

## AVALIAÇÕES DO EFEITO BIOHERBICIDA DE *Trichoderma koningiopsis* COMBINADO COM HERBICIDA SINTÉTICO (2,4-D+PICLORAN)

CAUÊ BETIATO BIENIEK<sup>1,2\*</sup>, XAIANE KARINE HAHN<sup>2,3</sup>, SAMUEL ANDRÉ  
NOSSAL<sup>2,3</sup>, ALINE FRUMI CAMARGO<sup>2,4</sup>, HELEN TRICHEL<sup>2,5</sup>, ALTEMIR JOSÉ  
MOSSI<sup>2,6</sup>

### 1 Introdução

Um dos principais desafios na agricultura é o surgimento de ervas daninhas que resistem aos herbicidas comerciais, um problema decorrente do uso inadequado desses produtos ao longo dos anos (Perotti et al., 2020). A adoção do controle químico representou um avanço significativo no manejo de plantas daninhas. No entanto, o uso demasiado e sem controle desses produtos permitiu-se o surgimento de biótipos resistentes a diversos mecanismos de ação (Vidal et al., 2006), existindo, atualmente, 533 casos de plantas resistentes a herbicidas no mundo, além do crescente surgimento de casos de resistência cruzada ou múltipla a vários mecanismos de ação (Heap, 2024).

Os bioherbicidas utilizam principalmente microrganismos para o controle de plantas daninhas (Klaic et al., 2015), não causando danos às culturas de interesse econômico, eles podem ter como alvo uma única planta daninha ou várias (Bailey, 2014). Camargo et al. (2019), em seus trabalhos, observou ação sinérgica entre o fungo *Trichoderma koningiopsis* e herbicidas sintéticos, que quando aplicados em conjunto, obteve 100% de controle das plantas alvos com aplicação da metade da dosagem recomenda de herbicida. Assim, estudos do efeito do bioherbicida produzido a partir de *Trichoderma koningiopsis* sob as características fisiológicas, bioquímicas e morfológicas nas plantas daninhas e cultivadas, bem como o estudo da formulação do bioherbicida, torna-se importante para continuidade dos trabalhos que vem sendo realizados pelo grupo de pesquisa, e para formulação de um bioproduto efetivo para o controle das plantas daninhas.

### 2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo investigar as alterações morfológicas nas plantas daninhas e cultivadas em resposta à aplicação do bioherbicida de *Trichoderma koningiopsis* combinado com herbicida sintético à base de Picloram + 2,4-D.

Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, **Bolsista**, contato: [cauebetiatobieniek@gmail.com](mailto:cauebetiatobieniek@gmail.com).

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

<sup>3</sup>Acadêmica(o) do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>4</sup>Doutoranda em Biotecnologia e Biociências, Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* Florianópolis.

<sup>5</sup>Doutora em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Dr. em Ecologia e Recursos naturais, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, **Orientador**.

### 3 Metodologia

As pesquisas foram desenvolvidas na UFFS – Campus Erechim, no Laboratório de Agroecologia. O microrganismo utilizado para produção do bioherbicida foi o *Trichoderma koningiopsis*. Este fungo foi isolado da planta daninha *Digitaria horizontalis*, (capim-amargoso) por Reichert Júnior et al. (2019), e já apresentou resultados promissores em outras pesquisas realizadas no grupo de pesquisas.

O fungo *Trichoderma koningiopsis* foi crescido de acordo com a metodologia descrita por Souza et al. (2017) e o meio de cultura utilizado foi otimizado por Bordin et al. (2019). As fermentações foram realizadas a 28 °C em agitador orbital (120 rpm), por 72 horas. Após realizou-se a filtração e centrifugação por 30 min à 3.500 RPM.

O herbicida químico utilizado foi um herbicida do grupo O, mimetizadores de auxinas, nome comercial: RAI0 (PICLORAM 103 g/l e 2,4-D 406 g/l). Para este experimento utilizou-se quatro espécies, sendo elas: *Glycine max* (soja), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Amaranthus* spp. (caruru) e *Conyza* spp. (buva).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições para cada tratamento, onde foram semeadas dez sementes por vasos de 8L contendo terra peneirada, corrigida com calcário e adubada seguindo a recomendação após interpretação da análise do solo. Com exceção da buva e do caruru que precisaram serem transplantados, as demais espécies foram semeadas. Após a emergência, realizou-se o desbaste, permaneceram 5 plantas por vaso. Para aplicação utilizou-se pulverizador CO<sub>2</sub> (150 L/ha) aplicado diretamente na parte aérea das plantas 16 dias após emergência, com tratamentos realizados conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados no experimento, cujo 100% representa a dose recomendada pela bula e as demais porcentagens representam as diluições proporcionais.

Tratamentos	
Testemunha	1
Somente com <i>Trichoderma koningiopsis</i>	2
33% 2,4-D + <i>Trichoderma koningiopsis</i>	3
66% 2,4-D + <i>Trichoderma koningiopsis</i>	4
100% 2,4-D + <i>Trichoderma koningiopsis</i>	5
33% 2,4-D	6
66% 2,4-D	7
100% 2,4-D	8

Todos os tratamentos foram realizados para as quatro espécies de plantas.

A avaliação foi realizada aos 7 e 15 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo avaliado a altura da planta (CPA, cm), comprimento da maior raiz (CR, cm) e comprimento

total da planta (CT, cm). Para determinar a massa seca (MS, g/planta), o material vegetal (folhas, caules e raízes) foi seco em estufa de circulação forçada de ar (400-5ND, Ethik Technology, Brasil), a 65 °C, até atingir peso constante.

Para a análise dos dados foi utilizada a análise de variância e testes de média de Scott Knott, ambos a 5% de probabilidade de erro.

#### 4 Resultados e Discussão

A seguir nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 são apresentados os resultados das análises morfológicas realizadas para a cultura da soja (*Glycine max*) e as plantas daninhas leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), caruru (*Amaranthus spp.*) e buva (*Conyza spp.*).

Na Tabela 2 não observa-se uma alteração significativa do crescimento das plantas em função do tratamento após 7 dias, porém após 15 dias observa-se maior crescimento de raiz e parte aérea nos tratamentos testemunha e com *Trichoderma* isolado em comparação à os demais tratamentos.

**Tabela 2.** Análise morfológica da cultura da soja. Os resultados referentes ao comprimento, incluindo CR, CPA e CT, estão expressos em centímetros (cm), enquanto os dados referentes à massa seca (MS) são apresentados em gramas por planta (g/planta).

Tratamentos	AVALIAÇÕES							
	7 DAT				15 DAT			
	CR	CPA	CT	MS	CR	CPA	CT	MS
1	8,3 a	22,0 a	30,3 a	2,7	16,4 a	30,8 a	47,1 a	3,3
2	10,2 a	22,0 a	32,2 a	2,9	18,9 a	30,0 a	48,9 a	4,2
3	13,5 a	12,3 a	25,8 a	3,6	9,9 b	15,6 b	25,5 b	1,9
4	13,8 a	19,7 a	33,5 a	2,9	7,3 b	10,5 c	17,8 b	2,4
5	13,7 a	13,5 a	26,7 a	2,5	10,8 b	16,6 b	27,4 b	2,5
6	13,8 a	16,0 a	29,8 a	3,9	14,9 a	19,1 b	34,0 b	2,2
7	12,7 a	16,3 a	29,0 a	2,7	12,5 b	16,8 b	29,0 b	2,4
8	9,8 a	17,0 a	26,8 a	2,6	8,4 b	17,1 b	25,5 b	1,9

DAT = Dias após o tratamento; CR = Comprimento de raiz; CPA = Comprimento de parte aérea; CT = Comprimento total; MS = Massa seca.

Para o leiteiro (Tabela 3), da mesma forma que para a soja, não houve diferença significativa durante os 7 primeiros dias após o tratamento. Após os 15 dias observa-se maior redução da parte aérea para o tratamento 4 (66% 2,4-D + *Trichoderma koningiopsis*) e para o tratamento 8 (100% 2,4-D).

Referente ao caruru (Tabela 4), por conta de sua necessidade de ser transplantado, resultou em plantas de porte maiores, quando comparada às demais espécies analisadas neste trabalho. Para esta espécie, não observou-se resultados significativos para os tratamentos aplicados e análises realizadas.

Para a buva (Tabela 5) da mesma forma que para o caruru, não observou-se resultados significativos para os tratamentos aplicados e análises realizadas neste trabalho.

**Tabela 3.** Análise morfológica da planta de leiteiro. Os resultados referentes ao comprimento, incluindo CR, CPA e CT, estão expressos em centímetros (cm), enquanto os dados referentes à massa seca (MS) são apresentados em gramas por planta (g/planta).

Tratamentos	AVALIAÇÕES							
	7 DAT				15 DAT			
	CR	CPA	CT	MS	CR	CPA	CT	MS
1	9,0 a	40,7 a	49,7 a	2,7	15,4 b	48,8 a	64,2 a	2,7
2	10,8 a	39,3 a	50,0 a	2,3	15,1 b	45,0 a	60,1 a	3,0
3	10,0 a	35,5 a	45,5 a	4,6	8,3 c	33,5 b	41,8 b	2,0
4	9,1 a	38,6 a	47,8 a	4,4	32,5 a	10,1 c	42,6 b	2,0
5	8,0 a	30,2 a	38,2 a	6,0	12,3 b	35,3 b	47,5 b	2,1
6	11,4 a	30,9 a	42,3 a	2,5	8,8 c	32,3 b	41,0 b	1,9
7	13,3 a	33,3 a	46,5 a	4,5	7,9 c	32,3 b	40,1 b	2,0
8	10,3 a	32,8 a	45,5 a	2,5	31,5 a	8,3 c	39,8 b	1,9

DAT = Dias após o tratamento; CR = Comprimento de raiz; CPA = Comprimento de parte aérea; CT = Comprimento total; MS = Massa seca.

**Tabela 4.** Análise morfológica da planta de caruru. Os resultados referentes ao comprimento, incluindo CR, CPA e CT, estão expressos em centímetros (cm), enquanto os dados referentes à massa seca (MS) são apresentados em gramas por planta (g/planta).

Tratamentos	AVALIAÇÕES							
	7 DAT				15 DAT			
	CR	CPA	CT	MS	CR	CPA	CT	MS
1	0,0	30,0	30,0	26,6	21,3	39,0	60,3	9,6
2	18,0	32,0	50,0	9,1	17,0	48,0	65,0	25,0
3	23,5	60,0	83,5	18,5	6,5	46,0	52,5	16,6
4	32,0	50,0	82,0	17,6	24,0	4,5	28,5	13,5
5	16,0	44,0	60,0	17,9	24,0	65,5	89,5	18,7
6	16,0	34,0	50,0	9,8	6,0	25,5	31,5	12,6
7	18,5	48,0	66,5	18,0	6,5	24,0	30,5	12,5
8	16,0	34,0	50,0	10,0	7,3	29,0	36,3	6,6

DAT = Dias após o tratamento; CR = Comprimento de raiz; CPA = Comprimento de parte aérea; CT = Comprimento total; MS = Massa seca.

**Tabela 5.** Análise morfológica da planta de buva. Os resultados referentes ao comprimento, incluindo CR, CPA e CT, estão expressos em centímetros (cm), enquanto os dados referentes à massa seca (MS) são apresentados em gramas por planta (g/planta).

Tratamentos	AVALIAÇÕES							
	7 DAT				15 DAT			
	CR	CPA	CT	MS	CR	CPA	CT	MS
1	4,0	10,3	14,3	3,4	6,0	8,8	14,8	1,9
2	5,8	9,8	15,5	3,8	4,0	7,5	11,5	6,8
3	6,5	9,3	15,8	3,5	15,5	26,0	41,5	8,7
4	3,0	8,0	11,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
5	6,3	8,8	15,0	3,4	5,5	11,5	17,0	6,6
6	8,0	7,4	15,4	1,8	6,0	7,0	13,0	3,3
7	6,0	12,0	18,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8	7,5	8,0	15,5	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DAT = Dias após o tratamento; CR = Comprimento de raiz; CPA = Comprimento de parte aérea; CT = Comprimento total; MS = Massa seca.

Os resultados obtidos neste trabalho para as espécies soja e leiteiro corroboram com os resultados obtidos por Camargo et al. (2019), que também observou ação sinérgica entre o

fungo *Trichoderma koningiopsis* e herbicida sintético.

## 5 Conclusão

Através deste trabalho, observou-se que o tratamento 66% 2,4-D + *Trichoderma Koningiopsis* teve maior eficiência para a redução de comprimento de raiz e parte aérea das plantas de soja e leiteiro. Para as plantas de buva e caruru não foram observadas diferenças significativas das variáveis analisadas.

## Referências Bibliográficas

BAILEY, K. L. The bioherbicide approach to weed control using plant pathogens. In: **Integrated Pest Management**. Academic Press, 2014. p. 245-266.

CAMARGO, A. F. et al. Resistant weeds were controlled by the combined use of herbicides and bioherbicidas. **Environ Qual Manage**. V.29, p.37-42, 2019.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Online. Internet. 2023. Disponível em <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 06 de agosto de 2024.

KLAIC, R. et al. Na overview regarding bioherbicide and their production methods by fermentation. In: **Fungal Biomolecules: Sources, Applications and Recent Developments**. 1ed.: John Wiley & Sons, Ltda. p. 183-199, 2015.

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

REICHERT JÚNIOR F.W. et al. New perspectives for weeds control using autochthonous fungi with selective bioherbicide potential. **Heliyon**, v. 5, n. 5, p. e01676, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01676>

SOUZA, A.R.C. et al. Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 48, n. 1, p. 101-108, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.09.004>

VIDAL, R. A; LAMEGO, F. P; TREZZI, M. M; Diagnóstico da resistência aos herbicidas em plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 597-604, 2006.

**Palavras-chave:** Bioproduto; bioherbicida; controle biológico; manejo de plantas daninhas; sustentabilidade.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES-2023-0245

**Financiamento:** CNPq.