



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL  
LICENCIATURA EM QUÍMICA  
CAMPUS RECIFE

GILSON JOSÉ DA SILVA GOMES VIEIRA

**ESTUDO DO POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO AQUOSO DA *ETLINGERA*  
*ELATIOR* FRENTE AO *SITOPHILUS ZEAMAIIS* (*orgulho do milho*)**

RECIFE  
2025

GILSON JOSÉ DA SILVA GOMES VIEIRA

**ESTUDO DO POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO AQUOSO DA *ETLINGERA ELATIOR* FRENTE AO *SITOPHILUS ZEAMAIIS* (*gorgulho do milho*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Coorientador (a): Dr. Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias Aguiar

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Vieira , Gilson José da Silva Gomes .

Estudo do Potencial Inseticida do Extrato Aquoso da Etlingera elatior frente  
ao Sitophilus zeamais (Gorgulho do milho) / Gilson José da Silva Gomes  
Vieira . - Recife, 2025.

61 p. : il., tab.

Orientador(a): Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Coorientador(a): Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias Aguiar

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Química - Licenciatura,  
2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Inseticida . 2. Controle de pragas . 3. Etlingera elatior . 4. Sitophilus  
zeamais . 5. Milho . I. Navarro , Daniela Maria do Amaral Ferraz. (Orientação).  
II. Aguiar , Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias . (Coorientação). IV. Título.

540 CDD (22.ed.)

GILSON JOSÉ DA SILVA GOMES VIEIRA

**ESTUDO DO POTENCIAL INSETICIDA DO EXTRATO AQUOSO DA ETLINGERA  
ELATIOR FRENTE AO SITOPHILUS ZEAMAIIS(*gorgulho do milho*)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Química da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito para a  
obtenção do título de Licenciado em  
Química.

Aprovado em: 28/11/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº. Dra. Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias Aguiar (Co-orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dra. Ana Carla da Silva (Examinadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dra. Suyana Karolyne Lino da Rocha (Examinadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a Deus e a todo meu povo de axé que sempre me mantiveram de pé nos momentos mais difíceis e que me ajudaram sempre. Dedico também a meus pais, Olga e Gerdivaldo, que são a minha luz no meu longo e árduo caminho. Aos meus familiares, Vânia, Gabriel e Heitor por sempre acreditarem em meu potencial e pela parceria. Aos meus amigos por me incentivarem sempre e proporcionarem momentos de leveza. Aos companheiros de laboratório pelo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao CNPq e à Propesq pelo amparo financeiro para a realização dessa pesquisa, assim como pelo incentivo ao desenvolvimento da ciência no Brasil.

A Deus e todo meu povo de axé que foram meus grandes guias nessa jornada e sempre me mantiveram de pé e com forças para continuar.

Aos meus pais: Olga José da Silva Vieira e Gerdivaldo Gomes Vieira por sempre investirem em mim, me apoiarem, por serem meus parceiros e por serem minha luz nos momentos que mais precisei.

Aos meus familiares, Vânia José da Silva, Gabriel Antonio Silva Soares e Heitor Aquiles Silva Soares por serem meus maiores incentivadores e parceiros, assim como serem referências para mim.

Aos meus amigos, em especial a Isa Larissa, Raquel Aguiar, Carolina Matos, Eva Amorim, Priscila Soares, Rayane Roque, Alessandra Santana, Camila Bandim, Michelle Suzana e aos demais minha eterna gratidão por me apoiarem, me ajudarem, me escutarem e me aconselharem de suas maneiras mais singulares e singelas.

Aos meus companheiros do Laboratório de Ecologia Química pela parceria, ajuda e momentos construtivos e descontraídos durante a jornada.

À professora Dra. Daniela Navarro por ser uma excelente orientadora, por acreditar em mim quando nem eu mesmo acreditei, por ser uma referência na pesquisa e como ser humano e por ter me dado a oportunidade de me desenvolver enquanto pesquisador.

Ao Dr. Júlio Aguiar pela parceria, paciência, ensinamentos, momentos de descontração, por ser uma referência como pesquisador, como professor e por ser um grande parceiro na jornada da graduação.

Aos professores do Departamento de Química Fundamental, em especial à Profa. Dra. Roberta Oliveira, Profa. Dra. Laís Souza, Profa. Dra. Nathalia Bezerra e aos demais do corpo docente do DQF, pelos ensinamentos, por serem excelentes profissionais e por me ensinarem um pouco mais sobre a química.

## RESUMO

Dentre os grãos que possuem grande quantidade de carboidratos, o milho se destaca como um dos mais consumidos no mundo inteiro. Serve como matéria-prima para inúmeros alimentos, além de ser muito versátil e de diversas aplicações em indústrias alimentícias, de combustíveis, de bebidas, além de ser utilizado na alimentação de animais. O armazenamento desse milho é comumente feito em silos ou paiol, deixando-o suscetível ao ataque de insetos-pragas que trazem grandes perdas econômicas. Entre os insetos que atacam o milho armazenado, destacam-se os *Sitophilus zeamais* (gorgulho do milho). O combate a esse inseto tem sido realizado com produtos sintéticos derivados de fosfinas, que trazem riscos à saúde humana e aos organismos não-alvos. Assim uma potencial alternativa renovável e ecológica é o uso de produtos naturais, como óleos essenciais, extratos e hidrolatos obtidos de plantas. Este trabalho, então, tem como objetivo estudar o potencial inseticida do extrato aquoso da *Etlingera elatior*, planta que já demonstrou atividades inseticidas por meio de seu óleo essencial. Os bioensaios de contato indicaram que a concentração de 0,134 g de extrato por inseto é eficaz. Já os testes de ingestão apresentaram uma crescente inibição a partir de 60 mg de extrato por grama de farinha de trigo, demonstrando assim o potencial do extrato e trazendo um novo olhar para os extratos. Já na caracterização química do extrato por cromatografia em camada delgada revelou alguns compostos presentes na amostra tais como flavonoides, taninos hidrolisados, terpenos/esteróides e saponinas. Na Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, foi constatada a presença do ácido clorogênico no Extrato aquoso. Portanto, alternativas naturais extraídas de plantas, como a *E. elatior*, são uma boa possibilidade pois são biodegradáveis, têm baixa toxicidade para mamíferos e apresentam um potencial inseticida para essa praga.

**Palavras-chave:** Inseticida, controle de pragas, *Etlingera elatior*, *Sitophilus zeamais*, milho.

## ABSTRACT

Among grains containing a large amount of carbohydrates, corn stands out as one of the most consumed worldwide. It serves as a raw material for numerous foods, is highly versatile, and has numerous applications in the food, fuel, and beverage industries, as well as in animal feed. Corn is commonly stored in silos or barns, leaving it susceptible to insect pests that cause significant economic losses and degrade its nutritional value. Among the insects that attack stored corn is *Sitophilus zeamais* (corn weevil). Combating this insect has been carried out with synthetic products derived from phosphines, which pose risks to human health and non-target organisms. Therefore, a potential renewable and ecological alternative is the use of natural products, such as essential oils, extracts, and hydrolates obtained from plants. This work, therefore, aims to study the insecticidal potential of the aqueous extract of *Etlingera elatior*, a plant whose essential oil has already demonstrated insecticidal activity. Contact bioassays indicated that a concentration of 0.134 g of extract per insect is effective. Ingestion tests showed increasing inhibition from 60 mg of extract per gram of wheat flour, demonstrating the extract's potential and offering a new perspective on extracts. Chemical characterization of the extract, performed using thin-layer chromatography, revealed some compounds present in the sample, such as flavonoids, hydrolyzed tannins, terpenes/steroids, and saponins. High-performance liquid chromatography (HPLC) confirmed the presence of chlorogenic acid in the aqueous extract. Therefore, natural alternatives extracted from plants, such as *E. elatior*, are a good alternative because they are biodegradable, have low toxicity to mammals, and have insecticidal potential for this pest.

**Keywords:** Insecticide, pest control, *Etlingera elatior*, *Sitophilus zeamais*, corn.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Estrutura anatômica do milho

Figura 2 - *Sitophilus zeamais*

Figura 3 - Ciclo de vida do *Sitophilus zeamais*

Figura 4 - Fosfina

Figura 5 - *Etlingera elatior*

Figura 6 - Folhas de *E. elatior*

Figura 7 - Colônia de *S. zeamais*

Figura 8 - Índice de deterrência alimentar

Figura 9 - Taxa de crescimento relativo

Figura 10 - Taxa de consumo relativo

Figura 11 - CCD para Flavonóides

Figura 12 - CCD para Taninos Hidrolisados

Figura 13 - CCD para Terpenos/esteróides

Figura 14 - CCD para Saponinas

Figura 15 - Cromatograma

Apêndice A - Caracterização Fitoquímica

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Condições cromatográficas para identificação do perfil químico por CCD

Tabela 2 – Resultado da mortalidade do bioensaio de contato

Tabela 3 – Grupos fitoquímicos e presença relativa no extrato

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

EA - Extrato Aquoso

OE - Óleo essencial

CCD - Cromatografia em Camada Delgada

*E. elatior* - *Etlingera elatior*

*S. zeamais* - *Sitophilus zeamais*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>15</b>
2.1	Milho	15
2.2	<i>Sitophilus zeamais</i>	17
2.3	Combate ao inseto-praga	19
2.4	<i>Etlingera elatior</i>	20
2.5	Extrato Aquoso	23
2.6	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	24
<b>3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	<b>27</b>
4.1	Metodologia experimental	27
4.2	Material Vegetal	27
4.3	Bioensaios Inseticidas	30
<b>5</b>	<b>Resultados e Discussões</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>Referências</b>	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE – CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é um grão rico em carboidratos, sendo uma das principais fontes de energia e matéria-prima para produção de diversos alimentos, sendo o quarto mais consumido no mundo. Devido à sua alta demanda, a safra deste grão no Brasil atingiu uma média de 316,7 milhões de toneladas nos anos de 2023/2024, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB 2024. Por ser um grão essencial e muito utilizado, seu armazenamento deve ser realizado de maneira adequada para preservar a qualidade para consumo, normalmente é abrigado em silos e/ou paiol, a fim de evitar ataques de pragas, como fungos e insetos as quais são responsáveis por cerca de 20 a 40% de perdas de grãos (Embrapa, 2021; Chuck-Hernández, *et al.*, 2012).

Dentre os insetos que atacam os grãos de milho armazenados, destaca-se o *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), ou o gorgulho do milho, como é conhecido popularmente. Durante seu ciclo de vida, esse pode viver de 4-5 meses, além de ter uma reprodução muito rápida e em grande quantidade, cerca de 400 ovos por fêmea que levam de 4-6 semanas para se desenvolverem. O desenvolvimento do *S. zeamais* representa um alto risco para os produtores de grãos de armazenagem em regiões tropicais, pois o gorgulho possui grande potencial de ataque aos grãos nos locais de armazenamento. Isso causa uma rápida deterioração dos produtos, gerando impactos severos na economia (FAO, 1983; Embrapa, 2021; Pimentel, *et al.*, 2023).

Denominados como inseto-praga, o *S. zeamais* é conhecido assim por ocasionar enormes danos e prejuízos a recursos agrícolas, aos ecossistemas e ao valor nutricional do milho. Esse é classificado como praga quando seu nível populacional e seus danos superam o gasto necessário para o seu controle (Picanço, 2010). A proteção das culturas alimentares contra a infestação de insetos-praga é uma questão de sua relevância para a indústria alimentícia, agricultores, organizações de saúde pública e órgãos ambientais. Isso ocorre porque a deterioração, degradação e contaminação de grãos, frutas e raízes por insetos causam perdas econômicas significativas e afetam a segurança alimentar (Brackmann, *et al.*, 2002).

A infestação pelo gorgulho tende a aumentar nos meses de outubro e novembro, já que os insetos encontram-se em maior número devido ao aumento da quantidade de grãos de milho armazenados nos paióis (EMBRAPA, 2005). Para controlar esse inseto-praga, aos inseticidas mais utilizados são piretróides e organofosforados, triclorfon, fenthion, clorpirimifós, malation, meditation, tiame toxam, além de outros à base de fosfetos de alumínio e magnésio, também apresentaram sucesso no controle via contato residual (Coelho et. al., 2011, Baliota, et al., 2022; Sakka e Athanassiou, 2023). Apesar dos inseticidas sintéticos serem muito eficientes, estes deixam resíduos nos alimentos além de promover riscos à saúde dos agricultores que realizam a aplicação (Viana et al., 2012).

O controle dessas pragas é comumente realizado com inseticidas fumigantes, que mesmo sendo eficazes, podem provocar alguns efeitos colaterais, principalmente a toxicidade aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos, e também a probabilidade de seleção natural de populações do *S. zeamais* mais resistentes e deixando o grão impróprio para consumo. Assim sendo, o estudo de novos inseticidas menos nocivos ao meio ambiente, aos trabalhadores rurais e no consumidor final que se alimentam desses grãos, tem se tornado cada vez mais relevante (Ribeiro et al., 2020).

Neste cenário, os óleos essenciais (OEs) vêm despertando grande interesse na busca de alternativas de baixo custo, de fontes renováveis, de fácil obtenção, e menos poluentes. Com essas características os OEs possibilitam a produção de inseticidas eficazes e seguros para população e para o meio ambiente (Piplani et al., 2019). A maioria das substâncias presentes nos óleos essenciais são voláteis, e podem estar localizados nas partes aéreas (folhas e ramos finos), cascas, troncos, raízes, frutos e flores (Basaid et al., 2020).

Como alternativas para controlar *S. zeamais*, estão sendo testados métodos como o uso de extratos, podendo ser avaliado a ação do óleo, extrato e/ou hidrolato, todos subprodutos do processo de hidrodestilação (De LIRA et al., 2022). Em estudo realizado por Gusmão et al. (2013) foi demonstrado que o pó das folhas de *Eucalyptus citriodora* promoveu um índice de repelência de 96% dos insetos. Foi observado que o extrato hidroalcoólico das folhas de *Schinus terebinthifolius* apresentou um índice de repelência de 60% dos insetos adultos, enquanto o extrato aquoso da mesma planta apresentou um efeito repelente importante na oviposição e sobre as larvas do *Sitophilus sp* (Goergen, 2016).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial inseticida do extrato aquoso da *E. elatior* frente ao *S. zeamais*, se destacando por ser o pioneiro ao avaliar o extrato dessa planta, sendo uma alternativa mais econômica, barata, de fácil aplicação e com promissor potencial para a mitigação da praga do milho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Milho

A produção de milho e sua cultura é de grande importância entre as atividades agropecuárias do Brasil. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) , em 2023 o Brasil foi o terceiro maior produtor desse grão no mundo. Em 2023 o Brasil foi consolidado como o maior exportador de milho do mundo, correspondendo a cerca de 28,3% do comércio global (FAO, 2023; Embrapa, 2025). Sendo uma cultura de grande diversidade, o grão em questão é produzido em diferentes regiões do Brasil, essa diversidade está associada à indústria de bebidas, combustíveis, farmacêuticas, insumos, épocas de plantio, finalidade do uso e os perfis socioeconômicos dos produtores (Embrapa, 2025).

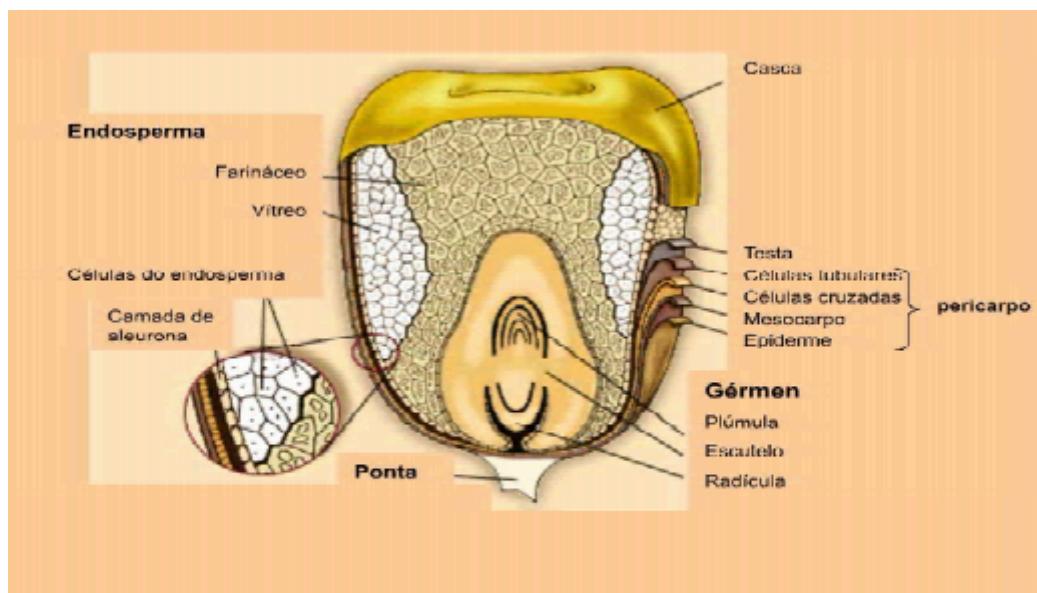
Na agropecuária brasileira, o milho se destaca por ser um dos cereais mais cultivados, apresentando valores bem expressivos na economia. Segundo a Embrapa, em 2021, cerca de 57 milhões de toneladas do grão foram produzidas em uma área de quase 15 milhões de hectares, tanto na safra normal, como na safrinha. A produção de milho no Brasil é organizada em duas safras distintas: a safra principal (ou de verão) e a chamada "safrinha" (segunda safra), que corresponde à produção cultivada após a soja, no mesmo ano agrícola. A Embrapa destaca que a safrinha responde por cerca de 60% da produção total, enquanto a primeira safra representa cerca de 40%.

A Conab em 2024, estimou para o ciclo agrícola de 2023/24 uma colheita de milho em torno de 120 milhões de toneladas, com previsão de exportação de cerca de 38 milhões de toneladas. Refletindo que não apenas grandes volumes de produção, mas a crescente inserção do milho brasileiro no mercado externo, colocando o Brasil como o maior exportador de milho do mundo no ano de 2023 (FAO, 2023; Embrapa, 2025).

Este grão (Figura 1) apresenta um altíssimo valor nutricional, se destacando como importante fonte de energia, fibras, proteínas, óleos, minerais e vitaminas (Ramos, *et al.*, 2024). Sendo composto por aproximadamente, 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras e 4% de óleo, os grãos de milho possuem uma grande versatilidade, desde a alimentação quanto a produção de combustíveis. Apenas 13%

dos grãos produzidos é destinado ao consumo humano, estudos como Embrapa, 2021, descreve que esse dado de consumo é constante desde os anos 1980.

**Figura 1.** Estrutura anatômica do Milho.



**Fonte:** Vilar (2022)

Um dos destaques do grão é sua grande versatilidade. No consumo humano, é tradicionalmente consumido em forma de espiga, pipoca, curau, cereais no geral, além de ser o principal componente de massas e produtos derivados como bolos e biscoitos (Embrapa, 2021). Na alimentação animal, o milho é mais expressivo. Entre 65% a 80% da composição das rações é formada por milho, representando até 40% do custo final dos alimentos. Segundo a Embrapa, (2021) 82% de todo o milho produzido no Brasil é consumido como ração animal, em especial para suínos e aves de corte.

Por conta do seu alto rendimento de matéria verde, o milho é a forragem mais utilizada para silagem no Brasil, ainda possui uma excelente qualidade de fermentação e manutenção do valor nutritivo (Embrapa, 2021). Na indústria, o milho serve para produção de amido, óleo vegetal, adoçante, etanol e até como base para antibióticos (Silva *et al.*, 2020). O amido do milho constitui um dos excipientes mais utilizados na indústria farmacêutica por conta da sua abundância, baixo custo e propriedades favoráveis. Atua como diluente, desintegrante e aglutinante na produção de comprimidos, essa versatilidade faz do milho e do amido de milho uma matéria-prima estratégica no desenvolvimento de fármacos ( Sanches, *et al.*, 2024).

## 2.2 *Sitophilus zeamais*

O *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Figura 1), inseto pertencente à classe Insecta, ordem Coleoptera, subordem Polyphaga, superfamília Curculionoidea e família Curculionidae. Essa espécie é predominante em climas tropicais, entretanto com o aquecimento global já é relatada a presença destes em regiões de clima temperado (Gallo *et al.*, 2002).

**Figura 2.** *Sitophilus zeamais*.



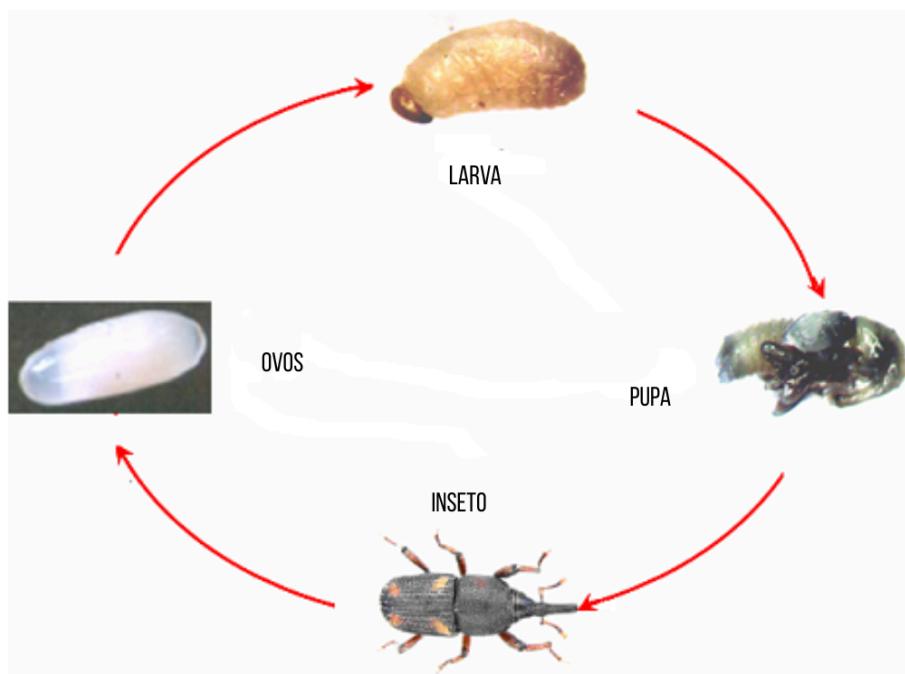
**Fonte:** Canadá (2019) Acesso em 08/09/25

Morfologicamente, o inseto na sua fase adulta possui tamanho médio entre 3 e 3,5 mm de comprimento. Sua coloração varia entre o castanho-escuro ao negro brilhante. Os élitros (asas interiores) apresentam manchas ovais amareladas ou avermelhadas, característica essa que o diferencia de outras espécies como o *Sitophilus oryzae*. O inseto possui um rosto longo e antenas que se dobram em formato de joelho destacam sua identificação (FAO, 1983).

O ciclo de vida do inseto (Figura 2) é relativamente rápido, variando entre 30 a 35 dias em condições favoráveis de temperatura e umidade, mas se estendendo a mais de 100 dias em ambientes não favoráveis. Esse inseto apresenta uma alta capacidade reprodutiva, as fêmeas depositam de 150 a 400 ovos durante seu ciclo de vida e seu desenvolvimento ocorre em um intervalo de 4 a 6 semanas. Todo o desenvolvimento da fase de larva e pupa ocorre dentro dos grãos, o que intensifica o dano e dificulta o combate. O ataque aos grãos ocorre com perfuração na superfície,

deixando orifícios irregulares que comprometem a qualidade do produto (FAO, 1983; Gallo *et al.*, 2002; Stuhl e Romero, 2021).

**Figura 3.** Ciclo de vida do *Sitophilus zeamais*.



**Fonte:** Meikle *et al.*, adaptada (1999)

O ataque do gorgulho-do-milho pode ocorrer tanto no campo quanto no armazenamento, sendo mais prejudicial no armazenamento, pois no campo ele compete com outras pragas como gafanhotos. Os insetos adultos e as larvas consomem o endosperma e o embrião dos grãos, reduzindo peso, qualidade nutricional e potencial germinativo. Santos, *et al.*, 1990, apontaram em seu estudo que estágios mais avançados de infestação, a germinação de sementes de milho pode ser reduzida em até 94%, evidenciando a qualidade fisiológica das sementes.

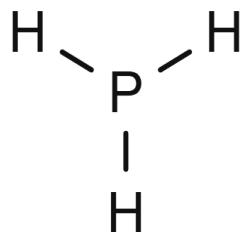
Devido aos seus grandes impactos, o *Sitophilus zeamais* é considerado uma das principais pragas de produtos armazenados. O controle desse inseto apresenta muitos desafios. O uso de inseticidas pós-colheita é comum, porém ressalta preocupações ambientais e de saúde. Algumas estratégias mais sustentáveis, como seleção de variedades mais resistentes e o uso de produtos naturais com atividade inseticida vêm sendo estudadas como alternativas mais sustentáveis (Pimentel *et al.*, 2023). Segundo Pires *et al.*, 2020, em determinados casos como em castanhas-do-Pará, observou-se que o gorgulho não consegue colonizar o produto,

evidenciando certa especificidade de hospedeiros e abrindo perspectivas para manejo integrado.

### 2.3 Combate ao inseto-praga

O combate ao *Sitophilus zeamais* se baseia na aplicação de inseticidas sintéticos nos grãos armazenados. Esses produtos muitas vezes são à base de fosfinas Figura 3, possuem uma elevada eficiência imediata, atuando de maneira preventiva e/ou curativa. Entretanto, o uso contínuo desses compostos gera uma série de problemas, como o surgimento de populações mais resistentes, acúmulo de resíduos tóxicos nos grãos e impactos ambientais relacionados à contaminação da água e do solo. Além disso, a exposição dos trabalhadores e consumidores aos inseticidas sintéticos ressalta a segurança alimentar e à saúde pública, sendo necessário repensar estratégias de manejo (Pimentel, 2022; Holtz, *et al.*, 2024).

**Figura 4.** Fosfina.



**Fonte:** Autor, 2025

Uma outra abordagem adotada no controle do gorgulho-do-milho envolve o uso de práticas de manejo físico. O manejo hermético, a modificação da atmosfera, o controle da umidade dos grãos e o uso de baixas temperaturas são alguns exemplos de manejos físicos no combate desse inseto. Essas estratégias limitam as condições necessárias para o desenvolvimento dos insetos, porém muitos desses métodos, mesmo que eficientes, apresentam custos relativamente elevados e podem ser inviáveis para pequenos produtores em regiões tropicais. (Costa *et al.*, 2021).

O controle biológico também tem sido investigado como alternativa sustentável. Algumas pesquisas como a de Santos, *et al.*, 1990 demonstraram que fungos entomopatogênicos, parasitoides e predadores naturais podem contribuir para redução da população do *Sitophilus zeamais*. No entanto, a aplicação prática desses

agentes em ambientes de armazenamento ainda é limitada, principalmente pela dificuldade de manutenção da viabilidade dos organismos biológicos em condições industriais. Mesmo com esse cenário promissor, o controle biológico ainda exige avanços tecnológicos que permitam maior eficiência e aplicação prática (Pires *et al.*, 2020).

Com as limitações por métodos químicos, físicos e biológicos tradicionais, o interesse no uso de produtos naturais cresce com o objetivo de combater pragas de grãos armazenados. Óleos essenciais, extratos vegetais e compostos derivados de plantas vêm sendo amplamente estudados por apresentarem propriedades inseticidas, repelentes e/ou inibidoras no desenvolvimento dos insetos (Coitinho *et al.*, 2010). Os produtos naturais se destacam pela baixa toxicidade aos seres humanos, rápida degradação no ambiente e menor risco de induzir resistência aos insetos por atuarem em diferentes mecanismos de ação simultaneamente, sendo uma alternativa mais ecologicamente segura. Estudos como o de Pimentel *et al.*, (2023), apontam o uso do óleo essencial da *Etlingera elatior* e seus compostos majoritários, dodecanol (34,66%) e dodecanal (43,97%) como alternativa para combate aos *Sitophilus zeamais*, demonstrando a relevância dos produtos naturais e suas aplicações.

A biossíntese de produtos naturais parte de vias metabólicas primárias (glicose, ciclo do ácido cítrico, entre outros), se ramificando em rotas específicas, que geram diferentes classes de compostos (aminoácidos, shiquimato, mevalonato, malonato) (Taiz *et al.*, 2001). A busca por compreender as vias biossintéticas permite olhar para a indústria, engenharia metabólica e prospecção de fármacos e pesticidas naturais. Coitinho *et al.*, (2010) reafirma o uso de inseticidas naturais contra pragas, utilizando de diferentes óleos essenciais (*Eugenia uniflora*, *Cinnamomum zeylancium*, *Piper marginatum*, *Melaleuca leucadendron* e *Schinus terebinthifolius*) para combater o *S. zeamais*. Mesmo com grandes avanços, os produtos gerados ou descartados na hidrodestilação para obtenção de óleos essenciais (hidrolato e extrato aquoso) ainda não são muito explorados.

## **2.4 *Etlingera elatior***

No contexto de inseticidas em produtos naturais, muitas plantas já possuem destaques e estudos sobre seus efeitos frente a algumas pragas. Ribeiro *et al.*

(2020), constataram o poder inseticida do óleo essencial das folhas de *Croton rudolphianus* frente ao *Sitophilus zeamais*, destacando a relevante importância dos produtos naturais ao combate de pragas. Dentre as plantas cujo óleo essencial possui poder inseticida tem-se a *Etlingera elatior*, também conhecida como Bastão-do-imperador (Figura 4), Pimentel *et al.*, (2023), relatou a atividade inseticida do óleo desta planta frente aos *Sitophilus zeamais*, abrindo possibilidades de maiores estudos dessa planta.

**Figura 5.** *Etlingera elatior*.



**Fonte:** Autor, 2025.

A *E. elatior* é da família *Zingiberaceae*, a família do gengibre. É uma planta rizomatosa, com hábito herbáceo, inflorescências vistosas que normalmente são utilizadas com fins ornamentais. Em países do Sudeste Asiático como Tailândia e Malásia, a planta é usada como condimento, alimento e como matéria de fármacos da medicina tradicional (Chan, E. W. C *et al.*, 2011). Alguns estudos como o de Gonçalves, *et al.*, (2014) destacaram as características das inflorescências do bastão do imperador são importantes para sua seleção para fins ornamentais, como massa, diâmetro da haste e padrão de coloração. Por apresentar grande valor ornamental e econômico por conta das suas inflorescências (vermelhas) robustas, a *Etlingera elatior* apresenta longa durabilidade pós-colheita. Essa relevância estimulou inúmeras pesquisas agronômicas robustas e focadas em caracterizar a

variabilidade genética da espécie. Gonçalves *et al.*, (2014) relata que alguns descritores como altura e coloração das brácteas evidenciam ampla divergência genética entre os acessos cultivados no Brasil. Essa diversidade é estratégica para o desenvolvimento de novas variedades adaptadas a diferentes regiões e demandas do mercado ornamental.

Natural da Indonésia, a *E.a elatior* se adaptou bem ao bioma e à flora brasileira. Além do cultivo tradicional, técnicas biotecnológicas de propagação *in vitro* têm se destacado como ferramenta para multiplicação rápida e produção de mudas livres de patógenos. Algumas pesquisas como a de Silva *et al.*, (2015), demonstram protocolos eficientes para *Etlngera elatior*, com altas taxas de enraizamentos e aclimatização, facilitando o processo de expansão e cultivo em escala industrial. Essa expansão se dá pela micropropagação baseada na indução de brotações a partir de gemas axilares ou rizomas, permitindo gerar uma grande quantidade de plantas.

Estudos têm demonstrado que *E. elatior* possui compostos bioativos como flavonóides, fenóis, taninos e terpenos que conferem propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas e de proteção ao estresse oxidativo (Ferreira *et al.*, 2025). Esses constituintes demonstram elevada capacidade antioxidante, podendo neutralizar radicais livres e reduzir o estresse oxidativo em sistemas biológicos. Outra variedade de aplicação é a atividade anticancerígena (Ferreira *et al.*, 2025). Compostos isolados do rizoma demonstraram efeito citotóxico seletivo em linhagem celulares tumorais, inibindo a proliferação e induzindo a apoptose. Muitos desses estudos só ressaltam a versatilidade da *E. elatior*, assim como expressam a importância do estudo de compostos naturais. (Habsah, *et al.*, 2005, Rescarolli e Zaffari, 2007; Silva, 2012; Ferreira, *et al.*, 2025).

A relevância desses estudos, portanto, vai além da saúde pública, o aproveitamento de óleos essenciais de *Etlngera elatior* também dialoga com o controle de pragas agrícolas. (Ribeiro *et al.*, 2020; Pimentel *et al.*, 2023). Embora incipiente, algumas pesquisas (Ferreira *et al*, 2025; Lima *et al.*, 2025) já sugerem o efeito repelente contra o *Sitophilus zeamais*, aproximando a espécie ao debate sobre produtos naturais para proteção de alimentos e armazenamento, juntamente com tendências de redução de agrotóxicos.

## 2.5 Extrato aquoso

Entende-se por extrato aquoso (EA) como uma maneira de preparar substâncias bioativas de plantas utilizando água como solvente para extrair compostos. Essa extração, normalmente, ocorre por hidrodestilação, onde o EA será submetido ao calor e o que “sobra” é filtrado e utilizado para estudos. Geralmente partes da planta como folhas, flores, caule, raiz, inflorescências entre outros, são esmagados ou macerados, fervidos e deixados de molho em água. Nesse processo, algumas substâncias hidrossolúveis, como algumas vitaminas, açúcares, minerais, polifenóis, taninos, flavonoides, são liberados. (Souza *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2019).

Os métodos mais comuns de obtenção do EA são por maceração, infusão, decocção ou extração com auxílio de calor. Nesse processo pode-se utilizar água pura ou aquecida, às vezes sob agitação ou ultrassom para acelerar o processo de extração. Entre as principais vantagens de trabalhar com extrato aquoso está o seu baixo custo, simplicidade, baixa toxicidade, compatível com alimentos ou uso medicinal popular, não é necessária a utilização de solventes orgânicos caros e/ou perigosos. Entretanto, nesse processo de extração pode extrair menos tipos de compostos do que com solventes orgânicos, há uma menor concentração de alguns compostos ativos, tem-se uma possibilidade de decomposição de compostos sensíveis ao calor e uma menor seletividade (Schwan-Estrada *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2022).

Da Silva *et al.*, (2023), destacou que o extrato aquoso da *Eugenia uniflora* funciona bem como repelente, mesmo com a presença do Pirogalol (26,37%) como composto majoritário, inibindo a oviposição ou redutor da emergência de insetos, sua atividade não se deu pelo majoritário e sim pelo extrato aquoso. Essas aplicações demonstram que os extratos aquosos necessitam de atenção tanto quanto os óleos essenciais. Entretanto, raramente o EA mata grandes porcentagens de insetos adultos como os inseticidas químicos, sugerindo assim que o EA é mais útil como uma parte de um manejo integrado, não como um substituto total.

Por utilizar água como solvente, há uma diminuição na produção de resíduos tóxicos nos alimentos ou impactos ambientais, demonstrando sua vantagem caso o produto final entre em contato com alimentos, sementes ou até mesmo ao ser humano. EA, normalmente, é mais barato de se obter e aplicar, favorecendo seu uso em populações rurais ou em situações com pouco acesso a tecnologias sofisticadas.

Alguns fatores são importantes no uso de extratos aquosos, o genótipo da planta, qual parte está sendo utilizada, tempo de extração, temperatura, concentração, modo de aplicação e as condições de armazenamento (Cortese *et al.*, 2022; Noordin *et al.*, 2022).

Em alguns estudos (Rozwalka, 2003; Pretti, 2010; Cardoso Vilarinho *et al.*, 2016 ; Costa *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023 ) demonstram as diversas aplicações e versatilidade dos extratos aquosos. Pesquisas com EA demonstram a inibição do crescimento de fungos fitopatogênicos como *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides*, com inibição micelial em ensaios *in vitro* de 100%. Essas e outras aplicações evidenciam a grande importância do estudo de produtos naturais, com ênfase em EA para a ciência.

## 2.6 Cromatografia líquida de alta eficiência

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), conhecida também pela sigla HPLC (High Performance Liquid Chromatography) é uma técnica de separação e análise amplamente utilizada em laboratórios, indústria farmacêutica, química, alimentícia e ambiental. O método é baseado na passagem de uma solução, fase móvel, sob alta pressão através de uma coluna preenchida com material sólido, fase estacionária. Cada componente da amostra interage de modos diferentes com um material sólido, resultando em diferentes velocidades e separação eficiente de compostos (Skoog *et al.*, 2014).

Entre as diversas aplicações da CLAE, destaca-se a análise de produtos naturais com identificação e quantificação de flavonoides, fenóis, alcaloides e terpenos em extratos vegetais. Essa etapa é fundamental em estudos fitoquímicos e na padronização de matérias-primas para medicamentos ou defensivos naturais. Gupta *et al.*, (2012) empregam a técnica como ferramenta central para identificar e quantificar compostos fenólicos presentes em plantas medicinais. A técnica permite separar compostos fenólicos em uma única corrida analítica, com uma alta resolução e reproduzibilidade.

Além das aplicações em análises de produtos naturais e compostos bioativos, a CLAE é essencial para o controle da qualidade de fármacos. Han *et al.*, (2017) desenvolveram e validaram um método por CLAE para determinação simultânea de ibuprofeno e 17 compostos relacionados. Essa abordagem reforça a aplicabilidade

da CLAE em contextos que exigem uma alta confiabilidade analítica. Tian *et al.*, (2025) reforça a versatilidade e aplicação da CLAE, cujo objetivo é de desenvolver uma solução aquosa baseada em líquidos iônicos derivados de ácidos graxos para extrair curcuminoídes de *Curcuma longa*.

Entre as vantagens de uso da CLAE está sua alta resolução, sensibilidade e rapidez, possibilitando análises quantitativas e qualitativas de grande precisão (Skoog *et al.*, 2014). Mesmo com suas grandes vantagens, o equipamento possui um alto custo, exige solventes de alto grau analítico e exige operadores qualificados. Ainda assim, sua relevância nos estudos de produtos naturais é notável, permitindo correlacionar a presença de metabólitos bioativos com atividade biológica observada. A CLAE se consolida como uma ferramenta indispensável nas pesquisas, principalmente as que buscam validar e caracterizar compostos ativos em soluções sustentáveis de controle de pragas e desenvolvimento de novos produtos naturais.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar os efeitos do extrato aquoso da inflorescência de *E. elatior* frente aos *S. zeamais*, o gorgulho do milho.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Obter o extrato aquoso da inflorescência de *E. elatior* por hidrodestilação e secagem via pressão reduzida (rotaevaporador);
- Identificar os constituintes químicos presentes no extrato aquoso por meio da técnica de cromatografia em camada delgada e cromatografia líquida de alta eficiência;
- Avaliar a atividade do extrato aquoso de *E. elatior* frente ao *S. zeamais*, por meio dos bioensaios de ingestão e contato.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Metodologia experimental

#### 4.1.1 Material vegetal e obtenção do extrato aquoso

Folhas de *E. elatior* (Figura 6) foram desidratadas e submetidas a extração de óleo essencial através do método de hidrodestilação. A técnica consiste em imergir 400 g de material vegetal fresco e triturado em água destilada. Em seguida, a mistura foi aquecida e o vapor d'água, junto com o óleo essencial foi recolhido por um extrator de Clevenger modificado. O produto final da hidrodestilação contido no balão original de extração foi recolhido, filtrado e denominado extrato aquoso (EA).

**Figura 6.** Folhas de *E. elatior*



**Fonte:** Autor, 2025

### 4.2 Material Vegetal

#### 4.2.1 Secagem do material vegetal

A secagem do material vegetal foi realizada no Laboratório de Ecologia Química, com o rota-evaporador modelo: R 212 da BUCHI e banho maria modelo: B-491 da BUCHI, à 27°C e 250 mbar.

#### **4.2.2.Cromatografia em camada delgada (CCD)**

A metodologia seguida foi a descrita pelo Laboratório de Farmacognosia-NUDATEF, 2022.

##### **4.2.2.1 Preparo da amostra**

O extrato inicialmente estava em meio líquido, dissolvido em água. Para possibilitar sua ressuspensão em metanol e posterior análise por CCD em placas cromatográficas de sílica gel 60 F254 (Macherey-Nagel®, Alemanha), o material foi submetido à secagem em cápsulas de porcelana, utilizando banho-maria até a evaporação completa do solvente. Após a secagem, os resíduos secos foram ressuspensos em 0,5 mL de metanol P.A. da JT BAKER, acondicionados em microtubos do tipo Eppendorf, com auxílio de pipeta de Pasteur. Em seguida, os tubos foram submetidos a banho de ultrassom por 2 minutos para favorecer a extração dos compostos.

##### **4.2.2.2 Preparo dos padrões**

Os padrões de referência utilizados estão descritos na Tabela 1. Esses foram preparados na concentração de 0,5 mg/mL em metanol P.A. da JT BAKER, também acondicionados em microtubos tipo Eppendorf. As amostras e os padrões foram aplicados manualmente em placas cromatográficas de sílica gel 60 F254 (Macherey-Nagel®, Alemanha). A aplicação seguiu a ordem: amostra → padrão. As bandas foram aplicadas com 1,0 cm de largura, com espaçamento de 0,5 cm entre si, das bordas laterais e das extremidades da placa (origem e frente de corrida). As placas, com 5 cm de largura, foram eluidas em cubas cromatográficas previamente saturadas com a fase móvel por 15 minutos à temperatura ambiente, conforme os sistemas descritos na tabela 1. Após o desenvolvimento, as placas foram secas em temperatura ambiente e visualizadas sob luz ultravioleta (254 nm e 365 nm) e luz visível. Posteriormente, foram tratadas com reveladores específicos para cada classe de metabólitos. A identificação dos compostos foi feita por comparação entre as bandas das amostras e dos padrões de referência.

**Tabela 1** –Condições cromatográficas para identificação do perfil químico por CCD.

Classe de metabólito	Sistema	Padrão	Revelador
Derivados Cinâmicos	(90:5:5)	Ácido clorogênico	AlCl <sub>3</sub>
Flavonoides	(90:5:5)	Quercetina	AlCl <sub>3</sub>
Taninos hidrolisáveis	(90:5:5)	Ácido gálico	FeCl <sub>3</sub>
Terpenos/Esteroides	(90:10)	β-sitosterol	Liebermann-Burchard + Δ
Saponinas	(16:10:2,5)	Escina	Anisaldeído sulfúrico + Δ

AlCl<sub>3</sub>: Cloreto de alumínio a 5% em metanol; FeCl<sub>3</sub>: Cloreto férreo; Δ: Aquecimento; KOH: hidróxido de potássio; HNO<sub>3</sub>: Ácido nítrico; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: Ácido sulfúrico. 90:5:5 = Acetato de etila, ácido fórmico e água; 50:50:50 = Tolueno, éter etílico e ácido acético glacial (saturação); 90:10 = Tolueno, acetato de etila; 100:11:11:27 = Acetato de etila, ácido acético glacial, ácido fórmico e água; 16:10:2,5 = Clorofórmio, metanol e água.

#### 4.2.3 Cromatografia líquida de alta eficiência

A análise foi realizada em um sistema Ultimate 3000, Thermo Scientific®, equipado com um degaseificador, detector tipo DAD, um injetor automático com um loop de 20 µL e coluna Supelco® HS (C18; 25 cm × 4,60 mm; 5 µm) equipada com uma pré-coluna de mesma composição. Os dados foram adquiridos com o software Chromeleon®. As fases móveis A e B foram água ultrapura (Purelab Classic UV, Elga®) e metanol grau HPLC (LiChrosolv®), respectivamente, acidificadas com 0,05% de ácido trifluoracético (TFA), e o gradiente de eluição: 0 min: 25% B; 10 min: 40% B; 20 min: 75% B; 25 min: 75% B; 28 min: 25% B; 30 min: 25% B, utilizando 0,8 mL/min como fluxo, com volume de injeção da amostra de 20 µL e detecção nos comprimentos de onda de 330 nm.

#### **4.2.3.1 Preparo da amostra**

As amostras foram pesadas e solubilizadas em metanol 50%, com auxílio de banho de ultrassom - LGI Scientific 30L- para obtenção de soluções a 2 mg/mL. A partir desta solução mãe, foram preparadas soluções a 1 mg/mL, estas foram filtradas para vials com auxílio de filtro PVDF 0,45 µm (25 mm).

#### **4.2.3.2 Preparo do padrão**

O padrão de ácido clorogênico foi individualmente pesado e dissolvido em metanol P.A., com auxílio de banho de ultrassom para assegurar completa solubilização e preparar as respectivas solução-mãe a 0,1 mg/mL. A partir desta solução-mãe, foi preparada a solução de trabalho em metanol 50%, com concentrações finais de 10 µg/mL, essa solução foi filtrada através de filtros PVDF de 0,45 µm (25 mm) em vials para posterior injeção no sistema cromatográfico.

### **4.3. Bioensaios inseticidas**

#### **4.3.1 Insetos**

A colônia de *S. zeamais* (Figura 7) é mantida no Laboratório de Ecologia Química, do Departamento de Química fundamental, da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, em um recipiente cujo volume é de 1,5L fechado com tecido voil sob temperatura de  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12h (L:D), e 70% de umidade relativa. Insetos machos e fêmeas foram usados com 30 a 60 dias de idade. Em cada recipiente continha cerca de 150 gramas de milho não transgênico para alimentação dos insetos.

**Figura 7. Colônia de *S. zeamais***



**Fonte:** Autor, 2025

#### **4.3.2 Avaliação da toxicidade por contato**

A toxicidade por contato do extrato aquoso da *E. elatior* foi realizada através da metodologia adaptada descrita por Lira *et al.* (2015). As Soluções do extrato aquoso foram porcentagem volume/volume de diluição em água por grama de inseto. Estas concentrações foram obtidas depois de testes preliminares. Posteriormente uma alíquota de 0,5 µL dessas soluções foi aplicada na superfície dorsal da região torácica dos insetos usando uma micropipeta. Os insetos no grupo controle negativo foram tratados com a mesma quantidade de água destilada. Para cada ensaio se utilizou 20 insetos em recipientes de plástico de dimensões 4,0 cm de largura e 6,0 cm de comprimento. Os recipientes de plástico foram mantidos por 7 dias no escuro a  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . A taxa de mortalidade foi registrada após 7 dias. Os testes foram realizados em quadruplicata.

#### **4.3.3 Avaliação da toxicidade por ingestão**

Para este bioensaio, uma dieta artificial foi preparada para os insetos, de acordo com Lira *et al.* (2015) usando farinha de trigo autoclavada (Dona Benta®, Bunge Alimentos SA Benevides, PA, Brasil) em uma solução de 5 mL. Com concentrações obtidas após testes preliminares, sendo determinado em mg/g (mg de extrato aquoso puro/g de farinha de trigo). No tratamento controle, a dieta foi preparada com 5 mL de uma solução composta por água e farinha de trigo

autoclavada. Posteriormente, cinco alíquotas (200  $\mu$ L) dos tratamentos de suspensão ou controle foram adicionadas em placas de Petri com peso conhecido (90 mm x 100 mm) para a formação do disco. As placas contendo os discos de farinha foram deixados na incubadora (37°C) durante 24 horas para secagem. Após esse período, o peso da placa foi determinado novamente e a massa dos discos foi calculada. Vinte adultos de *S. zeamais* com peso conhecido foram transferidos para cada placa. Cada ensaio teve cinco repetições. Após 7 dias a 28  $\pm$  2°C no escuro, foram registradas a taxa de mortalidade e os pesos de discos e dos insetos. Os seguintes índices nutricionais foram calculados conforme as equações 1, 2 e 3:

$$\frac{(mg\ de\ biomassa\ adquirida)}{(mg\ de\ biomassa\ de\ insetos\ inicial\ x\ dias)}$$

**Equação 1:** Taxa de crescimento relativo (indica em quantas vezes o valor da biomassa inicial dos insetos aumentou por dia).

$$\frac{(mg\ de\ biomassa\ ingerida)}{(mg\ de\ biomassa\ de\ insetos\ inicial\ x\ dias)}$$

**Equação 2:** Taxa de consumo relativo (indica a quantidade diária de alimento que foi ingerida por milígrama de biomassa do inseto).

$$\frac{(massa\ ingerida\ no\ controle - massa\ ingerida\ na\ concentração)}{(massa\ ingerida\ no\ controle)} \times 100$$

**Equação 3:** Índice de deterrência alimentar (Indica o impedimento/inibição do inseto de se alimentar).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Bioensaios de contato

A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos pelos bioensaios de contato. Tendo como número populacional o total de 460 insetos sendo os testes feitos em quadruplicata e sua concentração letal para erradicar 50% dos insetos do estudo foi de 0,134 g/inseto enquanto sua concentração letal para erradicar 90% dos insetos foi de 0,440 g/inseto. Os resultados demonstram que o extrato possui efeito inseticida. Pimentel *et al.*, (2023) utilizou da mesma técnica para o estudo do óleo essencial da *Etlingera elatior*, no qual apresentou ação inseticida em doses letais de 50% a partir de 1,42 g/inseto para o óleo essencial . Assim o extrato aquoso (EA) do extrato exibiu a atividade inseticida em concentrações 90,56% menores do que o óleo essencial. Pimentel *et al.*, 2023 obteve um rendimento para a extração do óleo de 0,12%, ou seja, mesmo que o óleo essencial seja eficaz o seu baixo rendimento vai exigir uma quantidade maior de material vegetal ou uma área de cultivo maior para obter quantidade significativas de material para o manuseio e aplicação. Enquanto para o EA foi possível armazenar uma quantidade de 500 mL a 1,5 L em apenas uma única extração.

**Tabela 2-** Resultado da mortalidade do bioensaio de contato.

Composto	Nº populacional	Graus de liberdade	X <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub>	CL <sub>90</sub>
Extrato	460	4	0,6567	0,134	0,440
Aquoso				g/inseto	g/inseto

Já Ekeh *et al.*, (2018) testaram o extrato aquoso e extrato hexânico da *Pterocarpus santalinoides*, estudo esse que demonstrou ser inseticida, apresentando uma mortalidade entre 24,6% e 54,5% numa concentração de 5% à 20% v/v de extrato aquoso. No presente estudo, as mortalidades estudadas foram entre 40% e 80%, demonstrando que o extrato aquoso da *E. elatior* possui um potencial maior frente ao inseto-praga estudado. Trabalho como o de Ribeiro, *et. al.* (2020), traz o estudo

do inseticida do óleo essencial das folhas de *Croton rudolphianus*, apresentando uma maior inibição em 75  $\mu$ l de óleo por mL de água, mesmo sendo um excelente inseticida, ainda se utiliza da extração de óleo essencial (rendimento de 1,138 m/m), podendo ser aprimorado para o uso do extrato aquoso como alternativa mais rentável e sustentável.

Borsonaro *et al.*, (2013) estudou os efeitos do extrato aquoso das folhas de nim (*Azadirachta indica*), onde foi observado que na concentração de 30,3% o tratamento pode ser considerado uma alternativa ao combate do inseto praga, pois apresentou uma taxa de mortalidade de 44% em comparação ao controle. Em contrapartida, Alexandre *et al.*, (2022) estudou o efeito do extrato aquoso da *Simarouba versicolor* também frente ao *S. zeamais*, entretanto os seus bioensaios apresentaram baixas mortalidades em doses de 0,1% v/v (~5%). Souza *et al.*, 2023 verificaram a eficiência de diferentes extratos de plantas (*Mirabilis jalapa*, *Ricinus communis*, *Euphorbia pulcherrima*, *Pilea microphylla*, *Pteridium aquilinum*, *Sansevieria trifasciata* e *Dahlia pinnata*) frente ao *S. zeamais*. No estudo foi observado que os extratos possuem eficiência entre 5% e 27,50%, demonstrando que, mesmo sendo estudado muitos extratos, nenhum deles foi tão eficiente quanto o extrato aquoso de *E. elatior* estudado.

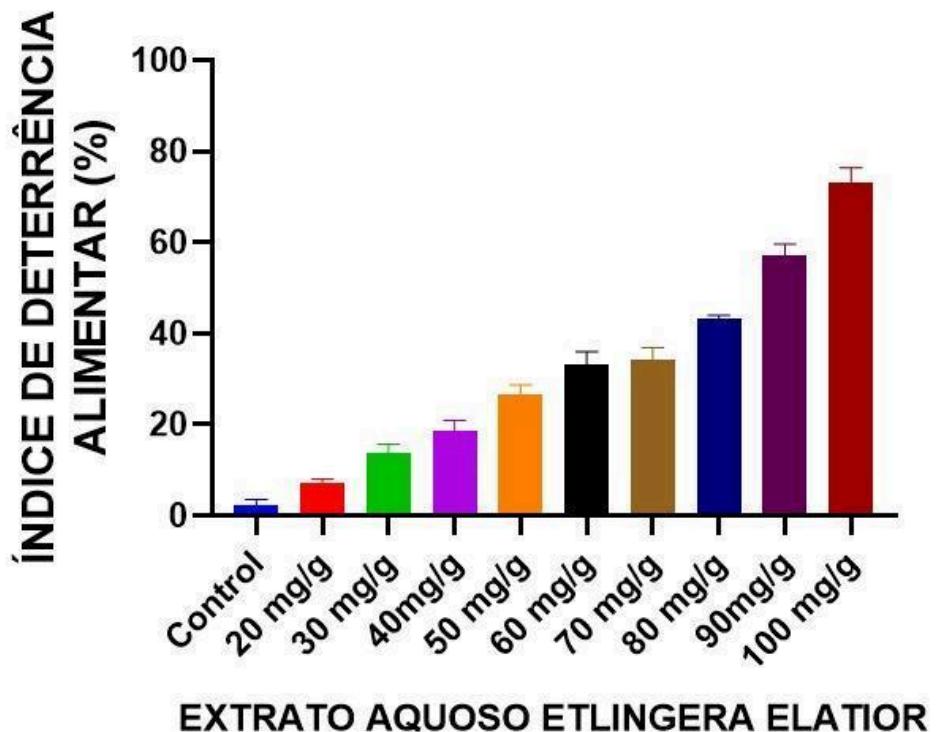
Com esses estudos é evidenciado a relevância dos extratos, porém no estudo realizado por Alexandre *et al.*, (2022) há um possível emprego de uma concentração inadequada pois há uma taxa de mortalidade menor que 10%, enquanto no estudo realizado por Borsonaro *et al.*, (2013) tem-se ainda mortalidades pequenas, onde apenas foi evidenciado a diminuição da população do inseto. Já Souza *et al.*, (2023) reforça que os extratos possuem potencial inseticida, mas algumas plantas se destacam mais que outras nesse sentido. Isto reforça o poder inseticida do extrato da *Etingera elatior*, visto que ocasionou mortalidades acima de 50% nas concentrações trabalhadas, evidenciando uma potencial alternativa para a eliminação deste inseto-praga .

## 5.2 Bioensaios de ingestão

Já no bioensaio de ingestão, o primeiro parâmetro observado foi o índice de deterrência alimentar, Figura 5. O extrato foi estudado nas concentrações 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg de extrato por g de farinha de trigo. Este parâmetro

demonstra o quão deterrente o EA é frente à dieta preparada para o inseto, ou seja, o quanto o extrato impede que os insetos se alimentem frente a diferentes quantidades do extrato. No índice de deterrência alimentar, o extrato demonstrou uma inibição entre 40-60% nas concentrações superiores a 80 mg, indicado que a partir dessa quantidade o extrato irá inibir de forma significativa o consumo dos insetos.

**Figura 8.** Índice de deterrência alimentar



**Fonte:** Autor, 2025.

Camaroti *et al.*, (2018) utilizaram de uma dieta artificial com farinha de trigo, seguindo a metodologia trabalhada no presente estudo. Os mesmos avaliaram a eficiência do extrato salino de folhas e da lectina presente da *Schinus terebinthifolius*. Ainda sobre o extrato da *S.terebinthifolius*, o extrato ocasionou uma mortalidade de 94-97% nas concentrações 100, 200 e 250 mg/g de farinha, concentrações mais altas que as utilizadas no presente estudo. É discutível que o EA da *E. elatior* possui uma ação deterrente maior, visto que a partir dos 60 mg/g de

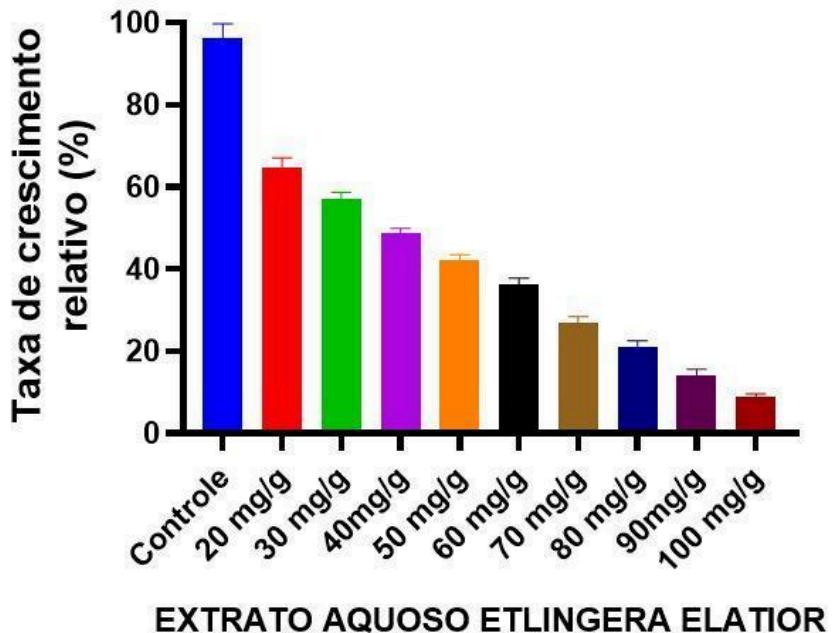
farinha pode-se observar inibições acima de 40%, chegando a inibição acima de 60% em 100 mg/g de farinha de trigo.

Já Cortese *et al.*, (2022) utilizou extratos aquosos de 4 plantas diferentes (*Schinus terebinthifolius*, *Ludwigia sericea*, *Ludwigia tomentosa* e *Ludwigia nervosa*) para avaliar a inibição da ingestão de milho. Na ingestão do milho estudada por Cortese *et al.*, (2022), focou na emergência dos insetos dos grãos de milho tratados onde os colaboradores notaram uma emergência de 10% de extrato aquoso, enquanto o presente estudo focou em uma dieta artificial feita à base de trigo. Mesmo utilizando dietas diferentes e respostas focadas em parâmetros diferentes, elas se relacionam por ambas utilizarem fontes de carboidratos e o mesmo tipo de inseto.

## 5.2 Bioensaios de taxa de crescimento

O segundo parâmetro nutricional estudado foi a taxa de crescimento relativo, Figura 6. Este parâmetro tem como objetivo avaliar e comparar o quanto o inseto se desenvolve ao ingerir a dieta apenas com trigo (controle) e a com trigo e o EA (teste). No tratamento controle, o crescimento foi acima de 80%, demonstrando que o inseto se alimentou e se desenvolveu. As concentrações trabalhadas foram de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg de extrato por g de farinha de trigo. Nas concentrações acima de 60mg/g é possível identificar um desenvolvimento dos insetos de aproximadamente 40%, sendo este reduzido à medida que a concentração de mg de extrato por g de farinha de trigo aumenta. Dessa forma é possível notar a concentração a qual confere ao EA uma diminuição ou retardação no crescimento dos insetos estudados.

**Figura 9.** Taxa de crescimento relativo.



**Fonte:** Autor, 2025

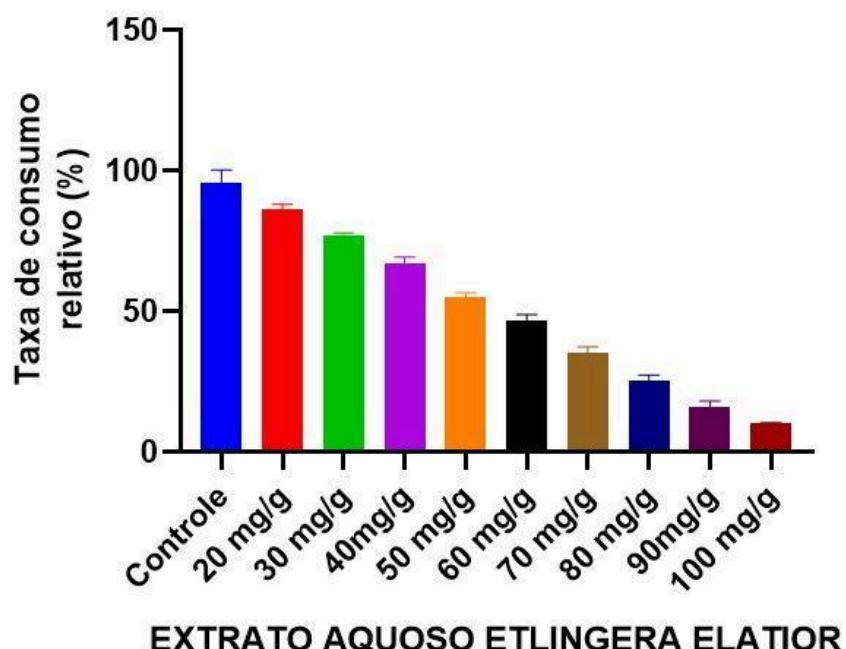
Os estudos de Alexandre *et al.*, (2022) utilizaram o extrato aquoso das folhas de *Simarouba versicolor* para avaliar a taxa de crescimento também dos *S. zeamais*. Onde o mesmo apresentou uma baixa mortalidade ao inseto, porém a taxa de crescimento observada foi de aproximadamente 28,5% em concentrações de 0,3g do extrato em pó. O EA da *E. elatior* demonstra um potencial maior na avaliação do crescimento e desenvolvimento dos insetos, tanto por inibições menores que 20% nas concentrações mais altas do que o EA da *Simarouba versicolor*.

Almeida, (2025) verificou a ação inseticida do extrato salino das folhas de *Psidium cattleianum* frente aos *S. zeamais*, onde verificou que quanto maior a concentração (300 mg/g de farinha), menos os insetos vão se alimentar. Entretanto, mesmo sendo uma alternativa eficaz e utilizando de produtos naturais para a avaliação do crescimento, o estudo realizado por Almeida (2025) utilizou concentrações muito altas (300 mg/g) em comparação com as utilizadas do EA da *Etlingera elatior*.

### 5.3 Bioensaios de taxa de consumo relativo

O último parâmetro realizado neste estudo foi a taxa de consumo relativo, Figura 7. As concentrações observadas foram de 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg de extrato por g de farinha de trigo. Esse parâmetro nutricional avalia o quanto que o inseto consome da dieta artificial. É notável que em concentrações acima de 70 mg/g é possível ter uma redução menor que 50% no consumo da dieta preparada, indicando que em maiores concentrações há a reduções ainda maiores de consumo e consequentemente do desenvolvimento do inseto.

**Figura 10.** Taxa de consumo relativo.



**Fonte:** Autor, 2025.

O estudo com o extrato aquoso de *Crambe abyssinica* (Simonetti, 2016) observou que os grãos que foram tratados com o EA foram menos consumidos do que os tratados com o pó dessa planta. Indicando que o EA desta espécie também é capaz de reduzir a taxa de consumo do inseto (~30%) em concentrações que variaram de 1% à 4% v/v, porém não reduziu tanto quanto o EA de *Etlingera elatior*. Os resultados da taxa de consumo relativo indicam que o EA de *Etlingera elatior* causa uma diminuição significativa no consumo do trigo à medida que a quantidade de EA for aumentada, confirmando um efeito antinutricional ou de repulsão alimentar.

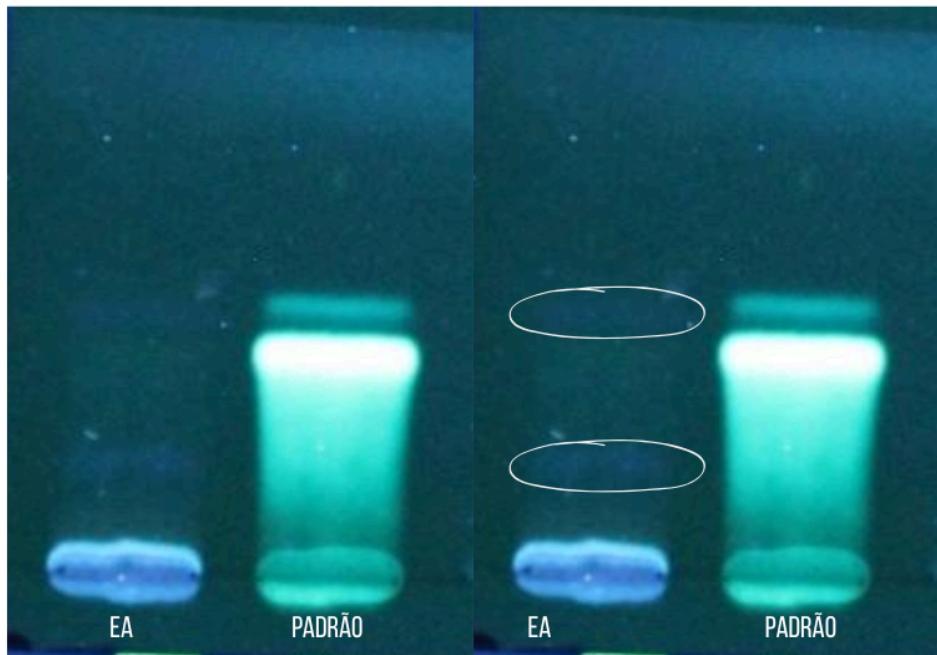
Mpoke *et al.*, (2023) utilizou do extrato de *Zanthroxylum usambarensis* e *Warburgia ugandensis* contra o *S. zeamais*. O estudo proposto pelo grupo utilizou concentrações de 114,89 µg/mL e 197,19 ug/mL para avaliar o efeito frente ao inseto, com mortalidades e inibições acima de 80%. Mesmo sendo um bom indicativo inseticida, os extratos utilizados pelo grupo foram os hexânicos e metanólicos, solventes orgânicos que possuem alta toxicidade e impactos ambientais. Isso demonstra o quão condizente com a química verde este trabalho encontra-se, utilizando como principal solvente a água ao invés de compostos orgânicos que ocasionam toxicidade.

Dessa forma, é possível destacar que: o extrato vai atuar como um inseticida eficiente em concentrações acima de 60 mg para todos os bioensaios realizados. O extrato possui um rendimento maior se se comparado, por exemplo, ao rendimento de um óleo essencial, além de utilizar água como solvente para sua utilização como inseticida, corroborando com os fundamentos da química verde. Portanto o EA apresenta um potencial inseticida contra o gorgulho do milho principalmente quando consumido do que em contato com os insetos.

#### **5.4 Caracterização fitoquímica do EA de *E. elatior***

Na caracterização fitoquímica, primeiro foram feitas identificação por Cromatografia em Camada Delgada, CCD, os compostos que estão compondo o extrato (Figuras 11, 12, 13 e 14). Na Tabela 3 podem-se identificar os grupos orgânicos presentes, assim como quais reveladores foram utilizados para identificar os compostos presentes. Os grupos fitoquímicos mais presentes no extrato foram as saponinas e os derivados cinâmicos, nos quais os padrões são o ácido clorogênico e a escina.

**Figura 11.** CCD para flavonoides.



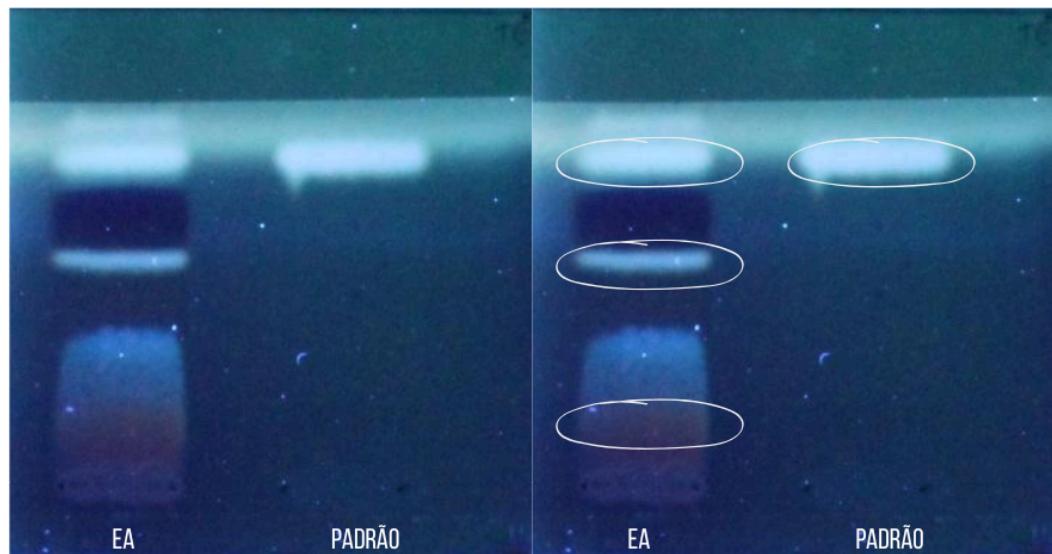
**Fonte:** Autor, 2025

**Figura 12.** CCD para taninos hidrolisados.



**Fonte:** Autor, 2025

**Figura 13.** CCD para terpenos/esteroides.



**Fonte:** Autor, 2025.

**Figura 14.** CCD para saponinas.



**Fonte:** Autor, 2025

**Tabela 3-** Grupos fitoquímicos e presença relativa no extrato. Autor, 2025

Grupo fitoquímico	Presença relativa
Derivados cinâmicos	+++
Flavonóides	++
Taninos hidrolisados	+
Terpenos e esteróides	++
Saponinas	+++

Pouca presença/não presente (+); presente em quantidade moderada (++); presente em grande quantidade (+++)

A presença significativa de derivados cinâmicos é particularmente relevante, pois estudos mostram que compostos da família dos fenilpropanoides ou derivados aromáticos cinâmicos têm efeitos repelentes ou tóxicos em *S. zeamais* ou outros insetos de grãos (Cortese *et al.*, 2022). Extratos botânicos ricos em fenóis ou compostos aromáticos, tal como observado em *Schinus terebinthifolius* apresentaram redução de consumo ou aumento de repelência. A presença desse grupo, em especial o ácido clorogênico, sugere que a ação inseticida do EA possa estar relacionada pela alta presença desse composto, corroborando com a ação inseticida demonstrada.

Os flavonoides, presentes em quantidade moderada, geralmente atuam como inibidores de enzimas digestivas, antioxidantes e podem alterar processos metabólicos internos no inseto. No estudo de Alexandre *et al.*, (2022), os flavonoides detectados no extrato aquoso contribuíram para uma diminuição na taxa de crescimento populacional, mesmo quando a mortalidade direta foi baixa. Essa observação apoia a ideia de que, em altas concentrações do EA da *Etlingera elatior*, o efeito sobre crescimento e consumo pode não depender apenas de letalidade, mas de efeitos subletais mediados por flavonoides.

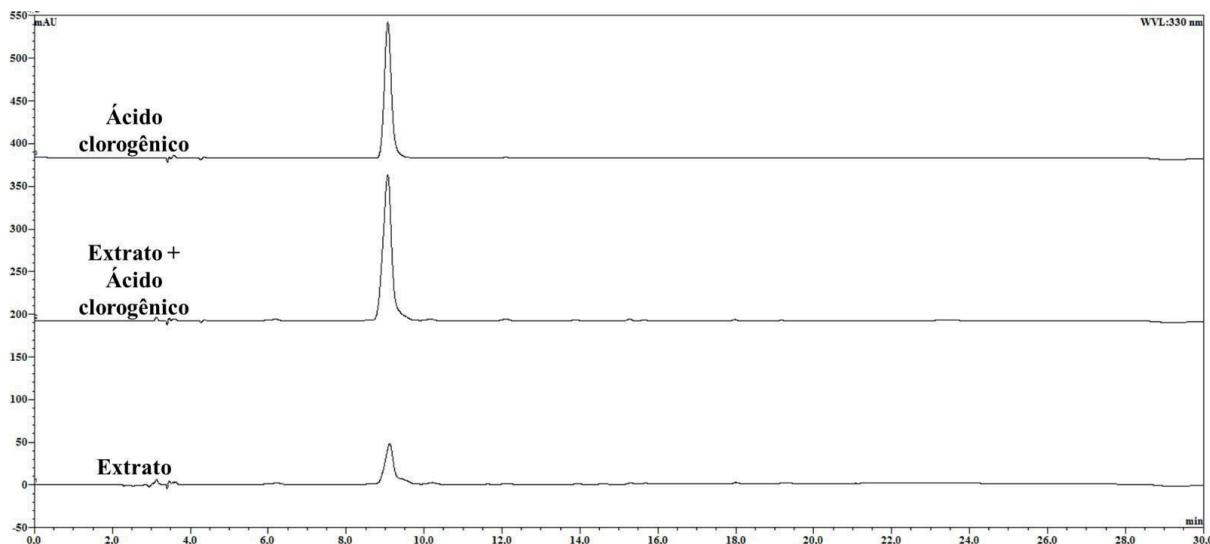
As saponinas são promissoras como contribuintes para os efeitos observados, especialmente para redução de consumo e crescimento. Sabe-se que saponinas podem danificar membranas, afetar absorção de nutrientes, gerar efeitos de má digestão ou até provocar mortalidade em doses suficientemente altas (Gariba *et al.*, 2021). A presença elevada de saponinas no EA corrobora os resultados dos

índices demonstrando as quedas acentuadas na taxa de consumo e na taxa de crescimento relativo nas concentrações mais altas (80-100 mg/g).

### 5.5 Caracterização cromatográfica (CLAE) do EA de *E. elatior*

O cromatograma obtido via CLAE do EA da *Etlingera elatior*, Figura 8, revela a presença de um pico correspondente ao ácido clorogênico, sendo confirmado com a comparação com o padrão. Sendo demonstrado na separação da fração do extrato e da fração extrato+ácido clorogênico. Por se tratar de um pico pequeno, pode-se compreender que o ácido está presente em pequenas quantidades. Chaowuttikul *et al.*, (2020) testaram 100 espécies tailandesas de plantas e encontraram o ácido clorogênico compondo grande parte das plantas, demonstrando que esse composto é frequente em plantas.

**Figura 15.** Cromatograma.



**Fonte:** Autor, 2025.

Shanaida *et al.*, (2024) utilizou dos perfis cromatográficos das ervas de *Artemisia campestris L.* e *Artemisia ludoviciana* Nutt, nos perfis o ácido clorogênico foi o ácido fenólico mais abundante em seus perfis, com valores elevados (~14,5 mg/g de extrato). Isso sugere que quando o ácido clorogênico se encontra presente abundantemente, sua contribuição para as atividades biológicas são fortes,

potencializando os efeitos de extratos aquosos em estudos fitoquímicos, inseticidas, antioxidante, repelente e até mesmo antinutricional.

Rivelli *et al.*, (2007) estudaram o extrato aquoso e hidroalcoólico da *Ilex paraguariensis* e através da técnica de CLAE evidenciaram que o ácido clorogênico é extraível tanto em extratos aquosos quanto em hidroalcoólicos. Reforçando que a presença do ácido clorogênico no EA da *Etlingera elatior* era de se esperar, visto que sua contribuição para propriedades antioxidantes ou como mecanismo de ação tóxica ou até mesmo com inseticida deve ser considerada.

Muito do potencial inseticida do extrato pode estar relacionado ao fato do ácido clorogênico estar presente no EA da *Etlingera elatior*. Lin *et al.*, (2022) realizaram um estudo no qual demonstrou que o ácido clorogênico isolado ocasionou efeitos inseticidas na praga *Mythimna separata*. Liao *et al.*, (2020) demonstraram que o ácido clorogênico atuou como composto de defesa contra a praga da batata doce, sendo reduzido por biossíntese aumentada pelo ácido, tratando esse composto como agente anti-herbívoro biológicamente ativo. Herrera-Mayorga *et al.*, (2022) evidenciaram que o ácido clorogênico puro, adquirido comercialmente, ou extratos com esse composto presente, possuem um efeito tóxico ou inibidores de crescimento de pragas como *Spodoptera frugiperda*.

## 6 CONCLUSÕES

O extrato aquoso de *E. elatior* demonstrou um potencial inseticida frente aos *Sitophilus zeamais*. Nos bioensaios de ingestão, sua eficiência pode ser observada em concentrações acima de 60 mg/g, demonstrando boas inibições de parâmetros nutricionais se comparados a outros extratos presentes na literatura. Já nos ensaios de contato, o seu valor de CL50 é de 0,134 g/inseto sendo este aproximadamente 90% mais eficiente do que o próprio óleo essencial da mesma planta. Quanto a sua caracterização, há uma série de grupos presentes no extrato, sendo eles principalmente os derivados cinâmicos, flavonoides e saponinas em maior quantidade. Através da CLAE, pode-se identificar que um dos constituintes do EA foi ácido clorogênico. Como perspectivas futuras, tem-se a possibilidade de realizar extração líquido-líquido e extração pela técnica de *headspace*, para identificar possíveis constituintes voláteis presentes na *Erlingera elatior*. Por fim, o estudo traz uma caracterização inédita do extrato, propõe uma potencial alternativa para o combate do inseto e demonstra uma relevância no estudo de produtos naturais e perdas econômicas do milho.

## 7 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Bruno P.; SOUZA, Silvana Aparecida de; FAITA, Marcia Regina; *et al.* Efeito do extrato aquoso de Simarouba versicolor sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em laboratório. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, p. e246111333575, 2022.

ALMEIDA, Cintia F. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE BIOCIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS -BACHARELADO CINTIA FERREIRA DE ALMEIDA ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATO SALINO E FRAÇÃO PROTEICA DE FOLHAS DE *Psidium cattleianum* Sabine CONTRA *Sitophilus zeamais*. [s.l.: s.n.], 2025. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/62062/1/TCC%20Cintia%20Ferreira%20de%20Almeida.pdf?utm\\_source](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/62062/1/TCC%20Cintia%20Ferreira%20de%20Almeida.pdf?utm_source)>. Acesso em: 12 out. 2025.

BALIOTA, Georgia V; EVAGELIA LAMPIRI; BATZOGLIANNI, Evanthia N; *et al.* Insecticidal Effect of Four Insecticides for the Control of Different Populations of Three Stored-Product Beetle Species. *Insects*, v. 13, n. 4, p. 325–325, 2022.

BASAID, Khadija; CHEBLI, Bouchra; MAYAD, El Hassan; FURZE, James N.; BOUHARROUD, Rachid; KRIER, François; BARAKATE, Mustapha; PAULITZ, Timothy. Biological activities of essential oils and lipopeptides applied to control plant pests and diseases: a review. *International Journal Of Pest Management*, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 155-177, 8 jan. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2019.1707327>.

BORSONARO, Marcelo Toller; SENÔ, Kenji Cláudio Augusto; IAMAGUTI, Priscila Sawasaki; *et al.* EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) NO CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky. EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO. *Nucleus*, v. 10, n. 1, p. 155–161, 2013.

Brackmann, A., Neuwald, D.A., Ribeiro, N.D., Freitas, S.T., 2002. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo comercial carioca em

armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Ciência Rural, v.32, p.911-915.

CAMAROTI, João Ricardo Sá Leitão; DE ALMEIDA, Welton Aaron; DO REGO BELMONTE, Bernardo; *et al.* Sitophilus zeamais adults have survival and nutrition affected by Schinus terebinthifolius leaf extract and its lectin (SteLL). Industrial Crops and Products, v. 116, p. 81–89, 2018.

CANADA,. Maize weevil. Grainscanada.gc.ca. Disponível em: <[https://grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/manage/identify-an-insect/primary-insect-pests/maize-weevil.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/manage/identify-an-insect/primary-insect-pests/maize-weevil.html?utm_source=chatgpt.com)>. Acesso em: 12 out. 2025.

CHAN, Eric W.C.; LIM, Y.Y. ; WONG, S.K. Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Etlingera elatior*: A Review. *Pharmacognosy Journal*, v. 3, n. 22, p. 6–10, 2011.

CARDOSO VILARINHO, Marcella Karoline; ARAÚJO DA SILVA, Tonny José; CANEPPELE, Carlos; *et al.* Chemical pesticides and vegetal extracts on *Sitophilus zeamais* control in stored corn grains. *Bioscience Journal*, v. 32, n. 2, p. 288–297, 2016. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/26160>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

CHAN, Eric W.C.; LIM, Y.Y.; WONG, S.K. Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Etlingera elatior*: A Review. *Pharmacognosy Journal*, v. 3, n. 22, p. 6–10, 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0975357511800325>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

CHAOWUTTIKUL, Chayanon; PALANUVEJ, Chanida ; RUANGRUNGSI, Nijsiri. Quantification of chlorogenic acid, rosmarinic acid, and caffeic acid contents in selected Thai medicinal plants using RP-HPLC-DAD. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 56, 2020.

CHUCK-HERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDÍVAR, S.O. Conversion into bioethanol of insect (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), mold (*Aspergillus flavus*

Link) and sprout-damaged maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Journal of Cereal Science*, v. 55, n. 3, p. 285–292, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521012000069>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

Coelho, Sónia, et al. "Assessing Lethal and Sub-Lethal Effects of Trichlorfon on Different Trophic Levels". *Aquatic Toxicology*, vol. 103, nº 3–4, junho de 2011, p. 191–98. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2011.03.003>.

COITINHO, Rodrigo Leandro Braga De Castro; OLIVEIRA, José Vargas De; GONDIM JÚNIOR, Manoel Guedes Corrêa; et al. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. *Ciência Rural*, v. 40, n. 7, p. 1492–1496, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782010000700002&tlang=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000700002&tlang=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 3 nov. 2025.

*Conab - Safra 2023/24*: Conab atualiza a estimativa da safra de grãos 2023/2024, que deve chegar a 316,7 milhões de toneladas. <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas>.

CORTESE, Dianne; MARECO DA SILVA, Matheus Moreno; DE OLIVEIRA, Gisele Silva; et al. Repellency and Reduction of Offspring Emergence Potential of Some Botanical Extracts against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Maize. *Insects*, v. 13, n. 9, p. 842, 2022.

COSTA, Leidiane De Oliveira; MARQUES, Sheury Celante; PEREIRA, Rosane Rodrigues Da Costa; et al. Storage of corn seeds infested by weevil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 88, p. e00572020, 2021. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572021000100216&tlang=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572021000100216&tlang=en)>. Acesso em: 3 nov. 2025.

COSTA, Leidiane de Oliveira; MARQUES, Sheury Celante; PEREIRA, Rosane Rodrigues da Costa; et al. Storage of corn seeds infested by weevil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 88, 2021.

DA SILVA, Ana Carla; FERRAZ NAVARRO, Daniela Maria do Amaral; MARQUES, André Mesquita; *et al.* Oviposition deterrent activity of hydrolate, aqueous extract and major constituents of essential oil from the leaves of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) for the control of *Aedes aegypti*. *Industrial Crops and Products*, v. 198, p. 116710, 2023.

De Lira Pimentel, Camila Soledade, et al. "Insecticidal Activity of the Essential Oil of *PIPER CORCOVADENSIS* Leaves and Its Major Compound (1-butyl-3,4-methylenedioxybenzene) against the Maize Weevil, *SITOPHILUS ZEAMAI*". *Pest Management Science*, vol. 78, nº 3, março de 2022, p. 1008–17. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.1002/ps.6712>.

DOMINGOS GALLO GALLO. *Entomologia Agrícola*. [s.l.: s.n.], 2002.

ESTRADA, KÁTIA REGINA FREITAS; STANGARLIN, JOSÉ RENATO ; CRUZ, MARIA EUGÊNIA DA SILVA. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. *FLORESTA*, v. 30, n. 12, 2005.

FAO. Crops and livestock products. [www.fao.org](http://www.fao.org). Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>.

EMBRAPA- Milho - Portal Embrapa.  
<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas/pragas>.

EMBRAPA - O gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) como praga em frutíferas de clima temperado. - Portal Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/541429/o-gorgulho-do-milho-sitophilus-zeamais-coleptera-curculionidae-como-praga-em-frutiferas-de-clima-temperado>.

EKEH, Felicia Nkechi; ODO, Gregory Ejike; NZEI, Joy Ihuoma; *et al.* Effects of aqueous and oil leaf extracts of *Pterocarpus santalinoides* on the maize weevil, *Sitophilus zeamais* pest of stored maize grains. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 13, p. 617–626, 2018. Disponível em:

<<http://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/99D760256489>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

FAO- *Distribucion e importancia ... - Sitophilus granarius, S. oryzae, S. zeamais, Rhizopertha dominica, Acanthoscelides obtectus, Bruchus pisorum, Tribolium confusum, T. castaneum, Tenebroides mauritanicus, Gnathocerus cornutus, Alphitobus diaperinus.* <https://www.fao.org/3/x5030s/x5030s01.htm>.

FAOSTAT. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

GARIBA, S. Y.; DANIEL KWADJO DZIDZIENYO ; VINCENT YAO EZIAH. Assessment of four plant extracts as maize seed protectants against *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus* in Ghana. *Cogent food & agriculture*, v. 7, n. 1, 2021.

GALLO, Domingos; NAKANO, Octavio; NETO, Serval Silveira; et al. *Entomologia Agrícola*. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. 2002. São Paulo.

GOERGEN, Patrícia Carine Huller. Extratos de *Schinus terebinthifolius* no controle de *Sitophilus spp* em grãos de trigo armazenado. UNIJUÍ, 2016.

GONÇALVES, Charleston; COLOMBO, Carlos Augusto; CASTRO, Carlos Eduardo Ferreira. Divergência genética de *Etlingera elatior* baseada em características agromorfológicas para flores de corte. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 20, n. 1, p. 93, 2014. Disponível em: <<http://rbho.emnuvens.com.br/rbho/article/view/569>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

GUSMÃO, Nivea M. S., et al. "Contact and Fumigant Toxicity and Repellency of *Eucalyptus Citriodora* Hook., *Eucalyptus Staigeriana* F., *Cymbopogon Winterianus* Jowitt and *Foeniculum Vulgare* Mill. Essential Oils in the Management of *Callosobruchus Maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae)". *Journal of Stored Products Research*, vol. 54, julho de 2013, p. 41–47. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.02.002>.

GUPTA, Mradu; SAUMYAKANTI SASMAL; MAJUMDAR, Sohini; *et al.* HPLC Profiles of Standard Phenolic Compounds Present in Medicinal Plants. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, v. 4, n. 3, p. 162–167, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/279515822\\_HPLC\\_Profiles\\_of\\_Standard\\_Phenolic\\_Compounds\\_Present\\_in\\_Medicinal\\_Plants](https://www.researchgate.net/publication/279515822_HPLC_Profiles_of_Standard_Phenolic_Compounds_Present_in_Medicinal_Plants)>.

HABSAH, M.; ALI, A. M., LAJIS, N. H.; *et al.* Antitumour-promoting And Cytotoxic constituents Of *Etlinger elatior*. Malaysian Journal of Medical Sciences, v.12, n1. 2005. Disponível em: <https://www.wisdomlib.org/uploads/journals/mjms/v-12-1-1-104-2005-jan/1420955.pdf>.

HAN, Zunsheng; LU, Liping; WANG, Lin; *et al.* Development and Validation of an HPLC Method for Simultaneous Determination of Ibuprofen and 17 Related Compounds. Chromatographia, v. 80, n. 9, p. 1353–1360, 2017.

HERRERA-MAYORGA, V.; JOSÉ ALFREDO GUERRERO-SÁNCHEZ; MÉNDEZ-ÁLVAREZ, Domingo; *et al.* Insecticidal Activity of Organic Extracts of *Solidago graminifolia* and Its Main Metabolites (Quercetin and Chlorogenic Acid) against *Spodoptera frugiperda*: An In Vitro and In Silico Approach. Molecules, v. 27, n. 10, p. 3325–3325, 2022.

HOLTZ, Filipe Garcia; ZAGO, Hugo Bolsoni; ATAÍDE, Julielson Oliveira; *et al.* Toxicity and repellency of essential oils against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae). CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, v. 17, n. 8, p. e9353, 2024. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/9353>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

LIAO, Yinyin; ZENG, Lanting; RAO, Shunfa; *et al.* Induced biosynthesis of chlorogenic acid in sweetpotato leaves confers the resistance against sweetpotato weevil attack. Journal of Advanced Research, v. 24, p. 513–522, 2020.

LIMA, Ana Paula P.; LIMA, Edna B.; FLORÊNCIO, Nínive B.; *et al.* Antibacterial Activity of ZnBTC-MOF Combined With Essential Oil From *Etlingera elatior* and Major Compounds Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Chemistry & Biodiversity*, p. e03261, 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.202403261>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

LIN, Dong-jiang; FANG, Yong; LI, Ling-yun; *et al.* The insecticidal effect of the botanical insecticide chlorogenic acid on *Mythimna separata* (Walker) is related to changes in MsCYP450 gene expression. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, 2022. M HABSAH; ALI, Am; NH LAJIS; *et al.* Antitumour-promoting and cytotoxic constituents of *etlingera elatior*. *PubMed*, v. 12, n. 1, 2005.

LIRA, Camila Soledade de; PONTUAL, Emmanuel Viana; ALBUQUERQUE, Lidiane Pereira de; *et al.* Evaluation of the toxicity of essential oil from *Alpinia purpurata* inflorescences to *Sitophilus zeamais* (maize weevil). *Crop Protection*, [S.L.], v. 71, p. 95-100, maio 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.004>.

MEIKLE, W.G.; ADDA, C.; AZOMA, K.; *et al.* The effects of maize variety on the density of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in post-harvest stores in Benin Republic. *Journal of Stored Products Research*, v. 34, n. 1, p. 45–58, 1998.

MPOKE, Rhonest Siroya; KINYUA, Johnson; KIMANI, Josephine Wambaire; *et al.* Efficacy of Botanical Extract Formulations of *Zanthoxylum usambarensense* and *Warburgia ugandensis* on Post-Harvest Management of *Sitophilus zeamais* in Maize. *Sustainability*, v. 15, n. 14, p. 10833, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/10833>>. Acesso em: 3 abr. 2024.

NOORDIN, Liza; WAN AHMAD, Wan Amir Nizam; MUHAMAD NOR, Nor Asiah; *et al.* *Etlingera elatior* Flower Aqueous Extract Protects against Oxidative Stress-Induced Nephropathy in a Rat Model of Type 2 Diabetes. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine : eCAM*, v. 2022, p. 2814196, 2022. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9056225/>>.

PICANÇO, M. C. Manejo integrado de pragas. Relatório Técnico, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – Minas Gerais, p. 146-150. 2010.

PIMENTEL , Marco A. G. Manejo Integrado De Pragas Em Grãos Armazenados: Estado Atual E Perspectivas Futuras.

PIMENTEL, Camila; NUNES, Bheatriz; LINO; *et al.* Insecticidal potential of essential oil from inflorescences of *Etlingera elatior* and its major constituents against *Sitophilus zeamais*. *Industrial Crops and Products*, v. 203, p. 117154–117154, 2023.

PIMENTEL, C. S. De L., ALBUQUERQUE, B. N. L., da ROCHA, S. K. L., DUTRA, K. A., SILVA, D. G. R., dos SANTOS, F. H. G., VIEIRA, G. J. S. G., OLIVEIRA, H. V. S., PAIVA, P. M. G., NAPOLEÃO, T. H., NAVARRO, D. M. A. F. “Insecticidal Potential of Essential Oil from Inflorescences of *Etlingera Elatior* and Its Major Constituents against *Sitophilus Zeamais*”. *Industrial Crops and Products*, vol. 203, novembro de 2023, p. 117154. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117154>.

PIPLANI, Mona; BHAGWAT, Deepak P.; SINGHVI, Gautam; SANKARANARAYANAN, Murugesan; BALANA-PIMENTEL, M.A.G.; FARONI, L.R.D&#39;A.; GUEDES, R.N.C. SOUSA, A.H.; TÓTOLA, M.R ... Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 71-74, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2008.09.001>.

PIRES, Evaldo Martins; NOGUEIRA, Roberta Martins; ZANDONADI, Rodrigo Sinaid; *et al.* Pest potencial of *Sitophilus zeamais* on Brazil nut under storage conditions. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 3, p. 1003–1007, 2020. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/47723>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

PRETTI, Taciana. Tecnologia para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produto fermentado. Mestre, UNESP - UNIV ESTADUAL PAULISTA, Araraquara, SP, 2010. Disponível em:

<[http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bfa/33004030055P6/2010/pretti\\_t\\_me\\_aracf.pdf](http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bfa/33004030055P6/2010/pretti_t_me_aracf.pdf)>. Acesso em: 3 nov. 2025.

RAMOS, Nilza Patrícia; MENDES, Natalia Crespo; FOLEGATTI, Marília I. da Silveira; *et al.* 2024. AGRICULTURAL CORN PROFILES FOR BRAZILIAN STATES – REFERENCE I FOR THE RENOVABIO POLICY. Embrapa Meio Ambiente, 2024.

RESCAROLLI, Luciana ; GILMAR ROBERTO ZAFFARI. Produção de mudas de Etlingera elatior através da cultura de tecidos vegetais in vitro. *Ornamental Horticulture*, v. 13, p. 1082–1086, 2007.

RIBEIRO, Ingrid Ayslane Torres de Araújo; DA SILVA, Rosimere; DA SILVA, Alexandre Gomes; *et al.* Chemical characterization and insecticidal effect against *Sitophilus zeamais* (maize weevil) of essential oil from *Croton rudolphianus* leaves. *Crop Protection*, v. 129, p. 105043, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219419303898>>.

RICARTE, Angélica; SILVA<sup>1</sup>, D; NATONIEL; *et al.* MICROPROPAGAÇÃO DE BASTÃO DO IMPERADOR [Etlingera elatior (Jack) RM Smith]: ESPÉCIE DE USO ORNAMENTAL E COM ATIVIDADE BIOLÓGICA MEDICINAL. [s.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024846/1/Natoniel-2015.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2025.

RIVELLI, Diogo P. ; SILVA , Vanessa V. ; ROPKE , Crsitina D. ; *et al.* Vista do Determinação simultânea de ácido clorogênico, ácido caféico e cafeína, no extrato aquoso e hidroalcoólico de *Ilex paraguariensis* por CLAE e correlação com a capacidade antioxidante dos extratos por redução do DPPH. *Revistas.usp.br*. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/rbcf/article/view/44199/47820>>. Acesso em: 12 out. 2025.

ROZWALKA, Luciane C. LUCIANE CRISTINA ROZWALKA CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE GOIABEIRA, EM LABORATÓRIO. [s.l.: s.n.], 2003. Disponível em:

<<https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/34573/R%20-%20D%20-%20LUCIANE%20CRISTINA%20ROZWALKA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 out. 2025.

SCHWAN-ESTRADA, Kátia Regina Freitas; STANGARLIN, José Renato; CRUZ, Maria Eugênia Da Silva. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. *FLORESTA*, v. 30, n. 12, 2000. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2361>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

S. FERREIRA, Felipe; C. DA SILVA, Ana; C. R. O. F. DE AGUIAR, Júlio; *et al.* Antimicrobial and Antibiofilm Activities of the Essential Oil from the Inflorescence of *Etlingera elatior* (Zingiberaceae) and Its Main Constituents (Dodecanal and 1-Dodecanol). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 2025. Disponível em: <[https://jbcs.sq.org.br/audiencia\\_pdf.asp?aid2=12847&nomeArquivo=2024-0360AR.pdf](https://jbcs.sq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=12847&nomeArquivo=2024-0360AR.pdf)>. Acesso em: 3 nov. 2025.

SAKKA, Maria K. ; ATHANASSIOU, Christos G. Evaluation of Phosphine Resistance in Three *Sitophilus* Species of Different Geographical Origins Using Two Diagnostic Protocols. *Agriculture*, v. 13, n. 5, p. 1068, 2023.

SANCHES, André Luis Ramos; ALVES, Lucilio Rogerio Aparecido; BARROS, Geraldo Santa'Ana De Camargo; *et al.* Os impactos dos preços do milho ao longo das cadeias consumidoras. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 62, n. 3, p. e274483, 2024. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032024000300212&tlang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032024000300212&tlang=pt)>. Acesso em: 3 nov. 2025.

SANTOS , Jamilton P. ; MAIA , João Dimas G. ; CRUZ, Ivan . Vista do Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. *Embrapa.br*. Disponível em: <<https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/13718/7778>>. Acesso em: 12 out. 2025.

SHANAIDA, Mariia; KORABLOVA, Olha; RAKHMETOV, Dzhamal; *et al.* Chromatographic Profiles of Polyphenols in the Herbs of *Artemisia campestris* L. and

Artemisia ludoviciana Nutt. Biomedical and Pharmacology Journal, v. 17, n. 3, p. 1461–1469, 2024.

SILVA, A. R. da; MELO, N. F. de; RESENDE, G. M. de; et al. Micropropagação de bastão do imperador [Etlingera elatior (Jack) RM Smith]: espécie de uso ornamental e com atividade biológica medicinal. 2015. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1024846>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

SILVA, Luiz Eduardo Bezerra; SILVA, José Crisólogo de Sales; SOUZA, Willian; et al. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. *Diversitas Journal*, 2020. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-869>.

SILVA, Patrícia. Caracterização química, atividade larvicida e deterrente de oviposição do óleo essencial da inflorescência do Bastão do Imperador (*Etlingera elatior*) frente à *Aedes aegypti*. Ufpe.br, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11999>>. Acesso em: 12 out. 2025.

SIMONETTI, Ana Paula Moraes Mourão . UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CAMPUS CASCAVEL CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA -PGEAGRI USO DE CRAMBE NO CONTROLE DE SITOPHILUS ZEAMAIIS MOTS. EM MILHO ARMAZENADO ANA PAULA MORAIS MOURÃO SIMONETTI CASCAVEL. [s.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <[https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2961/2/AnaPaula\\_Simonetti2016.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2961/2/AnaPaula_Simonetti2016.pdf)>.

SKOOG, Douglas A. Fundamentals of analytical chemistry. 9. ed. Australia ; United Kingdom: Brooks /Cole, Cengage Learning, 2014.

SOUZA , José R. P. ; VIDAL , Luiz H. I. ; VIANI, Ricardo A. G. View of Effects of aqueous and ethanolic extracts of vegetal species on seed germination of *Brachiaria decumbens* Stapf. 2002 Ojs.uel.br. Disponível em: <<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2096/1799>>. Acesso em: 12 out. 2025.

SOUZA, Juliana Nazaré; MARCOS ROBERTO POTENZA; MARTINS, Marcio; *et al.* Plant Extracts for the Control of *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1895) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of the entomological research society*, 2023.

STUHL, Charles J.; ROMERO, Maritza. Attraction of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) to Four Host Plants. *Florida Entomologist*, v. 104, n. 3, 2021. Disponível em: <<https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-104/issue-3/024.104.0302/Attraction-of-Sitophilus-zeamais-Coleoptera--Curculionidae-to-Four-Host/10.1653/024.104.0302.full>>. Acesso em: 3 nov. 2025.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; IAN MAX MOLLER; *et al.* *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. [s.l.]: ArtMed, 2001. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/livro/fisiologia-e-desenvolvimento-vegetal-9788582713679>>.

TIAN, Yun; WANG, Na; LIU, Huanyu; *et al.* Extraction of curcuminoids from *Curcuma longa* L. by fatty acid-based ionic liquid aqueous solution: Experimental and mechanism study. *Food Chemistry*, v. 464, p. 141605–141605, 2025.

Viana, P. A.; MENDES, S.M.; CRUZ, I. *Guia de inseticidas para a cultura do milho*. EMBRAPA, Comunicado técnico, dez. 2012.

VILAR, DANIEL. *Estrutura Anatômica e Composição Química do Grão de Milho*. Portal Agriconline. 2022. Disponível em: <https://agriconline.com.br/portal/artigo/estrutura-anatomica-e-composicao-quimica-do-grao-de-milho/>. Acesso em: 03 nov. 2025.

Alimentação - Portal Embrapa. Embrapa.br. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/alimentacao?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/alimentacao?utm_source=chatgpt.com)>. Acesso em: 12 out. 2025.

Artigo: Dia Nacional do Milho, 24 de maio - Cereal de alto valor nutricional. Embrapa.br. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/en/cultivos/busca-de-noticias/-/noticia/89599311/artigo-dia-nacional-do-milho-24-de-maio---cereal-de-alto-valor-nutricional?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.embrapa.br/en/cultivos/busca-de-noticias/-/noticia/89599311/artigo-dia-nacional-do-milho-24-de-maio---cereal-de-alto-valor-nutricional?utm_source=chatgpt.com)>.

Acesso em: 12 out. 2025.

Milho - Portal Embrapa. Embrapa.br. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agropensa/agro-em-dados/agricultura/milho>>.

Acesso em: 12 out. 2025.

Milho - Portal Embrapa. [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho>>.

Portal de Informações Agropecuárias. [portaldeinformacoes.conab.gov.br](http://portaldeinformacoes.conab.gov.br). Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>>.

Produção - Portal Embrapa. Embrapa.br. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao>>.

Sistemas Diferenciais de Cultivo - Portal Embrapa. Embrapa.br. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/en/web/portal/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.embrapa.br/en/web/portal/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo?utm_source=chatgpt.com)>.

## APÊNDICE A - CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA

### Extrato

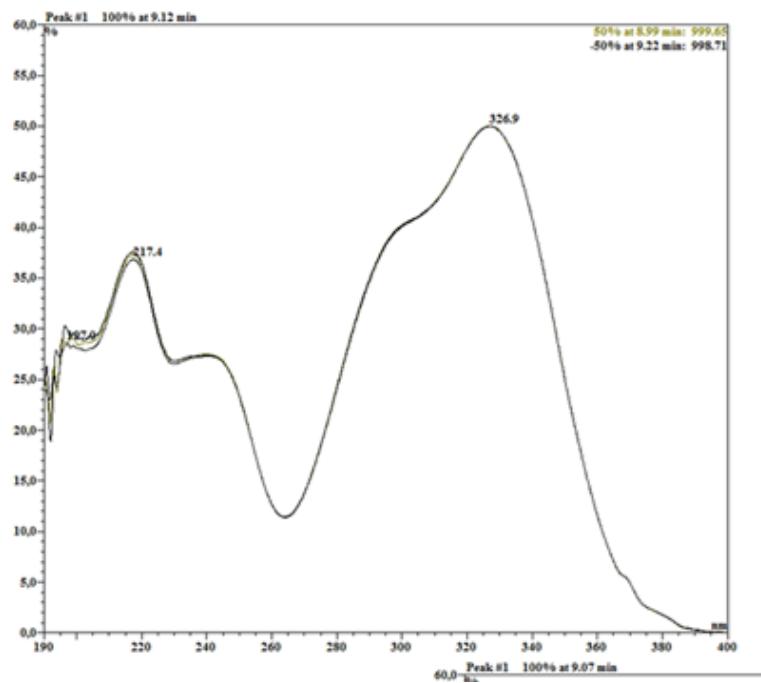


Figura 14, Perfil cromatográfico do EA da *Etlingera elatior*.

### Extrato + Ácido clorogênico

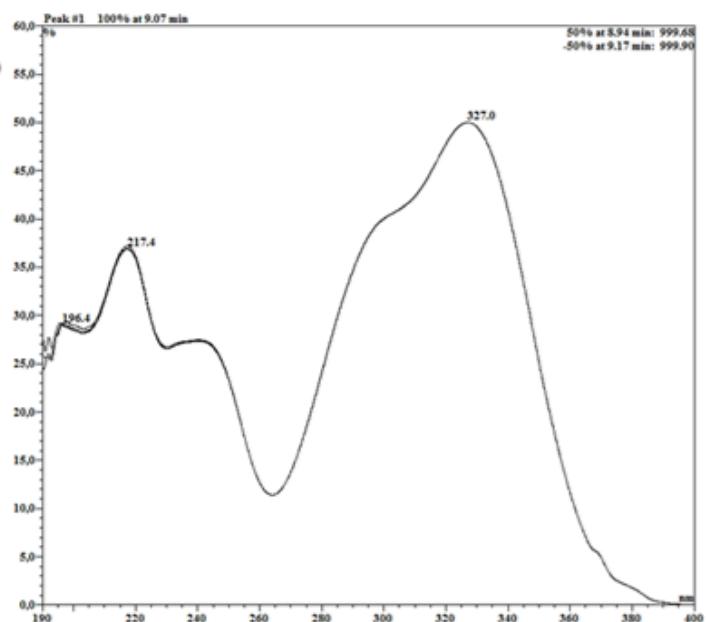


Figura 15, Perfil cromatográfico EA + ácido clorogênico

## Ácido clorogênico

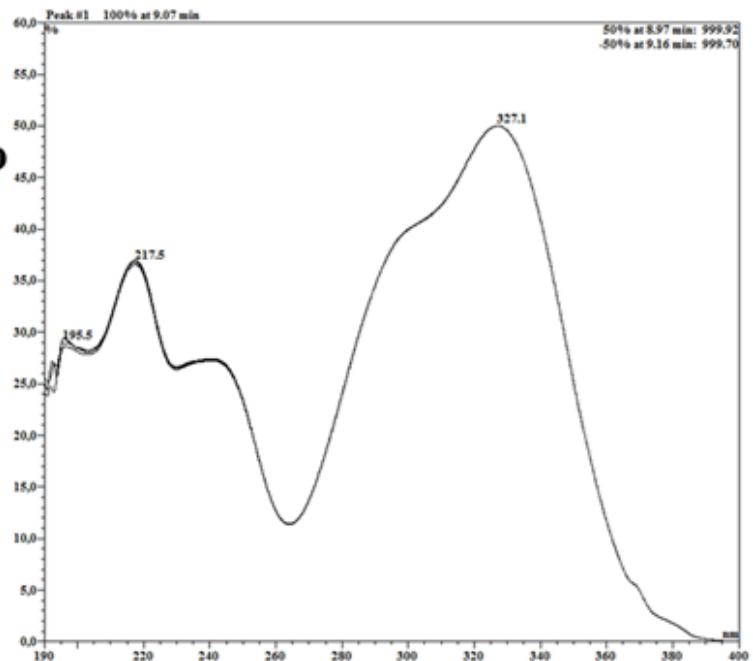


Figura 16, Perfil cromatográfico do ácido clorogênico