os dados biométricos e fisiológicos, foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância foram submetidos ao teste de média (Tukey $p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos diferentes tratamentos, observa-se que as variáveis altura de planta (AP), número de nó (NN) e número de grãos (NG) foram significativas em função dos tratamentos, já a variável número de vagem (NV) não apresentou efeito significativo em função dos tratamentos. Todos os tratamentos obtiveram aumentos de altura de planta (AP), número de nó (NN) e número de grãos (NG) superiores aos observados no tratamento controle, sendo observados aumentos de 20% na AP, 36,89% no NN em relação ao controle, os maiores valores de número de grãos (NG) foram observados no tratamentos (T8), apresentando aumento médio de 36,63% em relação ao tratamento controle, porém os resultados não diferem dos tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T9) e esses por sua vez não diferem do controle, apresentando aumentos médios de 15,06% em relação ao tratamento controle (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de altura de planta (AP), número de nó (NN), número de vagem (NV) e número de grão (NG) nos diferentes Tratamentos

Tratamentos	Médias			
	AP	NN	NV	NG
	m	ad	ad	ad
1	0,87 a	15,16 ab	34,66	87,66 ab
2	0,88 a	15,50 ab	34,66	86,83 ab
3	0,89 a	15,16 ab	39,00	83,55 ab
4	0,88 a	14,66 b	35,66	87,33 ab
5	0,91 a	15,83 ab	36,16	88,16 ab
6	0,93 a	16,16 ab	48,33	99,16 ab
7	0,90 a	15,33 ab	33,33	84,66 ab
8	0,92 a	16,66 a	41,50	105,66 a
9	0,92 a	15,16 ab	34,33	94,50 ab
Controle	0,75 b	11,33 c	31,33	77,33 b

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

As variáveis clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e clorofila total (Cl *t*) foram significativas em função dos tratamentos (Tabela 2). Houve uma maior concentração de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e clorofila total (Cl *t*) em relação ao tratamento controle, sendo observados aumentos de 5,70% na Cl *a*, 11,65% na Cl *b* e 6,60% na Cl *t* em relação ao

controle. O teor de clorofila reflete a qualidade foliar das plantas e como consequência do aumento desta característica, ocorre maior taxa fotossintética, portanto estando diretamente relacionado com o crescimento e a produtividade das plantas (PELISSARI, 2012).

Os bioestimulantes conferem as plantas uma maior capacidade de tolerância a estresse abióticos, além de aumentar o teor de clorofilas das folhas o que leva a planta a ter uma maior atividade fotossintética.

Tabela 2. Médias de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e clorofila total (Cl *t*) nos diferentes Tratamentos

Tratamentos	Médias		
	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Cl <i>t</i>
	ad	ad	ad
1	44,16 a	12,05 a	56,21 a
2	44,17 a	12,22 a	56,40 a
3	44,42 a	12,22 a	56,63 a
4	44,55 a	11,94 a	56,49 a
5	43,97 a	11,81 a	55,78 a
6	44,51 a	12,04 a	56,55 a
7	44,21 a	11,80 a	56,02 a
8	44,53 a	12,29 a	56,82 a
9	44,86 a	12,26 a	57,12 a
Controle	41,98 b	10,81 b	52,95 b

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

A variável potencial hídrico (Ψ_w) foi significativa em função dos tratamentos (Figura 1).

Todos os tratamentos obtiveram aumentos de potencial hídrico (Ψ_w) superior aos observados no tratamento controle (Figura 1), mostrando a importância de se usar a bioestimulação como estratégia de manejo para enfrentar condições de déficit hídrico no campo, condições enfrentadas na maioria das áreas cultivadas mesmo em condições de cultivo no período chuvoso devido a ocorrência de veranicos, além da eficiência dos tratamentos contendo os bioestimulantes no diferencial de potencial hídrico, ajustamento osmótico, promovendo maior capacidade de absorver água, reter água, manter a turgidez e continuar crescendo, contribuindo para formação de plantas vigorosas e com maior capacidade de suportar um período de déficit hídrico que pode ocorrer, trazendo prejuízos irreversíveis (FERRARI et al., 2015).

Silva et al. (2009) constataram que quando aplicaram o produto durante o período de floração e pós-floração, houve aumento no número de vagens por planta, porém, que não refletiu em aumento da produtividade de grãos. Ricce et al. (2011) verificaram que o estresse pode causar um menor enchimento de grãos e, conseqüentemente, uma menor massa de mil grãos, também relataram que sob alguma condição de restrição nos estádios finais de enchimento de grãos da soja, ocasionaram menor produtividade de grãos de soja.

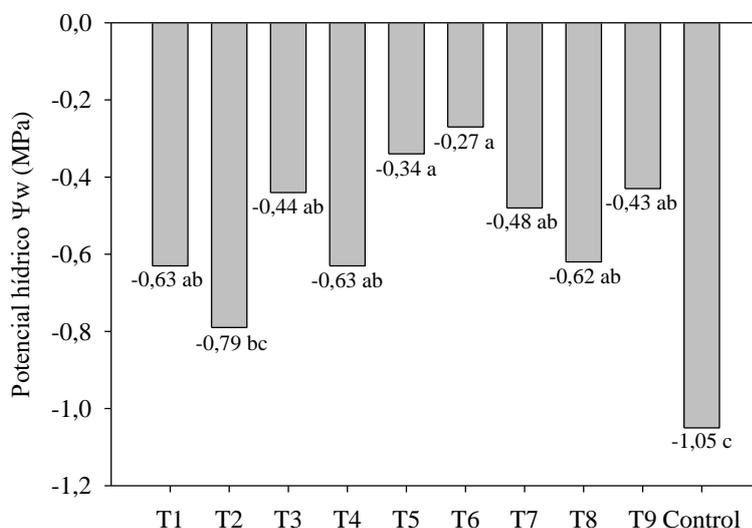


Figura 1. Médias de potencial hídrico (Ψ_w) nos diferentes tratamentos, Safra 2019/2020 – Rio Verde – GO, 2020.

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

Os maiores valores de produtividade de grãos (PG), foram observados nos tratamentos (T2, T3 e T7) com aumentos médios de 23,36% em relação ao tratamento controle, porém os resultados não diferem dos tratamentos (T1, T4, T5, T6, T8 e T9) e esse por sua vez não difere do controle, porém apresenta um aumento médio de 14,67% em relação ao tratamento controle. Nos tratamentos, observa-se que houve aumento da massa de 100 grãos (M100G) quando comparados ao tratamento controle, com aumento médio de 19,77%, mostrando a eficiência dos tratamentos contendo bioestimulantes na estruturação de uma planta na fase reprodutiva com maior capacidade de investir em estruturas reprodutivas e conseqüentemente maior PG de soja

Houve uma redução significativa em função dos tratamentos na severidade (%) de doenças de final de ciclo causado pela presença de patógenos como *Septoria glycines* (mancha parda), *Cercospora kikuchii* (crestamento foliar por cercospora e mancha púrpura), *Cercospora sojina* (mancha olho de rã) e *Cercospora truncatum* (antracnose). Quando comparados ao tratamento controle, houve reduções de 333,87% em relação ao controle, mostrando a eficiência dos tratamentos contendo bioestimulantes em promover uma maior proteção à planta.

Os bioestimulantes além de serem promotores de crescimento, estão intimamente relacionada aos mecanismos fisiológicos do estresse, capaz de estimular o estado em que aminoácidos livres e açúcares redutores estejam disponíveis para os patógenos (VILANOVA, 2010), além de manter o status nutricional equilibrado da planta o que reflete na reduzem da severidade de incidência de doenças, caracterizada pela indução de resistência sistêmica na planta. Além disso, ajudam na proteção da planta contra o ataque de doenças, por antibiose (VILANOVA et al., 2009).

CONCLUSÕES

Todas as variáveis foram significativas em função dos tratamentos, com diferenças significativas em relação ao tratamento controle, mostrando a eficiência dos tratamentos em promover maior capacidade de suportar um período de déficit hídrico. O uso de bioestimulantes promoveram aumentos biométricos, fisiológicos e de produtividade expressivos na cultura da soja, além de promover uma maior proteção à planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROCA, R. **Plant Responses to Drought Stress**. From Morphological to Molecular Features. Berlin: Springer-Verlag, P. 466, 2012.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 – Safra 2019/20, n. 6 – Sexo levantamento, março de 2020. Brasília, 2020.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R. DA; PAVINATO, P. S.; HABITZREITE, T. L. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2741-2752, 2012.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a12>.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 3th ed. Oxford: Elsevier, p.454, 2008.

PELISSARI, G.; CARVALHO, I. R.; SILVA, A. D. B.; FOLLMANN, D. N.; LESCHEWITZ, R.; NARDINO, M.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Hormônios reguladores de crescimento e seus efeitos sobre os parâmetros morfológicos de gramíneas forrageiras. In: **SEPE - Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão** - Unifra, 2012, Santa Maria - RS, 2012.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.46, n.10, p.1220-1225, out. 2011.

SANCHES, F. R. **Aplicação de biorreguladores vegetais**: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial. Jaboticabal: Funep, p. 160, 2000.

SILVA, T. T. de A.; PINHO, V. de R. V.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. de O.; COSTA, A. A. F. da. Qualidade Fisiológica de Sementes de Milho na Presença de Bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p.840-846, 2008.

SILVA, J. I. C.; PEREIRA, F. R.; CRUZ, S. C.; PEREIRA, M. R. R.; FREITAG, E. E.; ARAÚJO, H. B.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso de estimulantes de crescimento radicular associado a doses de fósforo na cultura do feijoeiro. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 47-62, 2009.

VILANOVA, C.; SILVA JÚNIOR, C. DA. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.1, p 39-50, 2009.

VILANOVA, C.; SILVA JUNIOR, C. D. Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 127-137, 2010.