



## **FITOTOXICIDADE DE AGROTÓXICOS APLICADOS EM SOJA COM TECNOLOGIA ENLIST®**

**Gabrieli Enge Zamboni**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista da CAPES

**Gilson Lucas Müller**

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

**Lucas Tedesco**

Estudante do curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

**Felipe Bittencourt Ortiz**

Estudante do curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

**Leandro Galon**

Docente do curso de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

[gabrieli.zamboni18@hotmail.com](mailto:gabrieli.zamboni18@hotmail.com)

### **1. Introdução**

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta subtropical de origem do sudeste da Ásia, com importância agrícola mundial, sendo fonte de proteínas, isoflavonoides, saponinas, fitoesteróis, vitamina E, fibras alimentares e óleos vegetais de qualidade, tornando-se uma cultura com diversas características benéficas para a saúde (Balanesu et al., 2022). O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com alto avanço tecnológico no manejo agrônomo, a exemplo da soja Enlist, a qual tem contribuído para o aumento da produtividade (Corteva, 2023).

A soja com tecnologia Enlist é uma inovação biotecnológica em que as cultivares apresentam resistência aos herbicidas glyphosate, 2,4-D e glufosinato de amônio, oferecendo ao produtor maiores flexibilidade no manejo de plantas daninhas (Nandula, 2019; Corteva, 2023).

O uso de diferentes agrotóxicos misturados ao tanque de pulverização para o manejo de pragas infestantes da soja demanda atenção quanto as interações que podem ocorrer. As combinações dos agrotóxicos podem resultar em efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos e isso ocasiona fitotoxicidade ou impacta na boa eficácia dos tratamentos para o manejo das pragas (Riedo et al., 2025).

Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade de agrotóxicos



aplicados em isolados ou misturados ao tanque do pulverizador em pós-emergência da cultura da soja com tecnologia Enlist®.

## 2. Metodologia

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Erechim-RS*, nos anos agrícolas 2021/22 e 2022/23. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Alumiférico típico. A correção da fertilidade do solo foi realizada de acordo com a recomendação técnica para a cultura da soja (CQFS-RS/SC, 2016). Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. A adubação química no sulco de semeadura foi de 433 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-20-20 de N-P-K. A cultivar de soja utilizada em ambas as safras agrícolas foi a Enlist Venus 57K58RSFCE no espaçamento entre linhas de 0,50 m e densidade de 15,75 sementes por metro.

Os tratamentos utilizados nos dois experimentos foram: testemunha capinada, glyphosate (445 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D colina (456 g ha<sup>-1</sup>), amonio-glufosinate (200 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D colina+glyphosate (456+445 g ha<sup>-1</sup>), tiametoxan+lambda-cialotrina (141+106 g ha<sup>-1</sup>), benzovindiflupyr+protioconazol (75+150 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+amonio-glufosinate (445+200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+2,4-D colina (445+456 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+141+106 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+benzovindiflupyr+protioconazol (445+75+150 g ha<sup>-1</sup>), amônio-glufosinate+2,4-D colina (220+456 g ha<sup>-1</sup>), amônio-glufosinate+tiametozan+lambda-cialotrina (200+141+106 g ha<sup>-1</sup>), amônio-glufosinate+benzovindiflupyr+protioconazol (200+75+150 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (456+141+106 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D colina+benzovindiflupyr+protioconazol (456+75+150 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+amônio-glufosinate+2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+200+456+141+106 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+amônio-glufosinate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protioconazol (445+200+456+75+150 g ha<sup>-1</sup>), tiametoxan+lambda-cialotrina+benzovindiflupyr+protioconazol (141+106+75+150 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+2,4-D colina+amônio-glufosinate (445+456+200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+456+141+106 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protioconazol (445+456+75+150 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate+amônio-



glufosinate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protioconazol+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+200+456+75+150+141+106 g ha<sup>-1</sup>).

Os agrotóxicos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, utilizando quatro pontas de pulverização leque DG110.02, quando a soja estava nos estádios V3 a V4, 29 dias após a emergência, sob condições de 100% de luminosidade, temperaturas de 28,5 °C (ar) e 27 °C (solo), umidade relativa de 36,7% e vento de 1,3 km/h. A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos, utilizando-se uma escala em porcentagem, onde 0 indica ausência de injúrias e 100% a morte das plantas. Após a colheita na área útil de 6 m<sup>2</sup>, a produtividade de grãos foi calculada em kg ha<sup>-1</sup>, com umidade ajustada para 13%.

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e aditividade, em atendendo os pressupostos efetuou-se a análise de variância pelo teste F. Quando o teste de variância indicou significância efetuou-se o teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. Resultados e discussão

Os resultados demonstram que a maior fitotoxicidade à soja foi ocasionado pela aplicação de glyphosate + amônio glufosinate + 2,4-D colina + benzovindiflupyr+protioconazol + tiametoxan+lambda-cialotrina, ao se comparar com todos os demais tratamentos aplicados à cultura, dos 7 aos 35 DAT - dias após a aplicação dos tratamentos (Tabela 1). Essa maior fitotoxicidade ocasionada pelo uso de glyphosate + amônio glufosinate + 2,4-D colina + benzovindiflupyr+protioconazol + tiametoxan+lambda-cialotrina pode estar ligada à combinação de herbicidas, com inseticidas e fungicidas, onde se tem múltiplos princípios ativos, com diferentes mecanismos de ação agindo nas plantas, causando estresse metabólico. De acordo com alguns estudos a mistura de agrotóxicos tem aumentado a fitotoxicidade às plantas de soja (Carvalho et al., 2020; Borges et al. 2025). Desse modo, percebe-se que o uso combinado de agrotóxicos exige cautela para evitar danos às plantas de soja e que ao mesmo tempo ocasionem o controle adequado das pragas.

Observou-se que o uso de tiametoxan+lambda-cialotrina e benzovindiflupyr+protioconazol em isolado ocasionaram as menores fitotoxicidades a soja, dos 7 aos 35 DAT, igualando-se estatisticamente a testemunha capinada (Tabela 1).

Esses resultados indicam que as formulações apresentam alta seletividade à cultura. Os demais tratamentos ficaram a patamares intermediários de fitotoxicidade, ou seja, entre aqueles que demonstraram as maiores e os que apresentaram as menores injúrias a cultura.

**Tabela 1:** Fitotoxicidade (%) de agrotóxicos aplicados em isolado ou em mistura em tanque na pós-emergência da cultivar de soja Enlist Venus 57K58RSFCE, nos anos agrícolas 2021/22 e 2022/23. UFFS, *Campus Erechim/RS*, 2025.

Tratamentos	Fitotoxicidade a cultivar de soja Venus CE (%)				
	7	14	21	28	35
	DAT <sup>1</sup>	DAT	DAT	DAT	DAT
Testemunha capinada	0,00 f <sup>2</sup>	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Gly	5,56 e	0,31 e	0,31 d	0,00 d	0,00 c
2,4-D	6,94 d	5,00 d	2,75 c	0,88 d	0,31 c
Amo	4,69 e	2,06 e	2,06 d	0,56 d	0,25 c
2,4-D+Gly	10,00 c	6,50 d	5,00 c	2,50 c	0,00 c
Tia+lam	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Ben+pro	1,75 f	000 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Gly+amo	8,87 d	6,94 d	3,44 c	0,00 d	0,00 c
Gly+2,4-D	10,81 c	7,25 d	5,00 c	0,56 d	0,31 c
Gly+tia+lam	7,00 d	5,75 d	3,00 c	0,56 d	0,31 c
Gly+ben+pro	6,75 d	4,25 d	2,50 c	0,31 d	0,31 c
Amo+2,4-D	12,00 c	8,75 c	5,50 c	2,88 c	1,38 b
Amo+tia+lam	5,00 e	2,12 e	1,75 d	1,75 c	1,38 b
Amo+ben+pro	8,25 d	4,25 d	3,75 c	3,38 c	0,00 c
2,4-D+tia+lam	5,75 e	2,06 e	1,69 d	0,31 d	0,00 c
2,4-D+ben+pro	8,00 d	4,87 d	3,12 c	2,13 c	0,00 c
Gly+Amo+2,4-D+tia+lam	19,50 b	12,87 b	8,75 b	7,75 b	3,31 b
Gly+Amo+2,4-D+ben+pro	18,21 b	13,50 b	10,38 b	8,44 b	2,06 b
Tia+lam+ben+pro	4,44 e	3,56 d	3,56 c	3,25 c	1,69 b
Gly+2,4-D+Amo	12,44 c	9,19 c	7,87 b	3,13 c	1,75 b
Gly+2,4-D+tia+lam	11,63 c	10 50 c	8,37 b	4,38 c	2,25 b
Gly+2,4-D+ben+pro	17,50 b	12,50 b	8,62 b	2,94 c	1,75 b
Gly+Amo+2,4-D+ben+pro+tia+lam	30,00 a	20,87 a	15,00 a	11,00 a	9,13 a
Média Geral	9,35	6,2	4,45	2,46	1,13
C.V. (%)	40,66	53,42	53,42	78,16	119,94

<sup>1</sup> Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a  $p \leq 0,05$ . Gly= glyphosate; 2,4-D= 2,4-D colina; Amo= amonio-glufosinate; Tia+lam= tiametoxan+lambda-cialotrina; Bem+pro= benzovindiflupyr+protioconazol.

No decorrer das avaliações (7 aos 35 DAT) observou-se que as médias de fitotoxicidade dos agrotóxicos à soja foram reduzindo (Tabela 1). Isso ocorre em razão de que a soja com o passar do tempo consegue metabolizar os produtos e se livrar dos efeitos tóxicos dos mesmos. Borges et al. (2025) também observou isso ao trabalhar com misturas de herbicidas em soja.



#### 4. Considerações finais

A aplicação de glyphosate + amônio glufosinate + 2,4-D colina + benzovindiflupyr+protioconazol + tiametoxan+lambda-cialotrina misturados ao tanque do pulverizador ocasiona as maiores fitotoxicidades a cultivar de soja Venus 57K58RSFCE.

O uso de tiametoxan+lambda-cialotrina e benzovindiflupyr+protioconazol em isolado ocasionam as menores fitotoxicidades a cultivar de soja Venus 57K58RSFCE.

#### Referências

BALANESCU, F.; BUSUIOC, A. C.; BOTEZATU, A. V. D.; GOSAV, S.; AVRAMESCU, S. M.; FURDUI, B.; DINICA, R. M. Comparative study of natural antioxidants from *Glycine max*, anethum graveolens and pimpinella anisum seed and sprout extracts obtained by ultrasound-assisted extraction. **Separations**, v. 9, n. 6, p. 152, 2022.

BORGES, P. P. N. T.; SILVA, P. V. D.; SILVA, M. E.; FERRARI SCHEDENFFELDT, B.; FACCO CELIN, E.; MONQUERO, P. A. Mixture of auxinic herbicides for the control of *Conyza* spp. and its phytotoxic effects on soybean sown in sequence. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 60, n. 2, p. 91-101, 2025.

CARVALHO, E. R.; ROCHA, D. K.; ANDRADE, D. B. D.; PIRES, R. M. D. O.; PENIDO, A. C.; REIS, L. V. Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. **Journal of Seed Science**, v. 42, p. e202042036, 2020.

CORTEVA. **Sistema Enlist®**. 2023. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>. Acesso em: 15 jun. 2025.

CQFS-RS/SC-Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11.ed. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376p.

NANDULA, V. K. Herbicide resistance traits in maize and soybean: current status and future outlook. **Plants**, v. 8, n. 9, p. 337, 2019.

RIEDO, J.; RILLIG, M. C.; WALDER, F. Beyond dosage: the need for more realistic research scenarios to understand pesticide impacts on agricultural soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 73, n. 17, p. 10093-10100, 2025.

#### Agradecimentos

Ao CNPq, FAPERGS, UFFS, FINEp e CAPES (Código de Financiamento- 001) pela concessão de bolsas e de apoio financeiro para execução da pesquisa.