

## APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE À BASE DE EXTRATO VEGETAL PARA MITIGAR ESTRESSE ASSOCIADO AO GLIFOSATO EM PLANTAS DE SOJA

**ISADORA PORTO DA SILVA<sup>1</sup>; CARINE ROPKE BUNDE<sup>2</sup>; ANA CAROLINA DE OLIVEIRA ALVES<sup>3</sup>; MIREGE ROBAINA VIVIAM<sup>4</sup>; REBECCA RODRIGUES DOTTO<sup>5</sup>; SIDNEI DEUNER<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [isadoraportos@hotmail.com](mailto:isadoraportos@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [carineropkebunde@gmail.com](mailto:carineropkebunde@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [aco.alves@outlook.com](mailto:aco.alves@outlook.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – [viviamirege@gmail.com](mailto:viviamirege@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – [rebeccaafdotto@gmail.com](mailto:rebeccaafdotto@gmail.com)

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas – [sdeuner@yahoo.com.br](mailto:sdeuner@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com área plantada de aproximadamente 47,6 milhões de hectares na safra 2024/25, totalizando uma produção de 169,5 milhões de toneladas (CONAB, 2025). Devido ao aumento expressivo na produção nas últimas quatro décadas, o país também se tornou o principal exportador mundial do grão (APROSOJA, 2025). Os derivados de soja são amplamente usados na alimentação e na saúde humana e animal, além de impulsionarem as exportações para grandes mercados como China e Europa, fortalecendo a captação de recursos externos.

Entretanto, altas produtividades dependem de diversas práticas de manejo, sendo uma delas o controle de plantas daninhas, majoritariamente realizado com insumos químicos, que, em determinados casos, podem impactar negativamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura (CONCENÇO *et al.*, 2014; MADALOSO *et al.*, 2014). Dentre os insumos, o herbicida glifosato (*N*-fosfonometil glicina) é um dos mais utilizados, produto de ação sistêmica, não-seletivo e pós-emergente, inibindo a enzima EPSP Sintase (JUNIOR *et al.*, 2001). De acordo com Santos *et al.* (2007), mesmo a soja transgênica sendo tolerante ao produto, existem relatos de fitotoxicidade causada pelo glifosato, prejudicando o desenvolvimento inicial da cultura.

Neste contexto, os bioestimulantes figuram em estratégia aliada a produção da cultura, produtos que melhoram a fisiologia e o metabolismo das plantas, resultando em maior produtividade, qualidade e resistência a estresses (COLLA & ROUPHAEL, 2015). Muitos bioestimulantes tem em sua base de formulação a presença de extratos vegetais, os quais podem ser potencialmente utilizados para reduzir a fitotoxicidade gerada pela aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas em culturas agrícolas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de bioestimulantes a base de extrato vegetal, associado ao herbicida glifosato, sobre parâmetros fisiológicos em plantas de soja.

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Pelotas – UFPel, campus Capão do Leão, durante a safra 2024/25, utilizando a cultivar de soja Brasmax Nexus i2X. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com seis repetições cada, totalizando 42 unidades experimentais, com três plantas por vaso. As sementes foram previamente inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*, sendo o cultivo realizado em

vasos plásticos preenchidos com solo caracterizado como planossolo háplico eutrófico solódico. Os tratos culturais seguiram as recomendações estabelecidas pelo Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016). Ao final do estádio fenológico V3, as plantas foram submetidas aos tratamentos: T1 - Testemunha; T2 - 1,0 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal; T3 - 3,5 L ha<sup>-1</sup> do herbicida glifosato; T4 - 0,5 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal + 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato; T5 - 1,0 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal + 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato; T6 - 1,5 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal + 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato e, T7 - 2,0 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal + 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, sendo as aplicações realizadas com pulverizador costal. A formulação do extrato vegetal utilizado neste estudo encontra-se em processo de registro de patente, motivo pelo qual sua composição permanece sob sigilo, assegurando a proteção da inovação tecnológica em Desenvolvimento.

Aos 07 e 14 dias após a aplicação (DAA), as plantas foram avaliadas quanto ao índice de clorofila (IC), fitotoxicidade, taxa de transporte de elétrons (ETR) e eficiência quântica efetiva do fotossistema II (PhiPSII). Posteriormente, ao final de 21 dias, as plantas foram coletadas para a determinação da massa fresca e massa seca de parte aérea. A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA), e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software Statistix 9 (TALLAHASSE, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice de clorofila avaliado 07 DAA, houve aumento significativo nos tratamentos T2 e T6, já aos 14 DAA, o melhor resultado foi observado no T4 (Tabela 1). Os resultados também evidenciam o efeito negativo da aplicação isolada do herbicida glifosato, que ocasionou redução no IC. Quanto à fitotoxicidade, na presença do herbicida e ausência do extrato vegetal, foram observados os percentuais mais expressivos, entretanto, com o aumento das doses do extrato vegetal, os efeitos fitotóxicos do herbicida foram atenuados. Os bioestimulantes podem ser utilizados para atenuar os efeitos fitotóxicos de herbicidas pelo favorecimento na alteração de processos vitais e no estímulo do desenvolvimento de raízes, e alterar, inibir ou modificar processos bioquímicos, causando diferentes respostas na mitigação de efeitos fitotóxicos (VAN OOSTEN *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018).

**Tabela 1.** Índice de clorofila e fitotoxicidade em plantas de soja aos 07 e 14 dias após à aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Índice de clorofila (IC)		Fitotoxicidade (%)	
	07 DAA	14 DAA	07 DAA	14 DAA
T1	23,70 ABb*	27,55 ABCa	0,0 Da	0,0 Da
T2	25,22 Ab	26,96 ABCa	0,0 Da	0,0 Da
T3	22,15 Bb	25,18 Ca	10,7 Aa	4,5 Ab
T4	23,87 ABb	28,32 Aa	7,5 Ba	2,1 Bb
T5	24,56 ABb	28,21 ABa	3,5 Ca	1,2 Cb
T6	25,57 Ab	28,20 ABa	1,5 Da	0,0 Db
T7	23,99 ABb	26,48 BCa	0,0 Da	0,0 Da
CV (%)	8,55	5,40	18,51	8,37

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas comparando tratamentos e minúsculas dias de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para a taxa de transporte de elétrons (ETR) e eficiência quântica efetiva do Fotossistema II (PhiPS2), não houve diferença significativa entre os tratamentos

aos 07 DAA. Porém, 14 DAA, houve diferença significativa entre os tratamentos T3 (3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato) e T4 (0,5 L ha<sup>-1</sup> de extrato vegetal + 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato), com redução da ETR pela aplicação do herbicida. Para a PhiPS2, o herbicida também reduziu esse parâmetro, entretanto, na presença do extrato vegetal, houve aumento significativo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Taxa de transporte de elétrons (ETR) e eficiência quântica efetiva do Fotossistema II (PhiPS2) aos 07 e 14 dias após à aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	ETR ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )		PhiPS2	
	07 DAA	14 DAA	07 DAA	14 DAA
T1	226,59 Ab*	388,39 ABa	0,525 Aa	0,588 ABa
T2	238,22 Ab	394,27 ABa	0,500 Aa	0,555 ABa
T3	218,26 Ab	353,81 Ba	0,464 Aa	0,489 Ba
T4	237,17 Ab	427,93 Aa	0,525 Aa	0,602 Aa
T5	255,30 Ab	415,54 ABa	0,519 Aa	0,596 Aa
T6	254,27 Ab	414,33 ABa	0,537 Ab	0,655 Aa
T7	246,11 Ab	410,97 ABa	0,491 Aab	0,560 Aa
CV (%)	15,99	9,62	16,42	11,17

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas comparando tratamentos e minúsculas dias de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em estudo realizado por Andrade (2022), aplicando um bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* em plantas de soja, observou que o produto não foi capaz de atenuar os efeitos adversos provocados por herbicidas. Krause e Weiss (1991), em estudo sobre fluorescência da clorofila e fotossíntese em diferentes espécies vegetais, destacam que a eficiência do fotossistema II reflete o potencial de captura de energia pelos centros de reação abertos e, consequentemente, indica a eficiência do transporte de elétrons.

Para a massa fresca e seca da parte aérea das plantas, a aplicação de 3,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato inibiu significativa a produção de biomassa das plantas, porém, os efeitos adversos do herbicida foram atenuados pela aplicação do extrato vegetal, com ganhos significativos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Massa fresca e seca da parte aérea de plantas de soja aos 21 dias após à aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Massa fresca ( $\text{g planta}^{-1}$ )	Massa seca ( $\text{g planta}^{-1}$ )
T1	109,28 A*	23,06 A
T2	110,91 A	22,83 AB
T3	93,85 B	19,26 B
T4	119,14 A	25,63 A
T5	113,30 A	23,74 A
T6	119,27 A	24,20 A
T7	120,01 A	25,63 A
CV (%)	6,16	13,63

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas comparando tratamentos e minúsculas dias de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Santos et al. (2014) relataram que o uso de bioestimulantes proporciona incrementos na massa seca das folhas de soja, tanto em aplicações via semente quanto via foliar. De forma semelhante, Hermes et al. (2015) constataram

aumento expressivo na massa fresca de plantas de soja tratadas com bioestimulantes. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo pela aplicação do bioestimulante a base de extrato vegetal, indicando que esses produtos podem atenuar os efeitos fitotóxicos do glifosato e favorecer a recuperação fisiológica das plantas.

#### 4. CONCLUSÕES

A aplicação do bioestimulante a base de extrato vegetal favorece a síntese de clorofilas e a dissipação de energia pelos fotossistemas em plantas de soja, além de promover maior produção de biomassa, tendo potencial uso para mitigar os efeitos fitotóxicos do herbicida glifosato.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APROSOJA RS. **Estatísticas da soja no Rio Grande do Sul: safra atual.** Aprosoja, Rio Grande do Sul, 2025. Disponível em: <https://www.aprosojars.com.br/soja>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **6º Levantamento da Safra de Grãos 2024/2025:** Produção de soja estimada em 167,4 milhões de toneladas. Brasília, DF: Conab, 13 mar. 2025.
- COLLA, G.; ROUPHAEL, Y. Biostimulants in horticulture. *Science Horticulture*. 196, 1-2., 2015.
- ANDRADE, C.L.L. **Desempenho Fisiológico e agronômico da soja submetida a aplicação de herbicidas e bioestimulante a base de *Ascopillum nodosum*.** 2022. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia) – Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.
- EMBRAPA. **Cultivo da soja.** Embrapa Soja, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. Annual. Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42: 313-349, 1991.
- MACHADO, R.A.F.; CAYRES, W.C.; VIEIRA, C.V.; VAL, B.H.P.; OLIVEIRA, P.H.M. **Doses de bioestimulante vegetal e desenvolvimento inicial da soja.** São Paulo: Editora Científica Digital, 2023.
- PIRES, H.F. **Bioestimulante na recuperação de fitotoxicidade causada por herbicidas aplicados em pós emergência na cultura da soja.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia.
- SANTOS, V.M.; MELO, A.V.; CARDOSO, D.P.; SILVA, Á.R.; BENÍCIO, L.P.F.; FERREIRA, E.A. Development of soybean in biostimulants function underconditions of phosphate fertilizer. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v.30, n.4, p.1087-1094, 2014.
- VAN OOSTEN, M.J.; PEPE, O.; PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.4, n.1, p.1-5, 2017.