



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOQUÍMICA E FISIOLOGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO INSETICIDA DO ÓLEO FIXO DE *Syagrus coronata* (Mart.)  
Becc. CONTRA *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE)**

**ANTONIA ÂNGELA BEZERRA**

RECIFE  
2023

**ANTONIA ÂNGELA BEZERRA**

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO INSETICIDA DO ÓLEO FIXO DE *Syagrus coronata* (Mart.)  
Becc. CONTRA *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE)**

Dissertação de Mestrado apresentada como um dos requisitos para o cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Dra. Maria Tereza dos Santos Correia  
Coorientadores: Profa. Dra. Márcia Vanusa da Silva  
Prof. Dr. Thiago Henrique Napoleão

RECIFE  
2023

Catálogo na Fonte  
Bibliotecário: Marcos Antonio Soares da Silva  
CRB4/1381

Bezerra, Antonia Ângela.

Avaliação da ação inseticida do óleo fixo de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (coleoptera: curculionidae). / Antonia Ângela Bezerra. – 2023.

44 f. : il., fig.; tab.

Orientadora: Maria Tereza dos Santos Correia.

Coorientadores: Márcia Vanusa da Silva; Thiago Henrique Napoleão.

.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia da Universidade Federal de Pernambuco, 2023.

Inclui referências.

1. Gorgulho-do-milho. 2. Inseticidas. 3. Plantas da Caatinga. I. Correia, Maria Tereza dos Santos (Orient.). II. Silva, Márcia Vanusa da (Orient.). III. Napoleão, Thiago Henrique (Orient.). IV. Título.

572

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2024-058

ANTONIA ÂNGELA BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO INSETICIDA DO ÓLEO FIXO DE *Syagrus coronata* (Mart.)  
Becc. CONTRA *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE)**

Dissertação de Mestrado apresentado como um dos requisitos para o cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco.

**Banca Examinadora**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Tereza dos Santos Correia – Orientadora  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thamarah de Albuquerque Lima – Examinador Interno  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr.<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade - Examinador Externo  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. Wesley Felix de Oliveira - Examinador Externo  
Universidade Federal de Pernambuco

Data: 08/03/2023

À minha mãe SOCORRO TOMAZ, por me dedicar tanto amor e cuidado.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por me permitir chegar até aqui, mesmo diante de tantas adversidades.

Agradeço a minha família que está ao meu lado, em especial a minha mãe Socorro Tomaz, que sempre foi meu suporte em todos os sentidos, sem você eu jamais teria conseguido, obrigada por tudo mamãe, ao meu pai José Bezerra (*in memoriam*), aos meus irmãos por me apoiarem e acreditarem em mim, aos meus sobrinhos, por alegrarem meus dias.

Não poderia deixar de mencionar minha orientadora Dra. Tereza Correia, por ter me acolhido tão bem, e por acreditar no meu potencial. Aos meus Co-orientadores, Dr. Thiago Napoleão e Dra. Marcia Vanusa, pelo apoio e acolhimento também.

Aos meus amigos que estão longe, em especial Clarissy Rodrigues (Cla), Eduardo Sousa (Duda), Ruana Pereira, Brenna Queiroz, Adiene Manso (Diene), Teresa Arraes (Tetê), Walkecia Sales (Wal), Gardene Bezerra, João Hemerson (Hemy), e se fazem presentes sempre, me apoiando e incentivando, obrigada. Amo vocês.

Um agradecimento ESPECIAL as minhas amigas e colegas de curso, Elisa Santiago e Jaqueline Santos que sem dúvidas foram essenciais na minha caminhada, que sempre me ajudaram e estiveram ao meu lado nos melhores e nos momentos mais difíceis. A jornada com vocês foi bem mais leve. Gratidão por tudo! Amo vocês.

Agradeço também aos meus colegas de laboratório em especial a Patryck Monteiro, pela ajuda e apoio durante o desenvolvimento deste projeto, a Alícia Natalie por ser uma pessoa tão alegre e amiga, e aos demais colegas que fazem parte do Laboratório de Bioquímica de Proteínas (BIOPROT), ao qual agradeço também pelo espaço físico e infraestrutura para o desenvolvimento de pesquisas.

A Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade e realização deste trabalho e curso. E também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa, possibilitando o desenvolvimento do projeto.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu...”  
(Eclesiastes 3:1)

## RESUMO

O *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) é popularmente conhecido como gorgulho do milho. A espécie é considerada praga primária de diversos grãos armazenados e pode ser encontrada em regiões tropicais. Os prejuízos causados pelo *S. zeamais* a armazéns de cereais levam ao uso constante de inseticidas sintéticos, tornando o controle cada vez mais difícil. A identificação de moléculas com efeito inseticida surge como método alternativo de controle de pragas. Assim, o domínio fitogeográfico Caatinga surge como uma grande área que abriga diversas espécies vegetais como uma rica fonte de compostos bioativos. O Licuri é encontrado nos Estados da Bahia, Norte de Minas Gerais, Sergipe, Alagoas e Pernambuco, com grande potencial de utilização além do alto teor de óleo de excelente qualidade (49,2%) presentes nas amêndoas. Assim, o objetivo foi a avaliação química e a atividade da ação inseticida do óleo fixo de *S. coronata* por meio de testes de toxicidade de contato, taxa de crescimento populacional e efeito residual em populações de *S. zeamais*. O óleo fixo de *S. coronata* apresentou através da análise química os compostos majoritários ácido láurico (59,88%), sendo o mais abundante, seguido do ácido mirístico (13,13%) e o ácido cáprico (9,61%). O óleo fixo de *S. coronata* apresentou como compostos majoritários ácido láurico (59,88%), ácido mirístico (13,13%) e ácido cáprico (9,61%). Apresentou toxicidade por contato com concentrações letais para 50% e 90% dos insetos de 2,99 $\mu$ L e 6,21 $\mu$ L respectivamente. Apresentou boa eficiência interferindo na emergência do inseto, reduzindo a taxa de crescimento populacional, em comparação com o controle. Por fim, apresentou baixo efeito residual contra o inseto em estudo, sendo ativo somente por 24 horas. Os resultados obtidos nesse estudo evidenciam que o óleo fixo de *S. coronata* pode ser utilizado como uma alternativa aos inseticidas sintéticos no controle do *S. zeamais*.

**Palavras-Chave:** Gorgulho-do-milho; Inseticidas; Plantas da Caatinga.

## ABSTRACT

*Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) is popularly known as the maize weevil. The species is considered a primary pest of various stored grains and can be found in tropical regions. The damage caused by *S. zeamais* to grain stores leads to the constant use of synthetic insecticides, making control increasingly difficult. The identification of plants with insecticidal effect arises as an alternative method of pest control. Thus, the phytogeographic domain Caatinga emerges as a large area that houses various plant species as a rich source of bioactive compounds. Licuri is found in the states of Bahia, Northern Minas Gerais, Sergipe, Alagoas and Pernambuco, with great potential for use and a high content of excellent quality oil (49.2%) present in the almonds. The objective was to evaluate the chemical and insecticidal activity of the fixed oil of *S. coronata* through contact toxicity tests, population growth rate and residual effect on populations of *S. zeamais*. The main compounds of *S. coronata* fixed oil were lauric acid (59.88%), myristic acid (13.13%) and capric acid (9.61%). It presented contact toxicity with lethal concentrations for 50% and 90% of insects of 2.99 $\mu$ L and 6.21 $\mu$ L respectively. It showed good efficiency interfering with the emergence of the insect, reducing the population growth rate, compared to the control. Finally, it showed low residual effect against the insect under study, being active only for 24 hours. The results obtained in this study show that *S. coronata* fixed oil can be used as an alternative to synthetic insecticides to control *S. zeamais*.

**Keywords:** Maize Weevil; Insecticides; Plants of Caatinga.

## LISTA DE FIGURAS

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

<b>Figura 1-</b> Ciclo d vida do <i>S. zeamais</i> .....	13
<b>Figura 2-</b> Adulto macho e fêmea do <i>S. zeamais</i> .....	14
<b>Figura 3</b> - Palmeira do Licuri.....	19
<b>Figura 4</b> - Partes do fruto de Licuri.....	20
<b>Figura 5</b> - Óleo fixo de Licuri.....	21

### ARTIGO

<b>Figura 1:</b> Curva das concentrações letais (CL's) para o teste de contato do óleo fixo de <i>S. coronata</i> para o <i>S. zeamais</i> .....	37
<b>Figura 2:</b> Emergência de <i>Sitophilus zeamais</i> adulto em grãos de milho armazenados tratados com concentrações letais (CL) de óleo fixo de <i>Syagrus coronata</i> .....	39
<b>Figura 3:</b> Efeito Residual do óleo fixo de <i>Syagrus coronata</i> contra adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> em grãos de milho armazenados tratados com concentrações letais (CL).....	40

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO

<b>Tabela 1.</b> Identificação dos ésteres de ácidos graxos derivados da amostra de óleo fixo de Licuri.....	36
<b>Tabela 2.</b> Quantificação dos ácidos graxos presentes na amostra de óleo fixo de Licuri.....	36
<b>Tabela 3:</b> Concentrações Letais (CL's) do óleo fixo de <i>S. coronata</i> para o <i>S. zeamais</i> .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Sitophilus zeamais</i> .....	15
2.2 INSETICIDAS.....	15
2.3 PLANTAS.....	17
2.4 <i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc .....	18
2.5 ÓLEOS FIXOS.....	22
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
3.1 Objetivo geral.....	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
<b>4 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>5 ARTIGO.....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) é um inseto encontrado em regiões tropicais e subtropicais, considerado a praga primária de grãos armazenados mais importante do mundo (LIMA et al., 2021). As fêmeas adultas desta espécie ovipositam no interior dos grãos, as larvas eclodem e se alimentam das partes internas do grão, assim como os adultos também, reduzindo a qualidade nos índices fisiológicos e bioquímicos, causando danos estruturais, bem como, reduzindo os valores nutricionais e econômicos das sementes (ZHOU et al., 2020).

Esse inseto possui alta resistência a diferentes inseticidas sintéticos e alta capacidade de penetração na massa de grãos. No entanto, seu processo de infestação pode começar no campo, antes da colheita do grão, e então facilitar a infestação em unidades armazenadoras (MARTINS et al., 2022). A perda de grãos durante o armazenamento acarreta no aumento dos preços, o que pode afetar negativamente os consumidores devido à infestação dessas pragas, pode haver também ameaça no sustento dos agricultores (EESIAH, et al., 2022).

Os prejuízos causados pelo *S. zeamais* em armazéns de cereais levam ao uso constante de inseticidas sintéticos, tornando o controle cada vez mais difícil. Estes compostos, apresentam alta toxicidade e tendem a causar sérios riscos para os humanos, animais e ecossistemas. Com isso, surge a necessidade de investigar a ação de compostos botânicos no controle desse inseto, com estratégia que proporcione proteção, alta eficiência de controle e baixa toxicidade (CORTESE et al., 2022).

A utilização de plantas com efeito inseticida, surge como método alternativo de controle de pragas, isso se deve ao fato de que, os inseticidas vegetais afetam de forma mais leve o meio ambiente e a produção de grãos (MATEUS et al., 2017). O uso de produtos naturais como óleos essenciais, óleos fixos, pós e extratos vegetais tem sido promissor para o controle de insetos-praga. Os óleos essenciais por exemplo, possuem inúmeras aplicações nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia e química, além disso, são utilizados em atividade antimicrobiana, antioxidante, quimioprotetora, antibacteriana e inseticida (OYEDEJI et al., 2020).

O domínio fitogeográfico Caatinga surge como uma grande região que abriga diversas espécies vegetais ricas em fontes de compostos bioativos. É um domínio único e exclusivamente brasileiro, se estende ao longo do Nordeste do país (PEREIRA et al., 2021). Dentre as diversas espécies vegetais encontradas nessa área destaca-se as da família

Arecaceae, e principalmente a espécie *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., que é conhecida popularmente como Licuri, Ouricuri, Nicuri, coco cabeçudo (SILVA e ALMEIDA, 2020).

O Licuri é encontrado nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco e Norte de Minas Gerais, com grande potencial de utilização, os frutos e amêndoas são consumidos *in natura*, compondo alimento para humano e animais, as amêndoas fornecem matéria-prima para fabricação de cocadas, licores e farofas (SANTOS-MOURA et al., 2019). A população local utiliza o óleo de Licuri para tratar enfermidades, como micoses, dores nas costas, inflamações oculares e feridas, pois o alto teor de óleo presentes nas amêndoas é de excelente qualidade (RUFINO et al., 2008).

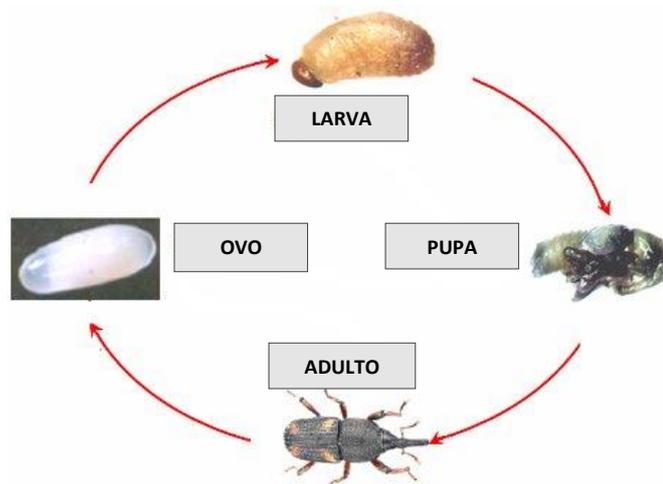
Considerando a importância da espécie *S. coronata* e de suas propriedades apresentadas na literatura, o objetivo do presente estudo foi a avaliação química e a atividade inseticida do óleo fixo de *S. coronata* por meio de testes de toxicidade de contato, taxa de crescimento populacional e efeito residual em populações de *S. zeamais*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 *Sitophilus zeamais*

Conhecido popularmente como gorgulho do milho, o *S. zeamais* é uma praga de importância econômica, pois ataca grãos sadios no campo, e durante o armazenamento, representando a principal praga do milho, e praga primária de cereais (OLIVEIRA et al., 2020). O ciclo reprodutivo (Figura 1) desse besouro começa com a oviposição das fêmeas na superfície do grão, posteriormente passam por quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adultos. O processo de desenvolvimento do ovo à pupa ocorre completamente dentro do grão, já os insetos adultos são encontrados fora do grão (ZHOU et al., 2020).

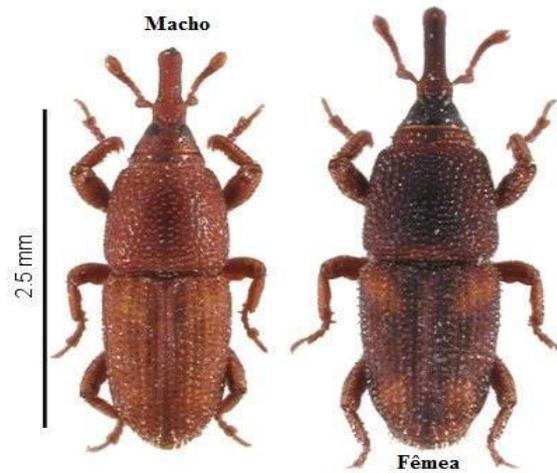
**Figura 1:** Ciclo de vida do *S. zeamais*



**Fonte:** Autora, 2023 adaptado de LANGSI et al. (2014)

O *S. zeamais* é um pequeno besouro castanho-escuro, com manchas avermelhadas nos élitros, a cabeça é projetada para frente, o aparelho bucal é mastigador com fortes mandíbulas. Os adultos são de 2,0 mm a 3,5 mm de comprimento. Nos machos, o rostró é mais curto e grosso, e nas fêmeas, mais longo e afilado (Figura 2). As larvas são de coloração amarelo-clara, com a cabeça de cor marrom escura, e as pupas são brancas. O período de oviposição é de 104 dias, e o número médio de ovos por fêmea é de 282. A longevidade das fêmeas é de 140 dias. O período de incubação oscila entre 3 e 6 dias, e o ciclo de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias (LORINI et al., 2015).

**Figura 2:** Adulto macho e fêmea do *S. zeamais*



BELMONTE (2015)

Devido aos hábitos alimentares e reprodutivos desse inseto, poderá ocorrer a manifestação e crescimento de fungos já presentes nos grãos, aumentando a disseminação de seus esporos e a produção de micotoxinas, que são substâncias químicas tóxicas produzidas por fungos. E esses fungos irão produzir essas substâncias químicas que podem induzir respostas tóxicas em humanos e animais após ingestão de alimentos contaminados (BRITO et al., 2021).

O milho (*Zea mays* L.) é um elemento essencial da segurança alimentar global. É a cultura de grãos que apresenta alto potencial produtivo, e valiosa cultura de cereais no mundo devido ao seu uso diversificado como alimento para o homem, ração para o gado e matéria-prima para diversas indústrias (ACHEAMPONG et al., 2019). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) a produção global média de milho em 2017-2019 foi de 1137 milhões de toneladas. No entanto, apesar desta grande produção, a produtividade do milho é altamente afetada por diversas pragas durante o crescimento, armazenamento e no pós-colheita, causando grandes perdas em todo o mundo (ACHIMÓN et al., 2022).

Os prejuízos causados pelo gorgulho do milho podem levar à redução de peso do grão, desvalorização do valor comercial, redução do valor nutritivo, e causas secundárias como o surgimento e disseminação de fungos, devido ao aumento da umidade na massa de grãos causada pela alta densidade de insetos (CORTESE et al., 2022). A perda de grãos durante o armazenamento pode levar a aumento nos preços, afetando negativamente os consumidores.

A avaria de grãos armazenados devido à infestação de insetos, se configura também como uma ameaça a subsistência de pequenos agricultores (ESIAH et al., 2022).

Caso não ocorra um avanço nas condições de armazenamento e controle das pragas desses produtos, os esforços para aumentar a produção de grãos podem não satisfazer as expectativas de maior produção de alimentos. Por esse motivo, é importante adotar uma forma de controle das populações de insetos-praga (OLIVEIRA, SANTOS, 2020). E para o controle dessas pragas os inseticidas sintéticos são o principal meio, porém, o uso contínuo pode gerar danos irreversíveis aos aplicadores e ao meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2020).

Alguns estudos relatam que estes compostos químicos apresentam efeitos devastadores para os ecossistemas, para a saúde humana e de animais, bem como, resistências das populações de insetos contra alguns inseticidas sintéticos mais utilizados mundialmente, tais como malation, cipermetrina e deltametrina (MOSSA et al., 2018).

Novas alternativas de controle para o *S. zeamais* vêm sendo estudadas, dentre as quais, a utilização de inseticidas naturais, são os mais usados. A viabilidade do uso de óleos vegetais e substâncias inativas no controle de *S. zeamais* e outras pragas de grãos armazenados são extremamente importantes devido ao seu baixo efeito tóxico, uma maior facilidade de obtenção, um custo relativamente baixo e uma maior segurança para aplicadores e consumidores (COITINHO et al., 2006).

## 2.2 INSETICIDAS

Os inseticidas sintéticos utilizados no controle de pragas de produtos armazenados são responsáveis por causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana; à busca por métodos alternativos de controle para amenizar os agravos que essas populações causam, vêm se intensificando ao longo dos anos (SANTOS et al., 2019). O controle químico ainda é uma das principais estratégias para o manejo desse Coleóptero, entre os produtos mais utilizados estão os inseticidas pertencentes aos grupos químicos dos piretroides, organofosforados, além de fumigantes, como fosfeto de alumínio e magnésio (SIKORSK, POLTRONIERI, 2022).

Os organofosforados representam cerca de 50% dos pesticidas químicos utilizados no controle das pragas. Estes produtos químicos agem inibindo a acetilcolinesterase (AChE), uma enzima que controla as transmissões nervosas no corpo do inseto. Os carbamatos também exercem papel semelhante aos organofosforados, ainda que, tenham um mecanismo de ação semelhante ao da inibição da AChE, (fosforilação por organofosforados e carbamilação por carbamatos), os organofosforados podem se ligar à AChE de forma

irreversível, enquanto os carbamatos se ligam à AChE de forma reversível (FAUZI et al., 2021). A resistência dos insetos a essas substâncias muitas vezes é codificada pelos próprios genomas, e microrganismos intestinais específicos, que também contribuem para a resistência a toxinas degradando os compostos químicos. Muitos insetos possuem bactérias simbióticas, que exercem papéis metabólicos essenciais, como o fornecimento de aminoácidos, suplementação de vitaminas e digestão de materiais alimentares indigeríveis, como paredes celulares vegetais (SATO et al., 2021).

No século XX, foi relatado o primeiro caso de resistência a inseticidas, após a introdução de inseticidas orgânicos sintéticos na década de 1940, espécies de pragas resistentes tornaram-se uma séria ameaça. O pirimifos-metil foi utilizado pela primeira vez como um substituto após as falhas de controle do Malathion, e tem sido usado como um inseticida de contato de amplo espectro. A Deltametrina e cipermetrina são utilizados contra insetos de importância de saúde pública, devido à sua toxicidade relativamente baixa para mamíferos. Já a fosfina é atualmente o fumigante mais comum na proteção de produtos armazenados em todo o mundo por ser facilmente aplicado, matando todos os estágios da vida dos insetos (BALIOTA et al., 2022).

Os inseticidas botânicos surgiram como uma excelente alternativa de controle, pois, exibem ação repelente, anti-alimentação, dissuasão de oviposição em vez de toxicidade, embora possam apresentar toxicidade, tendem a causar um menor impacto ambiental quando usados em baixas concentrações. Além disso, os compostos botânicos se decompõem facilmente após a exposição à luz solar, portanto, são mais compatíveis com sistemas de manejo de pragas de base ecológica, como o controle biológico de conservação (AMOABENG et al., 2020).

O controle biológico com inseticidas botânicos surgiu como alternativa promissora, por sua vez, tem maior especificidade de ação sobre o organismo-alvo, menor toxicidade e risco à saúde dos aplicadores, assim como uma rápida degradabilidade. Além do mais, os inseticidas botânicos são constituídos por vários compostos biologicamente ativos, o que diminui a probabilidade de seleção de populações resistentes pelos variados modos de ação em um mesmo produto (RIBEIRO e VENDRAMIM, 2019). Ademais, produtos de origem vegetal com atividade para insetos incluem várias classes de moléculas, como os terpenos, flavonóides, alcalóides, polifenóis, glicosídeos cianogênicos, quinonas, amidas, aldeídos, tiofenos, aminoácidos, sacarídeos e policetídeos, geralmente são compostos que possuem importantes atividades ecológicas na natureza, tais como: antialimentar, atrativo, nematicida,

fungicida, repelente, inseticida, regulador de crescimento de insetos, atuando como uma fonte promissora para novos agentes de controle de pragas (SOUTO et al., 2021).

### 2.3 PLANTAS

As plantas que apresentam potencial uso inseticida e de suas substâncias como modelo para a obtenção de compostos biológicos tem se tornado alvo de estudos com o objetivo de desenvolver alternativas mais seletivas e menos prejudiciais ao meio ambiente, como uma forma viável, econômica e ecológica no controle de pragas (SPLETOZER et al., 2021). A maior diversidade de plantas do mundo está no Brasil, estima-se uma flora entre 50.000 e 60.000 espécies. O domínio fitogeográfico Caatinga, merece destaque por ser exclusivamente brasileiro possuindo uma área de 844.453 km<sup>2</sup>, o que equivale a 11% do território nacional e engloba 83% do território pernambucano. A grande parte da população que vive na Caatinga, depende diretamente dos recursos vegetais disponíveis para sobreviver, e as plantas com ação inseticida se tornam cada vez mais importantes para descoberta de novos compostos. (ALBERGARIA, SILVA e SILVA, 2019).

A Caatinga tem sido apontado como o bioma brasileiro mais crítico no que se refere à conservação, constituindo um dos mais ameaçados pela ação antrópica, o que coloca inúmeras espécies em risco de extinção. O extrativismo vegetal tem provocado grande redução das populações naturais, seja pelo processo predatório de exploração, ou ainda pela falta de conhecimento dos nativos sobre o potencial e importância dessas espécies vegetais. Ao longo dos anos, vem se intensificando pesquisas voltadas à bioprospecção de plantas desta região, a fim de identificar e comprovar ações e propriedades medicinais (SOUZA et al., 2022).

As plantas aromáticas ou com ação medicinal são fontes abundantes de produtos naturais. Dentre os compostos produzidos por estas, estão as essências naturais que chamam atenção pelo perfume, óleos, bem como, ações antimicrobianas, antifúngica, antioxidantes e inseticidas. Muitos desses compostos podem ainda ser utilizados na proteção de culturas agrícolas, contra doenças e pragas, com a vantagem de não se acumularem no ambiente e terem um amplo espectro de ação, o que diminui o risco de desenvolvimento de linhagens patogênicas resistentes (FIGUEIREDO, PEDRO e BARROSO, 2014).

Embora o potencial da flora do Brasil seja extenso, todos os ecossistemas vêm sofrendo intensas destruições. Porém, tem se estimulado o desenvolvimento de bioprodutos a partir de plantas brasileiras, visando um mercado baseado na bioeconomia, que não só traz benefícios à saúde, mas também é importante para a conservação da biodiversidade e

consequente nas mudanças climáticas. No entanto, devido à atual situação precária do mercado de fitoterápicos no Brasil, muito precisa ser feito até que tal objetivo seja alcançado (PALHARES et al., 2021).

As pesquisas etnobotânicas cresceram visivelmente na última década em muitas partes do mundo, em especial na América Latina, e particularmente em países como o México, a Colômbia e o Brasil. O uso intenso de plantas no Brasil se deve principalmente, à riqueza e variedade de espécies da flora. Por isso, estudos etnobotânicos são fundamentais para identificar novas moléculas e compostos bioativos (SOUZA et al., 2021). Os estudos dos constituintes presentes em extratos botânicos, são indispensáveis na investigação científica, sobretudo em relação aos metabólitos secundários que geralmente são os responsáveis pelas ações biológicas. Outro fator que influencia na extração desses metabólitos secundários é o tipo de solvente utilizado. Ademais, existem outros parâmetros básicos que influenciam na qualidade de um extrato como a metodologia de extração, as partes da planta utilizada, a coleta do material vegetal, e a estação do ano também (SÁ-FILHO et al., 2021).

A utilização de compostos vegetais no controle de pragas vem se intensificando. Isso se deve ao fato das exigências dos consumidores de estarem contribuindo para a conservação da biodiversidade, a preocupação com a qualidade da água consumida tanto presentemente como pelas gerações futuras é importante, pesquisas na procura de novos compostos para o controle de insetos-praga, com menor contaminação ambiental e maior seletividade são de extrema importância (SPLETOZER et al., 2021).

#### 2.4 *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.

Dentre as espécies endêmicas que compõem a lista de espécies nativas da flora brasileira de valor econômico nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a palmeira *Syagrus coronata* (pertencente à família Arecaceae - Palmae), popularmente conhecida como “ouricuri ou licuri”, destaca-se por sua importância ecológica e socioeconômica. A colheita de partes de plantas desta espécie é uma importante fonte de renda e sustento para as comunidades rurais do semiárido (ANDRADE et al., 2015; CAMPOS et al., 2018; RUFINO et al., 2008).

O *S. coronata*, também é conhecido como a “árvore salvadora da vida”, pois é uma palmeira extremamente aproveitável, possui um importante papel socioeconômico, cultural e ambiental para a subsistência do sertanejo (GUIMARÃES, SHIOSAKI e MENDES, 2021). É encontrado em alguns estados da região Nordeste, como na Bahia, Sergipe, Alagoas e

Pernambuco, e também no norte de Minas Gerais, o Licuri se adaptou para sobreviver em regiões áridas. As amêndoas deste coqueiro são utilizadas para extração de óleo, e é amplamente utilizado pela população nativa para fins culinários e terapêuticos (SOUZA et al., 2021).

A família (Arecaceae) dessa palmeira (Figura 3) vêm sendo estudada em diferentes linhas de pesquisas, tais como, a morfologia, germinação, produção de mudas, entre outros. Também existe na literatura menções sobre o peso e biometria dos cachos e frutos de algumas espécies de palmeiras, a exemplo de *Euterpe oleracea* Mart. de *Euterpe precatoria* Mart. e *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, com a finalidade de recomendar a viabilidade do cultivo dessas espécies (SANTOS-MOURA et al., 2019). Para o gênero *Syagrus* são reconhecidas 66 espécies, das quais 58 são endêmicas da flora brasileira e *S. coronata* é a espécie endêmica da Floresta e Arbustais Tropical Sazonalmente Seca (FATSS) no Semiárido brasileiro (RUFINO et al., 2008).

**Figura 3:** Palmeira do Licuri



**Fonte:** <http://ambientalcampoformso.blogspot.com/2014/09/licuri-syagrus-coronata.html>

A palmeira floresce e frutifica por um longo período do ano e após sofrerem maturação completa, as amêndoas possuem composição nutricional indicando que são bastante calóricas e constituídas principalmente de lipídios (49,20%) e proteínas (11,50%). Por conta dessas características nutricionais, o Licuri tem uma contribuição relevante para a segurança alimentar das populações sertanejas, tratando-se de uma matéria-prima empregada em pesquisas para a produção de gêneros alimentícios (GUIMARÃES et al., 2021).

Os frutos (Figura 4) são semelhantes a drupas, com exocarpo amarelo claro a alaranjado quando maduros, e mesocarpo fibrosomucilaginoso de sabor adocicado e comestível, e endocarpo lignificado que recobre o endosperma branco-amarelado com propriedades oleaginosas. As amêndoas mantêm a viabilidade por até 180 dias quando armazenadas em sacos permeáveis e condições de temperatura (25 °C) e umidade relativa de 53-72% (FERREIRA et al., 2022).

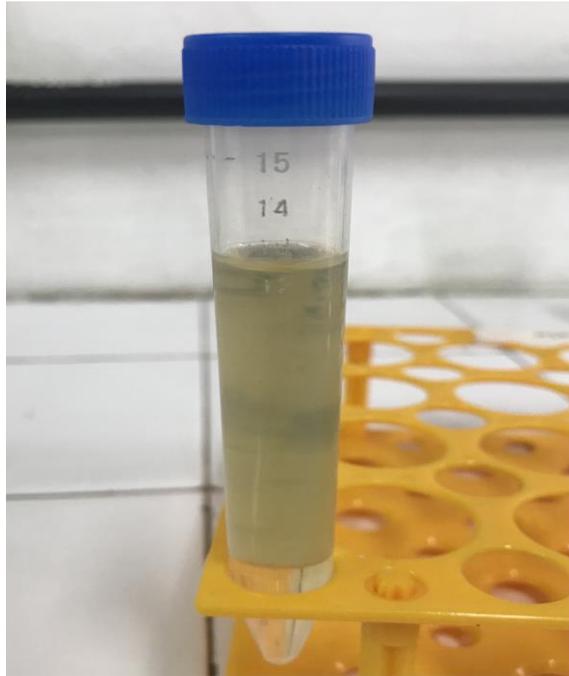
**Figura 4:** Partes do fruto de Licuri



**Fonte:** Autora, 2023. Adaptado de SANTOS (2015).

Os frutos do Licuri possuem um alto teor de óleo em suas amêndoas, isto refere-se à quantidade de água existente na polpa e na amêndoa. O óleo (Figura 5), se encontra em forma de glóbulos. Existem três métodos para a extração do óleo: extração mecânica, extração por solvente e extração mista. O objetivo da extração é quebrar a membrana das células, que permite a saída dos glóbulos. As proteínas fazem parte da classe de nutrientes que fornecem energia para o bom funcionamento do organismo. Os carboidratos são a fonte de energia primária de cada oleaginosa que apresenta teor específico de óleo (BARBOSA, DA ROCHA e PEITER, 2020).

**Figura 5:** Óleo fixo de Licuri



Fonte: Autora, 2023

O estudo de Hughes et al. (2013) mostrou que o extrato aquoso da inflorescência foi a única dentre todas as partes investigadas de *S. coronata* a apresentar atividade antimicrobiana, e foi eficaz contra *Bacillus cereus* e três cepas de *Staphylococcus aureus*, sem diferença entre as duas cepas resistentes a antibióticos e cepa sensível a antibióticos, enquanto o extrato metanólico foi eficaz apenas contra *B. cereus*.

Leal et al. (2013) utilizaram o método do balanço hidrofílico-lipófilo (HLB) para desenvolver emulsões cosméticas a partir do óleo de Licuri. E os resultados demonstraram que a determinação do HLB crítico do óleo forneceria a emulsificação ideal. Esta avaliação preliminar da hidratação cutânea demonstrou que o óleo pode ser considerado um novo adjuvante lipofílico com funções hidratantes significativas.

Rodrigues et al. (2021) avaliaram a influência da umidade e da proporção de substrato de fermentação em estado sólido (SSF) para a produção de lipases e pectinases utilizando duas linhagens de actinobactérias, demonstrou que os resíduos de licuri (torta e casca), gerados na extração do óleo extra virgem, são viáveis para uso em SSF com actinobactérias após uma etapa de extração do óleo remanescente, e podem contribuir como matéria-prima promissora para a produção dessas enzimas além de agregar valor a esses produtos e promover maior aproveitamento dos recursos naturais desta fonte.

Outro estudo desenvolvido por Lima et al. (2019) mostrou a aplicação do biochar de endocarpo de Licuri para a remoção do azul de metileno de solução aquosa e a reação de

Fenton como processo de regeneração e recuperação do adsorvente. Foi possível concluir que o biocarvão obtido pela pirólise do endocarpo de *S. coronata* é um ótimo adsorvente para remover o azul de metileno de meios aquosos. Além disso, atua como fonte de biomassa para a produção de biocarvão.

No entanto, estudos investigando os benefícios do Licuri ainda são poucos na literatura, embora alguns estudos tenham mostrado que o óleo essencial de licuri tem propriedades antioxidantes (BAUER et al., 2013). Além disso, o óleo essencial impediu o crescimento de larvas e ovos de *Aedes aegypti* (SANTOS et al., 2017) e agiu como um agente antifúngico contra *Candida albicans* (BASTO, 2017).

## 2.5 ÓLEOS FIXOS

As diversas partes das plantas podem apresentar óleos, e nas sementes é onde se acumulam em maior quantidade. Para extrair óleos fixos é necessário que ocorra alguns processos (AGRA e FORTUNA, 2019). A obtenção desses óleos é a partir da pressão mecânica ou extração com solvente, são ricos em ácidos graxos, como o ácido linoleico e o ácido alfa-linolênico, que fornecem nutrientes importantes essenciais para o funcionamento do organismo, também são ricos em antioxidantes, como a vitamina E, e ajudam a proteger o organismo contra os efeitos dos radicais livres (VIEIRA et al., 2020).

A diferença entre óleos fixos e as gorduras é apenas o ponto de fusão; aqueles que em temperatura ambiente, são líquidos recebem o nome de óleos fixos. Quimicamente são compostos predominantemente formados por triacilgliceróis, que têm ácidos graxos diferentes ou idênticos, esterificados nas três posições hidroxila da molécula de glicerol (COSTA et al., 2015). São utilizados isoladamente tanto no controle de insetos e fungos, quanto como adjuvantes aumentando sua eficiência. Quando incorporado aos inseticidas favorecem principalmente o controle, pois as principais vantagens do uso de óleo é uma maior facilidade de penetração da calda do inseto pela cutícula. Alguns outros benefícios podem ser citados quando se utilizam os óleos como aditivos, tais como a redução da hidrólise na água e redução da fotodecomposição (MENDONÇA, RAETANO, MENDONÇA, 2007).

Uma das dificuldades da aplicação industrial dos óleos vegetais é seu alto poder oxidativo, que altera as suas propriedades físico-química tornando o produto instável. Buscando alternativas para essa questão, uma opção tem sido o processo de transesterificação, onde a molécula é separada em éster e glicerol, podendo ser realizada por diferentes métodos, como a rota básica para o óleo de soja, a rota ácida utilizada para o óleo de licuri ou mesmo a

transesterificação por enzimas utilizada para o óleo de palma. Além disso óleos vegetais com ácidos graxos saturados possuem uma baixa taxa oxidativa (RODRIGUES et al., 2020).

Os óleos vegetais de diferentes tipos de plantas, possuem ampla aplicação, todavia o aproveitamento está ganhando força na área de cosméticos, os óleos de origem mineral ou mesmo os sintéticos são tóxicos e causam impacto negativo ao meio ambiente. Frente ao exposto, os óleos vegetais surgem como alternativa para as mais diversas aplicações. O Licuri possui 54% de óleo, é composto por 72,3 % de ácidos graxos saturado e apresenta estabilidade a oxidação. Por isso o óleo do Licuri é uma alternativa para aplicação em diversos setores da indústria (RODRIGUES, MENDES e DE JESUS, 2020).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Fracionar e analisar o óleo fixo do *S. coronata* e avaliar o potencial biotecnológico em relação a atividade inseticida sob a espécie *S. zeamais*.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a composição química do óleo fixo de *S. coronata*;
- Investigar a toxicidade por contato do óleo fixo de *S. coronata* sobre *S. zeamais*;
- Avaliar os efeitos do óleo fixo de *S. coronata* sobre a taxa de crescimento populacional de *S. zeamais*;
- Avaliar o efeito residual do óleo fixo de *S. coronata* sobre o controle de *S. zeamais*

#### 4. REFERÊNCIAS

ACHEAMPONG, J. N. A.; AYERTEY, V.Y. E.; IFIE, B. E. Susceptibility of selected maize seed genotypes to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.81, n.1, p.62-68, 2019.

ACHIMÓN, F.; PESCHIUTTA, M.L.; BRITO, V.D.; BEATO, M.; PIZZOLITTO, R. P.; ZYGADLO, J.A.; ZUNINO, M. P. Exploring Contact Toxicity of Essential Oils Against *Sitophilus zeamais* through a Meta-Analysis Approach. **Journal Plants**, v.11, n.1, p. 1-19, 2022.

AGRA, A. C.; FORTUNA, J. L. Atividade antimicrobiana do óleo fixo de *Allagoptera caudescens* (Mart.) Kuntze sobre bactérias patogênicas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research** v. 2, n. 3, p. 1120-1129, 2019.

ALBERGARIA, E. T; DA SILVA, M. V.; SILVA, DA SILVA, A. G (*in memoriam*). Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais localizadas na Unidade de Conservação Tatu-Bola, município de Lagoa Grande, PE – Brasil. **Revista Fitos**. v. 13, n. 2, p 137-154, 2019.

AMOABENG, B. W.; STEVENSON, P. C.; PANDEY, S.; MOCHIAH, M. B.; GURR, M. G. Scope for non-crop plants to promote conservation biological control of crop pests and serve as sources of botanical insecticides. **Nature Scientific Reports**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2020.

ANDRADE, M.A.; RAMOS, W. M.; SILVA SOUTO, J.S.; BENTO SILVA, U. P.; ALBUQUERQUE, E.; ARAÚJO, L. DE Knowledge, uses and practices of the licuri palm (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) around protected areas in northeastern Brazil holding the endangered species Lear's Macaw (*Anodorhynchus leari*) **Tropical Conserv Science**. v. 8, n. 1, p. 893-911, 2015.

BALIOTA, G. V.; LAMPIRI, E.; BATZOGIANNI, E. N.; ATHANASSIOU, C. G. Insecticidal Effect of Four Insecticides for the Control of Different Populations of Three Stored-Product Beetle Species. **Journal Insects**, v.13, n. 1, p. 1-16, 2022.

BARBOSA, J. E. P.; DA ROCHA, V. R.; PEITER, A. S. Ouricuri (*syagrus coronata*) oil extraction using mechanical pressing. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 6, p. 3458-3466, 2020.

BASTO, S.R. L. **Formulação de enxaguatório bucal contendo emulsões a base de óleo fixo de *Syagrus coronata* (licuri): caracterização, avaliação antimicrobiana, toxicidade e HET-CAM** (2017).

BAUER, L.C.; DAMÁSIO, J. M. DO A.; DA SILVA, M.V.; SANTANA, D. DE A.; GUALBERTO, S.A.; SIMIONATO, J. I. Chemical characterization of pressed and refined licuri (*Syagrus coronata*) oils. **Acta Science Technology**, v.35, n.1, p. 771-776, 2013.

BRITO, V. D.; ACHIMÓN, F.; PIZZOLITTO, R. P.; SÁNCHEZ, A. R.; TORRES, E. A. G.; ZYGADLO, J. A.; ZUNINO, M. P. An alternative to reduce the use of the synthetic insecticide against the maize weevil *Sitophilus zeamais* through the synergistic action of

*Pimenta racemosa* and *Citrus sinensis* essential oils with chlorpyrifos. **Journal of Pest Science**, v.94, n.1, p. 409–421, 2021.

CASTELO-BRANCO, V. N.; TORRES, A. G. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. **Revista De Nutrição**, v. 24, n. 1, p. 173-187, 2011.

COITINHO, R. L. B. C.; DE OLIVEIRA, J. V.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 183-191, 2006.

CORTESE, D.; DA SILVA, M. M. M.; DE OLIVEIRA, G. S.; MUSSURY, R. M.; FERNANDES, M. G. Repellency and Reduction of Offspring Emergence Potential of Some Botanical Extracts against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Maize. **Journal Insects**, v.13, n. 1, p. 1-11, 2022.

COSTA, C. L.; FRANÇA, E. T. R.; SANTOS, D. S.; COSTA, M. C. P.; BARBOSA, M. C. L.; NASCIMENTO, M. D. S. B. DE SÁ-FILHO, G. F.; DA SILVA, A. I. B.; DA COSTA, E. M.; NUNES, L. E.; RIBEIRO, L. H. F.; CAVALCANTE, J. R. L. P.; GUZEN, F. P.; LUCÍDIO CLEBESON DE OLIVEIRA, JEFERSON DE SOUZA CAVALCANTE. Medicinal plants used in the Brazilian caatinga and the therapeutic potential of secondary metabolites: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n.13, p. 14-21, 2021.

ECHEVERRÍA, J.; ALBUQUERQUE, R.D.D.G.D. Nanoemulsões de Óleos Essenciais: Nova Ferramenta para Controle de Doenças Transmitidas por Vetores e Efeitos In Vitro em Alguns Agentes Parasitários. **Medicamentos**, v.6, n.42, p. 1-12, 2019.

EESIAH, S.; YU, J.; DINGHA, B.; AMOAH, B.; MIKIASHVILI, N. Preliminary Assessment of Repellency and Toxicity of Essential Oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) on Stored Organic Corn Grains. **Journal Foods**, v.11, n.1, p. 1-12, 2022.

EMILIANO, S. A.; BALLIANO, T. L. Prospecção de Artigos e Patentes sobre Plantas Medicinais Presentes na Caatinga Brasileira. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 3, p. 615-627, 2019.

FARIAS, P. A. M.; DA SILVA, I. A.; QUEIROZ, A. L. F. G.; SILVA, J. G.; MELO, E. R. D.; BARROS, M. M.; SILVA LAURENTINO, C. S.; COIMBRA, C. G. O. Therapeutic properties of plants of the genus *Syagrus*: an integrative review. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.8, p. 76999-77010, 2021.

FAUZI, N. I. M.; WING FEN, Y.; OMAR, N. A.S.; HASHIM, H. S. Recent Advances on Detection of Insecticides Using Optical Sensors. **Journal Sensors**, v. 21, n.1, p. 1- 32, 2021.

FERREIRA, J. R.; SILVA, J. O.; MORGADO, M. V.; MACÊDO, J. D. B.; RODRIGUES, P. M. S. Direct seeding as a recruitment alternative for the threatened tropical palm *Syagrus coronata* (Mart.) Beccari in Brazilian dry forest. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, n. 1, p. 264-348, 2022.

FIGUEIREDO, A.C.; PEDRO, L.G.; BARROSO, J.G. Plantas aromáticas e medicinais - óleos essenciais e voláteis. **Revista da APH**, n.114, v.1, p, 29-33, 2014.

GUIMARÃES, J. S., SHIOSAKI, R. K., MENDES, M. L. M. Licuri (*Syagrus coronata*): characteristics, importance, potential and perspectives of the small coconut from Brazil. **Revista Desenvolvimento Meio Ambiente**, v. 58, n. 1, p. 169-192, 2021.

HUGHES, A. F. S.; DE LIMA, F. G.; LUCCHESI, A. M.; NETO, A. G.; UETANABARO, A. P. T. Antimicrobial Activity of *Syagrus coronata* (Martius) Beccari. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**. v.56, n.2, p. 269-274, 2013.

ISO. **ISO 5509**: animal and vegetable fats and oils: preparation of methyl esters of fatty acids: 1-6. International Organization for Standardization, Geneva. 2002.

LANGSI, J. D.; NUKENINE, E. N.; OUMAROU, K. M.; MOKTAR, H.; FOKUNANG, C. N.; MBATA, G. N. Evaluation of the Insecticidal Activities of  $\alpha$ -Pinene and 3-Carene on *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Insects**, v. 11, n. 540, p. 1-11, 2020.

LEAL, L. B.; SOUSA, G. D.; SEIXAS, K. B.; DE SOUZA, P. H. N.; DE SANTANA, D. P. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** v. 49, n. 1, p.167-174, 2013.

LIMA, L. C. M.; NAVARRO, D. M. A. F.; SOUZA-SANTOS, L. P. Effect of diet on the fatty acid composition of the copepod *Tisbe biminiensis*. **Journal of crustacean biology**, v. 33, n. 3, p. 372-381, 2013.

LIMA, R. S.; ZANTAA, C. L. P. S.; MEILIB, L.; LINS, P. V. S.; DOS SANTOS, G. E. S.; TONHOLO, J. Fenton-based processes for the regeneration of biochar from *Syagrus coronata* biomass used as dye adsorbent. **Desalination and Water Treatment**. v.162, n.1, p.391-398, 2019.

LIMA, T. A.; BAPTISTA, N. M. Q.; DE OLIVEIRA, A. P. S.; DA SILVA, P.A.; GUSMÃO, N. B.; CORREIA, M. T. S.; NAPOLEÃO, T.H.; DA SILVA, M. V.; PAIVA, P. M. G. Insecticidal activity of a chemotype VI essential oil from *Lippia alba* leaves collected at Caatinga and the major compound (1,8-cineole) against *Nasutitermes corniger* and *Sitophilus zeamais*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v. 177, n. 1, p. 1-9, 2021.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília, DF :Embrapa, 84 p. 2015.

MARTINS, J. C.; SILVA, E. M.; SILVA, R.S.; FERREIRA, S. R.; PICANÇO, M. C. Copaiba oil and Neem extract can be a potential alternative for the behavioral control of *Sitophilus zeamais*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, n. 1, p.1-6, 2022.

MATEUS, A. E.; AZEVEDO, F. R.; ALVES, A. C. L.; FEITOSA, J. V. Potencial da *Moringa oleifera* como inseticida no controle de adultos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados. **Acta Iguazu**, v.6, n.2, p. 112-122, 2017.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.16-23, 2007.

OLIVEIRA, A. P. S.; AGRA-NETO, A. C.; PONTUAL, E. V.; LIMA, T. A.; VERA CRUZ, K. C.; DE MELO, K. R.; DE OLIVEIRA, A. S.; COELHO, L. C. B. B.; FERREIRA, M. R. A.; SOARES, L. A. L.; NAPOLEAO, T. H.; PAIVA, P. M. G. Evaluation of the insecticidal activity of *Moringa oleifera* seed extract and lectin (WSMoL) against *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, v. 87, n.1, p, 1-8, 2020.

OLIVEIRA, V. L. F.; SANTOS, C. A. B. Avaliação da repelência e atividade inseticida de pós vegetais de plantas da caatinga sobre gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais* M.). **Revista Ouricuri**, v.10, n.2. p.013-020, 2020.

OYEDEJI, A.O.; OKUNOWO, W.O.; OSUNTOKI, A. A.; OLABODE, T.B.; AYO FOLORUNSO, F. Insecticidal and biochemical activity of essential oil from *Citrus sinensis* peel and constituents on *Callosobrunchus maculatus* and *Sitophilus zeamais*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.168, n. 1, p. 1-8, 2020.

PALHARES, R. M., BARATTO, L. C., SCOPEL, M., MÜGGE, F. L. B., & BRANDÃO, M. G. L. Medicinal Plants and Herbal Products From Brazil: How Can We Improve Quality? **Frontiers in pharmacology**, v.11, n.1, 606-623, 2021.

PEREIRA, E. J.; ROQUE, J. L.; DE SOUSA, B. S.; DAS NEVES, J. S. F.; DE SOUZA, M. L.; PORTO, J. M. P. Vegetable regulators and sucharosis in the In Vitro germination of licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc). **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.2, p. 18812-18825, 2021.

RIBEIRO, L. DO P.; VENDRAMIM, J. D. Associação de extratos vegetais e terra de diatomácea no controle do gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Mots. (coleoptera: curculionidae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.9, n.1, p.9-16, 2019.

RODRIGUES, H. C. S. R.; CARVALHO, A. L.; SANTOS, L. M.; DA SILVA, A. B.; UMSZA-GUEZ, M. A. Actinobacteria hydrolase producer in solid-state fermentation using licuri. **Science ad Agrotechnology**. v.46, n.1, p. 1-10, 2022.

RODRIGUES, L. K.O.; MENDES, J. U. L.; DE JESUS, D. S. Physicochemical analysis of in-natura and transesterified licuri (*Syagrus Coronata*) oil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-15, 2020.

SANTOS, P. E. M.; SILVA, A. B.; LIRA, C. R. M.; MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. Contact Toxicity Of Essential Oil Of *Croton Pulegiodoris* Baill On *Sitophilus Zeamais* Motschulsky. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 329 – 335, 2019.

SANTOS-MOURA, S. S.; GONÇALVES, E. P.; MOURA, M. F.; VIANA, J. S.; LIMA, A. A.; MELO, L. D. F. A. Biometric characterization of fruit, diaspores and seeds *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p.701-716, 2019.

SATO, Y.; JANG, S.; TAKESHITA, K.; HIDEOMI ITO, H.; KOIKE, H.; TAGO, K.; HAYATSUO, M.; HORI, T.; KIKUCHI, Y. Insecticide resistance by a host-symbiont reciprocal detoxification. **Nature communications**, v.12, n. 6432, p.1-8, 2021.

SIKORSK, C.; POLTRONIERI, A. S. Efeito de bioinseticidas formulados a partir de fungos entomopatogênicos sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em laboratório. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. 1-11, 2022.

SOUTO, A. L., SYLVESTRE, M., TÖLKE, E. D., TAVARES, J. F., BARBOSA-FILHO, J. M., & CEBRIÁN-TORREJÓN, G. (2021). Plant-Derived Pesticides as an Alternative to Pest Management and Sustainable Agricultural Production: Prospects, Applications and Challenges. **Molecules**, v.26, n.16, p. 35-48.

SOUZA, A. V. V.; HERNANDES, C.; SOUZA, D. D.; COSTA, E. S. S.; BISPO, L. P.; OLIVEIRA, FLÁVIO, J. V.; PEREIRA, A. M. S. Bioprospecção de plantas da Caatinga com potencial para produção de fitomedicamentos. **Revista Fitos**, v.2, n.1, p. 212-226, 2022.

SOUZA, F. G. L. S.; ALMEIDA-BEZERRA, J. W.; DA SILVA, V.B.; TAVARES, A. B.; DA SILVA, F. S. H.; DE PAULA, S. L.; SOUZA, B. V. S.; DO NASCIMENTO, M. P.; MONTE, N. S.; VERÇOSA, C. J.; SOUSA FERNANDES, P. A. S.; DOS SANTOS, A. F.; DOS SANTOS, A. C. B. Plant species as a therapeutic resource in Chapada do Araripe in the State of Ceará, Northeastern Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. 1-20, 2021.

SPLETOZERI, A. G.; DOS SANTOS, C. R.; SANCHES, L. A.; GARLET, J. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974-997, 2021.

VIEIRA, J. S. C.; CHAVES, D. C.; FIDELIS, Q. C.; PEREIRA, E. C.; MORAIS, M. M.; ALVES, W. S.; MACHADO, F. M.; GABRIEL CARVALHO GOMES, G. C. Clarification and deodorization of babassu vegetable oil (*Orbinya speciosa*) for food purposes. **Research, Society and Development**, v. 6, n. 9, p.67489-67498, 2020.

ZHOU, Y.; HUI, Y. B.; FENG, L. F.; ZHOU, T.; WANG, Q. A method for reconstructing the internal morphological structure of wheat kernels upon *Sitophilus zeamais* infestation. **Journal of Stored Products Research**, v.88, n.1, p. 1-12, 2020.

## 5. ARTIGO

### **ATIVIDADE INSETICIDA DO ÓLEO FIXO DE *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. CONTRA *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

Antonia Ângela Bezerra<sup>a</sup>, Patryck Érmerson Monteiro dos Santos<sup>a</sup>, Quéren Hapuque Silva Pereira de Alcantara Vilarim<sup>a</sup>, Fábio Henrique Galdino dos Santos<sup>b</sup>, Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro<sup>b</sup>, Marcia Vanusa da Silva<sup>a</sup>, Patricia Maria Guedes Paiva<sup>a</sup>, Thiago Henrique Napoleão<sup>a</sup>, Maria Tereza dos Santos Correia<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Bioquímica, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

<sup>b</sup>Departamento de Química Fundamental, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

**Resumo:** O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*, é uma das principais pragas primárias de cereais e grãos armazenados do mundo. Os inseticidas sintéticos são o principal meio de controle desta praga, porém, o uso contínuo pode gerar danos irreversíveis ao meio ambiente. Diante disso, a identificação de plantas com efeito inseticida é necessária, pois possibilita a extração de compostos naturais para uso no controle de pragas como esta. A espécie *Syagrus coronata* é uma palmeira com alto valor socioambiental, sendo o óleo de suas sementes utilizado para tratar enfermidades, como micoses, dores nas costas, inflamações oculares e feridas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida do óleo fixo de *S. coronata* contra *S. zeamais* por meio de testes de toxicidade por contato para adultos, determinação da influência na taxa de crescimento populacional e avaliação de efeito residual. O óleo fixo de *S. coronata* apresentou como compostos majoritários ácido láurico (59,88%), ácido mirístico (13,13%) e ácido cáprico (9,61%). Apresentou toxicidade por contato com concentrações letais para 50% e 90% dos insetos de 2,99 $\mu$ L e 6,21 $\mu$ L respectivamente. Apresentou boa eficiência interferindo na emergência do inseto, reduzindo a taxa de crescimento populacional, em comparação com o controle. Por fim, apresentou baixo efeito residual contra o inseto em estudo, sendo ativo somente por 24 horas. Os resultados obtidos nesse estudo evidenciam que o óleo fixo de *S. coronata* pode ser utilizado como uma alternativa aos inseticidas sintéticos no controle do *S. zeamais*.

**Palavras chaves:** Licuri; inseticidas botânicos; insetos-praga.

**Abstract:** The corn weevil, *Sitophilus zeamais*, is one of the main primary pests of cereals and stored grains in the world. Synthetic insecticides are the main means of controlling this pest, however, continued use can cause irreversible damage to the environment. Therefore, the identification of plants with insecticidal effects is necessary, as it allows the extraction of natural compounds for use in controlling pests like this. The *Syagrus coronata* species is a palm tree with high socio-environmental value, with the oil from its seeds used to treat illnesses, such as mycoses, back pain, eye inflammation and wounds. The objective of this work was to evaluate the insecticidal activity of *S. coronata* fixed oil against *S. zeamais* through contact toxicity tests for adults, determining the influence on the population growth rate and evaluating the residual effect. The main compounds of *S. coronata* fixed oil were lauric acid (59.88%), myristic acid (13.13%) and capric acid (9.61%). It presented contact

toxicity with lethal concentrations for 50% and 90% of insects of 2.99 $\mu$ L and 6.21 $\mu$ L respectively. It showed good efficiency interfering with the emergence of the insect, reducing the population growth rate, compared to the control. Finally, it showed low residual effect against the insect under study, being active only for 24 hours. The results obtained in this study show that *S. coronata* fixed oil can be used as an alternative to synthetic insecticides to control *S. zeamais*.

**Keywords:** Licuri; botanical insecticides; pest insects.

## INTRODUÇÃO

O gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) é uma das principais pragas primárias de cereais e grãos armazenados do mundo, sendo responsável por causar danos econômicos que requerem medidas de controle para minimizar as perdas (VELEZ et al., 2018). Estima-se que um indivíduo desta espécie seja responsável por causar 9,15% de perda por grão em 48 dias de infestação, causando sérios prejuízos aos produtores de grãos armazenados (PATINÓ-BAYONA et al., 2021). O milho é o principal alimento do *S. zeamais* e o ataque seu durante o pós-colheita pode ocasionar, pois perdas de 15 a 40% na produção desse produto (ACHIMÓN et al., 2022). Os grãos danificados por essa praga podem apresentar odores e sabores indesejáveis, bem como, perda de valor nutricional e diminuição de seu valor no mercado (GAUTAM et al., 2021).

Os inseticidas sintéticos como o deltametrina, fention, clorpirifós, malation, carbaril são alguns dos principais meios de controle desta praga, porém o uso contínuo pode gerar danos irreversíveis ao meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2020). A literatura relata que estes compostos químicos apresentam efeitos devastadores para os ecossistemas, saúde humana e de animais, pois essas substâncias podem contaminar o solo, rios e águas subterrâneas, causando danos as espécies aquáticas, e também podem apresentar efeitos carcinogênicos e mutagênicos aos seres humanos (ALI et al., 2021). Além disso, foi observado que populações de *S. zeamais* começaram a apresentar resistência contra alguns inseticidas sintéticos mais utilizados mundialmente, tais como malation, cipermetrina e deltametrina (MOSSA et al., 2018).

Diante disso, a identificação de plantas com efeito inseticida é muito importante, pois possibilita a extração de compostos naturais, geralmente mais seletivos e com baixa toxicidade não-alvo, e o desenvolvimento de novas formulações de que atuem como inseticidas de contato, repelentes ou fumigantes e sejam incorporadas ao manejo integrado de pragas (CORTESE et al., 2022).

O domínio fitogeográfico Caatinga é uma região que abriga diversas espécies vegetais. Das famílias vegetais pertencentes a esta região, a família Arecaceae se destaca por ocupar um lugar importante na composição da flora e da paisagem, destacando-se a espécie *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., conhecida popularmente como licuri, ouricuri, nicuri. É uma palmeira com alto valor socioambiental e econômico por ser empregada na alimentação humana e animal e na medicina popular (RUFINO et al., 2008; SILVA, ALMEIDA, 2020). O óleo essencial extraído das sementes de *S. coronata* exibiu atividade inseticida contra *Aedes aegypti*, causando mortalidade sobre larvas, e apresentando efeito dissuasor de oviposição (SANTOS et al., 2017).

Considerando a importância da espécie *S. coronata* e de suas propriedades apresentadas na literatura, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida do óleo fixo das sementes *S. coronata* contra *S. zeamais* por meio de testes de toxicidade por contato para adultos, determinação da influência na taxa de crescimento populacional e avaliação de efeito residual.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção do óleo fixo de *S. coronata***

O óleo fixo de *S. coronata* foi fornecido pela Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (COOPES), localizada no município de Capim Grosso, Bahia, Brasil (11° 22' 54" S 40° 0' 46" O).

### **Análise química do óleo fixo de *S. coronata***

A análise química do óleo fixo de Licuri foi realizada no laboratório de Cromatografia do Departamento de Química Fundamental (DQF) da UFPE. A amostra lipídica do óleo teve o perfil de ácidos graxos determinados de acordo com a metodologia utilizada por Lima, Navarro e Souza-Santos (2013), através de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas e cromatografia gasosa utilizando detector de ionização em chamas, sendo as amostras convertidas previamente em ésteres metílicos de ácidos graxos antes das análises cromatográficas.

### **Esterificação dos ácidos graxos**

A amostra lipídica foi submetida a uma solvólise, técnica usada para quebrar ligações químicas em compostos biológicos, como lípidos, seguida de esterificação dos ácidos graxos produtos da solvólise em seus ésteres metílicos. No início, amostras de 150 mg foram suspensas em 2 mL de clorofórmio e, em seguida, acrescentou-se 2 mL de solução de KOH/MeOH, na concentração de 0,5 mol/L, e realizou-se a reação em banho de óleo de silicone, sob agitação e refluxo a 100 °C durante 5 min. Posteriormente, seguindo a metodologia ISO (2002), realizou-se a esterificação, adicionando no meio reacional 2 mL de BF<sub>3</sub>/MeOH (12%), mantendo-se a agitação e o refluxo por 30 min, também na temperatura de 100 °C.

Uma vez a reação finalizada, esperou-se a amostra esfriar e acrescentou-se 0,5 mL de solução aquosa saturada de cloreto de sódio e realizou-se extração com 5 mL de heptano quatro vezes. A fase orgânica foi secada com sulfato de sódio anidro, filtrou-se, e concentrou-se a amostra sob fluxo de nitrogênio até que fosse reduzida a uma gota. Por fim, purificou-se a mistura de ésteres metílicos através de cromatografia líquida em coluna, com os eluentes heptano, mistura de heptano/diclorometano (1:1) e diclorometano, nos volumes respectivos de 25, 30 e 20 mL. A fase estacionária utilizada foi sílica gel 60 (70-230 mesh). As frações foram concentradas até 0,5 mL e analisadas via cromatografia gasosa e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas.

### **Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos**

A metodologia de Lima, Navarro e Souza-Santos (2013) é uma abordagem inovadora para a análise de ésteres metílicos de ácidos graxos. Esta metodologia envolve a identificação dos ésteres metílicos por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas e a quantificação deles por cromatografia gasosa com detector de ionização em chama.

O equipamento no qual as análises foram realizadas é do tipo quadrupolo Agilent, modelo 5977B, equipado com uma coluna capilar de sílica fundida HP-5ms não polar (Agilent J&W) (30 m × 0,25 mm i. d.; espessura do filme 0,25 mm). O gás de arraste utilizado foi o hélio, fornecido a uma taxa de fluxo de 1,4 mL/min. O injetor e o detector foram mantidos a 250 °C, e a temperatura do forno foi programada da seguinte maneira: iniciar em 60 °C, mantendo por 2 min e, em seguida, aumentar a temperatura para 260 °C a uma taxa de 3 °C/min, mantendo por 47,5 minutos. A amostra (1 µL) foi introduzida na coluna com o injetor com split 1:150. A aquisição através de varredura foi de 35 a 550 m/z com uma

taxa de varredura de 0,7 varreduras/s. Os ésteres metílicos puderam ser identificados pela injeção do padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos (F.A.M.E. Mix C4-C24), comparando os tempos de retenção dos ésteres identificados na amostra com os tempos de retenção dos respectivos ésteres no padrão além da comparação dos espectros de massa com aqueles identificados na amostra pelas bibliotecas do espectrômetro de massas (NIST), assim como os próprios espectros obtidos dos padrões.

Os ésteres metílicos presentes nas amostras foram quantificados através de cromatografia gasosa com detector de ionização em chama. O equipamento utilizado nas análises foi o TRACE GC Ultra (Thermo Scientific), equipado com uma coluna DB-5 não-polar, e as condições de análise foram as mesmas das utilizadas nas análises via GC-MS. Esta quantificação foi realizada em triplicata, obtendo-se uma média para os teores de cada éster, com respectivos desvios padrões, a partir da área relativa dos picos nos cromatogramas. Como a presença dos ésteres nas amostras submetidas às análises cromatográficas são produto da esterificação dos ácidos graxos das amostras lipídicas iniciais, o perfil obtido dos ésteres via CG foi relacionado ao perfil de ácidos graxos destas amostras.

### **Criação de *S. zeamais***

As colônias de *S. zeamais* foram mantidas no Insetário do Laboratório de Bioquímica de Proteínas (BIOPROT) da Universidade Federal de Pernambuco, em recipientes de vidro (1 L) cobertos com tecido poroso, para permitir as trocas gasosas, mantidos em incubadora de bio-oxigênio (BOD) a  $28 \pm 2$  °C e  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa (UR) e escotofase de 24 h. Os insetos foram alimentados com grãos de milho secos e limpos, sem contaminação por outras espécies de insetos e cultivo sem uso de inseticidas.

### **Toxicidade por contato frente adultos de *S. zeamais***

As diferentes concentrações 1,44; 1,85; 2,21; 2,58; 2,99; 6,21  $\mu\text{L/g}$  do óleo fixo foram colocadas em placas de Petri ( $90 \times 15$  mm) contendo 20 g de grãos de milho com o auxílio de uma pipeta automática. As placas foram agitadas manualmente por dois minutos e infestadas com 20 adultos de *S. zeamais* não-sexados. As placas foram mantidas em câmara BOD ( $28 \pm 2$  °C e  $70 \pm 10\%$  UR e escotofase de 24 h) e a mortalidade dos insetos foi determinada após 24 e 48 horas. Os resultados de mortalidade foram submetidos à análise de probit através do

software RStudio para determinar as concentrações letais (CL<sub>10</sub> a CL<sub>90</sub>) do óleo fixo de *S. coronata* necessárias para matar de 10% a 90% dos insetos.

### **Taxa de Crescimento Populacional**

Foi realizado o teste da taxa de emergência (RI) de *S. zeamais* em milho tratado com o óleo fixo de *S. coronata* pela via de contato, conforme descrito por Santos et al. (2019), com modificações. O ensaio utilizou diferentes concentrações (1,44; 1,85; 2,21; 2,58; 2,99; 6,21 µL/g) que foram definidas por testes preliminares. Em seguida, 20 g de milho foram colocados em placas de Petri (90 x 15 mm) e o óleo foi adicionado com o auxílio de micropipetas. As placas foram então agitadas manualmente por 2 min para garantir o contato de todos os grãos com o óleo. Posteriormente, os grãos foram colocados em potes plásticos de 100 mL e 20 insetos adultos não-sexados de *S. zeamais* foram adicionados, e o crescimento populacional foi observado do trigésimo ao sexagésimo dia após a aplicação do óleo de *S. coronata*. O ensaio foi realizado utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os potes foram armazenados em câmaras climáticas tipo B.O.D. a  $28 \pm 2$  °C,  $70 \pm 10\%$  UR e escotofase de 24 h. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e testes de comparações múltiplas (teste de Tukey).

### **Teste de Efeito Residual**

O efeito residual do óleo fixo de *S. coronata* em grãos de milho foi avaliado simulando a aplicação e o armazenamento do grão por 1, 5, 10, 15 e 20 dias, seguido pela infestação dos grãos com *S. zeamais*, conforme descrito por Santos et al. (2019), com modificações. O óleo foi avaliado na CL<sub>50</sub>, sendo adicionado a placas de Petri contendo 20 g de grãos de milho com o auxílio de micropipetas. Após 24h da infestação a mortalidade dos insetos foi observada. Os experimentos foram realizados no delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. Os recipientes foram mantidos em câmara climática tipo B.O.D., a  $28 \pm 2$  °C,  $70 \pm 10\%$  UR e escotofase de 24h. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e testes de comparações múltiplas (teste de Tukey).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos na análise química do óleo fixo de licuri estão listados nas Tabelas 1 e 2. As análises dos ésteres de amostras lipídicas, mostraram que os teores de cada

éster variaram. A análise de CG-MS revelou 100% dos compostos, sendo 8 ácidos graxos, destes 4,09% foram ácidos graxos insaturados e 95,91% saturados (Tabela 2). O ácido láurico (59,88%) foi o composto majoritário, seguido do ácido mirístico (13,13%) e o ácido cáprico (9,61%).

**Tabela 1.** Identificação dos ésteres de ácidos graxos derivados da amostra de óleo fixo de Licuri.

<b>Composto</b>	<b>Tempo de retenção na amostra</b>	<b>Tempo de retenção no padrão</b>
Octanoato de metila	11,48	11,52
Decanoato de metila	20,04	20,01
Dodecanoato de metila	28,41	28,17
Tetranoato de metila	35,71	35,62
Hexanoato de metila	42,40	42,43
Linoleato de metila	47,52	47,52
Oleato de metila	47,81	47,79
Estearato de metila	48,57	48,60

**Fonte:** Autora, 2023

**Tabela 2.** Quantificação dos ácidos graxos presentes na amostra de óleo fixo de Licuri.

<b>Ácidos graxos identificados</b>	<b>Símbolo</b>	<b>(%)</b>	<b>Desv. Pad. A (%)</b>
Ácido caprílico	C8:0	8,95	0,58
Ácido cáprico	C10:0	9,61	0,27
Ácido láurico	C12:0	59,88	0,44
Ácido mirístico	C14:0	13,13	0,66
Ácido palmítico	C16:0	3,44	0,33
Ácido linoleico	C18:2n-6	0,74	0,08
Ácido oleico	C18:1n-9	3,36	0,31
Ácido esteárico	C18:0	0,89	0,12
<b>Total de ácidos graxos insaturados</b>	-	<b>4,09</b>	-
<b>Total de ácidos graxos saturados</b>	-	<b>95,91</b>	-
<b>Total de ácidos graxos identificados</b>	-	<b>100</b>	-

**Fonte:** Autora, 2023

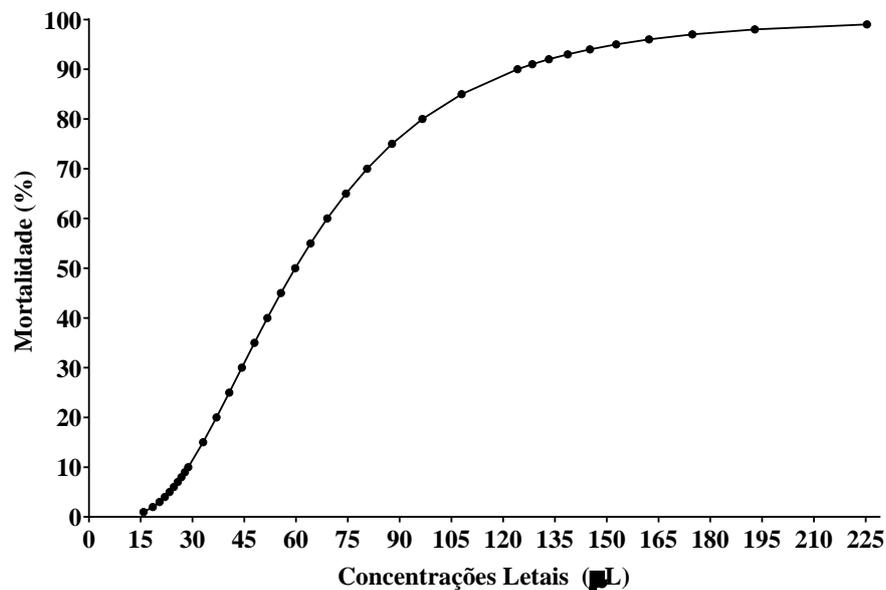
Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2021), que realizaram análises de cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-FID) e revelaram 8 constituintes na amostra do óleo fixo de Licuri, sendo o ácido láurico (43,64%) e o ácido mirístico (14,32%) os mais abundantes, em porcentagem total de óleo. Já para o óleo volátil das sementes de licuri, avaliado por Santos et al. (2017), foram identificados três compostos, correspondendo a 98,42% do óleo sendo o ácido octanóico (40,55%) e o ácido dodecanóico (40,48%) os componentes majoritários.

Moura et al. (2019) analisaram óleos vegetais de babaçu (*Orbygnia phalerata*), buriti (*Mauritia flexuosa*), macaúba (*Acrocomia aculeata*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*). Os resultados demonstraram que o óleo de babaçu contém a maior porcentagem de ácido láurico (44,20%), seguido do óleo de macaúba que também apresentou grande percentual de ácido láurico (36,28 %). Esse ácido graxo é importante devido a sua resistência à oxidação e, por possuir uma cadeia carbônica curta. Já os óleos de buriti e pinhão-manso apresentaram maior porcentagem de ácido oleico (69,0%) e (50,64%) respectivamente. O ácido oleico possui excelente estabilidade devido à sua única dupla ligação presente na cadeia.

#### Toxicidade por contato do óleo fixo de *S. coronata* frente adultos de *S. zeamais*

O óleo fixo de *S. coronata* apresentou concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) de 2,99 e 6,21 µL/g respectivamente, frente o *S. zeamais* (figura 1 e tabela 3), para o teste de contato.

**Figura 1:** Curva das concentrações letais (CL's) do óleo fixo de *S. coronata* para o *S. zeamais*



Fonte: Autora, 2023

**Tabela 3:** Concentrações Letais (CL's) do óleo fixo de *S. coronata* para o *S. zeamais*.

Concentrações Letais (CL)	$\mu\text{L/g}$ de milho
10	1,44
20	1,85
30	2,21
40	2,58
50	2,99
60	3,45
70	4,43
80	4,83
90	6,21

Grau de liberdade = 28; Qi-quadrado = 30,65; Valor F = 104.8

Fonte: Autora,2023

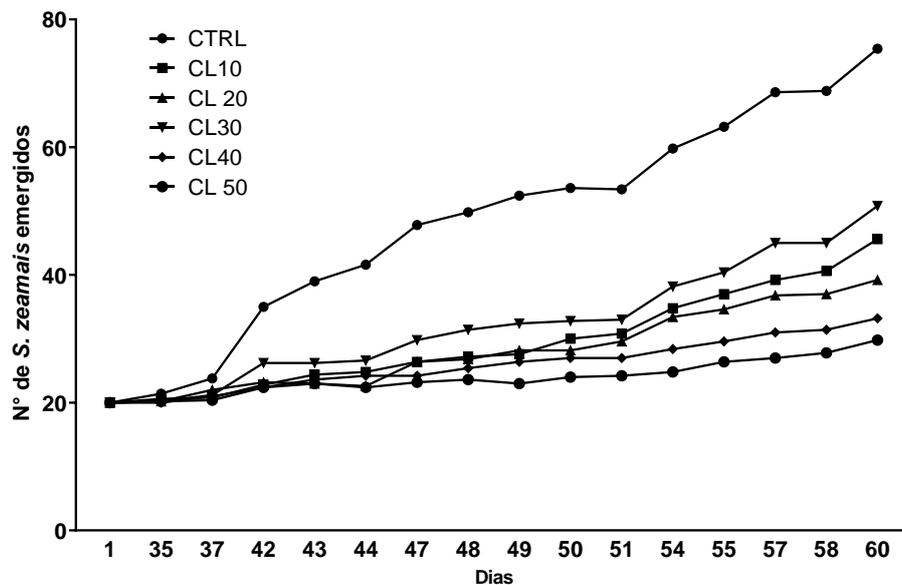
Coitinho et al. (2006) estudaram óleos vegetais de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera* sp.), eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill. e *Eucaliptus citriodora* Hook.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), alecrim (*Lippia gracillis* HBK.) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) contra adultos de *S. zeamais*, utilizando 20 g de milho por parcela foram impregnados com 50  $\mu\text{L}$  de cada óleo. Os resultados indicaram que os óleos de *E. globulus*, *L. gracillis* e *A. indica* causaram mortalidade de 100% em *S. zeamais*. Para os demais óleos, exceto *Copaifera* sp., a mortalidade foi superior a 87% e a redução da emergência de 100%. Fernandes e Favero (2014) descreveram o óleo essencial de *Schinus molle* como agente inseticida para o *S. zeamais* por contato. Os valores da  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  foram de 0,25, e 1,92  $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ , respectivamente.

O trabalho desenvolvido por Santos et al. (2019) avaliou o óleo essencial de *Croton pulegiodorus* frente a seis populações de *S. zeamais* de cidades diferentes. A população de *S. zeamais* do Espírito Santo do Pinhal-SP, foi a mais tolerante ao óleo essencial de *C. pulegiodorus*, com  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  de 6,02 e 10,55  $\mu\text{L}/\text{g}$  de milho respectivamente, e a população de insetos de Serra Talhada-PE, foi a mais suscetível a este óleo, com  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  de 4,21 e 6,67  $\mu\text{L}/\text{g}$  de milho, respectivamente.

### Taxa de Emergência (RI)

O óleo fixo de *S. coronata* interferiu na emergência do *S. zeamais*, reduzindo a taxa de crescimento populacional. Isso foi observado quando em comparação dos diferentes tratamentos com o controle (Figura 2).

**Figura 2:** Emergência de *Sitophilus zeamais* adulto em grãos de milho armazenados tratados com concentrações letais (CL) de óleo fixo de *Syagrus coronata*.



Fonte: Autora, 2023

Os óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill. e *Eucalyptus citriodora* Hook.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), alecrim (*Lippia gracillis* HBK.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), na dose de 50  $\mu$ L/20 g, demonstraram que a emergência de adultos aumentou com o período de armazenamento, no entanto, aos 120 dias o melhor desempenho foi obtido com os óleos de nim, andiroba, cedro, alecrim e eucalipto. (Coitinho et al., 2006).

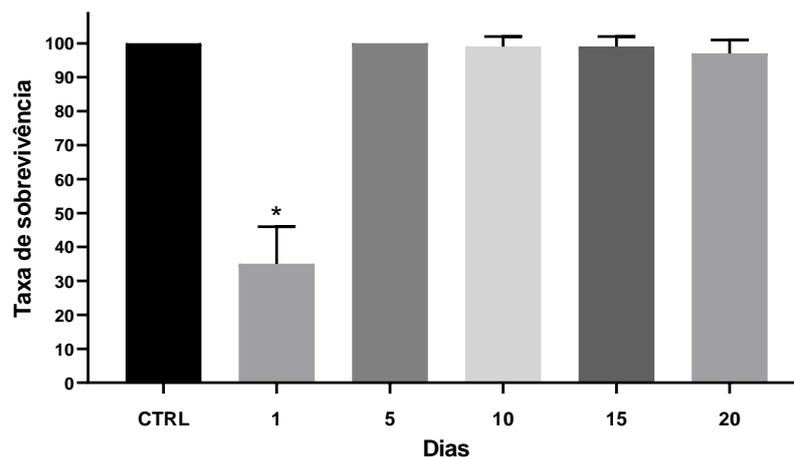
O trabalho de Cortese et al. (2022) mostrou um estudo com cinco extratos botânicos, de *S. terebinthifolius*, *L. sericea*, *L. tomentosa*, *L. nervosa*, *L. longifolia*, utilizados como inseticidas botânicos. Após 60 dias de infestação por *S. zeamais*, em trinta gramas de milho, as populações foram tratadas com os extratos aquosos e foi verificado que o extrato de *L. nervosa* teve um excelente efeito na redução da emergência de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho.

Os resultados do presente estudo demonstram que o óleo fixo de *S. coronata* interferiu na emergência do *S. zeamais*, reduzindo a taxa de crescimento populacional dessa espécie, indicando assim que substâncias de origem vegetal podem ser um bom aliado no controle de pragas.

### Teste de Efeito Residual

Neste ensaio foi observado que o óleo fixo de *S. coronata* não possui efeito residual significativo contra *S. zeamais*. Apenas no dia 1 (24 h após a aplicação do óleo) é que foi observado mortalidade do inseto (Figura 3).

**Figura 3:** Efeito Residual do óleo fixo de *Syagrus coronata* contra adultos de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenados tratados com Concentrações Letais (CL)



Fonte: Autora, 2023

O efeito residual do óleo essencial de *C. pulegioidorus* sobre populações de *S. zeamais* foi avaliado por Santos et al. (2019), os quais mostraram que o óleo não mostrou efeito significativo do período de armazenamento (30 e 60 dias) na emergência dos adultos. No entanto, o óleo teve efeito sobre as populações Crixás-GO, Espírito Santo do Pinhal-SP, Juiz de Fora- MG, Picos-PI e Vicentina-MS, exceto o de Serra Talhada-PE, no qual o resultado dos tratamentos e sua comparação com o controle não diferiu.

Nos resultados do presente estudo somente foi observado morte do inseto 24 h após a aplicação do óleo fixo de *S. coronata*. A partir do quinto dia após a aplicação não foi observada mortalidade do inseto, ou seja, o óleo não apresentou efeito residual no grão. O efeito residual de um inseticida natural é mais benéfico já que, essas substâncias botânicas

oferecem um ambiente mais seguro para os aplicadores com menos resíduos, além de reduzir o risco de resistência das pragas (MIRESMAILLI E ISMAN, 2006).

## CONCLUSÃO

O óleo fixo de *S. coronata*, apresentou na análise de CG-MS, 100% dos compostos, sendo 8 tipos de ácidos graxos, destes 4,09 % foram ácidos graxos insaturados e 95,91% de saturados. O ácido láurico (59,88%), foi o composto majoritário, seguido do ácido mirístico (13,13%) e o ácido cáprico (9,61%). O óleo apresentou toxicidade por contato nas concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) de 2,99 µL e 6,21 µL respectivamente, frente ao *S. zeamais*. O óleo também apresentou boa eficiência interferindo na emergência do inseto, reduzindo a taxa de crescimento populacional. E também exibiu baixo efeito residual contra o inseto em estudo. Os resultados desta dissertação apontam que o óleo fixo de *S. coronata* pode ser utilizado como uma alternativa aos inseticidas sintéticos no controle do *S. zeamais*. E também evidencia a importância de mais estudos à cerca da utilização de compostos vegetais, tais como óleos fixos, óleos essenciais, extratos botânicos como uma alternativa para o controle de pragas de produtos armazenados.

## REFERÊNCIAS

- ACHIMÓN, F.; PESCHIUTTA, M. L.; BRITO, V.D.; BEATO, M.; PIZZOLITTO, R. P.; ZYGADLO, J. A.; ZUNINO, M. P. Exploring Contact Toxicity of Essential Oils Against *Sitophilus zeamais* through a Meta-Analysis Approach. **Plants**, v. 11, n. 3070, 2022.
- ALI, S.; ULLAH, M. I.; SAJJAD, A.; SHAKEEL, Q.; HUSSAIN, A. Environmental and health effects of pesticide residues. *In: INAMUDDIN; AHAMED, M. I.; LICHTFOUSE, E. Sustainable Agriculture Reviews: Pesticide Occurrence, Analysis and Remediation.* 48. ed. Cham: **Springer**, p. 311-336, 2021.
- COITINHO, R. L. B. CM.; OLIVEIRA, J. O.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* mots. (coleoptera: curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.
- COITINHO, R. L. B. CM.; OLIVEIRA, J. O.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* mots. Em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 183-191, 2006.
- COITINHO, R. L. B. CM.; OLIVEIRA, J. O.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *sitophilus zeamais* motschulsky, 1885 (coleoptera: curculionidae). **Ciência Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.
- CORTESE, D.; DA SILVA, M. M. M.; DE OLIVEIRA, G. S.; MUSSURY, R. M.; FERNANDES, M. G. Repellency and Reduction of Offspring Emergence Potential of Some Botanical Extracts against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Maize. **Journal Insects**, v.13, n. 1, p. 1-11, 2022.
- CRUZ, C. S. A.; SOUSA, F.C.; MEDEIROS, M. B.; SILVA, L. M. M.; GOMES, J. P. Interference of essential oils in preference of *sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on maize grain. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 187-193, 2012.
- FERNANDES, E. T.; FAVERO, S. E. Óleo essencial de *Schinus molle* L. para o controle de *Sitophilus zeamais* Most.1855 (Coleoptera:Curculionidae) em milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 225-231. 2014.
- GAUTAM, JANARJAN; LAMSAL, N. A study on maize weevil (*Sitophilus zeamais*) management at farmers' condition in Mid Western Nepal. **Nepalese Journal of Agricultural Sciences**, p. 54, 2021.
- ISO. **ISO 5509**: animal and vegetable fats and oils: preparation of methyl esters of fatty acids: 1-6. International Organization for Standardization, Geneva. 2002.
- LIMA, L. C. M.; NAVARRO, D. M. A. F.; SOUZA-SANTOS, L. P. Effect of diet on the fatty acid composition of the copepod *Tisbe biminiensis*. **Journal of crustacean biology**, v. 33, n. 3, p. 372-381, 2013.

MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M. B. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. **Journal of Economic Entomology**, v.99, n.1, p.2015-2023, 2006.

MOSSA, ABDEL-TAWAB H.; MOHAFRASH, SAMIA MM; CHANDRASEKARAN, NATARAJAN. Safety of natural insecticides: toxic effects on experimental animals. **BioMed research international**, v. 18, n.1, p. 1-17, 2018.

MOURA, C. V. R.; SILVA, B. C.; CASTRO, A. G.; MOURA, E. M.; VELOSO, M. E. C.; SITTOLIN, I. M.; ARAUJO, E. C. E. Caracterização Físico-Química de Óleos Vegetais de Oleaginosas Adaptáveis ao Nordeste Brasileiro com Potenciais para Produção de Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n.3, p. 573-595, 2019.

OLIVEIRA, A. P. S.; AGRA-NETO, A. C.; PONTUAL, E. V.; LIMA, T. A.; VERA CRUZ, K. C.; DE MELO, K. R.; DE OLIVEIRA, A. S.; COELHO, L. C. B. B.; FERREIRA, M. R. A.; SOARES, L. A. L.; NAPOLEAO, T. H.; PAIVA, P. M. G. Evaluation of the insecticidal activity of Moringa oleifera seed extract and lectin (WSMoL) against *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, v. 87, n.1, p. 1-8, 2020.

PATIÑO-BAYONA, W. R.; NAGLES-GALEANO, L. J.; BUSTOS-CORTES, J. J., DELGADO-ÁVILA, W. A.; HERRERA-DAZA, E., SUÁREZ, L. E. C., PRIETO-RODRIGUEZ, J. A.; PATIÑO-LADINO, O. J. Effects of essential oils from 24 plant species on *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae). **Insects**, v. 12, n. 6, p. 532, 2021.

RUFINO, L. DE, J.T. COSTA, M. DE, V. A. DA SILVA, L. ANDRADE, H.C. de Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.1, p. 1141-1149, 2008.

SANTOS, L. M. M.; NASCIMENTO, J. S.; SANTOS, M. A. G.; MARRIEL, N. B.; BEZERRA-SILVA, P. C.; ROCHA, S. K. L.; SILVA, A. G.; CORREIA, M. T. S.; PAIVA, P. M. G.; MARTINS, G. F.; NAVARRO, D. M. A. F.; SILVA, M. V.; NAPOLEÃO, T. H. Fatty acid-rich volatile oil from *Syagrus coronata* seeds has larvicidal and oviposition-deterrent activities against *Aedes aegypti*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 100, n. 1, p. 35-40, 2017.

SILVA, B. R. B; ALMEIDA, C. DE F. C. B. R. Estudo etnobotânico de plantas medicinais da mata ciliar do submédio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Revista Ouricuri**, v.10, n.1. p.11-26, 2020.

SOUZA, T. G. S.; DA SILVA, M. M.; FEITOZA, G. S.; ALCANTARA, L. F. M.; DA SILVA, M. A.; DE OLIVEIRA, A. M.; DE AGUIAR, J.C. R. O.; NAVARRO, D. M. A. F.; DE AGUIAR JÚNIOR, F. C. A.; DA SILVA, M. V.; CHAGAS, C. A. Biological safety of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Fixed oil: Cytotoxicity, acute oral toxicity, and genotoxicity studies. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 27, n.1, p.1-8, 20216.

VÉLEZ, M. L. L. B.; TURCHEN, L. M.; BARBOSA, W. F.; GUEDES, R. N. C. Impacto induzido por spinosad e deltametrina no acasalamento e produção reprodutiva do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*, **Journal of Economic Entomology**, v.111, n.2, p.950–958, 2018.

## 6. CONCLUSÃO

O óleo fixo de *S. coronata*, apresentou na análise de CG-MS, 100% dos compostos, sendo 8 tipos de ácidos graxos, destes 4,09 % foram ácidos graxos insaturados e 95,91% de saturados. O ácido láurico (59,88%), foi o composto majoritário, seguido do ácido mirístico (13,13%) e o ácido cáprico (9,61%). O óleo apresentou toxicidade por contato nas concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) de 2,99 µL e 6,21 µL respectivamente, frente ao *S. zeamais*. O óleo também apresentou boa eficiência interferindo na emergência do inseto, reduzindo a taxa de crescimento populacional. E também exibiu baixo efeito residual contra o inseto em estudo, causou mortalidade, mas não deixou resíduos. Os resultados dessa dissertação apontam que o óleo fixo de *S. coronata* pode ser utilizado como uma alternativa aos inseticidas sintéticos no controle do *S. zeamais*. E também evidencia a importância de mais estudos à cerca da utilização de compostos vegetais, tais como óleos fixos, óleos essenciais, extratos botânicos como uma alternativa para o controle de pragas de produtos armazenados.