



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

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 (Balanescu et al., 2022). O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com alto avanço tecnológico no manejo agronômico, 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 Alumiférreo 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⁻¹ 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⁻¹), 2,4-D colina (456 g ha⁻¹), amonio-glufosinate (200 g ha⁻¹), 2,4-D colina+glyphosate (456+445 g ha⁻¹), tiamentoan+lambda-cialotrina (141+106 g ha⁻¹), benzovindiflupyr+protoconazol (75+150 g ha⁻¹), glyphosate+amonio-glufosinate (445+200 g ha⁻¹), glyphosate+2,4-D colina (445+456 g ha⁻¹), glyphosate+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+141+106 g ha⁻¹), glyphosate+benzovindiflupyr+protoconazol (445+75+150 g ha⁻¹), amônio-glufosinate+2,4-D colina (220+456 g ha⁻¹), amônio-glufosinate+tiametoxan+lambda-cialotrina (200+141+106 g ha⁻¹), amônio-glufosinate+benzovindiflupyr+protoconazol (200+75+150 g ha⁻¹), 2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (456+141+106 g ha⁻¹), 2,4-D colina+benzovidiflupyr+protoconazol (456+75+150 g ha⁻¹), glyphosate+amônio-glufosinate+2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+200+456+141+106 g ha⁻¹), glyphosate+amônio-glufosinate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protoconazol (445+200+456+75+150 g ha⁻¹), tiametoxan+lambda-cialotrina+benzovindiflupyr+protoconazol (141+106+75+150 g ha⁻¹), glyphosate+2,4-D colina+amônio-glufosinate (445+456+200 g ha⁻¹), glyphosate+2,4-D colina+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+456+141+106 g ha⁻¹), glyphosate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protoconazol (445+456+75+150 g ha⁻¹), glyphosate+amônio-



glufosinate+2,4-D colina+benzovindiflupyr+protoconazol+tiametoxan+lambda-cialotrina (445+200+456+75+150+141+106 g ha⁻¹).

Os agrotóxicos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado a CO₂, 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 m², a produtividade de grãos foi calculada em kg ha⁻¹, 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+protoconazol + 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+protoconazol + 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+protoconazol em isolado ocasionaram as menores fitotoxicidades à 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 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT
Testemunha capinada	0,00 f ²	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	0,00 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

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² 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+protoconazol.

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+protoconazol + 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+protoconazol 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.