

## AVALIAÇÃO DO EFEITO BIOHERBICIDA DE *Trichoderma Koningiopsis* COMBINADO COM HERBICIDA SINTÉTICO 2,4-D+PICLORAM EM PLANTAS DANINHAS DE VERÃO

NAIR SILVEIRA<sup>1,2\*</sup>, VINICIUS WOITYSIK<sup>2,3</sup>, VITORIA LONGO<sup>2,4</sup>, KAUÊ OLIVEIRA<sup>2,5</sup>, HELEN TREICHEL<sup>2,6</sup>, ALTEMIR MOSSI<sup>2,7</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos maiores desafios da agricultura por competirem com as culturas por água, luz, nutrientes e espaço, reduzindo a produtividade (NICHOLS,2015). Para contê-las, agricultores recorrem principalmente a herbicidas sintéticos, como 2,4-D e Picloram, pela alta eficácia. Porém, o uso contínuo desses produtos causa contaminação ambiental, riscos à saúde e aumento da resistência das espécies invasoras (HASAN,2021).

Nesse contexto, cresce o interesse por alternativas sustentáveis, como os bioherbicidas, produzidos a partir de microrganismos ou seus metabólitos. Entre os agentes promissores, fungos do gênero *Trichoderma* destacam-se por controlar fitopatógenos, estimular o crescimento vegetal e produzir compostos com efeito herbicida (MEYER, 2019). Em especial, *Trichoderma koningiopsis* tem mostrado potencial contra plantas daninhas, embora sua eficácia isolada ainda não se equipare à dos herbicidas sintéticos.

Assim, a combinação de *T. koningiopsis* com 2,4-D e Picloram surge como estratégia inovadora e mais sustentável para o manejo de plantas daninhas, reduzindo a

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim. **Bolsista**, contato: [nairfreire460@gmail.com](mailto:nairfreire460@gmail.com)

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisa: Laboratório de Agroecologia e Laboratório de Microbiologia e Bioprocessos.

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>5</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>6</sup> Doutora em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo, Dr. em Ecologia e Recursos naturais, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, **Orientador**.

dependência exclusiva de agroquímicos, retardando a resistência e mitigando impactos ambientais (GALON, 2016).

## OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral estudar o efeito bioherbicida do fungo *Trichoderma koningiopsis* sobre plantas daninhas e culturas agrícolas em ambiente de casa de vegetação, bem como avaliar sua interação com herbicidas sintéticos. Especificamente, busca-se analisar sua eficiência no controle de plantas daninhas de verão, investigar a associação de *T. koningiopsis* com a mistura 2,4-D + Picloram no manejo dessas espécies e avaliar seus efeitos sobre o desenvolvimento da soja (*Glycine max*).

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido nos laboratórios de Agroecologia e de Microbiologia e Bioprocessos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), utilizando *Trichoderma koningiopsis* (GenBank: MK860714), isolado de *Digitaria ciliaris*. O fungo foi cultivado em meio BDA e incubado a 28 °C por sete dias em BOD, para obtenção de esporos (Souza et al., 2017). Para análise de crescimento e atividade enzimática, utilizou-se fermentação submersa em meio líquido contendo glicose, extrato de levedura, peptona, sulfato de amônio e sulfato de ferro heptaidratado. Os esporos do fungo ( $6,2 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ ) foram cultivados em erlenmeyers de 250 mL (100 mL efetivos), incubados em agitador orbital a 120 rpm e 28 °C por 72 h. As atividades enzimáticas avaliadas foram: Peroxidase, Lacase, Amilase, Lipase, Celulase e Bradford.

O experimento em plantas foi realizado em estufa, em 240 vasos de 3,6 L com solo coletado de área agrícola. O delineamento contemplou dois herbicidas (2,4-D e 2,4-D + Picloram), três espécies (*Glycine max*, *Amaranthus* spp. e *Euphorbia heterophylla*), quatro repetições e dez tratamentos, totalizando 240 unidades, sendo o tratamento 1 apenas o meio de cultura sem o fungo e água (controle negativo) e o tratamento 2, apenas o meio com fungo, óleo e água (controle positivo). Cada vaso recebeu 10 sementes, mantidas por 19 dias até a aplicação dos tratamentos, conforme descrito na tabela 1.

	2,4-D + P.	2,4-D
<b>TRATAMENTO 1</b>	<b>controle negativo (0)</b>	<b>controle negativo (0)</b>
<b>TRATAMENTO 2</b>	<b>Controle positivo (T.K.)</b>	<b>Controle positivo (T.K.)</b>
<b>TRATAMENTO 3</b>	10% 2,4-D+P. + T.K.	10% 2,4-D + T.K.
<b>TRATAMENTO 4</b>	10% 2,4-D+P.	10% 2,4-D
<b>TRATAMENTO 5</b>	20% 2,4-D+P. + T.K.	20% 2,4-D + T.K.
<b>TRATAMENTO 6</b>	20% 2,4-D+P.	20% 2,4-D
<b>TRATAMENTO 7</b>	50% 2,4-D+P. + T.K.	50% 2,4-D + T.K.
<b>TRATAMENTO 8</b>	50% 2,4-D+P.	50% 2,4-D
<b>TRATAMENTO 9</b>	100% 2,4-D+P. + T.K.	100% 2,4-D + T.K.
<b>TRATAMENTO 10</b>	100% 2,4-D + P.	100% 2,4-D
	2 controles * 3 daninhas * 4 repetições * 10 tratamentos	
	<b>TOTAL DE VASOS</b>	<b>240</b>

Tabela 1: Tabela de tratamentos (2,4-d e 2,4-d + picloram).

As caldas foram preparadas conforme doses recomendadas, ajustadas para 150 mL, seguindo a ordem: herbicida, água, óleo e fungo. O preparo foi feito em capela, com EPIs adequados. A aplicação foi manual, com borrifadores plásticos, mantendo 15 cm de distância e sete pulverizações por vaso (28 mL). Após a aplicação, as plantas permaneceram em observação por 15 dias.

As avaliações foram iniciadas sete dias após a aplicação, retirando-se duas plantas por vaso. Foi avaliado a coloração foliar, através de fotos tirada pelo celular e analisadas pelo software Compu Eye (Bakr, 2005). Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey para comparação entre tratamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Atividade Enzimática

Enzima	Atividade (U/mL)	Atividade Especifica (U/mg)
Protease	7,41	5,70
Lipase	1,30	347,87
Lacase	0,00	0,05
Celulase	0,08	0,01
Amilase	7,30	57,47
Peroxidase	0,13	0,01
Proteína Total (mg/mL)	13,36	

Tabela 2: Resultados da atividade enzimática e atividade específica.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam diferenças marcantes entre as enzimas analisadas quanto à atividade e à atividade específica. Observa-se que, embora a protease e a amilase tenham apresentado os maiores valores de atividade enzimática bruta (7,41 e 7,30 U/mL, respectivamente), a lipase destacou-se por apresentar a maior atividade específica (347,87 U/mg), sugerindo maior eficiência catalítica em relação à quantidade de proteína presente. Já enzimas como a lacase, celulase e peroxidase apresentaram valores muito baixos, indicando pouca ou nenhuma atividade detectável nas condições do ensaio. Assim, a lipase se mostra a enzima mais promissora, pois, após a correção pelo conteúdo proteico total obtido pelo método de Bradford, revelou-se a mais eficiente na utilização da proteína disponível para desempenhar sua função catalítica.

#### 4.2 Análise Estatística

A análise de variância (ANOVA) demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos testados para caruru ( $F = 14,105$ ;  $p < 0,001$ ), leiteira ( $F = 10,773$ ;  $p < 0,001$ ) e soja ( $F = 3,45$ ;  $p = 0,02$ ). O teste de Tukey confirmou que os tratamentos com 2,4-D + Picloram em dose cheia (T10) e associados ao *Trichoderma koningiopsis* (T9) apresentaram os maiores níveis de necrose, chegando a 100% em caruru e leiteira, mas também resultaram em elevado impacto sobre a soja. Em contraste, a aplicação em meia dose associada ao fungo (T7) proporcionou bom controle das plantas daninhas (78,3% em caruru e 79,4% em leiteira), com menor dano à soja (66,5%). Dessa forma, ainda que os tratamentos em dose máxima tenham se mostrado mais eficazes, o T7 representa uma alternativa mais sustentável, pois reduz pela metade a quantidade de herbicida utilizado e mantém resultados satisfatórios no manejo das plantas daninhas.

#### 5. CONCLUSÃO

Os tratamentos T10 e T9 foram os mais eficazes no controle das plantas daninhas avaliadas, porém apresentaram elevada fitotoxicidade para a soja. Já o tratamento T7,

com metade da dose do herbicida associada a *T. koningiopsis*, mostrou-se mais equilibrado, unindo eficiência no controle das daninhas e menor impacto sobre a cultura.

Dessa forma, o T7 representa uma alternativa promissora para o manejo integrado, contribuindo para reduzir a dependência de agroquímicos e promover maior seletividade.

## 8. REFERÊNCIAS

GALON, L.; MOSSI, A.; REICHERT JUNIOR, F.; REIK, G.; TREICHEL, H.; FORTE, C. Manejo biológico de plantas daninhas – breve revisão. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina: PR. v.15, n.1, 2016. Disponível em: [Manejo biológico de plantas daninhas – Breve revisão | Galon | Revista Brasileira de Herbicidas](#). Acesso: 20 de Fevereiro de 2025.

MEYER, Maurício Conrado; [et al.]. *Trichoderma: uso na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208230/1/livro-trichoderma-online-06.01.20.pdf>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2025.

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Dinâmica de ervas daninhas e princípios da agricultura de conservação: uma revisão. *Field Crops Research*, v. 183, p. 56-68, 2015. Disponível em: [Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review - ScienceDirect](#). Acesso em: 15 de junho de 2025.

HASAN, M.; AHMAD-HAMDANI, M. S.; ROSLI, A. M.; HAMDAN, H. Bioherbicidas: an eco-friendly tool for sustainable weed management. *Plants*, Basel, v. 10, n. 6, art. 1212, 2021. Disponível em: [Bioherbicidas: uma ferramenta ecológica para o manejo sustentável de ervas daninhas](#). Acesso em: 15 de junho de 2025.

**Palavras-chave:** *Trichoderma koningiopsis*; Bioherbicida; Herbicidas sintéticos (2,4-D + Picloram); Plantas daninhas de verão; Manejo sustentável.

**Nº de Registro no sistema Prisma: PES – 2024-0240**

## Financiamento

