

**ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM MILHO EXPOSTO A HERBIVORIA DE
Spodoptera frugiperda (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E TRATADO COM
PREPARADOS HOMEOPÁTICOS E *Bacillus thuringiensis***

**GISELI FERNANDA SOBOLEVSKI^{1,2*}, DENISE CARGNELUTTI³, TARITA CIRA
DEBONI^{2,4}**

1 Introdução

O milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância econômica e social, sendo utilizado na alimentação humana e animal e na indústria. No Brasil, sua produtividade está relacionada ao desenvolvimento de tecnologias, melhoramento genético e práticas de manejo eficientes. Entretanto, a cultura é afetada por diversos insetos-praga, entre os quais se destaca *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como lagarta-do-cartucho, uma espécie polífaga e de elevada capacidade migratória, capaz de causar perdas significativas na produção. Sua adaptação a diferentes hospedeiros e o desenvolvimento de resistência a inseticidas dificultam seu controle (Miranda, 2018; Bruce, 2020; Kanno, 2019).

A herbivoria provoca alterações fisiológicas e bioquímicas nas plantas, ativando mecanismos de defesa. Durante a alimentação, substâncias presentes na saliva e regurgitação dos insetos podem atuar como sinais e desencadear respostas defensivas nas plantas atacadas (Felton; Tumlinson, 2008; Ray et al., 2015). Essas respostas podem envolver a produção de compostos que prejudicam os herbívoros e a emissão de substâncias voláteis que atraem inimigos naturais (Chen, 2008).

Entre as alternativas de manejo sustentável destaca-se *Bacillus thuringiensis* (Bt), bactéria utilizada no controle biológico devido à produção de proteínas inseticidas, como Cry e Cyt (Ortiz; Sansinenea, 2021). A homeopatia também tem sido estudada como alternativa complementar na agricultura, visando estimular respostas fisiológicas e aumentar a resistência das plantas a estresses (Andrade; Casali, 2023).

1 Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Erechim*, contato: giseli.sobolevski@uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: GP-AFTA.

3 Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Erechim*, **Coorientadora**.

4 Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Erechim*, **Orientadora**.

2 Objetivos

Avaliar o efeito de *Nux vomica* 6CH e *Chamomila* 6CH, associados a *Bacillus thuringiensis*, sobre as respostas bioquímicas do milho submetido à herbivoria de *Spodoptera frugiperda*, analisando a atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) e o teor de proteínas solúveis.

3 Metodologia

Os experimentos foram conduzidos em estufa e nos Laboratórios de Entomologia e Bioquímica da UFFS – Campus Erechim, utilizando milho crioulo variedade Cunha, cultivado em vasos de 22 L até o estágio V7. As lagartas de *S. frugiperda*, provenientes da criação do laboratório, foram mantidas a 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h, sendo utilizadas lagartas de quarto ínstar. No estágio V7 do milho, foram liberadas três lagartas por planta.

Foram avaliados três tratamentos: T1 – *Chamomila* 6CH + Bt; T2 – *Nux vomica* 6CH + Bt; e T3 – testemunha, sem aplicação de preparado homeopático ou Bt. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, três tempos de coleta e quatro repetições. As coletas foram realizadas em três momentos: antes da aplicação dos tratamentos (Controle), dois dias após a aplicação dos tratamentos (Após tratamento) e após sete dias de exposição às lagartas (Após lagarta). O Bt utilizado no experimento foi adquirido de uma biofábrica *on farm* na cidade de Áurea, RS.

As amostras foliares foram acondicionadas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80 °C. Posteriormente, foram maceradas, homogeneizadas em tampão fosfato e centrifugadas. O teor de proteínas solúveis foi determinado pelo método de Bradford, com leitura a 595 nm. A atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) foi determinada conforme Umesha (2006), modificado por Mioranza et al. (2017), com leitura a 290 nm.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software R e o pacote *ExpDes.pt*.

4 Resultados e Discussão

Os resultados das análises bioquímicas estão apresentados na Tabela 1. No período inicial, não houve diferença significativa entre os tratamentos para proteínas ($p = 0,0637$) e

FAL ($p = 0,9892$), indicando condições bioquímicas semelhantes entre as plantas antes da aplicação.

Tabela 1. Valores médios da concentração de proteína (mg mL^{-1}) e atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) (μmol) na parte do cartucho de milho (*Zea mays*) submetido aos tratamentos Testemunha, *Nux vomica* 6CH + *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Chamomila* 6CH + *Bacillus thuringiensis* (Bt), avaliados em três tempos de coleta: Controle (antes da aplicação), Após tratamento (2 dias após a aplicação) e Após lagarta (7 dias após a exposição às lagartas). Erechim, 2026.

Tratamentos	Proteína (mg mL^{-1})			FAL (μmol)		
	Controle (antes da aplicação)	Após tratamento (2 dias)	Após lagarta (7 dias)	Controle (antes da aplicação)	Após tratamento (2 dias)	Após lagarta (7 dias)
Nux-v. + Bt	3,22 ns	3,27 b	4,31 ns	0,00202 ns	0,00091 ab	0,00114 ns
Cham + Bt	2,73	4,71 a	4,41	0,00200	0,00148 a	0,00103
Testemunha	2,38	3,12 b	3,48	0,00198	0,00049 b	0,00074
CV (%)	15,62%	18,11%	23,63%	18,48%	46,44%	27,71%

Médias acompanhadas da mesma letra não apresentam diferença estatística significativa entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Após a aplicação dos tratamentos, houve diferença significativa no teor de proteínas ($p = 0,0155$), com *Chamomila* + Bt apresentando a maior média ($4,71 \text{ mg L}^{-1}$), superior à testemunha e a *Nux vomica* + Bt. Esse aumento pode estar relacionado à ativação do metabolismo de defesa e à produção de proteínas associadas às respostas ao estresse (Pinto et al., 2011).

Após a exposição às lagartas, não houve diferença significativa para proteínas ($p = 0,3650$). Entretanto, *Chamomila* + Bt ($4,41 \text{ mg L}^{-1}$) e *Nux vomica* + Bt ($4,31 \text{ mg L}^{-1}$) apresentaram valores superiores à testemunha ($3,48 \text{ mg L}^{-1}$), indicando uma possível preparação metabólica das plantas após os tratamentos.

Para a FAL, houve diferença significativa após a aplicação ($p = 0,0360$), com *Chamomila* + Bt apresentando a maior atividade ($0,00148 \mu\text{mol}$), seguida de *Nux vomica* + Bt ($0,00091 \mu\text{mol}$) e testemunha ($0,00049 \mu\text{mol}$). A FAL participa da via dos fenilpropanoides,

relacionada à produção de compostos fenólicos, lignina e flavonoides envolvidos na defesa vegetal (Taiz et al., 2017).

Após a herbivoria, não foram observadas diferenças significativas na atividade da FAL. Assim, os resultados indicam que *Chamomila* 6CH + Bt promoveu as respostas bioquímicas mais expressivas, principalmente no período após a aplicação dos tratamentos, evidenciadas pelo maior teor de proteínas e maior atividade da FAL.

5 Conclusão

Conclui-se que o tratamento *Chamomila* 6 CH + Bt apresenta os maiores valores de proteína total e atividade da FAL, indicando maior ativação dos mecanismos de defesa vegetal em milho precedendo a herbivoria por *S. frugiperda*.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, Fernanda Maria Coutinho de; CASALI, Vicente Wagner Dias. Homeopatia: saúde e transição agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v. 18, n. 5, p. 431-450, 2023. DOI: 10.33240/rba.v18i5.51215.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 17, de 18 de junho de 2014: normas técnicas para a produção orgânica**. Brasília: MAPA, 2014.

BRUCE, T. This “very hungry caterpillar” is wreaking havoc on crops around the world. **World Economic Forum**, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2019/07/fall-armyworm-asia-devastating-crops/>. Acesso em: 05 jun. 2026.

CHEN, E. M. Direct induced defence in plants against insect herbivores: a review. **Insect Science**, v. 15, p. 101-114, 2008.

FELTON, G. W.; TUMLINSON, J. H. Plant-insect dialogs: complex interactions at the plant-insect interface. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 11, p. 457-463, 2008.

KANNO, R. H. **Bases para um programa de manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas no Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

MIORANZA, Thaísa M. et al. Control of *Meloidogyne incognita* in tomato plants with highly diluted solutions of *Thuya occidentalis* and their effects on plant growth and defense metabolism. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2187–2200, 2017.

MIRANDA, R. A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, Porto Alegre, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

ORTIZ, A.; SANSINENEA, E. Biopesticides based on *Bacillus thuringiensis* for integrated crop management. In: RAKSHIT, A. et al. (ed.). **Biopesticides: advances in bioinoculants**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2021. v. 2, p. 1-16.

PINTO, M. S. T.; RIBEIRO, J. M.; OLIVEIRA, E. A. G. O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas. **Revista Brasileira de Biociências**, 2011.

RAY, S.; GAFFOOR, I.; ACEVEDO, F. E.; HELMS, A. M.; CHUANG, W. P.; TOOKER, J. F.; FELTON, G. W.; LUTHE, D. S. Maize plants recognize herbivore-associated cues from caterpillar frass. **Journal of Chemical Ecology**, v. 41, p. 781-792, 2015.

SILVA, André Felipe Cândido da. **Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, Belém, v. 17, n. 1, e20210023, 2022. DOI: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2021-0023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAVARES, W. S.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PEREIRA, A. A.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Effects of insect herbivory on the induction of plant defense mechanisms. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1323-1330, 2011.

UMESHA, S. Phenylalanine ammonia lyase activity in tomato seedlings and its relationship to bacterial canker disease resistance. **Phytoparasitica**, v. 34, n. 1, p. 68-71, 2006.

Palavras-chave: resistência induzida; homeopatia vegetal; fenilalanina amônia-liase.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0180

Financiamento:

