



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS URUTAI
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



LEMUEL HENRIQUE DE SOUZA CRUCIOL

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DO LAPACHOL CONTRA
A LAGARTA *Spodoptera Frugiperda***



Urutai – GO
Dezembro/2022

LEMUEL HENRIQUE DE SOUZA CRUCIOL

Trabalho de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes

Urutaí – GO
Dezembro/2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CC955a Cruciol, Lemuel Henrique
 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DO
LAPACHOL CONTRA A LAGARTA Spodoptera
Frugiperda / Lemuel Henrique Cruciol;
orientador Miquéias Gomes. -- Urutaí, 2023.
 28 p.

 TCC (Graduação em Licenciatura em Química) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2023.

 1. Lapachol. 2. produto natural. 3. Ipê roxo.
4. spodoptera frugiperda. 5. inseticida. I.
Gomes, Miquéias, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Lemuel Henrique de Souza Cruciol

Matrícula:

2018101221510212

Título do trabalho:

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DO LAPACHOL CONTRA A LAGARTA *Spodoptera Frugiperda*

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

· Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

· Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

· Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí

Local

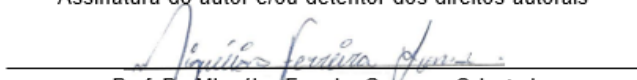
/ /

Data

Lemuel Henrique de Souza Cruciol


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes - Orientador

LICENCIATURA EM QUÍMICA – CAMPUS URUTAÍ
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO

Ata dos Trabalhos da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso (TC) do estudante **Lemuel Henrique de Souza Cruciol** para obtenção do título de Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí (IF Goiano/Urutaí). Integraram a Banca o **Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes (Orientador)**, a **Profa. Dra. Pâmela Oliveira Martins Gomes**, e o **Prof. Me. Maxwell Severo da Costa**. Aos 03 (três) dias do mês de abril de 2023 às 16 horas realizou-se a apresentação pública do TC pelo estudante na sala 04 (quatro) do edifício Lesilane Silva de Araújo (Prédio da Química) desta instituição. O orientador abriu a sessão agradecendo a participação dos membros da Banca Examinadora. Em seguida convidou o estudante para que fizesse a exposição do trabalho intitulado: **“AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA DO LAPACHOL CONTRA A LAGARTA *Spodoptera Frugiperda*”**. Finalizada a apresentação, cada membro da Banca Examinadora realizou a arguição sobre o trabalho do estudante. Dando continuidade aos trabalhos, o orientador solicitou a todos(as) que aguardassem enquanto a Banca Examinadora pudesse deliberar sobre o TC do candidato. Terminada a deliberação, o orientador leu a ata dos trabalhos declarando Aprovado (aprovado ou não aprovado) o TC do estudante. Em seguida, deu por encerrada a solenidade, da qual eu, Miquéias Ferreira Gomes, presidente da banca, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.


Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes (IF Goiano/Urutaí)
Presidente da Banca


Profa. Dra. Pâmela Oliveira Martins Gomes
Examinadora (IF Goiano/Urutaí)


Prof. Me. Maxwell Severo da Costa
Examinador (IF Goiano/Urutaí)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos professores, que me guiaram, inspiraram e me encorajaram a alcançar este momento importante em minha vida acadêmica. Agradeço pela paciência, orientação e apoio incondicional durante todo o processo. Suas lições e conselhos permanecerão comigo para sempre. Muito Obrigado

AGRADECIMENTOS

"Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha amada noiva, dedicar este trabalho a você é um ato de amor e reconhecimento pelo seu constante apoio, incentivo e compreensão em minha vida, espero que esta pequena homenagem possa demonstrar o quanto valorizo a nossa parceria e como você é uma parte importante de minha vida e minha história acadêmica. A minha amada família, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, apoiando e encorajando-me a perseguir meus sonhos, aos meus amigos, aqueles que sempre estiveram presentes em minha vida e que me ajudaram a superar desafios e a alcançar meus objetivos. Sem a ajuda de vocês, este projeto não teria sido possível. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, me incentivando e acreditando em mim. Suas palavras de incentivo, paciência e compreensão foram uma fonte constante de motivação e inspiração. A vocês, meu sincero obrigado. Amos vocês"

EPÍGRAFE

"Quando a lagarta se encolhe para suportar o seu casulo, ela está fazendo um esforço doloroso de transformação. Nós também, quando estamos mudando de um estado para outro." - Dorothy Richardso

RESUMO

A *Spodoptera Frugiperda*, conhecida como a lagarta-do-cartucho, é um dos principais insetos-praga que atacam diversas culturas agrícolas no Brasil. Ela é considerada uma das lagartas mais prejudiciais, pois ataca as plantas tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva. Visto a amplitude de danos que esta lagarta causa para a área agrícola, o presente trabalho busca investigar a ação inseticida do lapachol e seu derivado, a β - lapachona, como alternativa no combate dessa lagarta *Spodoptera Frugiperda*. Estes compostos orgânicos são de origem natural, logo, oferecem menos riscos à saúde das pessoas que os manipulam, e também ao meio ambiente quando comparado com inseticidas sintéticos. Nesse sentido, o principal resultado esperado com a realização deste projeto é a produção de um estudo científico que apresente o potencial uso do lapachol no combate a lagarta *Spodoptera Frugiperda*.

Palavras-chave: Produto natural, Lapachol, Ipê roxo, *spodoptera frugiperda*, inseticida.

Abstract

Spodoptera Frugiperda, known as the fall armyworm, is one of the main insect pests that attack various agricultural crops in Brazil. It is considered one of the most harmful caterpillars, as it attacks plants in both the vegetative and reproductive stages. Given the extent of damage that this caterpillar causes to the agricultural area, the present work seeks to investigate the insecticidal action of lapachol and its derivative, β -lapachona, as an alternative in combating this caterpillar Spodoptera Frugiperda. These organic compounds are of natural origin, therefore, they offer less risk to the health of the people who handle them, and also to the environment when compared to synthetic insecticides. In this sense, the main result expected from carrying out this project is the production of a scientific study that presents the potential use of lapachol in combating the caterpillar Spodoptera Frugiperda.

Keywords: natural product, Lapachol, Ipe purple, spodoptera frugiperda, insecticide.

Lista de figuras

Figura 1 - Estrutura do lapachol.....	12
Figura 2 - Serragem em extração na solução de Na_2CO_3 1%.....	15
Figura 3 - Coloração após o repouso de um dia para outro.....	16
Figura 4 - filtração a vácuo.....	16
Figura 5 - Extrato coado e filtrado.....	17
Figura 6 - Sobrenadante e o precipitado marrom.....	17
Figura 7 – Filtro posto pra secar na placa de petri.....	18
Figura 8 - Raspagem do filtro.....	19
Figura 9 - Armazenamento do pó seco.....	19
Figura 10 - Bandejas com tratamentos.....	20
Figura 11 - As 24 (vinte e quatro) bandejas preparadas contendo a dieta artificial em cada condição estudada.....	21

Lista de Tabela

Tabela 1 - Mortalidade da lagarta *Spodoptera Frugiperda* com os diferentes tratamentos... 22

Lista de Gráfico

Gráfico 1 - Regressão linear da taxa de mortalidade de *Spodoptera Frugiperda* em função da concentração do lapachol (ppm) ministrada em dieta artificial, sendo (A) com todos os valores obtidos, e (B) após retirado o ponto C4. 23

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	vi
Abstract	vii
Lista de figuras	viii
Lista de Tabela.....	ix
Lista de Gráfico.....	x
1. Introdução.....	12
2. Revisão Bibliográfica	13
3. Metodologia	15
3.1. Extração do lapachol em grande escala.....	15
3.2. Extração do lapachol.....	19
3.3. Ensaio com a Spodoptera Frugiperda.....	19
4. Resultados e Discussão	21
4.1. Extração do lapachol em grande escala.....	21
4.2. Ensaio com a Spodoptera Frugiperda.....	21
5. Conclusão	23
6. Referências.....	24

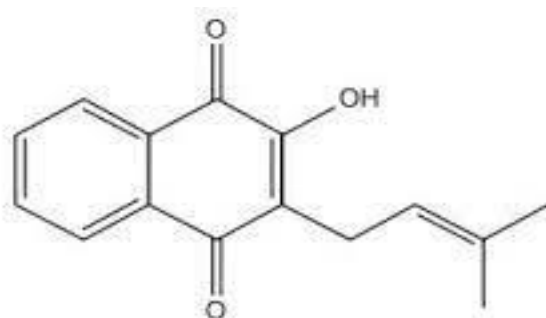
1. Introdução

Os insetos são organismos essenciais do ponto de vista ecológico, pois assumem funções importantes em uma plantação. Por outro lado, sua alta capacidade reprodutiva pode resultar em um crescimento populacional que pode prejudicar a plantação, uma vez que se alimentam dela, e também transmitir doenças a elas (MEDEIROS *et al*, 2010).

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é um dos principais insetos-praga que atacam diversas culturas agrícolas no Brasil. Trata-se de uma espécie polífaga, que é prejudicial as plantações de milho, algodão, arroz, soja, milho entre outras (OMOTO *et al*, 2013). Dentre as lagartas conhecidas no Brasil, esta destaca-se por ser uma das mais prejudiciais, pois ela pode atacar as raízes, colmos¹, folhas e espigas² das plantações (ROSA, 2011). Visto a amplitude destes problemas, começaram a surgir pesquisas que buscavam novos inseticidas para fazer o controle de pragas, dentre estes muitos se destacaram por ser de origem natural (KIM *et al*, 2003).

O lapachol (4-hidroxi-3-(3-metilbut-2-enil) naftaleno-1,2-diona), tendo sua estrutura mostrada abaixo na figura 1, é um composto extraído do cerne do lenho do Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) e de toda sua família (Bignoniáceas). Por ser um metabólito secundário³, o lapachol apresenta múltiplas atividades biológicas (MOREIRA e SANTOS, 2017) que tem sido explorada por diversos grupos de pesquisa para as mais variadas aplicações.

Figura 1 - Estrutura do lapachol.



Lapachol

COSTA, P. R. R. et al. *Ácidos e bases em química orgânica*.
Porto Alegre: Bookman, 2005 (adaptado).

1 - Caule de nós salientes, muitas vezes fistuloso, próprio das gramíneas.

2 - Parte do trigo, do milho, da cevada e muitas outras gramíneas, que termina a haste e contém os grãos dispostos à volta de um eixo.

3 - São compostos naturais produzidos em plantas com objetivo principal de proteção a estresses abióticos e bióticos.

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo investigar a ação inseticida do lapachol para a lagarta-do-cartucho, visando uma possível aplicação deste como alternativa no combate a esse inseto-praga em plantações

2. Revisão Bibliográfica

Durante muito tempo o controle de pragas nas lavouras foi feito exclusivamente com fertilizantes químicos sintéticos e agrotóxicos. Apesar dos efeitos benéficos dessas substâncias, estas causaram muitos males também, tais como o acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos, contaminação da água e do solo, aparecimento de novas pragas resistentes, dentre outros problemas (MENEZES, 2005). Nos últimos anos o interesse por inseticidas naturais tem aumentado para o controle de pragas (ANDRADE *et al.* 2016; SILVA *et al.* 2017; BLANCO, 2019).

Dessa forma, o uso de compostos orgânicos de origem natural no controle de pragas em lavouras é uma prática já reconhecida, pois, estes apresentam muitas vantagens, tais como, segundo Escalona *et al.* (1998):

Oferecem alternativa aos inseticidas químicos sintéticos, uma vez que podem ser empregados com o mesmo propósito; Podem ser facilmente preparados a partir de restos de colheita ou de várias espécies vegetais reconhecidamente eficientes, por meio artesanal, semi-industrial e industrial; São facilmente biodegradados, por sua natureza orgânica, o que contribui para a diminuição da contaminação ambiental; Contribuem para a segurança alimentar, melhorando a qualidade de vida e protegendo a saúde dos trabalhadores e consumidores (ESCALONA *et al.*, 1998, p.8).

Neste contexto, novas pesquisas visando a investigação do uso de novos compostos orgânicos de origem natural com atividade biológica reconhecida têm ganhado destaque. Andrade *et al.* (2016) demonstraram o efeito repelente da *Melia Azedarach*, uma árvore conhecida como amargoseira, contra o *Helicoverpa armigera*¹. Silva *et al.* (2017) utilizaram o extrato de fumo (*Nicotina tabacum*) como inseticida ao combate de pragas em hortaliças. Blanco (2019) demonstrou que extratos de quina (*Quassia amara*) e extratos de cipó d'alho (*Mansoa standleyi*) possuem efeitos inseticidas sobre larvas de *Hypsipyla grandella*² (*Leptoptera: Pyralidae*).

1 - Essa lagarta é uma das principais pragas polípagas das culturas do mundo e exótica para o Brasil.

2 - é uma mariposa da família Pyralidae.

Dessa forma, existem diversas plantas que apresentam atividade biológica satisfatórias, com várias pesquisas em busca de substâncias bioativas naturais e, dentre estas, o lapachol está entre elas (SOUZA *et al.* 2008). O lapachol é reconhecido principalmente por suas propriedades anticancerígenas, possuindo também atividades analgésica, antibiótica, antiinflamatória, antimalária, antitripanossoma e antiulcerogênica (GRAZZIOTIN, 1992).

Além das propriedades farmacológicas e medicinais, o lapachol tem sido estudado como potencial inseticida, fungicida e bactericida em plantações. Antunes *et al.* (2006) mostrou que o lapachol e seus derivados além de possuírem atividade inibidoras para fungos, possui também efeitos antimicrobianos.

Oliveira *et al.* (2021) investigou a atividade antimicrobiana do Lapachol contra *Acinetobacter baumannii*, uma bactéria que se tornou resistente a múltiplos antibióticos. Os resultados mostraram que o Lapachol apresentou atividade antibacteriana significativa contra a bactéria, sugerindo que ele pode ser uma alternativa potencial para o tratamento de infecções causadas por essa bactéria.

A pesquisa de Ferreira *et al.* (2020), investigou o efeito do Lapachol no controle do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de doenças como dengue, Zika e Chikungunya. Os resultados mostraram que o Lapachol apresentou atividade larvicida significativa contra as larvas do mosquito, sugerindo que ele pode ser uma opção potencial para o controle do mosquito em áreas endêmicas.

Outra pesquisa na área, foi da revisão de dados disponíveis sobre a atividade antifúngica do Lapachol e seus derivados, elaborada por Santos *et al.* (2019). Onde os autores concluíram que o Lapachol apresenta atividade antifúngica contra uma ampla gama de espécies fúngicas, incluindo aquelas que são resistentes a antifúngicos convencionais, e que é um candidato promissor para o desenvolvimento de novos agentes antifúngicos.

Como pode ser visto, as pesquisas a respeito das propriedades do Lapachol com ações inseticida, fungicida e bactericida tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, não se restringindo apenas a área medicinal. Neste contexto, a proposta deste trabalho está de acordo com a literatura, no que tange pesquisas por novas substâncias de origem natural, com potencial aplicação no controle de pragas em lavouras de pequeno e grande porte.

3. Metodologia

3.1. Extração do lapachol em grande escala

Inicialmente foi feita a extração do lapachol em grande escala, a partir de uma peneiragem, utilizando uma peneira aro 55 para separar o pó da serragem, em seguida foi colocado a serragem em uma bacia para alimentos de 50 L, logo após completado até a borda com solução de Na_2CO_3 1%, de acordo com os cálculos de proporção, obtivemos a quantia de 400g de Na_2CO_3 para o preparo de 40L de Na_2CO_3 1% utilizado para encher a bacia. Como visto na figura abaixo.

Figura 2 - Serragem em extração na solução de Na_2CO_3 1%.



Fonte: autor 2022.

Deixando em repouso em um período de aproximadamente 24 horas. Após ficar de repouso de um dia para o outro, onde foi possível observar uma mudança na coloração para um vermelho como visto na figura 3 abaixo.

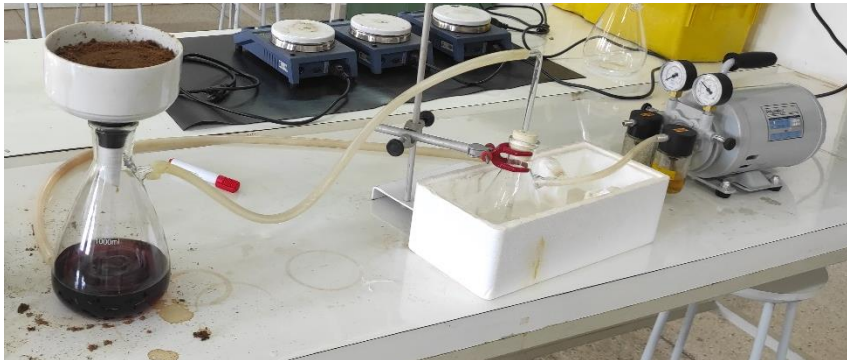
Figura 3 - Coloração após o repouso de um dia para outro.



Fonte: autor 2022.

Em seguida, realizou-se uma coagem utilizando um pano e também uma filtração a vácuo, como mostrado na figura abaixo, para retirar serragens que possam ter passado pelo pano.

Figura 4 - filtração a vácuo



Fonte: autor 2022.

Após o processo de coagem e filtração, foi colocado em um vasilhame de 50L todo o extrato, observou-se o rendimento aproximadamente 33L como observado na figura abaixo.

Figura 5 - Extrato coado e filtrado



Fonte: autor 2022.

Na sequência, foi preparado a solução de $HCl\ 6\ mol * l^{-1}$, foi utilizado aproximadamente 2 L da solução, adicionando lentamente ao vasilhame com o extrato, onde foi possível observar a formação de uma espuma amarelada e um precipitado de coloração marrom escura como na imagem abaixo.

Figura 6 - Sobrenadante e o precipitado marrom.



Fonte: autor 2022.

Após o procedimento, foi deixado em repouso para o precipitado assentar no fundo do vasilhame. Depois de dois dias de repouso retirou se o máximo do sobrenadante sem mexer no precipitado, em seguida foi feita uma filtração a vácuo afim de secar o precipitado. Os filtros utilizados foram postos a secar em placas de petri. Como mostrado na figura 7 a baixo.

Figura 7 – Filtro posto pra secar na placa de petri



Fonte: autor 2022

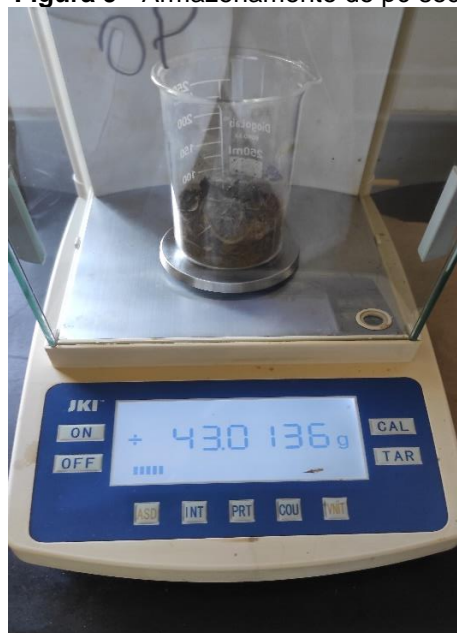
Por último, foi realizado a raspagem dos filtros como apresentado na figura 8 e armazenamento do pó seco como mostrado na figura 9.

Figura 8 - Raspagem do filtro.



Fonte: autor 2022

Figura 9 - Armazenamento do pó seco.



Fonte: autor 2022

3.2. Extração do lapachol

A extração do lapachol foi realizada com base na metodologia proposta por Ferreira (1996). Foram colocados aproximadamente 30 g de serragem em erlenmeyer, em seguida, foi adicionado uma solução 1% de carbonato de sódio Na_2CO_3 , até completar a marca de 250 mL. Essa mistura foi colocada em agitação numa mesa agitadora durante o período de 5 horas. Após esse período, a solução foi filtrada em gaze. Ao filtrado foi adicionado lentamente uma solução de HCl 6 mol L^{-1} até que a solução de cor avermelhada se tornou amarelada com formação de precipitado, que é o lapachol. O lapachol foi recolhido por filtração e seco. Após isso, foi diluído em diclorometano, filtrado novamente, e recristalizado a temperatura ambiente. Por fim, calculou-se o rendimento da extração.

3.3. Ensaio com a *Spodoptera Frugiperda*

Os ensaios com as lagartas *Spodoptera Frugiperda* foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí, que é coordenado pelo Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus. Os insetos disponíveis no laboratório estavam mantidos em sala com temperatura (T) e umidade relativa (UR)

controlados ($T= 25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; $\text{U.R.}= 70 \pm 10\%$ e fotofase¹ de 14 horas), e com dieta artificial (GREENE *et al.*, 1976).

Para incorporação do lapachol na dieta artificial das lagartas, foi solubilizado no etanol (1:4, v/v), um solvente orgânico, na proporção de 2,5 mL de solvente para cada 500 g de dieta artificial de acordo com o método descrito por Ansante *et al.* (2015). O tratamento foi incorporado a dieta artificial na dosagem subletal (CL50) que foi previamente estimada.

No bioensaio de comportamento alimentar, a dieta artificial contendo os tratamentos e o controle foram depositados separadamente em caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm). Para os ensaios, foram realizados 8 tratamentos, 5 tratamentos foram com concentrações diferentes de lapachol (0,001; 0,010; 0,025; 0,050 e 0,1 gramas de lapachol por quilograma de dieta), um apenas com o etanol, outro normal para que fosse feito o controle, e por último um tratamento com inseticida comercial, no caso o inseticida usado foi o *Clorantraniliprole* 200g/L. Para cada tratamento fez-se triplicatas. Foi adicionado uma lagarta por repartimento de bandeja, sendo então 48 lagartas por tratamento.

Utilizando bandejas plásticas com 16 repartimentos, inseriu-se a dieta artificial, e como o processo foi realizado em triplicata, para cada 3 bandejas havia um tratamento. Após a inserção das lagartas nas bandejas contendo a dieta artificial com os respectivos tratamentos, observou-se a taxa de mortalidade nos períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas.

Figura 10 - Bandejas com tratamentos



Fonte: autor 2022.

1 - É o período de um ciclo de luz-escurecimento em um ambiente que é caracterizado pela presença de luz.

4. Resultados e Discussão

4.1. Extração do lapachol em grande escala

Na extração em grande escala utilizando aproximadamente 8kg de serragem, obtivemos 43,0136g de produto final, tendo um rendimento de 0,537%. O rendimento real da extração de lapachol pode variar dependendo do método de extração utilizado, da qualidade da matéria-prima, da quantidade de solvente utilizado, entre outros fatores.

Na literatura científica, é comum encontrar uma ampla variação de rendimentos relatados para diferentes métodos de extração. Em geral, os rendimentos relatados para a extração de lapachol a partir de espécies de *Tabebuia*, incluindo o Pau d'Arco, variam entre 0,5% e 5%, dependendo das condições de extração e da qualidade da matéria-prima utilizada.

4.2. Ensaios com a *Spodoptera Frugiperda*

Primeiramente foram preparadas as 24 (vinte e quatro) bandejas com as dietas artificiais (Figura 11) conforme descrito no item 3.2. Foram realizadas triplicadas para 8 (oito) tratamentos diferentes: 5 (cinco) tratamentos contendo lapachol 0,001; 0,010; 0,025; 0,050 e 0,1 gramas de lapachol por quilograma de dieta, 1 (um) apenas com o etanol, 1 (um) normal para que fosse feito o controle, e 1 (um) com *Clorantraniliprole* 200g/L (inseticida comercial).

Figura 11 - As 24 (vinte e quatro) bandejas preparadas contendo a dieta artificial em cada condição estudada.



Fonte: Autor 2022.

Após a inserção das lagartas nas bandejas contendo a dieta artificial com os respectivos tratamentos, observou-se a taxa de mortalidade nos períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Os resultados foram descritos da Tabela 1.

Tabela 1 - Mortalidade da lagarta *Spodoptera Frugiperda* com os diferentes tratamentos.

Tratamento	Contagem de lagartas mortas					n	Mortalidade (%)
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h		
C1: 1 ppm lapachol	3	3	5	7	10	10	20,8
C2: 10 ppm lapachol	2	2	5	8	10	10	20,8
C3: 25 ppm lapachol	0	2	6	10	16	16	33,3
C4: 50 ppm lapachol	2	2	3	4	6	6	12,5
C5: 100 ppm lapachol	0	0	5	12	18	18	37,5
Controle Negativo*	0	0	1	3	6	6	12,5
Controle Positivo**	5	12	33	48	48	48	100

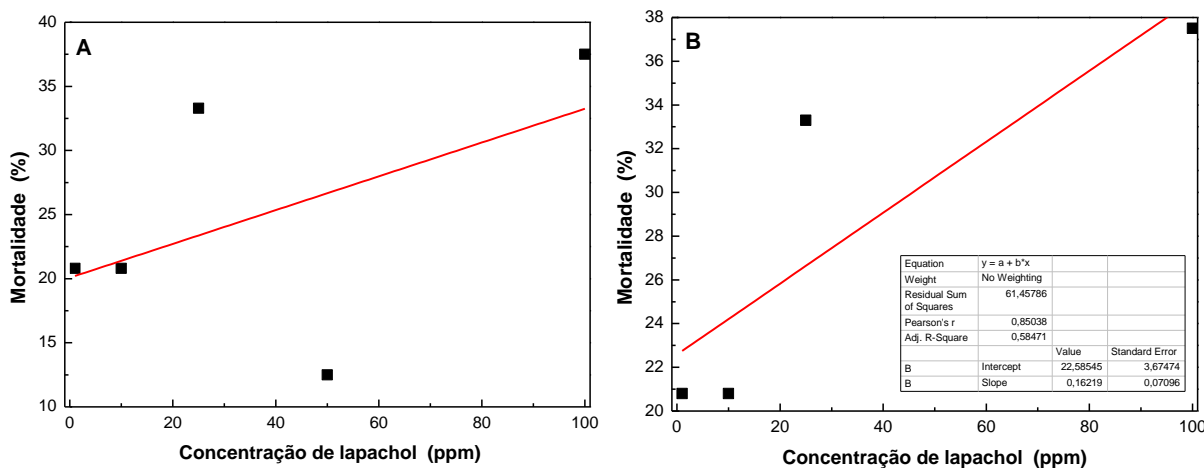
* dieta contendo etanol. ** dieta contendo inseticida comercial.
n: número de indivíduos *Spodoptera Frugiperda*.

O controle negativo (dieta contendo etanol), foi realizado para observar se o solvente tem contribuição na mortalidade das amostras contendo lapachol, e foi observada que 6 lagartas morreram o que representa 12,5% de mortalidade. O controle positivo ocorreu como o esperado, no período de 96 horas todas as lagartas já estavam mortas, indicando 100% de mortalidade.

Nas demais amostras (C1 a C5) foi observado um aumento na mortalidade proporcional a concentração de lapachol utilizada, sendo 20,8% de mortalidade para 1 e 10 ppm de lapachol, 33,3% e 37,5% para 25 e 100 ppm, respectivamente. A amostra contendo 50 ppm de lapachol (C4) apresentou 12,5% de mortalidade e foi considerado um ponto discrepante.

Ao realizar-se a regressão linear da taxa de mortalidade da *Spodoptera Frugiperda* em função da concentração de lapachol ministrada em dieta artificial (Gráfico 1A), foi obtido um coeficiente angular (*slope*) de 0,1318 com erro de 6,6 para valores positivos e negativos. O *slope* indica a taxa de mortalidade esperada para cada ppm de lapachol adicionado à dieta. O erro percentual na medida é devido a discrepância no valor de C4. Ao retirar esse ponto foi obtida uma reta com *slope* 0,1621, precisão (ou R) de 0,85 e um erro de 3,6 para valores maiores ou menores (Gráfico 1B).

Gráfico 1 - Regressão linear da taxa de mortalidade de *Spodoptera Frugiperda* em função da concentração do lapachol (ppm) ministrada em dieta artificial, sendo (A) com todos os valores obtidos, e (B) após retirado o ponto C4.



Os resultados sugerem que o lapachol apresenta ação inseticida para a *Spodoptera frugiperda* para concentrações acima de 25 ppm, e que essa atividade inseticida pode chegar a 100% para concentrações em torno de 300 ppm. Para confirmação desses resultados é necessário realizar novos experimentos utilizando concentrações maiores que 100 ppm de lapachol e, principalmente, reproduzir os experimentos na tentativa de melhorar a precisão dos dados.

5. Conclusão

A partir da pesquisa realizada observou-se que a extração do lapachol em grande escala com a de serragem de Ipê Roxo, obteve-se um rendimento de 0,537% utilizando-se aproximadamente 8kg de serragem. O rendimento real da extração pode variar de acordo com vários fatores, incluindo o método de extração, a qualidade da matéria-prima e a quantidade de solvente utilizada. Além disso, a literatura científica apresenta uma ampla variação nos rendimentos relatados para diferentes métodos de extração de lapachol, variando entre 0,5% e 5%.

Com os resultados obtidos, foi possível demonstrar que a aplicação do lapachol como inseticida contra a lagarta *Spodoptera frugiperda* é viável. Por ser uma área, com poucos trabalhos na área, em especial a ação inseticida do lapachol contra a lagarta *Spodoptera frugiperda*, onde não se tinha concentrações já conhecidas na literatura para se basear, os ensaios e as análises dos resultados deram base para

entender a ação inseticida do lapachol. Além disso, a pesquisa em questão nos auxiliou a prever que novos ensaios com concentrações em torno de 300 ppm, podem apresentar até 100% de eficácia na ação inseticida contra o a lagarta *Spodoptera frugiperda*.

Como já visto, o lapachol possui propriedades bioativas, e sua ação inseticida já vem sendo pesquisada além da área medicinal, dessa forma a presente pesquisa mostrou que há possibilidade de se usar o lapachol como um inseticida natural contra a lagarta *Spodoptera Frugiperda*. Os resultados obtidos não se mostraram tão eficientes pois as concentrações utilizadas nos ensaios foram baixas, mas com a realização de novos testes de ensaios com concentrações mais altas de lapachol, pode-se obter resultados mais satisfatórios, afim de comprovar a sua ação inseticida contra a lagarta *Spodoptera Frugiperda*. Portanto, espera-se que esse estudo seja de relevância para o curso de Licenciatura em Química do IF Goiano – Campus Urutaí, como também para os demais estudantes, afim de realizarem estudo nessa área contribuindo para a academia e a sociedade, buscando inovação e integração entre a química e as ciências agrárias.

6. Referências

ANDRADE, J. V.; ALCASSIO, T. P.; SALDANHA, F. G.; TOSCANO, L.C.; DIAS, P. M. Efeito antialimentar de extratos hidroalcoólicos de *Melia azedarach* (Meliaceae) sobre *Helicoverpa armígera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 3, n. 1, p. 39 – 43, 2016.

ANSANTE, T.F.; RIBEIRO, L.P.; BICALHO, K.U.; FERNANDES, J.B.; VIEIRA, P.C.; VENDRAMIM, J.D. Secondary metabolites from neotropical Annonaceae: screening, bioguided fractionation, and toxicity to *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Industrial Crops and Products*, v. 74, p.969-976, 2015.

ANTUNES, R. M. P. LIMA, E. O.; PEREIRA, M. S. V.; CAMARA, C. A.; ARRUDA, T. A.; CATÃO, R. M. R.; BARBOSA, T. P.; NUNES, X. P.; DIAS, C. S.; SILVA, T. M. S. Atividade antimicrobiana “in vitro” e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de fitoconstituintes e produtos sintéticos sobre bactérias e fungos leveduriformes. **Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 16, p.517, 2006.

BARBOSA, T. P.; NETO, H. D. - Preparação de derivados do lapachol em meio ácido e em meio básico: uma proposta de experimentos para a disciplina de Química Orgânica Experimental. **Quím. Nova**. São Paulo, v.36, n. 2, 2013.

BLANCO, D. G. **Potencial inseticida de extratos aquosos de plantas ocorrentes na Amazônia Oriental sobre pulgão da couve (*Hemiptera: Aphididae*)**. 2019. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

ESCALONA, M. H. FIALLO, V. R. F.; HERNÁNDEZ, M. M. A.; PACHECO, R. A.; AJA, E. T. P. **Plaguicidas naturales de origen botánico**. Habana: CIDISAV, 1998. p.105.

FERREIRA, J. M. et al. Lapachol: a promising compound for controlling the mosquito *Aedes aegypti*. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 57, n. 2, p. 145-152, 2020.

FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os Conceitos de Ácidos e Bases. Experimentação no Ensino de Química. **Quím. Nova**. Conceitos de Ácido e Base N° 4, novembro, 1996.

FERREIRA, V. F.; FERREIRA, S. B.; GONZAGA, D. T. G.; SANTOS, W. C.; ARAÚJO, K. G. L. β -Lapachona: Sua importância em química medicinal e modificações estruturais. v. 2, n. 2, p. 140 – 160, 2010.

GRAZZIOTIN, J. D.; SCHAPOVAL, E. E. S.; CHAVES, C. G.; GLEYE, HENRIQUES, A.T. Phytochemical and analgesic investigation of *Tabebuia chrysotricha*. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 36, p. 249 – 251, 1992.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 69, p. 487- 488, 1976.

GUIMARÃES, T. T.; PINTO, M. C. F. R.; LANZA, J. S.; MELO, M. N.; DO MONTENETO, R. L.; DE MELO, I. M. M.; DIOGO, E. B. T.; FERREIRA, V. F.; CAMARAE, C. A.; VALENÇA, W. O.; DE OLIVEIRA, R. N.; FRÉZARD, F.; DA SILVA JÚNIOR, E.N.

Potent naphthoquinones against antimony-sensitive and-resistant Leishmania parasites: Synthesis of novel a- and nor-a lapachone based 1,2,3-triazoles by copper-catalyzed azide alkyne cycloaddition. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 63, p. 523-530, 2013.

HUSSAIN, H.; KROHN, K.; AHMAD, V. U.; MIANA, G. A.; GREEND, I. R. Lapachol: An overview. **Arkivoc**, v. 2007, n. 2, p. 145-171, 2012.

KIM, S.I.; ROH, J. Y.; KIM, D. H.; LEE, H. S.; AHN, Y. J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against Sitophilus oryzae and Callosobruchus chinensis. **Journal of Stored Products**, v. 39, p. 293 -303, 2003.

MEDEIROS, A. M.; SOUZA, E. S. H.; TOGNI, P. H. B.; MILANE, P. V. G. N.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G.; SUJII, E. R. **Princípios E Práticas Ecológicas Para O Manejo De Insetos-Praga Na Agricultura**. 1. ed. Brasília: Emater-DF, 2010. 44 p.

MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. p.58.

OLIVEIRA, T.M. et al. Lapachol: a promising natural compound against multidrug-resistant Acinetobacter baumannii. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 1-10, 2021.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, J. R. **Manejo da resistência de Spodoptera Frugiperda a inseticidas e plantas Bt**. Piracicaba, 2013.

ROSA, A. P. S. A. **Monitoramento da lagarta-do-cartucho do milho**. EMBRAPA. Pelotas, 2011.

SANTOS, J.R. et al. Lapachol and its derivatives as potential antifungal agents: a review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 178, p. 437-458, 2019.

SILVA, A. M. P.; PAIVA, S. R.; FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C. Atividade Biológica de Naftoquinonas de Espécies de Bignoniaceae – Farmacologia. **Revista Fitos**. v. 7, n 4, 2012.

SILVA, L. M.; CALDAS, A. P.; ROGRIGUES, A. L. M.; OLIVEIRA, J. S.; SIMONETTI, E. R. S. O extrato de fumo (*Nicotina tabacum*) como alternativa para o controle de pragas em hortaliças. In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER – PDVAgro, 2, 2017, Paraíba. Anais... Paraíba: 2017. P. 1-9.

SOUZA, M. A. A.; SILVA, A. R.; FERREIRA, M. A.; LEMOS, L. J.; RAMOS, R. G.; FERREIRA, A. A. B.; SOUZA, S. R. Atividade biológica do lapachol e de alguns derivados sobre o desenvolvimento fúngico e em germinação de sementes. Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. **Quim. Nova**, v. 31, n. 7, 1670-1671, 2008.