

BIOHERBICIDA DE *Trichoderma koningiopsis* COMBINADO COM HERBICIDA GLIFOSATO PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS RESISTENTES

VINICIUS WOITYSIK^{1,2*}, NAIR MIRELY^{2,3}, VITÓRIA DASSOLER LONGO^{2,3},
EMANUELY FAGUNDES DA SILVA^{2,3}, ISABELY SANDI BALDASSO^{2,3}, HELEN
TREICHEL^{2,4}, ALTEMIR MOSSI^{2,5}

1 Introdução

Na atualidade são mais de 391 casos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate relatadas no mundo (Heap, 2026). No Brasil, 12 espécies já são confirmadas e apresentam algum tipo de resistência, dentre elas, algumas de Caruru (*Amaranthus hybridus*) que, destacam-se, pela dificuldade de controle e redução significativa na produção da cultura da soja (Heap, 2026). Isso decorre do uso incorreto e excessivo de herbicidas com mesmo mecanismo de ação ou uso contínuo do mesmo produto (Perotti et al., 2020).

A presença de plantas daninhas em qualquer sistema de cultivo reflete em competição por recursos naturais que deveriam ser utilizados pela cultura comercial, dentre eles luz, água e nutrientes. A cultura da soja pode ter seu potencial produtivo reduzido em mais de 38% quando infestada por 1 planta m⁻² de *Amaranthus* (Sossmeier et al., 2025).

Nessa perspectiva o desenvolvimento de bioherbicidas, derivados de fungos fitopatogênicos ricos em enzimas e substâncias químicas, podem servir como efeito alternativo para o controle de plantas daninhas (Klaic et al., 2017). Estudos realizados por Camargo et al. (2019), mostraram que a interação do fungo *Trichoderma koningiopsis* com herbicida sintético glyphosate, trouxe controle das plantas alvos com apenas 50% da dose bula. Logo, seguir com o desenvolvimento de um bioproduto para o manejo integrado de plantas daninhas resistentes torna-se importante para auxiliar no controle de espécies problemáticas.

1 Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, Bolsista, contato: Viniciuswoitysiak14@gmail.com.

2 Grupo de Pesquisa: Laboratório de Agroecologia e Laboratório de Microbiologia e Bioprocessos.

3 Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim.

4 Doutora em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim.

5 Eng. Agrônomo, Dr. em Ecologia e Recursos naturais, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, **Orientador**.

2 Objetivos

Avaliar os efeitos visuais e morfológicos de soja e caruru resistente, submetidas a aplicação de bioproduto à base de *Trichoderma koningiopsis* sob diferentes meios fermentativos combinado com sal potássico de glyphosate.

3 Metodologia

O presente experimento, foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Erechim, seguindo o delineamento inteiramente casualizado com dez tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos foram definidos previamente, a partir da dose bula do produto comercial de sal potássico de glyphosate (100%) utilizando 1500 mL ha⁻¹ para caruru e 2800 mL ha⁻¹ para soja, assim como frações de 25%, 50% e 75% (Tabela 1) visando comparar o efeito entre os tratamentos com e sem o bioproduto com potencial bioherbicida.

Tabela 1 – Volume (mL ha⁻¹) e quantidade de ingrediente ativo (g/L ha⁻¹) de sal potássico de glyphosate recomendado vide bula (Dose 100%) e suas frações de 25%, 50% e 75% para caruru e soja, com volume de calda de 100 L ha⁻¹.

ESPÉCIE	PRODUTO	DOSES			
		25%	50%	75%	100%
<i>Glycine max</i> (Soja)	Glyphosate (mL ha ⁻¹)	700	1400	2100	2800
	Sal Potássico (g/L ha ⁻¹)	434	868	1302	1736
<i>Amaranthus viridis</i> (Caruru)	Glyphosate (mL ha ⁻¹)	375	750	1125	1500
	Sal Potássico (g/L ha ⁻¹)	232,5	465	697,5	930

As sementes de caruru (*Amaranthus sp.*) foram coletadas de espécimes em lavouras submetidas a aplicação de glyphosate antes e após a emergência da cultura da soja na safra 2025/26 no município de Áurea-RS, com suspeita de serem resistentes.

A cultivar de soja utilizada foi a NEO-581E da empresa Neogen Sementes, que possui tecnologia Enlist E3 que possibilita a resistência ao glyphosate, 2,4-D e glufosinato de amônio.

O fungo *Trichoderma koningiopsis*, (código de identificação no GenBank MK860714) do Laboratório de Microbiologia e Bioprocessos (LAMIBI) da UFFS, foi crescido parte em meio sintético líquido com: 2g de sulfato de amônio; 0,6g de sulfato de ferro hepta; 4,5 g de glicose;

3g extrato de levedura; 2,6 g de peptona em dois litros de água destilada, preparados para 20 erlenmeyers (100 mL), submetidos a fermentação por incubação em shaker (28°C e 120 RPM) por 72 horas. Outra parte crescida em meio sólido utilizando como substrato, algas extraídas de águas residuais sanitárias e de lagoa de decantação de suínos. Em béqueres de prolipropileno (600 mL) com 10 gramas de cada biomassa, submetidos à autoclave (121°C e 1 atm.) crescido em câmara de crescimento (28°C e 80% de umidade) por 92h. Após o tempo de incubação 100 mL do tampão fosfato de sódio foi adicionado para estabilizar as enzimas do composto, para em seguida ser submetido ao agitador orbital (130 RPM e 28°C) por uma hora, para assim ser filtrado e aplicado.

Ambas as fermentações foram associadas a dose bula do produto (Dose 100%) assim como em suas frações de 25%, 50% e 75% do sal potássico de glyphosate conforme (Tabela 1). Os tratamentos foram aplicados manualmente com auxílio de um borrifador plástico aos 30 dias após a emergência (DAE), simulando uma aplicação convencional, pois, por conta da consistência da calda, (principalmente das associadas ao bioproduto), ocorria obstrução das pontas de pulverização.

Aos 39 DAE, análises visuais da maior folha de cada planta, foram realizadas com auxílio do software de imagem Compu Eye, Leaf & Symptom Area (BARK, 2005), utilizando a coloração como parâmetro, onde, folhas sem danos (coloração verde), amarelecimento (coloração amarela), necrose (manchas mais escuras e pretas) e a soma dos danos totais (soma de amarelecimento e necrose), serviram de dados para uma escala percentual de fitotoxicidade (0% para ausência de fitotoxicidade e 100% para morte completa da folha) através da área total de folhas avaliadas de cada tratamento (FRANS et al., 1986).

4 Resultados e Discussão

Os tratamentos aplicados na soja, associados ou não as fermentações de *T. koningiopsis* não ocasionaram danos considerados prejudiciais ao desenvolvimento da cultura, pois, a mesma possui resistência gênica ao glifosato, mantendo a seletividade para a cultura.

Para o caruru, tratamentos com 50% da dose bula ou mais do sal potássico de glifosato associado ao bioherbicida de *T. koningiopsis*, em ambas as fermentações, mostraram-se levemente mais fitotóxico quando comparados as frações isoladas, comprovado pelo aumento na porcentagem e área das folhas avaliadas sob parâmetros de danos totais (DT). Cabe ressaltar

que em todas as unidades experimentais (UEs) haviam plantas que sofreram ou não alguma fitotoxicidade, mesmo em tratamentos com a dose bula do produto, sob hipótese de que os espécimes possuíam diferentes níveis de resistência, o que dificultou a avaliação dos resultados. (Tabela 2)

Referente aos dois tipos de fermentação do *T. koningiopsis*, ambas foram sinérgicas quando associadas ao sal potássico de glyphosate, comparadas as frações isoladas (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem (%) e Área (cm²) de sintomas em folhas de caruru com suspeita de resistência (*Amaranthus sp.*), onde SD (sadia), AM (amarelecimento), NC (necrose), DT (danos totais) e TO (total avaliado) sob aplicação de dose bula e suas frações do sal potássico de glyphosate associadas ou não a fermentação do fungo *T. koningiopsis* em meio líquido (T.K. (M.L.)) e em meio sólido (T.K. (M.S.)), onde controle negativo é a testemunha (somente água) e controle positivo somente o bioproduto (10 mL diluídos no mesmo volume dos demais tratamentos).

TRATAMENTOS	SD		AM		NC		DT		TO	
	%	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%	cm ²
Controle negativo (0)	100,0	51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	51,8
Controle Positivo (T.K. (ML))	100,0	61,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	61,4
T.K (ML) + 25% ZQI + óleo	39,1	11,8	0,0	0,0	60,9	18,4	60,9	18,4	100,0	30,2
25% ZQI + óleo	42,3	31,0	0,0	0,0	57,7	42,2	57,7	42,2	100,0	73,1
T.K. (ML) + 50% de ZQI + óleo	54,4	16,3	0,0	0,0	45,6	13,7	45,6	13,7	100,0	30,0
50% de ZQI + óleo	55,4	17,7	0,0	0,0	44,6	14,3	44,6	14,3	100,0	32,0
T.K. (ML) + 75% de ZQI + óleo	95,5	33,2	4,5	1,6	0,0	0,0	4,5	1,6	100,0	34,8
75% de ZQI + óleo	61,5	13,9	0,0	0,0	38,5	8,7	38,5	8,7	100,0	22,6
T.K. (ML) + 100% de ZQI + óleo	47,9	12,0	0,0	0,0	52,1	13,1	52,1	13,1	100,0	25,1
100% de ZQI + óleo	73,3	27,0	0,0	0,0	26,7	9,8	26,7	9,8	100,0	36,8
Controle Positivo (T.K. (MS))	100,0	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	31,2
T.K (MS) + 25% ZQI	100,0	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	15,9
25% ZQI	100,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	19,8
T.K. (MS) + 50% ZQI	8,2	2,2	0,0	0,0	91,8	24,4	91,8	24,4	100,0	26,6
50% ZQI	50,0	9,6	0,0	0,0	50,0	9,6	50,0	9,6	100,0	19,1
T.K. (MS) + 75% ZQI	30,2	9,0	14,8	4,4	55,0	16,4	69,8	20,8	100,0	29,9
75% ZQI	42,0	5,3	8,1	1,5	50,0	3,3	58,1	4,8	100,0	12,4
T.K. (MS) + 100% ZQI	48,2	16,7	0,0	0,0	51,8	18,0	51,8	18,0	100,0	34,7
100% ZQI	98,4	26,1	0,0	0,0	1,6	0,4	1,6	0,4	100,0	26,6

5 Conclusão

A interação entre os fermentados de *T. koningiopsis* com o sal potássico de glyphosate apresentam leve sinergia com o herbicida, aumentando o dano total sofrido pelas folhas de caruru. Nessa perspectiva, é importante o desenvolvimento de novas pesquisas buscando o avanço no desenvolvimento de bioinsumos.

Referências Bibliográficas

CAMARGO, Aline Frumi *et al.* Resistant weeds were controlled by the combined use of herbicides and bioherbicides. **Environmental Quality Management**, v. 29, n. 1, p. 37–42, 26 ago. 2019.

HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. 2026. Disponível em: www.weedscience.org.

KLAIC, Rodrigo *et al.* Optimization of solid-state fermentation for bioherbicide production by *Phoma* sp. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 34, n. 2, p. 377–384, abr. 2017.

PEROTTI, Valeria E. *et al.* Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. **Plant Science**, v. 290, p. 110255, jan. 2020.

SOSSMEIER, Serleni Geni; BORTOLUZZI, Mateus Possebon; RIZZARDI, Mauro Antônio. Interference and economic damage threshold of smooth pigweed in soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 60, 2025.

Palavras-chave: *Amaranthus spp.*; Bioherbicida; Glyphosate; *Glycine max*; Sinergismo.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0131

Financiamento:

