



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS ERECHIM**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**KATHLEEN TESSER CARRA**

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

**ERECHIM**

**2024**

**KATHLEEN TESSER CARRA**

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

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Ciências Biológicas - Bacharelado, da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador (a): Dr<sup>a</sup> Tarita Cira Deboni  
Coorientador (a): Dr<sup>a</sup> Denise Cargnelutti

**ERECHIM**

**2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Carra, Kathleen Tesser

ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM MILHO EXPOSTO À HERBIVORIA  
DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E  
TRATADO COM PREPARADOS HOMEOPÁTICOS / Kathleen Tesser  
Carra. -- 2024.

18 f.

Orientadora: Doutora Tarita Cira Deboni

Co-orientadora: Doutora Denise Cargnelutti

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Erechim,RS, 2024.

1. Homeopatia. 2. Lagarta-do-cartucho. 3. Manejo  
ecológico. 4. Indução de resistência. I. Deboni, Tarita  
Cira, orient. II. Cargnelutti, Denise, co-orient. III.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**KATHLEEN TESSER CARRA**

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

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas - Bacharelado da  
Universidade Federal da Fronteira  
Sul (UFFS), como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

**Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 14/06/2024.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Tarita Cira Deboni- UFFS/Erechim**  
**Orientadora**

---

**Denise Cargnelutti- UFFS/Erechim**  
**Coorientadora**

---

**Helen Treichel- UFFS/Erechim**  
**Avaliadora**

---

**Mari Inês Carissimi Boff – UDESC/Lages**  
**Avaliadora**

Dedico este trabalho à minha mãe e meu pai, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e me dando a base necessária para chegar onde cheguei. Sua dedicação, amor e sacrifício são a razão do meu sucesso. Aos meus amigos, que me ajudaram e me apoiaram nessa fase, oferecendo conselhos, palavras de encorajamento e momentos de alegria. Agradeço também aos meus professores, cujos ensinamentos e colaborações foram essenciais para minha formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial, agradeço à minha família e ao meu namorado, que sempre me apoiaram em todo este caminho. Agradeço também as minhas orientadoras, Prof. <sup>a</sup> Tarita Deboni e Prof. <sup>a</sup> Denise Cargnelutti, pela ajuda e orientação durante a pesquisa. Aos meus colegas do laboratório de bioquímica e entomologia, que sempre se fizeram presentes.

Aos meus amigos Lucas Airam, Samuel V, Bruna M, Eyko N, Marieli Nandra, Matheus Oliveira, Breno P e Gabriela K, que ajudaram de todas as formas para a conclusão deste trabalho, e estiveram comigo compartilhando momentos felizes.

Este trabalho é um reflexo de tudo o que essa união foi capaz de realizar. A contribuição e o apoio de cada um de vocês foram essenciais para a conclusão deste projeto.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS .....	12
	2.1 Local de condução dos experimentos .....	12
	2.2 Obtenção e Cultivo do milho ( <i>Zea mays L</i> ).....	12
	2.3 Obtenção e manutenção da Criação da lagarta <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	12
	2.4 Obtenção dos preparados homeopáticos e composição dos tratamentos.....	13
	2.5 Experimentos .....	14
	2.6 Análises Bioquímicas .....	14
	2.7 Análise de Proteínas.....	14
	2.8 Análise da atividade da enzima Guaiacol Peroxidase (POD).....	15
	2.9 Análise da atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL).....	15
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4	CONCLUSÃO .....	22
5	REFERÊNCIAS .....	23

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

KATHLEEN TESSER CARRA

## RESUMO

O milho (*Zea mays Linnaeus*) é uma espécie de grande importância econômica e social, pois seus grãos são utilizados predominantemente na alimentação animal e na produção de biocombustíveis. A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma espécie que causa perdas significativas na produção de biomassa e de grãos de milho. Por ser uma praga primária, é necessário adotar estratégias de controle que, de forma harmônica, possam reduzir as populações e, conseqüentemente, os danos. O uso de substâncias naturais, como os preparados homeopáticos, constitui uma prática compatível com os programas de manejo integrado de pragas. Os preparados homeopáticos e isoterápicos podem atuar como indutores de resistência das plantas aos insetos, sem efeitos tóxicos. Este estudo avaliou a resposta bioquímica de plantas de milho tratadas com preparados homeopáticos da lagarta *S. frugiperda* nas potências 6, 12, 15 e 18 CH (Centesimal Hanemanniana) e expostas à herbivoria de lagartas de *S. frugiperda*. As plantas de milho foram cultivadas em vasos de 3 L em estufa climatizada, tratadas com os preparados homeopáticos via irrigação nos vasos. Após chegarem ao estágio V3, foram infestadas com lagartas de *S. frugiperda* de 4º instar e mantidas por 7 dias para posterior avaliação bioquímica das folhas do milho. A parte aérea das plantas de milho foi coletada antes e depois da herbivoria, e os parâmetros bioquímicos avaliados foram: proteína, enzima guaiacol peroxidase (POD) e fenilalanina amônia liase (FAL). As aplicações dos preparados homeopáticos de *S. frugiperda* (6, 12, 15 e 18 CH) aumentaram a concentração de proteínas e a atividade da enzima guaiacol peroxidase após os 7 dias de infestação. Evidenciou-se que os preparados homeopáticos de lagartas de *S. frugiperda* auxiliam na indução da resistência das plantas de milho aos danos causados pela herbivoria.

**Palavras-chaves:** Homeopatia, Lagarta-do-cartucho, Manejo ecológico, Indução de resistência.

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays Linnaeus*) is a species of great economic and social importance, as its grains are predominantly used in animal feed and biofuel production. The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is a species that causes significant losses in biomass and corn grain production. As a primary pest, it is necessary to adopt control strategies that can harmoniously reduce populations and, consequently, the damage. The use of natural substances, such as homeopathic preparations, constitutes a practice compatible with integrated pest management programs. Homeopathic and isotherapeutic preparations can act as inducers of plant resistance to insects without toxic effects. This study evaluated the biochemical response of corn plants treated with homeopathic preparations of the *S. frugiperda* caterpillar at potencies of 6, 12, 15, and 18 CH (Centesimal Hahnemannian) and exposed to herbivory by *S. frugiperda* caterpillars. The corn plants were grown in 3 L pots in a climate-controlled greenhouse and treated with homeopathic preparations via irrigation in the pots. After reaching the V3 stage, they were infested with 4th instar *S. frugiperda* caterpillars and maintained for 7 days for subsequent biochemical evaluation of the corn leaves. The above-ground part of the corn plants was collected before and after herbivory, and the biochemical parameters evaluated were protein, guaiacol peroxidase (POD) enzyme, and phenylalanine ammonia-lyase (PAL). The applications of the homeopathic preparations of *S. frugiperda* (6, 12, 15, and 18 CH) increased the concentration of proteins and the activity of the guaiacol peroxidase enzyme after the 7-day infestation. It was evidenced that the homeopathic preparations of *S. frugiperda* caterpillars help in inducing the resistance of corn plants to the damage caused by herbivory.

**Keywords:** Homeopathy, Fall Armyworm, Ecological Management, Induction of Resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se destaca por ser uma das maiores commodities do agronegócio brasileiro, por fazer parte da alimentação animal, humana e matéria-prima para a indústria, sendo também de grande importância para alimentos, bebidas, bioenergia e derivados (Pereira filho et al, 2022). A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Sendo originário da América Central é um dos cereais mais cultivados no Brasil devido ao seu alto valor nutritivo (Santos Lopes et al., 2023). O milho é utilizado na alimentação humana e na alimentação animal como fonte de energia, onde, varia de 70 a 90%, nas dietas alimentares dependendo da região geográfica (Cruz et al., 2011). Amido, proteína, óleo e fibra representam os principais componentes nutricionais e valor econômico do grão de milho (Watson, 2003).

O Brasil possui condições edafoclimáticas que possibilitam o cultivo do milho em diversas regiões durante todo o ano, porém o milho enfrenta alguns problemas fitossanitários, principalmente o ataque de pragas, ocasionando grandes perdas de produtividade se não forem manejados de forma inadequada. Na região Sul do Brasil, as principais pragas que provocam danos à cultura do milho são a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), percevejo barriga-verde (*Dichelops spp.*), larva alfinete (*Diabrotica speciosa*) e a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) (Wordell filho et al., 2016).

As principais medidas de controle de doenças em milho consistem em: rotação de culturas; uso de híbridos resistentes a doenças; semeadura em época recomendada; semente de qualidade, tratada com fungicida; adubação correta; população de plantas conforme a recomendação técnica para cada híbrido; controle de plantas daninhas e insetos praga; manejo adequado da irrigação; e realizar a colheita na época certa (Silva et al., 2015; Silva et al., 2020).

O manejo eficiente integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas é uma abordagem holística que visa controlar e prevenir danos por organismos específicos às plantas, como insetos, patógenos e plantas específicas, de maneira sustentável. (Tinoco et al., 2023)

A *Spodoptera frugiperda* é uma espécie da ordem Lepidoptera e da família Noctuidae, denominada popularmente como lagarta-do-cartucho, e classificada como praga generalista por se alimentar de grande diversidade de plantas cultivadas (Nagoshi et al., 2007). Recentemente há um consenso mundial sobre a existência de duas linhagens da espécie, uma tendo o milho e outra tendo o arroz como hospedeiro preferencial (Juárez et al., 2014; Dumas et al., 2015).

No Brasil a perda por causa dessa praga varia entre 20 a 40% da produção estimada (Bernardo et al., 2022)

As bases científicas da ciência homeopática foram estabelecidas pelo médico alemão Samuel Hahnemann (1755-1843). A Homeopatia está amparada pelos pilares científicos da cura pelo semelhante; da experimentação em indivíduo sadio; das doses mínimas do medicamento e do uso de medicamento único (Casali et al., 2006; Nechar; Carneiro, 2011).

Os preparados homeopáticos são elaborados basicamente a partir de substâncias ou extratos dos reinos animal, vegetal e mineral, com sucessivas diluições e succussões. A potência ou a quantidade de vezes que o medicamento foi dinamizado (diluído e succussionado) é indicada por um número, enquanto a letra (ou letras) que o acompanha define a forma de preparo (como exemplo: CH, centesimal hahnemanniana) (Fontes, 2017).

Apesar de não ter testado a homeopatia em vegetais, Hahnemann afirma que, por ser embasada em leis da natureza, os preparados homeopáticos podem ser aplicados a todos os seres vivos, humanos, animais, vegetais, microorganismos, incluindo solo e água. A utilização de preparados homeopáticos e isoterápicos nos cultivos vegetais incide diretamente nos processos fisiológicos das plantas, sem gerar efeitos tóxicos, podendo atuar como indutores de resistência das plantas aos insetos e pragas, auxiliando na manutenção da produtividade através da produção de metabólitos secundários (Kaviraj, 2015).

Como derivação da ciência homeopática temos a isoterapia, que se baseia no princípio da igualdade, ou identidade de causa, utilizando como matéria-prima do preparado a causa da doença ou desequilíbrio para promover a cura (por exemplo, usando insetos inteiros ou em partes). Na agricultura os preparados isoterápicos apresentam resultados promissores no manejo de patógenos e insetos (Teixeira; Carneiro, 2017).

Os efeitos isoterápicos já foram testados sobre o comportamento de formigas cortadeiras. Na avaliação da atividade de *Acromyrmex spp.* submetidas a preparações homeopáticas a campo, concluiu-se que o número total de formigas que se deslocam em cada carroiro, transportando ou não fragmentos vegetais (forrageamento), foi menor significativamente com a aplicação de isoterápicos triturados da própria formiga na 30CH, a partir do sexto dia de aplicação (Giesel; Boff; Boff, 2012). Resultados semelhantes foram encontrados alterando-se o método de preparo da homeopatia entre centesimal hahnemanniana (CH) e o método de Korsakov (K). Os triturados de formiga na 35K e 30CH apresentaram resultados significativos sobre *Acromyrmex laticeps* até 20 dias após a primeira aplicação (Giesel; Boff; Boff, 2017).

A utilização de preparados homeopáticos na produção vegetal incide diretamente nos processos fisiológicos das plantas, sem gerar efeitos tóxicos, podendo atuar como indutores de resistência a insetos e pragas, auxiliando na manutenção da produtividade através da produção de metabólitos secundários (Deboni et al., 2019).

A homeopatia sobre insetos provoca também efeito de antibiose, isto é, respostas negativas na biologia das insetos pragas. Os preparados homeopáticos Sulphur 12CH, Magnésia carbônica 30CH e Ruta 5CH causaram deterrência alimentar e interferência sobre ciclo biológico da lagarta *Ascia monuste orseis* em couve manteiga (Mapeli et al., 2015).

As avaliações sobre a progênie de carunchos do feijão *Acanthoscelides obtectus* demonstraram resultados significativos de redução da emergência de insetos com os preparados homeopáticos de *Chenopodium ambrosioides* 30CH e *Taraxacum officinale* 30CH, aplicados sobre os grãos de feijão (Deboni et al., 2017). Lagartas *S. frugiperda* alimentadas com seções foliares de milho pulverizado ou irrigado com *Silicea* 36CH apresentaram redução no consumo e baixa utilização do alimento, além de apresentarem

maior número de pupas e adultos deformados, menor período de oviposição e pós-reprodutivo, menor número de massas de ovos, de ovos por postura e de ovos por fêmea (Modolon et al., 2017). Os preparados homeopáticos de *Corymbia citriodora*, *Calcarea carbônica*, *Silicea* e *Sulphur*, nas dinamizações 12, 24, 30 e 60CH foram avaliados quanto a potencial elicitador de compostos de defesa do feijoeiro cv. carioca. Todos os tratamentos aumentaram a atividade de peroxidase, catalase, quitinase e -1,3-glucanase, em pelo menos um dos esquemas avaliados em relação ao controle (Oliveira et al., 2014).

A resistência das plantas aos insetos é fundamental para agricultura moderna. Plantas resistentes reduzem significativamente a necessidade de pesticidas químicos, minimizando o impacto ambiental e preservando a saúde dos ecossistemas. Além disso, essa resistência promove maior segurança alimentar, ao garantir colheitas mais abundantes e de melhor qualidade, mesmo em condições adversas.

A adoção de métodos agroecológicos para o manejo de pragas na cultura do milho é essencial, especialmente frente aos desafios da necessidade de redução do uso de Agrotóxicos que o setor agrícola enfrenta. A homeopatia e a isoterapia surgem como abordagens promissoras, com potencial para induzir resistência em plantas e controlar pragas sem causar danos ambientais. Com base nisso, o presente trabalho objetivo avaliar a eficiência dos preparados homeopáticos na interação entre a herbivoria da lagarta *S. frugiperda* e plantas de milho, verificando quais dinamizações homeopáticas influenciam a composição bioquímica das defesas das plantas e quantificando essas alterações bioquímicas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos em estufa climatizada e no laboratório de Entomologia e Bioquímica da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim.

### **2.2 Obtenção e Cultivo do milho (*Zea mays L*)**

As sementes de milho utilizadas em todos os experimentos foram de variedade de polinização aberta (VPA) SCS156 Colorado, proveniente da Epagri, SC.

As plantas de milho foram cultivadas em casa de vegetação em vasos de polietileno com volume de 3 L, utilizando como substrato uma mistura de solo tipo Latossolo, composto orgânico e areia na proporção 1:1:1, não esterilizados. Foram semeadas três sementes por vaso.

### **2.3 Obtenção e manutenção da Criação da lagarta *Spodoptera frugiperda***

Para o início da criação de *S. frugiperda*, foram coletadas lagartas, de idades desconhecidas, em áreas de plantio comercial de milho da região de Áurea, RS e encaminhadas ao laboratório de Entomologia e Bioquímica da UFFS, onde as mesmas seguiram sendo alimentadas com dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976) (Quadro

1). E trocado sempre que necessário, até a formação das pupas. Toda a criação foi mantida em sala climatizada, com temperatura de  $25 \pm 3$  °C e fotoperíodo de 12 horas.

Quadro 1. Componentes da dieta artificial utilizada para alimentação das lagartas da criação massas de *Spodoptera frugiperda*. Erechim, 2024.

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>
Feijão Carioca Cozido	75 g
Germe de trigo	60 g
Farelo de soja	30 g
Caseína (leite em pó)	30 g
Levedura de cerveja	37,5 g
Solução vitamínica	9,9 ml
Ácido ascórbico	3,6 g
Ácido sórbico	1,8 g
Nipagin	3,3 g
Formaldeído 40%	4 ml
Ágar-Ágar	18 g
Água destilada	1200 ml

Fonte: Adaptado de Greene et al. (1976)

As pupas obtidas foram separadas em lotes, mantidas em papel germitest dentro de gaiolas confeccionadas com tubos de PVC de 25 mm de diâmetro e 25 cm de altura, forradas internamente com papel para oviposição. Para alimentação dos adultos, foi disposto no interior de cada gaiola um recipiente com algodão embebido com solução de mel (6%), açúcar (1%), ácido ascórbico (1%) e metilparabeno (Nipagin®) (1%), sendo trocado diariamente.

A cada quatro dias as folhas de papel da gaiola foram substituídas para coleta dos ovos. As massas de ovos foram recortadas e acondicionadas em recipientes plásticos transparentes (14 cm de diâmetro × 9 cm de altura) contendo cubos de 2 cm de dieta artificial (Greene; Leppla; Dickerson, 1976). Quando as lagartas atingiram o 2º ínstar, foram individualizadas em potes plásticos com 6 cm de diâmetro e 5 cm de altura, contendo um cubo de 1 cm de dieta artificial. O alimento era trocado/reposto sempre que necessário. As pupas obtidas foram separadas para recomençar todo o ciclo em laboratório.

## **2.4 Obtenção dos preparados homeopáticos e composição dos tratamentos**

Os preparados isoterápicos foram obtidos por trituração conforme as técnicas prescritas na Farmacopéia Homeopática Brasileira (BRASIL, 2011). As lagartas de *S.*

*frugiperda* utilizadas no preparo foram provenientes da criação massal do laboratório, conforme metodologia já descrita.

Foram utilizadas 20 lagartas vivas de primeiro e segundo ínstaes. Em seguida, foi feita a homogeneização, através da pré-trituração em almofariz. Posteriormente, realizou-se a desconcentração e trituração com auxílio de almofariz e pistilo até a potência 3CH trit, em meio sólido, utilizando lactose. Após, procedeu-se à desconcentração em álcool 70% e posterior sucussão com auxílio de braço mecânico até as potências desejadas na centesimal hahnemanniana (CH): 6, 12, 15, 18.

Os tratamentos foram os preparados isotérmicos da lagarta *S. frugiperda* nas potências: 6CH, 12CH, 15CH, 18CH, comparados ao controle, composto por água destilada.

## 2.5 Experimentos

Os tratamentos foram aplicados na dose de 1 mL L<sup>-1</sup> em água destilada, via irrigação no substrato do vaso, aplicando-se 100 mL da solução no solo dos vasos. Foram realizadas aplicações após uma semana do plantio do milho e essas tiveram continuidade até a infestação das lagartas. Quando as plantas de milho estavam em estágio V3, cinco vasos foram colocados em telados de 1 m<sup>3</sup> cobertos com voal branco. Cada vaso com 3 plantas cada um constituiu uma unidade experimental, sendo, portanto, 5 repetições e o delineamento experimental foi de blocos casualizados. Antes da infestação das lagartas, foi coletada uma planta de milho de cada vaso para análises bioquímicas posteriores, com o objetivo de comparar as condições antes e depois da infestação. Em cada vaso foram liberadas três lagartas por planta de *S. frugiperda* de 4º instar mantidas por 7 dias em contato.

Quando as lagartas foram retiradas, cada planta de milho foi cortada rente ao solo e em laboratório foi submetida ao preparo para a condução dos testes bioquímicos.

## 2.6 Análises Bioquímicas

Os extratos destinados para as análises bioquímicas foram homogeneizados em tampão fosfato, centrifugados e analisados. As amostras foliares foram maceradas em nitrogênio líquido e homogeneizadas em 3 mL de tampão fosfato de sódio 0,05 M (pH 7,8), contendo 0,1 mM EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) e 2% de PVP (poli-vinil-pirrolidona).

## 2.7 Análise de Proteínas

O homogeneizado foi centrifugado a 9.500 rpm por 20 minutos a 4 °C, sendo o sobrenadante coletado e utilizado posteriormente para as avaliações, realizadas em duplicata. Para a quantificação de proteínas foi utilizado o método de Bradford (1976). O extrato proteico foi diluído (1:4) em tampão de extração.

Para avaliar o teor de proteínas foi utilizado 50 uL da amostra mais 2,5 mL do reagente de Bradford. Após cinco minutos foi realizada a leitura a 595 nm no espectrofotômetro. Os valores de absorbância obtidos para as amostras foram comparados

com uma curva padrão com concentrações conhecidas de albumina de soro bovina (ASB). Os resultados obtidos para os níveis de proteínas foram expressos em mg proteína L<sup>-1</sup>.

### **2.8 Análise da atividade da enzima Guaiacol Peroxidase (POD)**

A atividade da enzima guaiacol peroxidase (POD) foi determinada de acordo com Zeraik et al. (2008), utilizando-se o guaiacol como substrato. Em uma alíquota de 1,0 mL de solução tampão fosfato 0,1 mol L<sup>-1</sup> (pH 6,5) foram adicionados 1,0 mL de guaiacol 15,0 mmol L<sup>-1</sup> e 1,0 mL de peróxido de hidrogênio 3 mmol L<sup>-1</sup>. Após a homogeneização dessa solução, foram adicionados 50 L de extrato enzimático. Depois de 1 min de reação, a absorbância do tetraguaiacol formado foi medida em 470 nm. A quantificação da atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) foi realizada de acordo com Zhu et al. (2004). A mistura da reação, em um volume total de 2 ml, consistirá em tampão de fosfato de sódio 25 mM (pH 7,0), EDTA 0,1 mM, ascorbato 0,25 m, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1,0 mM e 100 ml do extrato enzimático. A oxidação do ascorbato foi medida em absorbância a 290 nm.

### **2.9 Análise da atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL)**

A atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Umesha (2006), e modificada por Mioranza et al. (2017), na qual 100 L do extrato proteico serão adicionados a 400 L de tampão Tris-HCl 0,025 M (pH 8,8) e 500 L de um Solução 0,05 M de L-fenilalanina. Esta mistura foi incubada a 40 °C por 2 horas. Após 2 horas, 60 L de 5 M HCl foram adicionados para parar a reação, seguidos pelo registro da absorbância em espectrofotômetro a 290 nm.

As análises dos dados foram realizadas de acordo com o delineamento experimental do experimento. Os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) foram conferidos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) utilizando o software estatístico Genes.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise do conteúdo de proteína da parte aérea do milho mostrou que todos os preparados homeopáticos testados (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) apresentaram um aumento na concentração de proteínas ao comparar o antes com o depois da herbivoria causada pelas lagartas de *S. frugiperda*. O tratamento controle apresentou um aumento significativo na concentração de proteína da folha após a herbivoria, quando comparado aos preparados homeopáticos (Tabela 1).

Tabela 01 – Concentração de proteína solúvel ( $\text{mg mL}^{-1}$ ) da parte aérea de plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com diferentes preparados homeopáticos de *Spodoptera frugiperda* (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) antes e depois de serem expostas a herbivoria da lagarta *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Tratamentos	Proteína ( $\text{mg mL}^{-1}$ )					
	Antes			Depois		
Controle	8.981	a	B	20.438	a	A
6CH	7.026	a	B	13.968	b	A
12CH	7.824	a	B	13.849	b	A
15CH	8.593	a	B	17.616	ab	A
18CH	9.065	a	B	16.041	ab	A
CV (%)	27.48					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada linha, e minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

Segundo a teoria da trofobiose, um aumento na concentração de proteínas nas plantas, em relação inversa dos aminoácidos, é observado em tecidos resistentes a pragas e doenças (Chaboussou, 2006).

O teor de proteínas pode ser influenciado por estresses ambientais, como seca, salinidade, altas temperaturas, entre outros. Essas condições adversas podem levar a alterações na expressão gênica e na síntese de proteínas específicas, que desempenham papéis importantes na resposta adaptativa das plantas ao ambiente (Zahra; Hafeez; Ghaffar; Kausar et al., 2023). Além disso, a avaliação do teor de proteínas também é utilizada para monitorar a nutrição das plantas. A deficiência ou o excesso de certos nutrientes pode afetar a síntese de proteínas, influenciando o próprio crescimento e o desenvolvimento das plantas (Malta; Furtini Neto; Alves; Guimarães, 2002; Zahra; Hafeez; Ghaffar; Kausar et al., 2023; Zhu; Nong; Luo; Li et al., 2021).

Com base nas referências bibliográficas mencionadas, é evidente que o teor de proteínas nas plantas pode ser significativamente afetado por estresses ambientais e pela disponibilidade de nutrientes essenciais. Condições adversas como seca, salinidade e altas temperaturas têm o potencial de alterar a expressão gênica e a síntese de proteínas específicas nas plantas. Essas respostas adaptativas são fundamentais para que as plantas sobrevivam e se desenvolvam em ambientes desafiadores.

Os estudos mostraram que a deficiência ou o excesso de certos nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, podem ter impactos variados na síntese de proteínas. A falta de nitrogênio pode resultar em uma diminuição geral no teor de proteínas, afetando negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Por outro lado, um suprimento adequado de nitrogênio pode aumentar a produção de proteínas específicas envolvidas na fotossíntese e na resposta ao estresse.

Observou-se que a concentração de proteínas nas plantas de milho tratadas com preparados homeopáticos (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) apresentou um leve aumento quando comparadas antes e depois do ataque de herbivoria. Em contraste, no controle, houve um aumento significativo nas proteínas após o ataque da lagarta *S. frugiperda*. Esse

aumento no controle pode ser interpretado como uma resposta da planta a um ataque ou estresse, possivelmente um mecanismo de defesa como a sobrecompensação, onde a planta intensifica a produção de proteínas específicas para resistir a patógenos ou estresses como a seca e o ataque de pragas. Nas plantas tratadas com homeopatia, o aumento equilibrado na concentração de proteínas sugere que esses tratamentos foram eficazes em prevenir ou mitigar o estresse, de modo que os mecanismos de defesa não requerem uma produção excessiva de proteínas

A análise da atividade da enzima guaiacol peroxidase (POD) da parte aérea das plantas de milho mostrou que o controle não apresentou um aumento significativo da enzima antes e depois da herbivoria de *S. frugiperda*. Porém verificou-se que para os tratamentos homeopáticos (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) houve aumento significativo após a herbivoria (Tabela 2).

Tabela 02 – Atividade da enzima guaiacol peroxidase (POD) da parte aérea de plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com diferentes preparados homeopáticos de *Spodoptera frugiperda* (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) antes e depois da exposição a herbivoria da lagarta *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Tratamentos	POD (umol de tetraguaiacol min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> proteína)					
	Antes			Depois		
controle	32.612	ab	A	35.200	b	A
6CH	12.831	b	B	83.896	a	A
12CH	42.153	a	B	73.482	a	A
15CH	26.660	ab	B	72.000	a	A
18CH	24.669	ab	B	71.380	a	A
CV (%)	24,099					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada linha, e minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

A enzima guaiacol peroxidase (POD) é encontrada no citoplasma e apoplasma da célula e estão envolvidas tanto no crescimento quanto no desenvolvimento vegetal, além de catalisar a oxidação de compostos orgânicos como fenóis, amins aromáticas, utilizando o peróxido de hidrogênio como oxidante (TayefiNasrabadi et al., 2010). A atividade da POD varia consideravelmente dependendo das espécies da planta e do tipo de estresse, e que a POD pode ser utilizada como marcador para avaliar a intensidade de estresse em plantas expostas a concentrações salinas não letais (Karuppanapandian et al. 2011). Essa enzima possui ainda grande importância na biossíntese de lignina e na defesa contra estresses consumindo o peróxido de hidrogênio (Boguszewska & Zagdańska, 2012).

Apesar da enzima peroxidase estar relacionada a eventos envolvendo a indução de resistência, não há um padrão definido para seu comportamento, o qual depende do tipo de indutor, sua concentração, tempo após a aplicação na planta e estresse envolvido (Bonaldo; Pascholati; Romeiro, 2005).

Conforme mencionado anteriormente, a POD desempenha um papel fundamental na neutralização de peróxido de hidrogênio e outros compostos reativos de oxigênio, essenciais para proteger as células vegetais contra danos oxidativos.

Nos tratamentos homeopáticos (6CH, 12CH, 15CH e 18CH), observou-se um aumento significativo na atividade da POD após a herbivoria. Isso sugere que os preparados homeopáticos podem ter estimulado uma resposta antioxidante mais robusta nas plantas de milho, melhorando sua capacidade de lidar com o estresse oxidativo induzido pela herbivoria. Aumentar a atividade da POD é um mecanismo crucial para mitigar os efeitos negativos do estresse oxidativo nas plantas, reforçando sua resistência e adaptabilidade às condições adversas do ambiente.

A atividade da POD nas plantas tratadas com o preparado homeopático na 6CH diferiu significativamente menor do que os demais antes de herbivoria. Porém, após a herbivoria não diferiu dos demais tratamento exceto da testemunha. Este resultado pode indicar que os preparados homeopáticos promoveram uma resposta mais eficiente do sistema de defesa das plantas de milho quando foram submetidas a herbivoria das lagartas de *S. frugiperda*. O estímulo na produção da enzima guaiacol peroxidase pode refletir uma melhor adaptação das plantas ao estresse ou a presença de mecanismos de defesa complementares que reduziram a necessidade de uma alta produção de POD. Incrementos na atividade da enzima guaiacol peroxidase são desejados e já foram relatados em feijoeiro utilizando-se preparados Silicea e Sulphur, nas dinamizações 12, 24, 30 e 60CH (Oliveira et al., 2014).

A análise da atividade da enzima Fenilalanina Amônia Liase (FAL) na parte aérea das plantas de milho tratadas com diferentes preparados homeopáticos (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) revelou uma diminuição considerável no controle, 6CH e 12CH, ao comparar os valores antes e depois da herbivoria causada por *S. frugiperda*. No entanto, essa diminuição não foi significativa nos tratamentos com 15CH e 18CH (Tabela 3).

Tabela 03 – Atividade da enzima Fenilalanina Amônia Liase (FAL) da parte aérea de plantas de milho tratadas com diferentes preparados homeopáticos de *Spodoptera frugiperda* (6CH, 12CH, 15CH e 18CH) antes e depois de serem expostas a Herbivoria da lagarta *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Tratamentos	Fenilalanina Amônia Liase ( $\mu\text{mol}$ ácido trans-cinâmico $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ massa fresca)					
	Antes			Depois		
controle	6.393	b	A	1.572	a	B
6CH	8.989	a	A	1.020	a	B
12CH	2.189	c	A	0.941	a	B
15CH	0.800	c	A	0.529	a	A
18CH	1.450	c	A	0.675	a	A
CV (%)	27.48					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada linha, e minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

A enzima fenilalanina-amônia-liase (FAL) utiliza o aminoácido fenilalanina como substrato e desempenha um papel fundamental em todas as vias de síntese de compostos fenólicos. Estes compostos fenólicos são cruciais para a resistência das plantas a pragas e patógenos. A FAL catalisa a primeira de uma série de reações metabólicas que

produzem inúmeros produtos naturais baseados em fenilpropanos, incluindo lignina, certos pigmentos e protetores contra a luz ultravioleta.

Os resultados apresentados por Rahman & Punja (2005) indicam que a produção de FAL é regulada durante o crescimento vegetal, mas também pode ser induzida por vários estímulos ambientais. Estes estímulos incluem infecção por patógenos, ferimentos mecânicos, contaminação por metais pesados, exposição à luz e aplicação de reguladores de crescimento.

Os autores destacam que, quando ocorre uma infecção, as células vegetais adjacentes ao local da infecção aumentam a produção de FAL. Este aumento na produção de FAL leva à síntese acelerada de compostos fenólicos, que ajudam a planta a se defender contra a invasão de patógenos. Além disso, a produção de FAL em resposta a ferimentos e outros estresses ambientais também sugere um papel adaptativo importante na sobrevivência e adaptação das plantas a ambientes hostis. (Rahman & Punja 2005).

Desde 1983, quando foram realizados os primeiros experimentos que demonstraram a interação entre plantas, o papel dos voláteis induzidos nas interações planta-planta tem sido intensamente debatido. (Pinto-Zevallos, Delia M. et al. 2013), estudos em milho mostraram que a exposição de plantas saudáveis a plantas atacadas por *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae) ativa a expressão de genes de defesa e inicia a emissão de compostos voláteis induzidos. (Pinto-Zevallos, Delia M. et al. 2013)

Esses compostos voláteis não apenas servem como um sistema de alerta para as plantas vizinhas, mas também induzem a produção de néctar extrafloral, uma defesa indireta que atrai artrópodes predadores. Este mecanismo pode aumentar significativamente a sobrevivência de artrópodes predadores que ajudam a controlar as populações de herbívoros.

Os voláteis induzidos atuam como sinais de "preparação" para as plantas vizinhas, melhorando suas respostas de defesa em antecipação a um possível ataque futuro. Além disso, a pesquisa de Pinto-Zevallos e colegas indica que essa comunicação entre plantas pode influenciar significativamente a dinâmica ecológica dos ambientes agrícolas, ajudando a reduzir a necessidade de pesticidas químicos e promovendo práticas de manejo mais sustentáveis.

Essa descoberta destaca a complexidade e a sofisticação das interações planta-planta e planta-herbívoro, sublinhando a importância de explorar e entender esses mecanismos naturais de defesa para o desenvolvimento de estratégias agrícolas mais eficientes e ecológicas.

A redução significativa do teor fenilalanina-amônia-liase (FAL) nas plantas de milho dos tratamentos controle, e aquelas tratadas com os preparados homeopáticos 6CH e 12CH sugere que, ao ser danificadas pela alimentação das lagartas, a planta entrou em estado de alerta e enviou mensagem química às plantas próximas, através da produção de

compostos voláteis. Como resultado, as demais plantas receberam esse sinal de alerta e ajustaram suas respostas defensivas, produzindo teores da enzima FAL em grau semelhante. Esse fenômeno evidencia a capacidade das plantas de se comunicarem como uma estratégia coletiva de defesa contra situações adversas como a herbivoria e ou danos causados insetos, por exemplo.

A correlação entre a concentração/teores de proteína e a enzima Fenilalanina Amônia Liase é inversamente proporcional, ou seja, quando o teor da proteína aumenta, aquele da enzima Fenilalanina Amônia Liase diminui. (Figura 1).

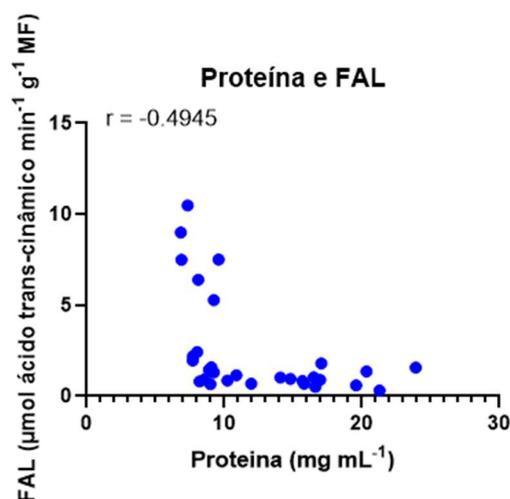


Figura 1. Correlação entre concentração de proteínas e atividade da enzima fenilalanina amônia liase (FAL) em plantas de milho tratadas com os preparados homeopáticos e submetidas a herbivoria de *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Os teores de FAL e da proteína mostraram correlação inversa evidenciada pelo valor negativo de  $r$  (-0.4945). Isso significa que, nas análises realizadas da proteína e da enzima FAL antes e depois da herbivoria causada pela lagarta *S. frugiperda*, os níveis/teores de proteína no tratamento controle e nos demais tratamentos aumentaram após a infestação, já na enzima FAL os níveis/teores mostraram redução quando as plantas de milho foram submetidas aos danos das lagartas de *S. frugiperda*. Portanto, à medida que a concentração de proteína aumentou após a infestação, a concentração da enzima FAL diminuiu em todos os tratamentos (Figura 1).

A correlação entre POD (peroxidase) e a enzima Fenilalanina Amônia Liase (FAL) mostrou-se inversamente proporcional. Isso significa que quando a atividade de POD

aumenta, a atividade da enzima Fenilalanina Amônia Liase tende a diminuir (Figura 2).

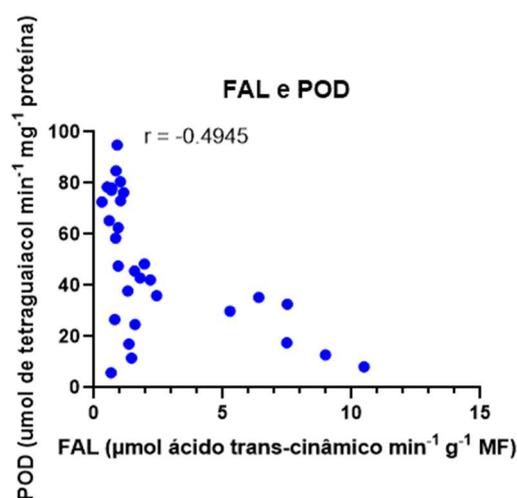


Figura 2. Correlação entre atividade de peroxidase (POD) e fenilalanina amônia liase (FAL) em plantas de milho tratadas com os preparados homeopáticos e submetidas a herbivoria de *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Os teores de FAL e da POD mostraram correlação inversa evidenciada pelo valor negativo de  $r$  (-0.4945). Isso significa que, nas análises realizadas da POD e da enzima FAL antes e depois da herbivoria causada pela lagarta *S. frugiperda*, os níveis/teores de POD no tratamento controle e nos demais tratamentos aumentaram após a infestação, já na enzima FAL os níveis/teores mostraram redução quando as plantas de milho foram submetidas aos danos das lagartas de *S. frugiperda*. Portanto, à medida que a concentração de POD aumentou após a infestação, a concentração da enzima FAL diminuiu em todos os tratamentos.

Os teores de proteína e POD apresentaram correlação proporcional, indicando que quando o teor de proteína aumenta, a atividade da POD também aumenta (Figura 3).

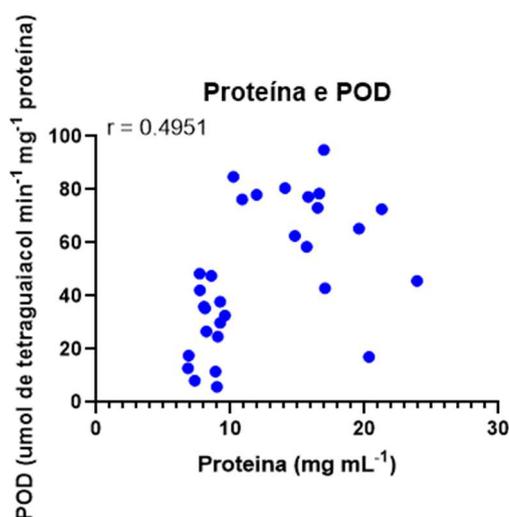


Figura 3. Correlação direta entre concentração de proteínas e atividade de peroxidase (POD) em plantas de milho tratadas com os preparados homeopáticos e submetidas a herbivoria de *S. frugiperda*. Erechim, 2024.

Os resultados mostram que os teores da proteína estão diretamente correlacionados com os da POD, como evidenciado pelo valor de  $r$  (0.4951). Portanto, à medida que a concentração de proteína aumentou após a infestação, a concentração de POD também obteve esse aumento tanto no controle quanto em todos os tratamentos avaliados após a infestação.

#### 4 CONCLUSÃO

Os preparados homeopáticos em concentrações de 6, 12, 15 e 18CH de *Spodoptera frugiperda* induziram alterações na concentração de proteínas, guaiacol peroxidase (POD) e fenilalanina amônia liase (FAL) em plantas de milho sob estresse de herbivoria causado por *S. frugiperda*. Verificou-se um aumento na concentração de proteínas após 7 dias de infestação nos vasos tratados com homeopatia. No entanto, a enzima POD não precisou aumentar de forma significativa nos vasos tratados com homeopatia quando comparados com o controle. Em relação à FAL, observou-se um equilíbrio na concentração dessa proteína entre todos os tratamentos homeopáticos e o controle. Esses resultados sugerem que a homeopatia pode ser uma ferramenta sustentável e eficaz na indução de resistência a insetos herbívoros, proporcionando uma defesa equilibrada sem a necessidade de grandes variações enzimáticas.

## 5 REFERÊNCIAS

- BARBOSA NETO, J. F. et al. Milho. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Ed.). *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 575–598.
- BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1–2, p. 248–254, 1976.
- BRASIL. **Farmacopéia homeopática brasileira**. 3. ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2011.
- CASALI, V. W. D. et al. *Homeopatia: bases e princípios*. Viçosa, MG: UFV, 2006.
- CRUZ, I. Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.
- DUMAS, P. et al. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? **Genetica**, v. 143, n. 3, p. 305–316, 2015.
- FONTES, O. L. Medicamento homeopático. In: FONTES, O. L. (Ed.). *Farmácia homeopática: teoria e prática*. 5. ed. Barueri, SP: Manole, 2017. p. 102–146.
- GIESEL, A.; BOFF, M. C.; BOFF, P. Dynamized high dilutions for management of the leafcutter ant *Acromyrmex laticeps* Emery (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 497, 2017.
- GIESEL, A.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P. The effect of homeopathic preparations on the activity level of *Acromyrmex* leaf-cutting ants. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 445–451, 2012.
- GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 487–488, 1976.
- JUÁREZ, M. L. et al. Population structure of *Spodoptera frugiperda* maize and rice host forms in South America: Are they host strains? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 152, n. 3, p. 182–199, 2014.
- KAVIRAJ, V. D. *Homeopathy for Farm and Garden – The homeopathic treatment of plants*. 4. ed. Kandern, Germany: Narayana Verlag, 2015.

MAPELI, N. C. et al. Deterrência alimentar em *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) induzida por soluções homeopáticas. **Revista Ceres**, v. 62, n. 2, p. 184–190, 2015.

MIORANZA, T. 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.

MODOLON, T. A. et al. Diet and development of the fall armyworm *Sopodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in maize treated with the homeopathic preparation *Silicea terra*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 2, p. 106–116, 2017.

NAGOSHI, R. N. et al. Identification and comparison of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in Brazil, Texas, and Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 100, n. 3, p. 394–402, 2007.

NECHAR, R. M. C.; CARNEIRO, S. M. de T. P. G. Os pilares da homeopatia. In: CARNEIRO, S. M. DE T. P. G. (Ed.). Homeopatia: princípios e aplicações na Agroecologia. Londrina, PR: IAPAR, 2011. p. 25–30.

OLIVEIRA, J. S. B. et al. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 11, p. 971–981, 2014.

POGUE, M. G. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, n. 1, p. 1–201, 2002.

ROSA, A. P. S. A. Da; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2012.

TEIXEIRA, M. Z.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Effects of homeopathic high dilutions on plants: literature review. **Revista de homeopatia**, v. 80, n. 3/4, p. 104–120, 2017.

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.

ZERAIK, A. E. et al. Desenvolvimento de um spot test para o monitoramento da atividade da peroxidase em um procedimento de purificação. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 731–734, 2008.

ZHU, Z. et al. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Plant Science**, v. 167, n. 3, p. 527–533, 2004.

OLIVEIRA et al. ,2007, apud, MAGALHÃES, Cilene Rejane et al. Óleos essenciais na emergência de grãos de milho (*Zea mays* L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014.

PINTO-ZEVALLOS, Delia M. et al. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395–1405, 2013.

DEBONI, Tarita Cira et al. Bioatividade de preparados homeopáticos e extratos vegetais sobre adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 2, 2017.

OLIVEIRA, Juliana Santos Batista et al. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 11, p. 971-981, 2014.

CAMPOS, Ângela Diniz et al. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, p. 637-643, 2004.

GOULART NETO, Lazara Adalardo de Sousa et al. DESEMPENHO DE HIBRIDOS DE MILHO NA SAFRINHA 2022/2023 NA REGIAO DE RIO VERDE-GO. 2023.

SIMON, Lucas. Avaliação de híbridos de milho quanto ao complexo enfezamento com e sem a aplicação de inseticida químico combinado a biológico. 2023.

SILVA, Gabriel Oliveira. Acompanhamento de Milho segunda Safra no ano de 2020 em pivô central, no Município de Peixe-TO. 2021.

TINOCO, Tatiane José; DA SILVA, Priscila Loire; DA ROCHA, Ana Paula Soares. Manejo integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas. *Revista Contemporânea*, v. 3, n. 11, p. 22675-22697, 2023.

DEBONI, Tarita Cira et al. A homeopatia como indutora de resistência do feijoeiro à herbivoria de insetos em sistemas agroecológicos. 2019.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: arearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, v.69, n. 4, p. 487–488, 1976.