FABIANA WINK

EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* Aubl**. PODEM SER UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DE** *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) **(Lepidoptera: Noctuidae)**?

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT
2024

	FABIANA WINK	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2024

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

FABIANA WINK

EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* Aubl. PODEM SER UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)?

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profª. Drª. Juliana Garlet

ALTA FLORESTA-MT

2024

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte. UNEMAT - Unidade padrão

Wink, Fabiana.
EXTRATOS DE Apeiba tibourbou Aubl. PODEM SER UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DE Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) / Fabiana Wink. - Alta Floresta, 2024.
67f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos/AFL-PPGBIOAGRO - Alta Floresta - Mestrado Acadêmico, Campus Universitário De Alta Floresta.
Orientadora: Dra. Juliana Garlet.

1. Inseticidas naturais. 2. Lagarta desfolhadora. 3. Metabólitos secundários. 4. Solventes polares e apolares. I. Garlet, Juliana. II. Título.

UNEMAT / MTSCB CDU 632

EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* Aubl**. PODEM SER UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DE** *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) **(Lepidoptera: Noctuidae)**?

FABIANA WINK

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profª. Drª. Juliana Garlet

Aprovada em: 0 8 / 0 8 / 2 0 2 4

gov.br Documento assinado digitalmente
JULIANA GARLET
Data: 16/08/2024 13:57:48-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dra. Juliana Garlet
Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro

gov.br Documento assinado digitalmente
OSCAR MITSUO YAMASHITA
Data: 15/08/2024 14:32:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Oscar Mitsuo Yamashita
UNEMAT/ PPGBioAgro

gov.br Documento assinado digitalmente
ADRIANA MATHEUS DA COSTA DE FIGUEIREDO
Data: 15/08/2024 14:20:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Drª Adriana Matheus Da Costa De Figueiredo
UNEMAT

gov.br Documento assinado digitalmente
LAURA ARAUJO SANCHES
Data: 15/08/2024 12:48:28-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª Drª Laura Araujo Sanches
SECITECI-Escola Técnica de Alta Floresta

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente á Deus, a toda minha família em especial meu marido e filho, meus pais e irmãos que sempre me apoiaram e incentivaram e a todos os meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus pela FÉ e força de nunca deixar eu desistir no meio do caminho e sempre terminar aquilo que começo com dedicação e amor.

Agradeço ao meu marido Gustavo Timo de Matos por todo o apoio, incentivo, amor e dedicação, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço a minha querida família meus pais Édio Wink e Maria Apª. da Cruz Wink, pelo apoio, incentivo e nas orações, e aos meus irmãos Daiane Wink e Rodinei Wink por todo o apoio e carinho.

Agradeço a minha querida orientadora Profa. Dra. Juliana Garlet por todo apoio, dedicação, amizade e aprendizados durante esses 24 meses de trabalho, meu carinho e obrigada.

Agradeço aos colegas de laboratório que sempre me auxiliaram e me ajudaram durante os experimentos todo esse tempo, um carinho especial a Larissa, Jefferson, Ualisson, Crislene e Yukari.

Agradeço aos meus colegas de caminhada pela amizade construida ao longo desse tempo, meu carinho a vocês Lucinéia, Daniel e Robert.

Agradeço ao Laboratório de Entomologia da Fundação MT, pela disponibilidade de ofertar os ovos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* que nos foram enviados para a elaboração dos experimentos.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos pelos ensinamentos e aprendizados que nos foram transmitidos.

Agradeço a Unemat Campus de Alta Floresta e ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos da Universidade do Estado de Mato Grosso pela oportunidade da realização desse trabalho, que Deus abençoe todos vocês.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos e auxílio financeiro durante todo o programa de pós-graduação.

A todos que de uma certa forma direta ou indireta contribuiram, me apoioram, incentivaram, confiaram e torceram por mim ao longo dessa jornada meu sincero carinho e gratidão.

“Se forem sábios, não discuta com eles;

se forem tolos, ignore-os.”

Epicteto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....VI
LISTA DE FIGURAS.....VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....VIII
RESUMO..... 9
ABSTRACT.....10
1. INTRODUÇÃO GERAL 11
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14
3. CAPÍTULOS 17
3.1 BIOATIVIDADE DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE *Apeiba tibourbou* EM PARÂMETROS BIOLÓGICOS E MORTALIDADE LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* 17
Resumo 18
Abstract 19
Introdução..... 20
Material e Métodos 22
Resultados.....25
Discussão.....29
Conclusão.....32
Referências Bibliográficas.....33
3.2 TOXICIDADE DE DIFERENTES EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* EM *Spodoptera frugiperda.*.....37
Resumo.....38
Abstract.....39
Indrodução.....40
Material e Métodos.....43
Resultados.....48
Discussão.....54
Conclusão.....57
Referências Bibliográficas.....58
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3.1

Tabela 1. Composição da dieta articial utilizada para a criação de *S. frugiperda* em laboratório.....23
Tabela 2. Peso de lagartas, Peso de pupa, Duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* em bioensaio de contato com diferentes concentrações de extratos de folhas e casca de *A. tibourbou*.....25
Tabela 3. Peso de lagarta, Peso de pupa, Duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* em bioensaio de ingestão com diferentes concentrações de extratos de folhas e casca de *A. tibourbou*.....26

CAPÍTULO 3.2

Tabela 1. Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *S. frugiperda* em laboratório.....45
Tabela 2. Peso de lagarta, Peso de pupa, Duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* submetidas a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.....48
Tabela 3. Consumo (%) de couves em 48 horas de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes extratos de *A. tibourbou*.....52
Tabela 4. Mortalidade (%) em 48 e 96 horas de *S. frugiperda* submetidas a dieta com folhas de couve impregnadas com diferentes extratos de *A. tibourbou*.....53

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3.1

Figura 1. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes concentrações de extratos de casca e folha de *A. tibourbou* em bioensaio de contato.....27
Figura 2. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes concentrações de extratos de casca e folha de *A. tibourbou* em bioensaio de ingestão.....28

CAPÍTULO 3.2

Figura 1. Filtragem dos extratos com os solventes e processo de rotaevaporador sob pressão reduzida extraindo o solvente dos extratos.....43
Figura 2. Caracterização do dimorfismo sexual de adultos de *Spodoptera frugiperda*.....45
Figura 3. Bionsaio de ingestão com pedaços de couve imersas nos diferentes extratos.....46
Figura 4. Mortalidade (%) em 72 horas de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.....49
Figura 5. Mortalidade (%) no final do período larval de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.....50
Figura 6. Percentual (%) do número de fêmeas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.....51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEPTAM Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento

DCM Diclorometano

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

HEX Hexano

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MeOH Álcool metílico

MIP Manejo Integrado de Pragas

RESUMO

WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, agosto de 2024. **EXTRATOS DE** *Apeiba tibourbou* Aubl. **PODEM SER UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DE** *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) **(Lepidoptera: Noctuidae)?**
Orientadora: Dra. Juliana Garlet.

O Brasil se destaca como grande produtor agroflorestal e assim, quanto maior a área plantada, maiores são os prejuízos causados por insetos-praga nos plantios e, entre eles pode-se destacar a lagarta *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). Considerando-se o crescente aumento no número de produtos fitossanitários utilizados nos plantios para controle de diferentes espécies de insetos-praga, a fim de evitar riscos a saúde humana e ao meio ambiente, tem-se verificado um aumento nas pesquisas com inseticidas vegetais. Entre as diversas plantas com potencial inseticida, destaca-se *Apeiba tibourbou*, espécie de ocorrência natural em regiões tropicais da América do Sul e Central, nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica. É popularmente conhecida como pente-de-macaco ou pau-de-jangada. Esta espécie apresenta uma grande diversidade de metabólitos secundários com uma variedade de compostos químicos que atuam no mecanismo de defesa contra a herbivoria, como os esteroides, terpenoides, alcaloides, saponinas além de substâncias fenólicas, como taninos e flavonoides. Assim, este trabalho é organizado em dois capítulos: o primeiro avalia a bioatividade de extratos hidroetanólicos da folha e casca de *A. tibourbou* em diferentes concentrações sobre *S. frugiperda* em bioensaios por contato e ingestão e no segundo capítulo analisou-se a toxicidade de extratos produzidos com diferentes solventes de *A. tibourbou* em *S. frugiperda*. No primeiro estudo, foram preparados extratos hidroetanólicos da folha e casca nas concentrações de: 0 (testemunha), 2, 4, 6 e 8%, e avaliou-se a mortalidade em decorrência dos dias até o final do período larval, peso das lagartas, peso de pupa, tempo larval e pupal. Observou-se que os extratos tiveram efeitos significativos na duração do tempo larval e pupal, provocando o alongamento destas fases, e apresentando uma mortalidade de 40% das lagartas de *S. Frugiperda* nas menores concentrações ao final do período larval. Na segunda parte da pesquisa, utilizou-se para o preparo dos extratos da folha e casca diferentes solventes: hexano, acetona, acetato de etila e álcool metílico em bioensaio de ingestão com dieta artificial e dieta natural com couve (*Brassica oleracea*). Observou-se nos bioensaios realizados que houve uma maior mortalidade das lagartas quando estas foram submetidas aos extratos a base de hexano e estes também apresentaram interferência no desenvolvimento das lagartas. Desta forma, a espécie *A. tibourbou* apresenta-se como uma espécie promissora para controle de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: Inseticidas naturais; Lagarta desfolhadora; Metabólitos secundários; Solventes polares e apolares.

ABSTRACT

WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, August 2024. **CAN EXTRACTS OF** *Apeiba tibourbou* Aubl. **BE A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR THE CONTROL OF** *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) **(Lepidoptera: Noctuidae)?** Advisor: Dr. Juliana Garlet.

Brazil stands out as a major agroforestry producer and thus, the larger the planted area, the greater the damage caused by insect pests in plantations, and among them the *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) caterpillar stands out. Considering the increasing number of phytosanitary products used in plantations to control different species of insect pests, in order to avoid risks to human health and the environment, there has been an increase in research with plant insecticides. Among the various plants with insecticidal potential, *Apeiba tibourbou* stands out. It is a species that occurs naturally in tropical regions of South and Central America, in the Amazon, Cerrado, Caatinga and Atlantic Forest biomes. It is popularly known as “pente-de-macaco” or “pau-de-jangada”. This species presents a great diversity of secondary metabolites with a variety of chemical compounds that act in the defense mechanism against herbivory, such as steroids, terpenoids, alkaloids, saponins and phenolic substances, such as tannins and flavonoids. Thus, this work is organized into two chapters: the first evaluates the bioactivity of hydroethanolic extracts of the leaf and bark of *A. tibourbou* in different concentrations on *S. frugiperda* in bioassays by contact and ingestion and the second chapter analyzes the toxicity of extracts produced with different solvents of *A. tibourbou* on *S. frugiperda*. In the first study, hydroethanolic extracts of leaves and bark were prepared at concentrations of 0 (control), 2, 4, 6 and 8%, and mortality was evaluated as a result of the days until the end of the larval period, caterpillar weight, pupal weight, larval and pupal time. It was observed that the extracts had significant effects on the duration of the larval and pupal time, causing the extension of these phases, and presenting a mortality of 40% of *S. Frugiperda* caterpillars in the lowest concentrations at the end of the larval period. In the second part of the research, different solvents were used to prepare the leaf and bark extracts: hexane, acetone, ethyl acetate and methyl alcohol in an ingestion bioassay with an artificial diet and a natural diet with cabbage (*Brassica oleracea*). In the bioassays performed, it was observed that there was a higher mortality of caterpillars when they were subjected to hexane-based extracts and these also showed interference in the development of the caterpillars. Thus, the species *A. tibourbou* appears to be a promising species for controlling *S. frugiperda*.

Keywords: Natural insecticides; Defoliating caterpillar; Secondary metabolites; Polar and non-polar solvents.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores agrícola e florestal do mundo. No entanto, essa produção pode ser comprometida pelos danos causados por diversos insetos-praga. O controle dessas pragas continua sendo um desafio nos sistemas produtivos, pois os danos causados pelos insetos resultam em perdas significativas (MISHRA et al., 2018).

Entre as espécies que causam prejuízos em diversas culturas, destaca-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith). Esta é considerada a principal praga da cultura do milho (*Zea mays* L., Gramineae/Poaceae), mas também ataca diversas outras espécies de interesse econômico, sendo considerada uma espécie polífaga. Dessa maneira, ocasiona danos nas culturas do algodão (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae), arroz (*Oryza sativa* L. Gramineae: Poaceae), milheto (*Pennisetum glaucum* L., Gramínea: Poaceae), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, Gramineae: Poaceae), soja (*Glycine max* L., Fabaceae), além de plantios de eucaliptos (*Eucalyptus* ssp, Myrtaceae) (CAPINERA, 2008).

Com o crescente aumento de *S. frugiperda* nos cultivos, especialmente devido à intensificação nos sistemas de produção, houve a evolução na resistência desses insetos-praga aos inseticidas e, consequentemente uma demanda maior de inseticidas químicos para realizar seu controle de forma eficiente (SUGAYAMA et al., 2015). O uso de inseticidas ao longo dos anos vem sendo uma ferramenta bastante importante e indispensável para o aumento da produtividade na agricultura e, este crescente aumento se deve à ocorrência cada vez maior de perdas ocasionadas por insetos (SANTOS et al., 2007).

Os inseticidas sintéticos, apesar de contribuírem com o aumento da produção agrícola no país, trouxeram sérios problemas devido ao seu uso intensivo, incorreto e indiscriminado, dentre os quais podemos citar a presença de resíduos tóxicos nos alimentos, intoxicação dos produtores rurais e consumidores, a contaminação do solo e da água. Além da seleção de pragas resistentes, que têm causado prejuízos à populações de organismos não-alvo, como os inimigos naturais, o que se tem verificado é o aumento na população de insetos-praga (HASSAN; PRIJONO, 2011; KIM et al., 2003; MENEZES, 2005).

Desde 2008, o Brasil passou a ser o maior consumidor de pesticidas do mundo (RIGOTTO et al., 2014). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o governo federal encerrou o ano de 2023 com o registro de 365 agrotóxicos e, destes produtos registrados, 275 são formulados químicos.

Por apresentarem altos níveis de toxicidade e serem persistentes no ambiente, diversos inseticidas não são mais permitidos em vários países, e com isso tem-se intensificado a busca por novas alternativas para diminuir o uso de produtos fitossanitários, sejam eles naturais ou sintéticos, para controlar insetos-praga (SANTOS et al., 2007).

Nessa perspectiva, surgem os produtos de origem natural como método de controle, por meio de diversas substâncias químicas provenientes do metabolismo secundário de espécies vegetais, que desempenham um papel defensivo, inibindo a ação de insetos herbívoros. Segundo Isman (2006), esses metabólitos podem inibir a alimentação, reduzir a oviposição, prejudicar o crescimento larval, além de atrair polinizadores ou inimigos naturais. A utilização de plantas com potencial inseticida, usadas como método de controle, tem se mostrado uma alternativa viável, associada as estratégias do Manejo Integrado de Pragas (MIP), pois algumas espécies vegetais são capazes de alterar os parâmetros biológicos e comportamentais dos insetos (LOISELEUR, 2017).

Substâncias extraídas de plantas com atividade inseticida, se comparadas com os produtos sintéticos apresentam algumas vantagens: por serem rapidamente degradáveis ao ambiente, são inseticidas naturais obtidos de recursos renováveis, além do desenvolvimento da resistência dos insetos ser um processo lento a essas substâncias, são de facil acesso e de baixo custo (ROEL, 2001).

Extratos vegetais, quando aplicados em uma espécie alvo, podem ocasionar diversos efeitos, principalmente no seu comportamento alimentar. As plantas inseticidas podem apresentar efeitos diversos. Essas substâncias podem estimular a alimentação do inseto, chamadas de fagoestimulantes como também podem apresentar efeito contrário, como induzir o inseto a parar de se alimentar, causando um efeito chamado de fagodeterrente (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000).

A utilização de inseticidas vegetais a base de produtos naturais como alternativa aos inseticidas químicos sintéticos no manejo de insetos-praga, torna-se importante especialmente por serem menos agressivos ao ambiente e à saúde humana. São

substâncias que, por serem sensíveis a luz solar, a umidade ou ao calor, se degradam mais rapidamente que os produtos sintéticos, tornando-as menos contaminantes ao meio ambiente.

Dentre as plantas que apresentam esse potencial inseticida, destaca-se a *Apeiba tibourbou* Aubl. É uma espécie abundante na região norte do estado de Mato Grosso, encontrada na América Central e região do cerrado brasileiro, conhecida como pau-de-jangada ou pente-de-macaco (MATOS et al., 2008). É amplamente distribuída desde o Norte do Brasil até Minas Gerais e São Paulo (LORENZI, 2000), sendo encontrada também nas matas de restingas do Maranhão (GIRNOS, 1993), nas matas ripárias do Cerrado do Centro-Oeste do Brasil (PAULA; PEREIRA, 1996) e na Mata Atlântica (BARBOSA et al., 2005).

Pertencente a família Malvaceae, esta espécie apresenta uma grande diversidade de metabólitos, tais como os esteroides, terpenoides, alcaloides, além de substâncias fenólicas, como taninos e flavonoides (CHAVES, 2016). De acordo com Souza et al. (2012) *A. tibourbou* apresenta abundantes substâncias secretoras, propriedades antioxidantes, taninos e compostos fenólicos, como o ácido rosmarínico.

Considerando a atual expansão agrícola, principalmente na região norte de Mato Grosso, combinar o desenvolvimento da produção agrícola com a conservação, é um dos principais desafios enfrentados hoje no Brasil. Surge então a necessidade de outras formas de controle de insetos-praga afim de minimizar os impactos causados pelo uso dos produtos químicos utilizados na produção agrícola e que afetam a saúde e o meio ambiente, utilizando produtos com menos impacto ambiental e menor toxicidade ao ambiente e ao ecossistemas como os inseticidas vegetais .

Desta forma, este trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo aborda a realização de bioensaios de contato e ingestão em lagartas de *S. frugiperda*, submetidos a diferentes concentrações de extrato hidroetanólico de folha e casca de *A. tibourbou*. No segundo capítulo, foi avaliado a toxicidade dos extratos de *A. tibourbou* obtidos com diferentes solventes sobre as lagartas de *S. frugiperda* em bioensaios de ingestão com dieta artificial e dieta natural a base de couve (*Brassica oleracea*).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M.R.V.; LYRA-LEMOS, R.P.; THOMAS, W.W.; RODAL, M.J.N.; CARVALHO, A.M. Flora da estação ecológica de Murici, Alagoas. **Revista Brasileira de Sementes,** v.20, n.2, p.108-11, 2005.

CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology,** 2 ed. v. 4, Dordrecht, The Netherlands, Springer, 2008.

CHAVES, S.O. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano de duas espécies de Malvaceae: *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garke e *Sida rhombifolia* LI.** 2016. 197f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GIRNOS, E.C. **Morfologia, anatomia e aspectos da germinação de *Apeiba tibourbou* Aubl. (Tiliácea).** 1993. 161f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

HASSAN, E.; PRIJONO, D. Plants as a source of biopesticides for pest control: a new perspective. In: GÖKCEKUS, H.; TÜRKER, U.; La MOREAUX, J. W. (Ed.). **Survival and sustainability: environmental concerns in the 21st century**. Dordrecht: Springer, p. 1491-1508.2011.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 46 - 66, 2006.

KIM, S.I.; PARK, C.; OHH, M.H.; CHO, H.C.; AHN, Y.T. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 39, n. 1, p. 11-19, 2003.

LOISELEUR, O. Natural products in the discovery of agrochemicals. **CHIMIA International Journal for Chemistry**, v. 71, n. 12, p. 810-822, 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

MATOS, V.P.; FERREIRA, E.G.B.D.S.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.D.M.; SALES, A.G.F.A. Effect of the type of packing and the environment of storage on the germination and the Vigor of *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Árvore**, v.32 n.4 p.617-625, 2008.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 58 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205). 2005.

MISHRA, S.K.; MACEDO, M.L.R.; PANDA, S.K.; PANIGRAHI, J. Bruchid pest management in pulses: past practices, present status and use of modern breeding tools for development of resistant varieties. **Annals of Applied Biology**, v.172, p.4-19, 2018.

PAULA, J.E; PEREIRA, B.A. Parâmetros Volumétricos e da Biomassa da Mata Ripária do Córrego dos Macacos. **Cerne**, v.2, n.2, p.21-28, 1996.

RIGOTTO, R.M.; VASCONCELOS, D.P.; ROCHA, M.M. Pesticide use in Brazil and problems for public health. **Cadernos de Saúde Pública**, v.30, p.1360-1362, 2014.

ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.1, n.2, p.43-50, 2001.

SANTOS, M.A.T.; AREAS, M.A.; REYES, F.G.R. Piretróides: uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SOUZA, S. M. M.; MORAES, C. S. S.; COUTO, R. O.; GIL, E. S.; FONSECA, Y. M.; CONCEIÇÃO, E. C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou* Aubl. (Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of Pharmacy Research**, v. 5, n. 3, p. 1414-1417, 2012.

SUGAYAMA, R.; SILVA, M.R.L.; RANGEL, L.; RIBEIRO, L.C. **Defesa vegetal:** Fundamentos, ferramentas, políticas e perspectiva. 1. Ed. Belo Horizonte: Editora SBDA, 544 p., 2015.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D. da.; CASTIGLIONI, E. **Bases e Técnicas do Manejo de Insetos**. Santa Maria: UFSM, p.113-128. 2000.

3 CAPÍTULOS

3.1 BIOATIVIDADE DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE *Apeiba tibourbou* EM PARÂMETROS BIOLÓGICOS E MORTALIDADE DE LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda*

Resumo - WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, agosto de 2024. **BIOATIVIDADE DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE** *Apeiba tibourbou* **EM PARÂMETROS BIOLÓGICOS E MORTALIDADE LAGARTAS DE** *Spodoptera frugiperda*.
Orientadora: Dra. Juliana Garlet.

Produtos de origem vegetal vem sendo utilizados na produção de novos inseticidas, e também para utilização direta, assim estudos com plantas que apresentam potencial inseticida vem crescendo nos últimos anos, pelo fato de serem fontes de controle de insetos-praga. Plantas que apresentam metabólitos secundários com potencial inseticida surgem como uma alternativa para diminuir a aplicação de produtos fitossanitários sintéticos. Entre essas espécies com propriedade inseticidas destaca-se a *Apeiba tibourbou*, que ocorre nas regiões tropicais da América do Sul e Central, conhecida popularmente como pente-de-macaco ou pau de jangada. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a bioatividade de extratos hidroetanólicos da folha e casca de *A. tibourbou* em diferentes concentrações sobre *S. frugiperda* em bioensaios por contato e ingestão. Foram preparados extratos hidroetanólicos da folha e casca nas concentrações de: 0 (testemunha), 2, 4, 6 e 8%. Os extratos foram incorporados á dieta e fornecidos as lagartas via ingestão e para a testemunha uma dieta artificial sem extrato, e por contato foram aplicadas duas gotas do extrato utilizando uma microseringa na região pró-torácica de cada indivíduo e para a testemunha aplicou-se apenas água destilada. Avaliou-se a mortalidade em decorrência dos dias até o final do período larval, peso das lagartas, peso de pupa, tempo larval e pupal. Observou-se que os extratos tiveram efeitos significativos na duração do tempo larval e pupal, provocando o alongamento destas fases, e apresentando uma mortalidade de 35 a 40% das lagartas de *Spodoptera* ao final do período larval no bioensaio por ingestão e contato. Considerando os resultados obtidos a *A. tibourbou* influenciou no desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*, tanto em relação a mortalidade como também afetando o ciclo de vida na fase larval e pupal aumentando o tempo de duração destas fases.

Palavras-chave: Bioinseticidas; Lagarta-do-cartucho; Pente-de-macaco; Compostos secundários.

Abstract - WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, August 2024. **BIOACTIVITY OF THE HYDROETHANOLIC EXTRACT OF** *Apeiba tibourbou* **IN BIOLOGICAL PARAMETERS AND MORTALITY OF** *Spodoptera frugiperda* **CATERPILLARS.**
Advisor: Dr. Juliana Garlet.

Plant-based products have been used in the production of new insecticides, and also for direct use. Studies on plants with insecticidal potential have been increasing in recent years, since they are sources of insecticide control. Plants that present secondary metabolites with insecticidal potential have emerged as an alternative to reduce the application of synthetic phytosanitary products. Among these species with insecticidal properties, *Apeiba tibourbou* stands out, which occurs in the tropical regions of South and Central America, popularly known as pente-de-macaco or pau de jangada. The present study aims to evaluate the bioactivity of hydroethanolic extracts of the leaf and bark of *A. tibourbou* at different concentrations on *S. frugiperda* in contact and ingestion bioassays. Hydroethanolic extracts of the leaf and bark were prepared at concentrations of: 0 (control), 2, 4, 6 and 8%. The extracts were incorporated into the diet and supplied to the caterpillars via ingestion, and to the control an artificial diet without extract. Two drops of the extract were applied by contact using a microsyringe in the prothoracic region of each individual, and to the control only distilled water was applied. Mortality was evaluated as a result of the days until the end of the larval period, caterpillar weight, pupal weight, larval and pupal time. It was observed that the extracts had significant effects on the duration of the larval and pupal time, causing the elongation of these phases, and presenting a mortality of 35 to 40% of *Spodoptera* caterpillars at the end of the larval period in the bioassay by ingestion and contact. Considering the results obtained, *A. tibourbou* influenced the development of *S. frugiperda* caterpillars, both in relation to mortality and also affecting the life cycle in the larval and pupal phases, increasing the duration of these phases.

Keywords: Bioinsecticides; Fall armyworm; Pente-de-macaco; Secondary compounds.

Introdução

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de grãos do mundo (CONAB, 2024), com uma produção estimada em 294,1 milhões de toneladas na safra 2023/2024. Para a cultura do milho, a produção deverá chegar a 110,96 milhões, uma produção esperada de 23,36 milhões de toneladas , 51% da área cultivada.

No entanto, quanto maior a área plantada para a produção, maior também são os problemas ocorridos com danos causados nos cultivos pelos insetos-praga, que comprometem uma boa parte da produção de maneira direta ou indireta causando perdas na produção na cifra de bilhões de reais (EMBRAPA, 2016).

Entre estes insetos causadores de prejuízos no agronegócio brasileiro, destaca-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a principal praga da cultura do milho. Trata-se de uma espécie polífaga, que ataca diversas outras culturas como algodão, soja, arroz, milheto entre outras (CAPINEIRA, 2008). Como forma de minimizar os problemas com este inseto-praga, o manejo tem se baseado principalmente em inseticidas químicos, a fim de reduzir os prejuízos nos cultivos agrícolas (SUGAYAMA et al., 2015). Além das plantas Bt, como o caso do milho Bt, milho geneticamente modificado no qual foram introduzidos genes específicos da bactéria de solo *Bacillus thurigiensis*. Esse método de controle promove na planta a produção de uma proteína tóxica específica a este grupo de insetos (WAQUIL et al., 2011).

Com o crescente número de produtos fitossanitários registrados, aumentaram também os problemas de contaminação de alimentos, e do ambiente, intoxicação humana e de animais e, com isso, houve a necessidade de desenvolvimento de novos métodos de controle mais seguros e com menos riscos à saude humana e ao meio ambiente (MORAES et al., 2016). Com o intuito de diminuir esses riscos, surge a utilização de produtos a base de inseticidas de origem vegetal que são menos agressivos aos animais e ao meio ambiente.

Produtos de origem vegetal vêm sendo utilizados na produção de novos inseticidas e os estudos com plantas que apresentam este potencial vem crescendo nos últimos anos, pelo fato de serem agentes de controle para insetos-praga. De acordo com Simões et al. (2016), os estudos realizados com plantas permitem aumentar também o interesse e o conhecimento pelos componentes químicos destas,

principalmente aqueles com propriedades inseticidas.

Plantas que apresentam metabólitos secundários com potencial inseticida destacam-se como uma alternativa para reduzir a aplicação de produtos fitossanitários sintéticos. Neste contexto, estudos têm sido realizados procurando avaliar o efeito de substâncias presentes em plantas sobre diferentes espécies de insetos-praga. Ou seja, estes trabalhos procuram identificar plantas com potencial para estudos mais detalhados na busca de substâncias que possam ser utilizados nos programas de manejo integrado de pragas (TALUKDER; HOWSE, 2000).

Em busca de espécies com propriedades inseticidas, destaca-se a *Apeiba tibourbou*, pertencente a família Malvaceae, e que ocorre em regiões tropicais da América do Sul e Central e no território brasileiro na região da Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (LORENZI, 2000). Conhecida popularmente como pente-de-macaco, pau de jangada, é uma espécie que pode atingir cerca de 30m de altura, tronco de 40-60 cm de diâmetro, ramos novos e pecíolos foliares revestidos por tegumento ferruginoso, folhas simples, com textura áspera de tamanhos que chegam de 12-30 cm de comprimento e 14-20 cm de largura, suas flores são paniculadas e os frutos são uma cápsula deiscente sendo provida de espinhos moles em sua superfície (LORENZI, 2002).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar a bioatividade de extratos hidroetanólicos de folha e casca de *A. tibourbou* em diferentes concentrações sobre lagartas de *S. frugiperda* em teste de laboratório de contato e ingestão.

Material e Métodos

Coleta de material vegetal e preparo de extratos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Silvicultura no CEPTAM (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional) na Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado”, Campus Universitário de Alta Floresta. Foram coletadas folhas e cascas no período da chuva no ano de 2023 de árvores de *Apeiba tibourbou*, localizadas na zona urbana do município de Alta Floresta – MT.

Após a coleta do material vegetal, este foi cortado em lâminas finas no caso da casca, para facilitar a secagem. Posteriormente, foram levados à estufa com circulação forçada de ar a 45 °C por 120 horas, visando proceder a secagem do material vegetal. Em seguida, para a obtenção do pó, este foi moído em moinho de facas tipo Willey, para o preparo do extrato.

O preparo do extrato hidroetanólico das folhas e cascas de *A. tibourbou* foi preparado conforme descrito por Giordani et al. (2015). Posterior à secagem, o pó obtido após a moagem foi macerado (1:10 m/v) em álcool etílico a 70% durante sete dias.

Após esse período, o macerado foi filtrado e concentrado em rotaevaporador, sob pressão reduzida e temperatura de 50 °C e terminando o processo de secagem em estufa a 45 ºC até estar totalmente seco, dando origem ao extrato bruto das folhas e casca.

Bioensaios em laboratório

Após o preparo do extrato bruto, foram realizados ensaios em laboratório, sendo adquiridos ovos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de empresa especializada (Laboratório de Entomologia - Fundação MT). Os ensaios foram realizados com as lagartas de primeiro instar (3mm), sendo testadas diferentes concentrações do extrato da folha e da casca “por contato” e também “por ingestão”, sendo estas: 0 (testemunha), 2, 4, 6 e 8%. Para a testemunha no bioensaio “por ingestão”, foi fornecida uma dieta livre de extrato e, para o bioensaio “por contato” foi aplicada água destilada.

Para os testes no bioensaio “por contato”, foram realizadas aplicações dos extratos nas concentrações mencionadas sobre as próprias lagartas. Com uma microseringa, eram aplicadas duas gotas das concentrações (equivalentes a 1µL) na região pró-torácica de cada indivíduo e estes eram, posteriormente, colocados em potes plásticos tampados apresentando, 4,5 cm de largura por 5,0 cm de comprimento (capacidade de 50 mL.) Para a testemunha era aplicada água destilada da mesma forma e quantidade.

Para a alimentação das lagartas, em cada embalagem, utilizou-se uma dieta solidificada desenvolvida por Nalin (1991) (Tabela 1). Para a preparação da dieta, esta era batida no liquidificador, com excessão dos ácidos e do nipagin, colocada em bequer e levada para aquecimento até engrossar, após esse preparo eram acrescentados os ácidos e o nipagim e colocada em gerbox, e armazenada na geladeira. Esta dieta foi cortada em cubos de aproximadamente $1cm^3$. As lagartas recebiam dietas a cada 48 horas, sendo que o material que sobrava da dieta anterior era retirado, evitando assim a fermentação deste. Os potes plásticos com as lagartas permaneceram em câmara climatizada do tipo B.O.D. a 25 ºC, e fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 1. Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *S. frugiperda* em laboratório (NALIN,1991).

Componentes	**Quantidades**
Feijão (variedade carioquinha)	165,00 g
Germe de trigo	79,20 g
Levedo de cerveja	50,50 g
Nipagin	3,15 g
Ácido ascórbico	5,10 g
Ácido sórbico	1,65 g
Ágar	25,50 g
Água	1195 mL

Para os testes por ingestão, as diferentes concentrações foram incorporadas à dieta das lagartas, seguindo também a mesma dieta descrita anteriormente (NALIN, 1991), utilizando-se as mesmas concentrações (0 (testemunha), 2, 4, 6 e 8%). Para a testemunha, foi utilizada a dieta artificial normal sem a utilização dos extratos.

As dietas eram cortadas em cubos de $1cm^3$, oferecidas para as lagartas individualmente em potes plásticos de 4,5 cm de largura por 5,0 cm de comprimento com capacidade de 50 mL devidamente tampados. As lagartas recebiam a dieta a cada 48 horas, sendo que o material que sobrava da dieta anterior era retirado,evitando assim a deterioração. As embalagens com as lagartas permeneceram em câmara climatizada do tipo B.O.D. a 25 ºC e fotoperíodo de 12 horas. As dietas com os extratos incorporados foram oferecidas as lagartas por seis dias, sendo repostas três vezes.

Os seguintes parâmetros foram avaliados nos bioensaios de contato e ingestão: mortalidade no decorrer dos dias sendo estes: 3, 6, 9, 12, 15 dias e até o final do período larval, peso das lagartas e peso das pupas. A mortalidade era avaliada através de um pincel onde se o individuo não apresentasse nenhum movimento era considerado morto, para o peso de lagartas e de pupas, as mesmas foram pesadas em balança de precisão. A duração do período larval e pupal se deu pelo número de dias que cada individuo ficou desde a eclosão até atingir cada fase.

Os experimentos “por contato” e também “por ingestão” foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado onde foram comparados os extratos obtidos da folha e da casca da *A. tibourbou,* com 30 repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade, como não atenderam aos pressupostos da normalidade pelo teste de Shapiro Wilk a 5% de significância, optou-se pela análise não paramétrica de Kruskall Wallis. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Dunn ($p<0,05$), utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE EQUIPE, 2017).

Resultados

A análise dos parâmetros: peso de lagartas, peso de pupa, duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* nos bioensaios de contato e ingestão com extratos de folhas e casca de *A. tibourbou* encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Os resultados dos tratamentos foram comparados entre si para constatar se houve diferença significativa entre as concentrações testadas.

Tabela 2. Peso de lagartas, peso de pupa, duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* em bioensaio de contato com diferentes concentrações de extratos de folhas e casca de *A. tibourbou.*

Contato	Valor do Kruskall Wallis (p < 0,05)
Peso das Lagartas	0,01913 *
Peso de Pupas	0,2732
Período Larval	$2,61^{-07}$ *
Período Pupal	0,0001996 *

Tratamentos	Peso de Lagartas (g)	Duração tempo Larval (dias)	Duração tempo Pupal (dias)
TC	0,44 a	15,66 d	8,4 d
CC2	0,29 b	17,13 c	9,66 b
CC4	0,26 b	18,4 bc	14,4 a
CC6	0,28 b	19,6 ab	9,73 b
CC8	0,26 b	20 a	9,8 ab
CF2	0,27 b	17,4 c	8,66 cd
CF4	0,31 b	17,93 c	9,46 bc
CF6	0,27 b	17,73 c	9,86 ab
CF8	0,27 b	18,2 bc	10,66 ab

Legenda: TC-testemunha contato; CC2- contato casca 2%; CC4- contato casca 4%, CC6- contato casca 6% e CC8- contato casca 8%; CF2- contato folha 2%; CF4- contato folha 4%; CF6- contato folha 6% e CF8- contato folha 8%. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn (p<0,05). Fonte: Autora.

Na Tabela 2 pode-se observar que o peso de pupas não foi significativo pelo teste de Kruskall Wallis, sendo analisadas somente as variáveis peso de lagartas, duração do tempo larval e pupal para o de bioensaio de contato. Para o peso de lagartas, a testemunha obteve o maior peso (0,44g), diferindo dos demais tratamentos. A testemunha foi o tratamento que apresentou a menor duração do tempo larval (15,66 dias), diferindo de todos os outros tratamentos.

O maior tempo de duração larval foi observado no tratamento de casca a 8%, com média de 20 dias de duração. Este tratamento diferiu da testemunha, porém não foi diferente do tratamento casca a 6%.

Para o tempo pupal, a maior duração foi encontrada no tratamento casca a 4%, com média de 14,4 dias, diferenciando dos demais tratamentos, exceto da casca a 8%, folha a 6% e folha a 8%. A testemunha obteve o menor tempo de duração pupal, com média de 8,4 dias, também com diferença em relação a todos os demais tratamentos.

Na Tabela 3, apresenta-se os resultados dos parâmetros avaliados para o bioensaio de ingestão com diferentes concentrações dos extratos de folha e casca de *A. tibourbou.*

Tabela 3. Peso de lagarta, Peso de pupa, Duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* em bioensaio de ingestão com diferentes concentrações de extratos de folhas e casca de *A. tibourbou.*

Ingestão	Valor do Kruskall Wallis
Peso das Lagartas	0,6003
Peso de Pupas	0,7848
Período Larval	$1,11^{-12}$ *
Período Pupal	0,00069 *

Tratamentos	Duração tempo Larval (dias)	Duração tempo Pupal (dias)
TI	15,8 f	8,8 d
CI2	24,1 d	10 bc
CI4	24,8 cd	9,86 cd
CI6	25,26 bcd	9,93 cd
CI8	27,13 a	10 c
FI2	22,6 e	10,86 ab
FI4	25,66 abc	9,73 cd
FI6	26,2 ab	10,46 abc
FI8	25,33 bc	10,93 a

Legenda: TI- testemunha ingestão; CI2- casca ingestão 2%, CI4- casca ingestão 4%; CI6- casca ingestão 6% e CI8- casca ingestão a 8%; FI2- folha ingestão 2%; FI4- folha ingestão 4%; FI6- folha ingestão 6% e FI8- folha ingestão a 8%.
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn ($p<0,05$). Fonte: Autora.

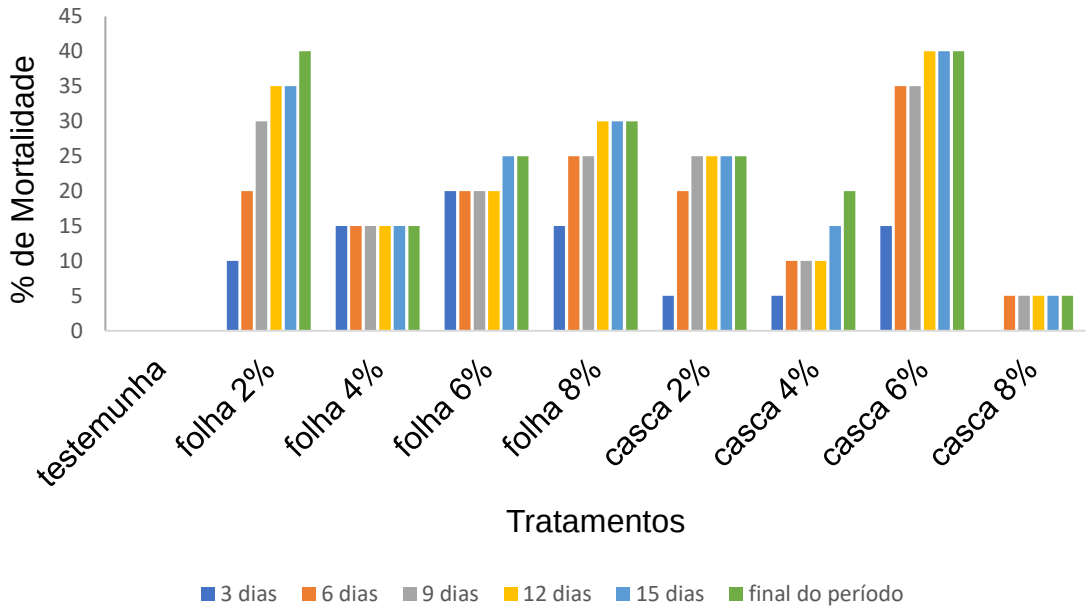
Na Tabela 3 verifica-se, que tanto peso de lagartas como de pupas não apresentaram diferença significativa, sendo portanto, analisadas somente as variáveis duração do tempo larval e pupal para o bioensaio por ingestão.

A testemunha foi o tratamento que apresentou a menor duração do tempo larval (15,8 dias), diferindo dos demais tratamentos. O maior tempo de duração larval foi observado no tratamento da casca com 8%, com média de 27,13 dias de duração. Este tratamento difere estatisticamente da testemunha, porém não é diferente da folha a 4% e 6%.

Para o tempo pupal, a maior duração foi encontrada nos tratamentos com extrato da folha 8%, com média de 10,93 dias, não diferindo-se dos tratamento folha 6% e 2%. A testemunha foi o tratamento que obteve o menor tempo de duração pupal, com média de 8,8 dias, não diferindo estatisticamente dos tratamentos casca a 4% e 6%, e a folha a 4%.

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se os dados de mortalidade no decorrer dos dias para os bioensaios de contato e ingestão respectivamente.

Figura 1. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes concentrações de extratos de casca e folha de *A. tibourbou* em bioensaio de contato.

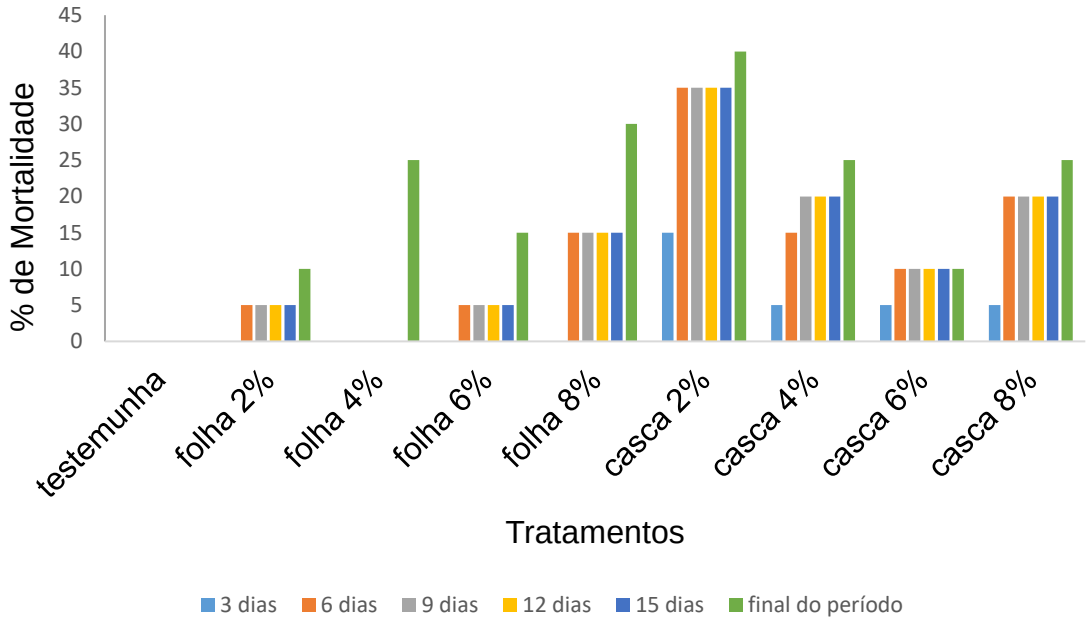


Fonte: Autora.

Analisando-se os dados na Figura 1, é possível observar que os tratamentos casca 6% e folha 2% apresentaram as maiores médias de mortalidade ao final do período com 40% de mortalidade, sendo que casca a 6% obteve a mortalidade de 40% após 12 dias, esses tratamentos foram superiores a testemunha que obteve média zero em todos os dias e a casca a 8% com média zero em três dias e menores médias no decorrer dos outros dias, os demais tratamentos tiveram médias de mortalidade intermediárias ao longo dos dias.

Na Figura 2 apresenta-se os dados de mortalidade para o bioensaio de ingestão de lagartas de *S. Frugiperda*.

Figura 2. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes concentrações de extratos de casca e folha de *A. tibourbou* em bioensaio de ingestão.



Fonte: Autora.

Na análise dos dados da Figura 2, observou-se que o tratamento casca 2% apresentou a maior média ao final do período (40% de mortalidade) e no decorrer dos dias avaliados. Os tratamentos folha a 8%, casca a 4% e casca a 8% obtiveram médias de mortalidade intermediárias no final do período.

Os resultados analisados neste experimento demonstraram que os extratos apresentaram influência no desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*, e também na mortalidade.

Discussão

Os dados apresentados neste capítulo demonstraram que os extratos de folhas e casca de *A. tibourbou* provocaram efeitos significativos no desenvolvimento das lagartas, especialmente na duração do período larval e pupal, sendo observado um aumento na duração dessas fases se comparado ao tratamento controle (testemunha). Possivelmente esses resultados se devem à presença de alguns metabólitos secundários presentes em *A. tibourbou*, que afetaram o desenvolvimento do inseto.

Em estudo realizado por Costa (2022), foram realizadas análises fitoquímicas e histoquímicas em folhas da *A. tibourbou*, sendo encontrados compostos químicos secundários com propriedades inseticidas, tais como: compostos fenólicos, taninos, alcaloides e saponinas.

O fato desses metabólitos causarem efeitos no desenvolvimento das lagartas pode estar relacionado à polaridade do solvente alcoólico utilizado para a extração das propriedades metabólicas presentes no material vegetal durante a preparação do extrato (COSTA, 2022). De acordo com Costa et al. (2021), certos solventes polares como acetona PA e ácool etílico 70% demostraram maiores valores durante a extração de compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são conhecidos por atuarem nos sistemas de defesa das plantas, promovendo proteção contra a herbivoria (MELLO; SILVA-FILHO, 2002; CAMPOS et al., 2008).

Neste estudo, também foi observado alongamento das fases larval e pupal nas lagartas alimentadas com extratos de folhas de *A. tibourbou*. Possivelmente por conta da presença de compostos fenólicos presentes neste material. Alves (2010) observou redução no peso de pupa e o alongamento na duração da fase jovem, devido a ingestão de compostos fenólicos por causarem alterações no desenvolvimento de lepidópteros. Os flavonoides também podem atuar no metabolismo dos insetos. Pereira et al. (2002) verificaram que o flavonoide astilbina, isolado de *Dimorphandra mollis* Benth. (Fabaceae), provocou redução no peso e prolongamento do ciclo de *S. frugiperda*, sendo tais alterações atribuidas ao efeito de antibiose dessa substância sobre este inseto.

Em estudos realizados por Medeiros et al. (2007), em *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) os autores verificaram um aumento na duração da sua fase larval após o tratamento, via ingestão com extratos de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae).

O aumento na duração das fases larval e pupal, também foi observado em pesquisa de Tandon, Mittal e Pant (2008), quando avaliaram óleos essenciais de *Vitex trifolia* L. e *Vitex agnus-castus* L. em lagartas de *Spilosoma obliqua* Walker (Lepidoptera: Arctiidae). A alteração da duração larval do inseto em comparação com a testemunha, com o uso de extratos vegetais, pode ocorrer pela inibição no crescimento do inseto após sua exposição aos extratos. A exposição a esses extratos afeta o crescimento do inseto, uma vez que ocorre uma menor eficiência na conversão do alimento que foi ingerido e que será digerido para ser transformado em nutrientes para o crescimento do mesmo (MARTINEZ; VAN EMDEN, 2001).

A inibição do crescimento ocorre em função da redução da ingestão de alimentos, pouca habilidade da conversão dos nutrientes no crescimento, enquanto o alongamento da duração da fase larval pode ser verificada em geral pela reduzida ingestão do alimento em razão da existência de inibidores no alimento, ou uma inadequação nutricional do substrato alimentar (MARTINEZ; VAN EMDEN, 2001).

O alongamento da fase larval se deve ao maior número de ínstares que as lagartas podem apresentar, uma vez que em condições desfavoráveis, os insetos aumentam a quantidade dessas fases larvais. Este alongamento pode ser útil no manejo integrado de pragas, pois possibilita a redução no número de gerações anuais do inseto, além de retardar o crescimento da população e reduzir a longo prazo as taxas de infestação do inseto-praga, diminuindo o uso de inseticidas químicos (PARRA, 2001).

De acordo com Rodrigues e Vendramim (1996), uma maior duração da fase larval no campo pode deixar o inseto por mais tempo vulnerável ao ataque de outros predadores, parasitóides e entomopatógenos. Ainda, segundo os mesmos autores, o atraso no desenvolvimento do inseto é decorrente de uma menor eficiência da conversão alimentar, causada pelo desvio de parte dos nutrientes a degradação de substâncias tóxicas presentes no alimento.

Considerando-se as variáveis nos bioensaios por contato e ingestão, observou-se que os tratamentos também mostraram resultados significativos na mortalidade, especialmente no final do período larval em relação a testemunha. Os dados de mortalidade no decorrer dos dias 6, 9, 12 e 15 dias e, ao final do período larval para ambos os testes de contato e ingestão, apresentaram mortalidade de 35 a 40% nas menores concentrações de 6 e 2%, sendo que para o bioensaio por contato as melhores concentrações foram os tratamentos CC6% e CF2%, para o bioensaio por ingestão o

melhor tratamento foi observado no CI2%, evidenciando que doses menores tiveram melhores efeitos nas lagartas de *Spodoptera.*

Em extratos hidroalcoólicos das folhas de *A. tibourbou*, Costa (2022) também relatou mortalidade de 50% dos indivíduos de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) em concentrações inferiores, sendo que os extratos hidroalcoólicos se mostraram mais eficientes.

Em estudos desenvolvidos por Souza (2018) sobre potencial inseticida de extratos orgânicos de algodão-de-seda (*Calotropis procera* Aiton) em *S. frugiperda*, este observou que houve um reduzido percentual de insetos que atingiram a fase adulta quando ingeriram dieta contendo o extrato MeOH (álcool metílico) e suas frações HEX (hexano) e MeOH (álcool metílico) em concentrações baixas de 2,14%, confirmando que a mortalidade das lagartas não é, necessariamente, uma variável importante para definir um bom controle. Segundo este autor, a mortalidade das lagartas não apresenta um percentual elevado quando expostas aos extratos vegetais, outras caracteristicas podem ser determinantes como o alongamento no ciclo do inseto, diminuindo assim o número de gerações do inseto-praga no campo e provocando a morte ou deformações em pupas e adultos, reduzindo assim sua população.

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que extratos de *A. tibourbou* apresentam um potencial inseticida, pois causaram efeitos significativos no desenvolvimento e no ciclo de vida de *S. frugiperda,* apresentando nos testes de bioensaios de ingestão e contato, com diferença significativa principalmente na mortalidade ao final do período larval.

Conclusões

Os extratos de *A. tibourbou* interferiram no desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, com o alongamento das fases larval e pupal.

Nos bioensaios de ingestão e contato os extratos mostram-se mais promissores na mortalidade ao final do período larval.

Há mortalidade de 35% a 40% quando as lagartas são alimentadas com concentrações de 6 e 2% de extratos da folha e da casca nos bioensaios.

Referências Bibliográficas

ALVES, D.S. **Alterações biológicas, bioquímicas e ultra-estruturais em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) provocadas por extratos vegetais e compostos fenólicos**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Federal de Lavras.

CAMPOS, W.G.; FARIA, A.P.; OLIVEIRA, M.G.A.; SANTOS, H.L. Induced response against herbivory by chemical information transfer between plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.4, p.257-266, 2008.

CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**, 2 ed. v. 4, Dordrecht, The Netherlands, Springer, 2008.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2024. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5478-safra-de-graos-2023-2024-esta-estimada-em-294-1-milhoes-de-toneladas> Acesso em: 15 agt. 2024.

COSTA, D.D. da SILVA. **Potencial inseticida e características anatômicas e fitoquímicas de folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.)**. 2022. 68f. Dissertação (Mestrado em Biodiersidade e Agroecossistemas Amazônicos), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT.

COSTA, N. B.; TELES, A. M.; SILVA OLIVEIRA, M. V.; OLIVEIRA, É. S.; MOUCHREK, A. N. Obtenção do perfil químico de extratos das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e40110817473, 2021.

EMBRAPA. **Inteligência territorial identifica áreas suscetíveis**. 2016. Disponível em: < https://www.embrapa.br/buscadenoticias//noticia/11266477/ inteligenciaterritorial-identifica-areas-suscetiveis?link=agencia> Acesso em: 30 mai. 24.

GIORDANI, M.A.; COLLICCHIO, T.C.M.; ASCÊNCIO, S.D.; DE OLIVEIRA MARTINS, D.T. BALOGUN, S.O.; BIESKI, I.G.C.; KAWASHITA, N.H. Hydroethanolic extract of the

inner stem bark of *Cedrela odorata* has low toxicity and reduceshyper glycemia induced by overload of sucrose and glucose. **Journal of Ethnopharmacology**, v.162; p.352-361, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v. 1, 4 ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2002.

MARTINEZ, S.S.; VAN EMDEN, H.F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) caused by Azadirachtin. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 113-125, 2001.

MEDEIROS, C.A.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; ANGELINI, M.R. Efeito subletal de extratos vegetais aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss. e *Sapindus saponaria* L. sobre aspectos biológicos de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) em couve. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v.33, n.1, p.27-34,2007.

MELLO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.2, p.71-81, 2002.

MORAES, L.A.S. de; MARINHO-PRADO, J.S. Plantas com atividade inseticida. In: HALFELD-VIEIRA, B. de A.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M. A.B.; BETTIOL, W. (Ed.). **Defensivos agrícolas naturais:** uso e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 542-593.

NALIN, D.N. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de população *de Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) – (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991. 150f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba: ESALQ/FEALQ, p. 134, 2001.

PEREIRA, L.G.B.; PETACCI, F.; FERNANDES, J.B.; CORREA, A.G.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.F.G.F.; MALASPINA, O. Biological activity of astilbin from Dimorphandra mollis against *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda*. **Pest Management Science**, v.58, n.5, p.503- 507, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A languagean denvironment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Áustria, 2017. Disponível em: http://www.Rproject.org. 2017>. Acesso em: 30 mai. 2024.

RODRIGUES, C.H.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, v.42, p.14-22, 1996.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P de.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia:** do produto natural ao medicamento. Artmed Editora, 2016.

SOUZA, T.A.N de. **Potencial inseticida de extratos orgânicos de algodão-de-seda á *Spodoptera frugiperda***. 2018. 42f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido), Universidade Estadual de Montes Claros.

SUGAYAMA, R.; SILVA, M.R.L.; RANGEL, L**.;** RIBEIRO, L.C. **Defesa vegetal:** Fundamentos, ferramentas, políticas e perspectiva. 1. Ed. Belo Horizonte: Editora SBDA, 544p., 2015.

TALUKDER, F.A.; HOUSE, P.E. Isolation of secondary plant compounds from Aphanamixis polystachya as feeding deterrents against adults Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Plant Diseases and Protection**, v.107, p.498-504, 2000.

TANDON, S.; MITTAL, A. K.; PANT, A. K. Insect growth regulatory activity of *Vitex trifolia* and *Vitex agnuscastus* essential oils against *Spilosoma oblique*. **Fitoterapia**, v. 79, n. 4, p. 283-286, 2008.

WAQUIL, J.M.; MENDES, S.M.; VASCONCELOS, M.J.; PAIVA, E.; GUIMARAES, C.T. Manejo de milho transgênico. In: CRUZ, J. C.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Eds.). **Milho:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. cap. 13, p. 203-216.

3.2 TOXICIDADE DE DIFERENTES EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* EM *Spodoptera frugiperda*

Resumo - WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, agosto de 2024. **TOXICIDADE DE DIFERENTES EXTRATOS DE** *Apeiba tibourbou* **EM** *Spodoptera frugiperda*.
Orientadora: Dra. Juliana Garlet.

As plantas possuem a capacidade de desenvolver substâncias com ação tóxica capazes de inibir a ação de insetos-praga, por isso são usadas no controle de pragas. Os metabólitos secundários presentes nas plantas apresentam uma grande diversidade estrutural, encontrados em diversas partes das plantas. Entre os metabólitos com atividade inseticida, encontram-se os terpenos, alcalóides, compostos fenólicos, taninos, saponinas entre outros, que podem afetar o desenvolvimento dos insetos causando alguma toxicidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar os extratos obtidos com diferentes solventes de folha e casca de *Apeiba tibourbou* no controle de *Spodoptera frugiperda*. Para isso foram preparados extratos da folha e casca na concentração de 2%, utilizando-se diferentes solventes: hexano, acetona, acetato de etila e álcool metílico em bioensaio de ingestão com uma dieta artificial e outra dieta natural com couve (*Brassica oleracea*) em experimentos separados. As dietas foram imersas nos diferentes extratos e ofertadas para as lagartas, a dieta artificial era cortada em cubos de $1cm^3$ e a dieta natural em pedaços de $3cm^2$. Avaliou-se no bioensaio com a dieta artificial peso de lagarta, peso de pupa, mortalidade em 72 horas, mortalidade até o final do período larval, duração do período larval e pupal e dimorfismo sexual. Para o ensaio com a dieta natural (couve) foram analisados, consumo e mortalidade em 48 e 96 horas após a instalação dos bioensaios. Observou-se, nos bioensaios realizados, que houve uma maior mortalidade das lagartas quando estas foram submetidas aos extratos a base de hexano e estes também apresentaram interferência no desenvolvimento das lagartas de *S. Frugiperda*. O solvente hexano apresentou maior mortalidade no final do período larval para a dieta artificial e maior mortalidade em 96 horas para a dieta natural (couve). O consumo pelas lagartas na dieta natural apresentou diferença somente em 48 horas, mas os extratos influenciaram na mortalidade. Os extratos obtidos com diferentes solventes mostraram-se eficientes no controle de *S. frugiperda*.

Palavras-chaves: Solventes polares e apolares; Metabólitos secundários; Atividade inseticida; Inseticidas botânicos**.**

Abstract - WINK, Fabiana. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, August 2024. **TOXICITY OF DIFFERENT EXTRACTS OF** *Apeiba tibourbou* **IN** *Spodoptera frugiperda*. Advisor: Dr. Juliana Garlet.

Plants have the ability to develop substances with toxic action capable of inhibiting the action of insect pests, which is why they are used in pest control. The secondary metabolites present in plants present a great structural diversity, found in different parts of the plant. Among the metabolites with insecticidal activity are terpenes, alkaloids, phenolic compounds, tannins, saponins, among others, which can affect the development of insects causing some toxicity. The objective of this study was to evaluate the extracts obtained with different solvents from the leaves and bark of *Apeiba tibourbou* in the control of *Spodoptera frugiperda*. For this purpose, extracts of the leaves and bark were prepared at a concentration of 2%, using different solvents: hexane, acetone, ethyl acetate and methyl alcohol in an ingestion bioassay with an artificial diet and another natural diet with kale (*Brassica oleracea*) in separate experiments. The diets were immersed in the different extracts and offered to the caterpillars; the artificial diet was cut into 1 cm3 cubes and the natural diet into 3 cm2 pieces. The bioassay with the artificial diet evaluated caterpillar weight, pupal weight, mortality in 72 hours, mortality until the end of the larval period, duration of the larval and pupal period, and sexual dimorphism. For the test with the natural diet (cabbage), consumption and mortality were analyzed at 48 and 96 hours after the installation of the bioassays. It was observed, in the bioassays performed, that there was a higher mortality of the caterpillars when they were subjected to hexane-based extracts, and these also showed interference in the development of the *S. Frugiperda* caterpillars. The hexane solvent showed higher mortality at the end of the larval period for the artificial diet and higher mortality in 96 hours for the natural diet (cabbage). The consumption by the caterpillars on the natural diet showed a difference only in 48 hours, but the extracts influenced mortality. The extracts obtained with different solvents were shown to be efficient in controlling *S. frugiperda.*

Keywords: Polar and non-polar solvents; Secondary metabolites; Insecticidal activity; Botanical insecticides.

Introdução

As plantas com potencial inseticida têm se mostrado uma alternativa viável para os desafios entomológicos da agricultura moderna, especialmente quando associadas a outros métodos de controle dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP), pois são capazes de reduzir a sua população por alterar as estruturas biológicas e comportamentais dos insetos (LOISELEUR, 2017).

As plantas possuem a capacidade de desenvolver substâncias com ação tóxica capazes de inibir a ação de insetos-praga, sendo que esta ação pode ser de repelência ou de deterrência, provocando morte ou alteração no desenvolvimento normal dos insetos e, por esse motivo, tem sido estudadas e utilizadas no controle de pragas (ISMAN, 2006). As substâncias químicas que são provenientes dos metabolitos secundários das espécies vegetais, desempenham um importante papel defensivo, podendo inibir o ataque de insetos (KRINSKI; MASSAROLI, 2014).

As plantas desenvolvem mecanismos de defesa, sejam eles fisícos ou químicos. A defesa química envolve a síntese de metabólitos secundários que podem atuar em diferentes níveis de toxicidade, reduzindo a palatabilidade e digestibilidade dos tecidos vegetais das plantas, afetando assim, o crescimento, a reprodução e, consequentemente, a sobrevivência dos herbívoros (DOURADO et al., 2016).

Os metabolitos secundários apresentam uma grande diversidade estrutural, sendo encontrados em diversas partes das plantas como raízes, caules, folhas, flores, cascas e frutos (MORAES; MARINHO-PRADO, 2016). Dentre os metabolitos secundários com atividade inseticida, pode-se citar os óleos essenciais, misturas complexas de substâncias voláteis, podendo ser de natureza terpênica, tais como mono e sesquiterpenos, ou fenilpropanóides (SAITO; SCRAMIN, 2000).

Os inseticidas botânicos podem ser obtidos da planta toda ou parte dela, partes das plantas geralmente são moídas até obter um pó, do qual extraem compostos, oriundos do metabolismo secundário das plantas, através de soluções aquosas ou por solventes orgânicos (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000).

A extração dos príncipios ativos das plantas, para a obtenção de produtos, ja era utilizada pelos povos antigos e pode variar de acordo com o solvente utilizado, pois alguns solventes possuem a capacidade de extrair diferentes compostos (BART, 2011; FILHO; YUNES, 1998).

Os compostos químicos utilizados para defesa pelas plantas podem ser divididos em três principais grupos: os alcaloides, os compostos fenólicos e os terpenos. Os alcaloides são substâncias em baixas concentrações nas plantas, e podem ser tóxicos aos vertebrados, o modo de ação desses compostos pode variar afetando o sistema nervoso e pode afetar canais da membrana de sódio nos nervos. Os compostos fenólicos contem um grupo de hidroxila que está ligado a um anel de benzeno e a outras estruturas aromáticas, podem variar de fenol simples para polifenóis, são importantes para a defesa das plantas. Já os terpenos é o maior grupo de produtos naturais e utilizados nos mais diversos setores como farmacêutico, perfumaria, entre outros. Sua composição é bastante variável entre as espécies de plantas, podendo agir como um grande potencial inseticida e ser pouco tóxico aos mamíferos. Acaba gerando distúrbios no sistema nervoso, leva a paralisia e causa a morte dos insetos através dessa toxicidez (RATTAN, 2010).

Dentre as plantas com potencial inseticida, destaca-se a *Apeiba tibourbou*, também conhecida como pente-de-macaco, pertencente a família Malvaceae, representada por cerca de 73 gêneros e 786 espécies, dos quais sete gêneros e 416 espécies são endêmicas, abrangendo predominantemente os estados da região norte e com ocorrência nas demais regiões do país (MARQUES; ALMADA, 2017). De acordo com os dados da Flora do Brasil (2020), o gênero *Apeiba* está representado em nosso território por sete espécie nativas e predominantemente arbóreas que ocorrem nos biomas brasileiros da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e também na Amazônia.

Em estudos utilizando as folhas da *A. tibourbou*, constatou-se atividade anti-inflamatória. É usada na medicina popular, evidenciando uma riqueza de substâncias que também podem apresentar potencial fitoinseticida, motivando o interesse do uso de extratos vegetais obtidos de partes da planta desta espécie (MATSUMOTO et al., 2009). Pertencente a família das Malvaceae, esta espécie apresenta uma grande diversidade de metabolitos, como os esteroides, terpenoides, alcaloides, além de substâncias fenólicas, como taninos e flavonoides (CHAVES, 2016). De acordo com Souza et al. (2012), esta espécie apresenta abundantes substâncias secretoras, propriedades antioxidantes, taninos e compostos fenólicos, como o ácido rosmarínico.

Testes histoquímicos indicaram a presença de compostos fenólicos na mucilagem da planta, que tem importância antimicrobiana e ainda, reforçam a ação contra herbívoros, constituindo uma importante barreira de proteção química (ROCHA et al., 2011). Alguns dos compostos possuem propriedades antioxidantes (flavonoides,

taninos) e, principalmente, o ácido rosmarinico, que possui atividade antiinflamatória, adstringente, antioxidantes entre outras (PETERSEN; SIMMONDS, 2003; MATSUMOTO et al., 2009).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar extratos de folha e casca de *A. tibourbou*, obtidos com diferentes solventes, e verificar a capacidade de controle de *Spodoptera frugiperda*.

Material e Métodos

Coleta de material vegetal e preparo de extratos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Silvicultura no CEPTAM (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional) na Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado”, Campus Universitário de Alta Floresta – MT. Foram coletadas folhas e cascas no período da chuva em 2023, de árvores de *Apeiba tibourbou*, localizadas na zona urbana do município de Alta Floresta – MT.

Após a coleta do material vegetal, especialmente a casca, foi cortado em lâminas finas para facilitar a secagem, levado à estufa com circulação forçada de ar a 45 °C por 120 horas, e após este período, o material seco foi moído em moinho de facas tipo Willey para obtenção do pó e posterior preparo do extrato.

O preparo dos diferentes extratos das folhas e cascas de *A. tibourbou* seguiu o procedimento descrito por Giordani et al. (2015). Com o material vegetal transformado em pó, adicionou-se em vidros de 400 mL os solventes da seguinte maneira: foram pesados 30g de folha e 30g de casca, e colocados nos vidros, sendo 30g do material vegetal que foram misturados em 300 mL dos solventes: hexano, acetona, acetato de etila e álcool metílico. Estes foram mantidos em repouso durante sete dias. Após esse período, o macerado foi filtrado e concentrado em rotaevaporador, sob pressão reduzida e temperatura de 50 °C, para que ocorresse o processo de extração dos solventes (Figura 1), terminando o processo de secagem em estufa a 55 °C, dando origem aos extratos brutos.

Figura 1. Filtragem dos extratos com os solventes e processo de rotaevaporador sob pressão reduzida extraindo o solvente dos extratos.



Fonte: Autora. Figura 1: filtragem dos extratos. Figura 2: rotaevaporação dos solventes.

Bioensaios em laboratório

Após o preparo dos extratos com os diferentes solventes, foram realizados ensaios de laboratório. Para isso, foram utilizados ovos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de empresa especializada (Laboratório de Entomologia da Fundação MT) e os ensaios foram realizados com as lagartas de primeiro instar (3mm), sendo testados os extratos provenientes dos diferentes solventes: hexano, acetona, acetato de etila e álcool metílico, além da testemunha.

Foram realizados dois bioensaios em laboratório por ingestão, sendo que no primeiro utilizou-se dieta artificial desenvolvida por Nalin (1991) (Tabela 1), para a alimentação das lagartas. A dieta produzida foi cortada em pedaços de aproximadamente $1cm^3$; estes pequenos cubos foram impregnados, por imersãos nos extratos obtidos com os diferentes solventes diluídos em Tween 80 e água destilada na concentração de 2%, além da testemunha que foi impregnada apenas com água destilada e Tween 80. As dietas foram distribuídas em copos descartáveis (50 mL) com tampa, tendo na parte inferior um pedaço de papel toalha. Sobre esse papel, foi colocado um cubo da dieta, previamente impregnada com o respectivo extrato. Neste recipiente, era colocado uma lagarta por tratamento, sendo utilizados ao total, 270 copos, totalizando 9 tratamentos com 30 repetições cada (9x30). As dietas eram repostas a cada 72 horas, sendo que o material que sobrava da dieta anterior era retirado, evitando assim a fermentação deste. Os copos foram identificados com os seguintes tratamentos: testemunha; acetona; acetato de etila, álcool metílico e hexano para folha e casca, e posteriormente levados para a câmara climatizada do tipo B.O.D. a 25 °C, e fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 1. Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *S. frugiperda* em laboratório.

Componentes	Quantidades
Feijão (variedade carioquinha)	165,00 g
Germe de trigo	79,20 g
Levedo de cerveja	50,50 g
Nipagin	3,15 g
Ácido ascórbico	5,10 g
Ácido sórbico	1,65 g
Agar	25,50 g
Água	1195 mL

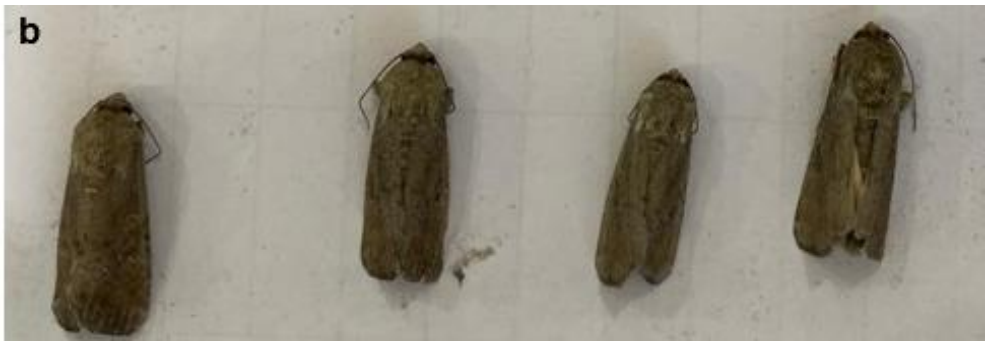
Fonte: Nalin (1991).

Os parâmetros analisados para esta parte do experimento, foram: mortalidade após 72 horas, mortalidade até o final do período larval, sendo esta avaliada quando o individuo não apresentava sinal de vida após toque com pincel, peso de lagartas, peso de pupas (as lagartas e as pupas foram pesadas em balança de precisão) e duração do período larval e pupal. Realizou-se também a contagem de machos e fêmeas em cada tratamento para avaliar a quantidade de indivíduos adultos e verificar se os extratos influenciaram no número de machos e fêmeas nos tratamentos.

A identificação ocorreu nos insetos adultos através das suas caracteristicas morfológicas, ou seja, os machos são mais coloridos no dorso das asas, enquanto as fêmeas são mais acinzentadas (Figura 2).

Figura 2. Caracterização do dimorfismo sexual de adultos de *Spodoptera frugiperda.*





a = machos de *Spodoptera.* **b** = fêmeas de *Spodoptera.* Fonte: Autora.

O segundo bioensaio foi realizado utilizando-se folhas de couve (*Brassica oleracea*) para a alimentação das lagartas. As folhas foram cortadas em quadrados de 3 cm^2 e pesadas para, posteriormente, serem previamente impregnadas, por imersão, em cada um dos extratos obtidos com os diferentes solventes diluidos em Tween 80 e água destilada. A testemunha continha folhas de couve impregnada apenas com água destilada e Tween 80. Posteriormente, as folhas de couves foram distribuídas em potes de plásticos transparentes com tampa (6,5 cm de largura x 2,5 cm de altura) contendo papel toalha umidecido, e uma lagarta por tratamento, foram utilizados ao total 270 potes, totalizando 9 tratamentos com 30 repetições cada (9x30) (Figura 3). As couves foram pesadas antes e, após 48 e 96 horas da imersão nos extratos para avaliação do consumo foliar. Os potes foram identificados com os tratamentos e posteriormente levados para a câmara climatizada do tipo B.O.D. a 25 °C, e fotoperíodo de 12 horas.

Figura 3. Bionsaio de ingestão com pedaços de couve imersas nos diferentes extratos.



Fonte: Autora.

Para o bioensaio com as couves foram analisados, consumo e mortalidade em 48 e 96 horas após a instalação dos tratamentos.

O consumo foliar das folhas de couve foi realizado por meio da seguinte fórmula:

$$\left(100 - \left(\frac{100 * g2}{g1}\right)\right)$$

onde: g2 = peso final e g1 = peso inicial.

Utilizou-se esta fórmula para calcular a quantidade de couve que foi consumida pelas lagartas.

O percentual de consumo foi submetido a análise de variância pelo teste de Kruskall Wallis, utilizando o software R. Para o dimorfismo, foi realizada a contagem do número de fêmeas em cada repetição e calculada a porcentagem de cada repetição, e os dados foram analisados utilizando o software R.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos a análise da normalidade pelo teste de Shapiro Wilk a 5% de significância e como não atenderam aos pressupostos a análise foi realizada pelo Teste de Kruskal Wallis no software R (R DEVELOPMENT CORE EQUIPE, 2017), utilizando o pacote agricolae (MENDIBURU; YASEEN, 2020), a função Kruskall, pelo teste de post-hoc, e o teste de comparação múltipla de Wilcoxon rank-sum ou teste de Mann-Whitney, onde realizou-se a análise das médias.

Resultados

Os resultados, com a dieta artificial impregnada com os diferentes extratos, provenientes de diferentes solventes, encontram-se na Tabela 2. Os resultados dos tratamentos foram comparados entre si para verificar se houve diferença significativa entre os diferentes extratos.

Tabela 2. Peso de lagarta, Peso de pupa, Duração do período larval e pupal de *S. frugiperda* submetidos a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou.*

	Valor do Kruskall Wallis (p<0,05)
Peso de Lagarta	$2{,}408^{-09}$ *
Peso de Pupa	0,00755 *
Tempo Larval	0,000871 *
Tempo Pupal	0,0001351*

Tratamentos	Peso das lagartas (g)	Peso de Pupa (g)	Duração tempo larval (dias)	Duração tempo pupal (dias)
Testemunha	0,24 cd	0,21 bcd	15,07 c	10,20 bcd
Acetona casca	0,20 d	0,21 bcd	16,07 ab	9,80 cd
Acetona folha	0,28 bc	0,22 abc	16,87 a	9,87 cd
Acetato casca	0,21 d	0,20 d	16,07 ab	10,47 ab
Acetato folha	0,31 ab	0,21 bcd	15,07 c	9,67 d
Álcool M.casca	0,36 a	0,21 bcd	15,80 bc	10,53 ab
Álcool M.folha	0,36 a	0,22 abc	15,07 c	10,00 bcd
Hexano casca	0,18 d	0,23 ab	16,13 ab	11,07 a
Hexano folha	0,23 cd	0,24 a	15,80 bc	11,07 a

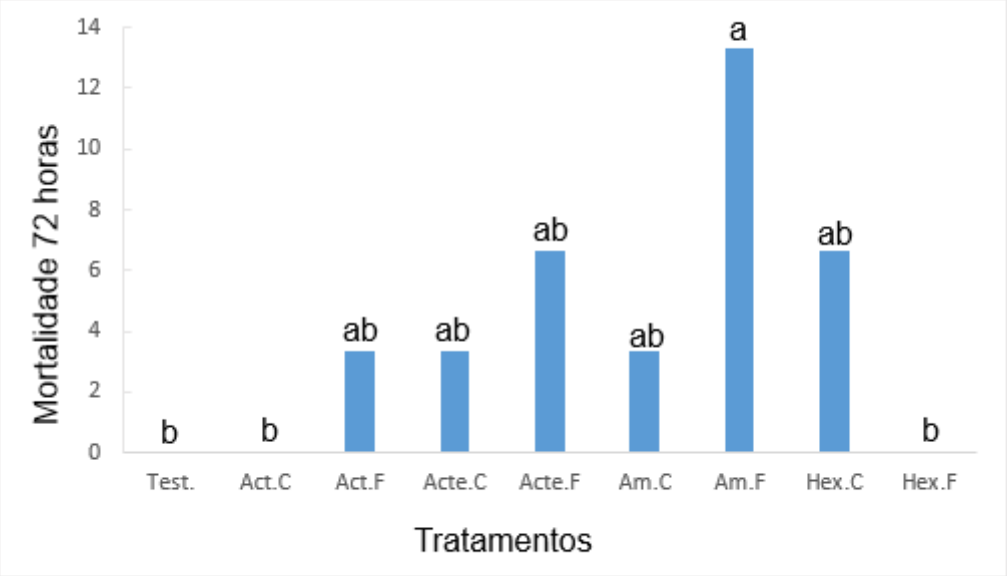
Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis (p<0,05). Fonte: Autora.

Na Tabela 2 pode-se observar que os tratamentos diferenciaram da testemunha, sendo que os maiores pesos das lagartas foram obtidos nos tratamentos “álcool metílico casca” e “álcool metílico folha” (0,36g), e o menor peso foi observado no tratamento “hexano casca” (0,18g). Para o peso de pupa, os valores variaram de 0,20 a 0,24g, sendo que o menor valor foi encontrado no tratamento “acetato casca” e o maior, no tratamento de “hexano folha”.

Para a variável tempo larval, a maior duração foi encontrada na acetona folha de 16,87 dias, enquanto a menor duração ocorreu nos tratamentos testemunha, acetato folha e álcool metílico folha de 15,07 dias. A duração do tempo pupal maior ocorreu nos tratamentos hexano casca e hexano folha de 11,07 dias, a menor duração foi encontrado no tratamento de acetato folha de 9,67 dias.

Nas Figuras 4 e 5 encontra-se a mortalidade em 72 horas e mortalidade no final do período larval, nos tratamentos com *S. frugiperda* sob diferentes extratos de *A. tibourbou.*

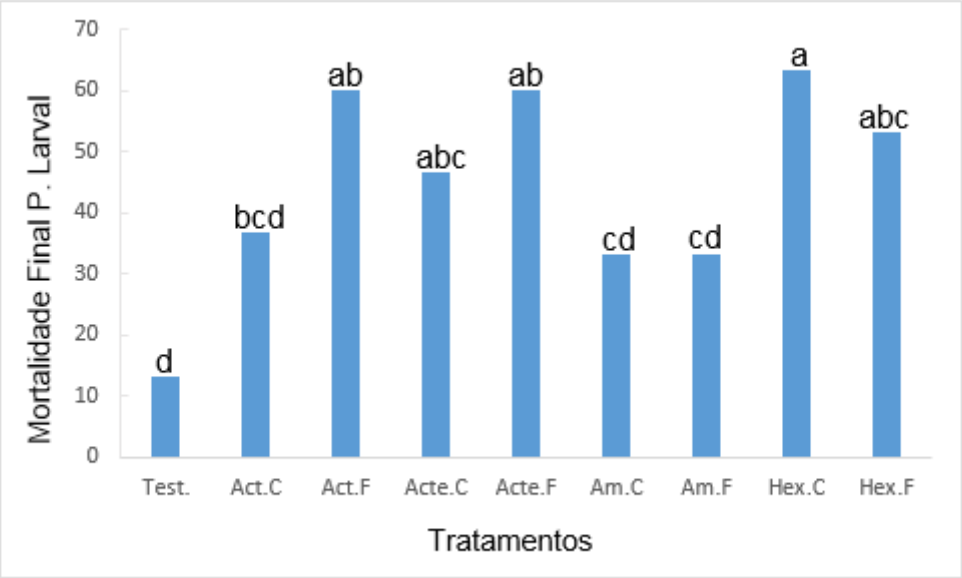
Figura 4. Mortalidade (%) em 72 horas de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.



Legenda: Test-testemunha; Act.C- acetona casca; Act.F- acetona folha; Acte.C-acetato casca; Acte.F-acetato folha; Am.C- álcool metílico casca; Am.F- álcool metílico folha; Hex.C- hexano casca e Hex.F-hexano folha.
Barras seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis ($p<0,05$). Fonte: Autora.

Analisando os dados da Figura 4 foi possível observar que as menores médias de mortalidade em 72 horas foram a testemunha, acetona casca e hexano folha com média zero, ou seja não houve diferença significativa entre esses tratamentos. Para os demais tratamentos não houve diferença na mortalidade, exceto para o tratamento álcool metílico folha que apresentou diferença com os tratamentos mencionados anteriormente.

Figura 5. Mortalidade (%) no final do período larval de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou.*

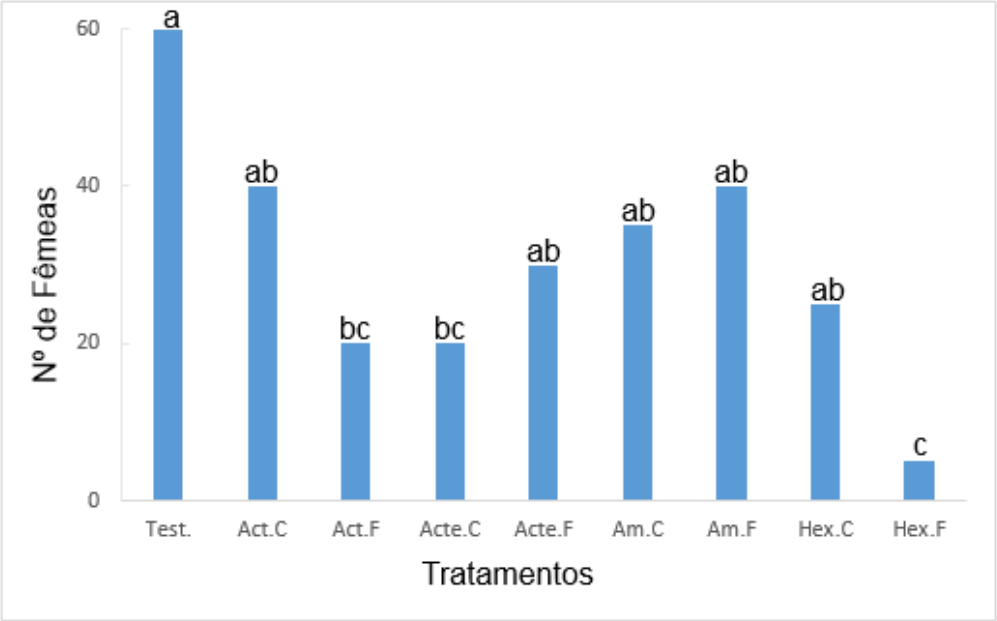


Legenda: Test- testemunha ; Act.C- acetona casca; ; Act.F- acetona folha; Acte.C-acetato casca; Acte.F-acetato folha; Am.C- álcool metílico casca; Am.F- álcool metílico folha; Hex.C- hexano casca e Hex.F-hexano folha.
Barras seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis ($p<0,05$). Fonte: Autora.

Dados de mortalidade no final do período larval podem ser observados na Figura 5, onde foi possível verificar que os seguintes tratamentos acetona folha, acetato casca, acetato folha, hexano folha e casca diferiram da testemunha com a mortalidade no tratamento hexano casca chegando a 60%.

No bioensaio com dieta artificial avaliou-se o dimorfismo sexual entre os tratamentos, contando o número de fêmeas existentes nos tratamentos, os dados analisados podem ser observados na Figura 6.

Figura 6. Percentual (%) do número de fêmeas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial impregnada com diferentes extratos de *A. tibourbou*.



Legenda: Test- testemunha ; Act.C- acetona casca; Act.F- acetona folha ; Acte.C-acetato casca; Acte.F-acetato folha;; Am.C- álcool metílico casca; Am.F- álcool metílico folha; Hex.C- hexano casca e Hex.F-hexano folha.
Barras seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis ($p<0,05$). Fonte: Autora.

Analisando os dados de dimorfismo sexual de *S. frugiperda* na Figura 6, observou-se que a testemunha apresentou o maior número de fêmeas, diferindo dos tratamentos acetona folha, acetato casca e hexano folha.

Nas Tabelas 3 e 4, observa-se os dados de consumo de couves e mortalidade em 48 e 96 horas onde lagartas de *S. frugiperda* foram submetidas a diferentes extratos de *A. tibourbou*.

Tabela 3. Consumo (%) de couves em 48 horas de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes extratos de *A. tibourbou*.

Consumo de couve	Valor do Kruskall Wallis (p<0,05)
Consumo 48 horas	0,0008874 *
Consumo 96 horas	0,1393
Tratamentos	**Consumo 48 horas**
Testemunha	15,58 a
Acetona casca	5,17 c
Acetona folha	4,88 c
Acetato casca	6,32 c
Acetato folha	9,95 b
Álcool Metílico casca	0,81 d
Álcool Metílico folha	7,72 c
Hexano casca	5,59 c
Hexano folha	7,88 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis (p<0,05). Fonte: Autora.

Observando os dados da Tabela 3, observou-se que o consumo em 96 horas não foi significativo, somente o consumo em 48 horas. Analisando os dados de consumo de couve em 48 horas o tratamento álcool metílico casca obteve o menor consumo de 0,81%, diferindo estatisticamente da testemunha que obteve o maior consumo de 15,58%. O maior consumo de couves impregnada com extrato foi de 9,95% no tratamento com acetato folha, diferenciando dos demais tratamentos.

Os dados de mortalidade em 48 e 96 horas foram avaliados a partir do número de indivíduos mortos em cada repetição entre os tratamentos, os valores de mortalidade estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Mortalidade (%) em 48 e 96 horas de *S. frugiperda* submetidas a dieta com folhas de couve impregnadas com diferentes extratos de *A. tibourbou*.

Mortalidade	Valor do Kruskall Wallis (p<0,05)
Mort. 48 horas	0.0003012 *
Mort. 96 horas	0.0001665 *

Tratamentos	Mortalidade 48 horas	Mortalidade 96 horas
Testemunha	3,33 b	50,00 def
Acetona casca	6,67 b	40,00 ef
Acetona folha	33,33 a	73,33 abc
Acetato casca	0,00 b	56,67 cde
Acetato folha	3,33 b	63,33 bcd
Álcool Metílico casca	0,00 b	30,00 f
Álcool Metílico folha	6,67 b	30,00 f
Hexano casca	23,33 a	90,00 a
Hexano folha	26,67 a	83,33 ab

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste e post-hoc (comparação múltipla de Wilcoxon rank) de Kruskall Wallis (p<0,05). Fonte: Autora.

Para os dados de mortalidade em 48 horas foi possível observar que os tratamentos acetato casca e álcool metílico casca, obtiveram as menores médias de mortalidade apresentando 0,00% de indivíduos mortos, seguidos da testemunha e do acetato folha que obtiveram 3,33% de indivíduos mortos, porém esses tratamentos estatisticamente não diferiram entre si da acetona casca e álcool metílico folha que obtiveram médias 6,67% respectivamente. Os tratamentos com as maiores médias de mortalidade foram acetona folha com 33,33%, hexano folha com 26,67% e hexano casca com 23,33%, não diferem entre si e, são estatisticamente diferentes dos demais tratamentos.

Em relação a mortalidade em 96 horas pode-se observar que o tratamento hexano casca tem a maior mortalidade (90%), porém estatisticamente não difere dos tratamentos hexano folha (83,33%) e acetona folha (73,33%). Esses tratamentos diferiram significativamente da testemunha. A testemunha, porém, obteve média de 50% de mortalidade e, significativamente não difere dos tratamentos acetona casca, acetato casca e folha, álcool metílico casca e folha.

Observou-se que o consumo apresentou diferença somente em 48 horas, mas observa-se diferença na mortalidade das lagartas submetidas as couves com os diferentes solventes após 48 e 96 horas.

Discussão

Os resultados analisados nos bioensaios com a dieta artificial e a dieta natural a base de couve apresentaram mortalidade maior quando submetidos aos extratos que utilizaram como solvente o hexano, evidenciando que este extrato pode apresentar efeito inseticida. Os extratos não afetaram o consumo das lagartas, mas influenciaram na mortalidade, isso deve-se ao fato que diferentes solventes podem ter ação diferente, mesmo os solventes polares podem ter diferença entre eles.

A espécie *A. tibourbou* apresenta diversos metabólitos entre eles os terpenóides (CHAVES, 2016), o hexano por ser um solvente apolar consegue extrair metabólitos apolares como os terpenóides, encontrados nesta planta. Dentre os metabólitos secundários produzidos pelos vegetais, o grupo dos terpenos é um dos mais importantes e conhecido por ser o maior e mais diversificado grupo de produtos naturais. A composição dos terpenos é altamente variável entre as espécies de plantas, podendo atingir um grande potencial inseticida e ser pouco tóxico aos mamíferos. Essa toxidez acaba gerando distúrbios no sistema nervoso, levando á paralisia e consequentemente a morte dos insetos (RATTAN, 2010).

Em estudos realizados por Costa (2022), avaliando o potencial inseticida e características anatômicas e fitoquímicas de folhas de *A. tibourbou*, a autora observou diversos metabólitos presentes nas folhas da *Apeiba* entre eles, compostos nitrogenados como alcaloides, os terpenoides, as saponinas, lactonas sesquiterpênicas pertencente ao grupo dos terpenos, compostos fenólicos, taninos, presença de mucilagens, amidos e lipídeos totais, demostrando a importância dessa espécie como um inseticida natural.

Os terpenos participam de diversas funções biológicas nas plantas, entre eles a defesa contra insetos e a produção de odores florais. Os terpenos são emitidos pelas plantas em resposta aos danos causados por insetos. A liberação de terpenos pode atrair predadores e parasitóides do inseto que está se alimentando da planta (PARE; TUMLINSON, 1999; DICKE; VAN LOON, 2000; KESSLER; BALDWIN, 2001), podem atrair fungos entomopatogênicos (RASMANN et al., 2005), ou até mesmo sinalisar para a planta que ela está sendo atacada, ativando mecanismos bioquímicos que a deixam preparada para se defender contra um possível ataque (TON et al., 2007).

Os terpenóides incluem uma série de fitoquímicos tóxicos e não tóxicos produzidos em diferentes partes das plantas que podem inibir, repelir ou atrair insetos, sejam eles predadores como fitopatógenos, herbívoros invertebrados, vertebrados, ou

também os não predadores como os dispersores, polinizadores, pragas e inimigos naturais (LUNA-RUIZ; NABHAN; AGUILAR-MELÈNDEZ, 2018). Os terpenos podem gerar ação repelente sobre os insetos (AHARONI et al., 2005; KORTBEEK et al., 2019).

De acordo com Aharoni et al. (2005) e Barbosa e Vega (2017), os terpenos possuem uma gama de funções importantes no metabolismo das plantas podendo atuar como fitoalexinas, repelentes de insetos, agente de atração polínica, agentes de defesa contra herbívoros, feronômios, inseticidas ou repelentes, moléculas de sinalização e também aleloquímicos.

Solventes como a acetona que demostrou resultados significativos de mortalidade sobre *S. frugiperda*, apresenta-se no grupo dos solventes polares, extraindo metabólitos como os compostos fenólicos. Entre os compostos fenólicos encontram-se os flavonoides e os taninos (ÖZEKER,1999). Os taninos atuam no metabolismo de defesa contra a herbívoria, por possuir sabor amargo, ocasionando adstringência e inibindo a produção de enzimas digestivas (SALMINEN et al., 2011). Pode provocar a redução do crescimento do inseto e reduzir a probabilidade de sobrevivência (MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

Os flavonoides também participam no modo de ação apresentando atividade inseticida sobre lepidópteros, como apresentado por Morimoto et al. (2003), em que flavonas isoladas de *Gnaphalium affine* D. Don. (Asteraceae), foram tóxicas a *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae).

Em estudo realizado com diferentes extratos de folhas de *Austroplenckia populnea*, o extrato hexânico foi aquele que promoveu maiores mortalidades de lagartas e pupas de *S. frugiperda* (JUNIOR, 2021). Bezerra et al. (2019), verificaram que extratos hexânicos de folhas de *Machaerium opacum,* promoviam maior efeito antibiose para lagartas de *S. frugiperda*, o que os autores sugeriram como o melhor extrato para arraste de metabólitos secundários com potencial efeito inseticida. Fornazari (2022), em estudo analisando o extrato hexânico de *Ricinus communis* em *Spodoptera eridania*, observou que utilizando extrato a 2% em contato e no alimento sobre as lagartas de *S. eridania* em terceiro instar, foi possível observar uma taxa de mortalidade de 97,2%. Ainda de acordo com o autor o extrato hexânico de *R. communis* causou efeito letal para as lagartas de terceiro instar nas concentrações 2 a 4%, independente do método de aplicação, atingindo até 100% de mortalidade dos insetos, atingindo a mesma mortalidade que o produto comercial utilizado.

Em estudo realizado por Marinho-Prado et al. (2018), sobre lagartas de *Anticarsia gemmatalis*, observaram que os extratos de *Clerodendrum splendens* em DCM (diclorometano) e em hexano causaram mortalidade acima de 60% nas lagartas.

Dentre os parâmetros analisados foi possível observar que os extratos a base de hexano causaram uma redução no ganho de peso, enquanto que extrato a base de álcool metílico ocasionaram ganho de peso larval maior que o tratamento controle. O mesmo foi observado no estudo realizado por Marinho-Prado et al. (2018), em lagartas de *A. gemmatalis* em que os extratos que causaram a redução no ganho de peso nas lagartas de *A. gemmatalis* em relação ao seu controle foram os extratos de *C. splendens* em DCM (diclorometano) e hexano, *C. canadenses* em hexano e *Tithonia diversifolia* em DCM (diclorometano) e hexano e os extratos metanólicos de *C. splendens* e *Vernonanthura westianiana* foram os que provocaram ganho de peso larval maiores do que seu controle.

Em relação ao dimorfismo sexual observou-se uma diminuição da razão sexual quando as lagartas foram expostas ao extrato hexano folha em relação ao tratamento controle sobre a população de *S. frugiperda*. O mesmo observado por Fornazari (2022), em seus estudos sobre extrato hexano de *R. communis* sobre *Spodoptera eridania* em que a fração hexânica a 2% ocasionou uma menor razão sexual.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que os solventes apresentaram efeitos significativos sobre as lagartas de *S. frugiperda*.

Conclusão

Nas condições desta pesquisa, conclui-se, que os extratos obtidos com diferentes solventes são eficientes no controle de *Spodoptera frugiperda*.

Na dieta artificial, o solvente hexano casca apresentou a maior mortalidade ao final do período larval, chegando a 60% e ambos os extratos da casca e folha de hexano apresentou maior mortalidade em 96 horas, no bioensaio com ingestão de couve.

A razão sexual foi afetada pelo solvente hexano folha apresentando uma diminuição no número de fêmeas em relação ao tratamento controle.

Na análise com a dieta natural o consumo pelas lagartas apresentou diferença somente em 48 horas, mas aumentou a mortalidade. Diferentes solventes tiveram ação diferente sobre o desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*.

Referências Bibliográficas

AHARONI, A.; JONGSMA, M.A.; BOUWMEESTER, H.J. Volatile science? Metabolic engineering of terpenoids in plants. **Trends in Plant Science**, v. 10, n. 12, p. 594-602, 2005.

BARBOSA, L.T.C.; VEGA, M.R.G. Diterpenos do gênero *Xylopia*. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 4, p.1-22, 2017.

BART, H.J. Extraction of natural products from plants: an introduction. In: **Industrial Scale Natural Products Extraction**, p.1-25, 2011.

BEZERRA, E.F.B.; SANTOS, R.G.; MENEZES, A.; JESUS, F.G.; ROCHA, E.C.; ARAÚJO, M.S Toxicity of *Machaerium opacum* (Fabaceae) leaf extracts against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.10, p.292-301, 2019.

COSTA, D.D. da SILVA. **Potencial inseticida e características anatômicas e fitoquímicas de folhas de** *Apeiba tibourbou* **(Aubl.)** 2022. 68f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT.

CHAVES, S.O. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano de duas espécies de Malvaceae:** *Pavonia malacophylla* **(Link & Otto) Garke e *Sida rhombifolia* LI.** 2016. 197f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

DICKE, M.; VAN LOON, J.J.A. Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. **Entomologia Experimentails et Applicata**, v. 97, p. 237- 249, 2000.

DOURADO, A.C.P.; SÁ-NETO, R.J.; GUALBERTO, S.A.; CORRÊA, M.M. Herbivoria e características foliares em seis espécies de plantas da Caatinga do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, p. 145-151. 2016.

FILHO, V.C.; YUNES, R.A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v.21, n.1, p.99-105, 1998.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 16 jun. 2024.

FORNAZARI, E.R. **O extrato hexânico de** *Ricinus communis* **é tóxico a** *Spodoptera eridania* **(Lepidoptera: Noctuidae)?** 2022. 41f. Trabalho de conclusão de curso. Univerdade Tecnológica Federal do Paraná.

GIORDANI, M.A.; COLLICCHIO, T.C.M.; ASCÊNCIO, S.D.; DE OLIVEIRA MARTINS, D.T.; BALOGUN, S.O.; BIESKI, I.G.C.; KAWASHITA, N.H. Hydroethanolic extract of the inner stem bark of *Cedrela odorata* has low toxicity and reduceshyper glycemia induced by overload of sucrose and glucose. **Journal of Ethnopharmacology**, v.162; p.352-361, 2015.

ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Reviews of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

JUNIOR, W.P. **Toxicidade de extratos foliares de Marmelinho-do-campo** *(Austroplenckia populnea)* **para a lagarta-do-cartucho** *(Spodoptera frugiperda).* 2021. 33f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Unidade de Ipameri, Universidade Estadual de Goiás.

KESSLER, A.; BALDWIN, I.T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. **Science**, v. 291, p. 2141-2144, 2001.

KORTBEEK, R.W.J.; VAN DER GRAGT, M.; BLEEKER, P.M. Endogenous plant metabolites against insects. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, n. 1, p. 67-90, 2019.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 225 - 242, 2014.

LOISELEUR, O. Natural products in the discovery of agrochemicals. **CHIMIA International Journal for Chemistry**, v. 71, n. 12, p. 810-822, 2017.

LUNA-RUIZ, J. DE J.; NABHAN, G.P.; AGUILAR-MELÉNDEZ, A. Shifts in plant chemical defenses of chile pepper (*Capsicum annuum* L.) due to domestication in Mesoamerica. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 48, 2018.

MARINHO-PRADO, J.S.; QUEIROZ, S.C.N.; PRADO, S.S.; ASSIS, M.C. **Bioatividade de extratos de plantas sobre lagartas de** *Anticarsia gemmatalis* **e** *Helicoverpa armigera*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 22p., 2018.

MARQUES, Y.C.S; ALMADA, D.A. Diversidade de Malvaceae juss. na 49 carpoteca do herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental). In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso In: Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, v.6, 2017, Belém, PA. **Anais**... Belém, PA: UEPA, 2017.

MATSUMOTO, T.; HORIUCHI, M.; KAMATA, K.; SEYAMA, Y. Effects of Bidens pilosa L. var. radiata Scherff treated with enzyme on histamine-induced contraction of guinea pig ileum and on histamine release from mast cells. **Journal Smooth Muscle Research**.; v.45 n.2 p.75-86. 2009.

MELO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interaction: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 71-81, 2002.

MENDIBURU, F. de; YASEEN, M. (2020). **Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research**.R package version 1.4.0, https://myyaseen208.github.io/agricolae/https://cran.r-project.org/package=agricolae. Acesso em: 30 mai. 24.

MORAES, L.A.S.de; MARINHO-PRADO, J.S. Plantas com atividade inseticida. In: HALFELDVIEIRA, B. de A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Ed.). **Defensivos agrícolas naturais:** uso e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, p. 542-593. 2016.

MORIMOTO, M.; TANIMOTO, K.; NAKANO, S.; OZAKI, T.; NAKANO, A.; KOMAI, K. Insect antifeedant activity of flavones and chromones against *Spodoptera litura*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.2, p.389-393, Dec. 2003.

NALIN, D.N. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de população de** *Spodoptera frugiperda* **(J.E. Smith, 1797) – (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991. 150f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ÖZEKER, E. Phenolic compounds and their importance. **Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi**, v. 9, n. 2, p.114-124, 1999.

PARÉ, P.W.; TUMLINSON, J.H. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. **Plant Physiology**, v. 121, n. 2, p. 325-332, 1999.

PETERSEN, M.; SIMMONDS, M. Rosmarinic acid. **Phytochemistry**, v.62, n.2, p.121-125, 2003.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A languagean denvironment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Áustria, 2017. Disponível em: http://www.Rproject.org. 2017.

RASMANN, S.; KÖLLNER, T.G.; DEGENHARDT, J.; HITPOLD, I.; TOEPFER, S.; KUHLMANN, U.; GERSHENZON, J.; TURLINGS, T.C.J. Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. **Nature**, v. 434, p. 732-737, 2005.

RATTAN, R.S. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop Protection**, v. 29, n. 9, p. 913 - 920, 2010.

ROCHA, J.F.; PIMENTEL, R.R.; MACHADO, S.R. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botânica Brasílica**, p. 751-763, 2011.

SAITO, M.L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 48 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 20). 2000.

SALMINEN, K.A.; MEYER, A.; JERABKOVA, L.; KORHONEN, L.E.; RAHNASTO, M; JUVONEN, R.O.; IMMINGB, P.; RAUNIO, H. Inhibition of human drug metabolizing cytochrome P450 enzymes by plant isoquinoline alkaloids.**Phytomedicine**, v. 18, n. 6, p. 533-538, 2011.

SOUZA, S.M.M.; MORAES, C.S.S.; COUTO, R.O.; GIL, E.S.; FONSECA, Y.M.; CONCEIÇÃO, E.C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou* Abl. (Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of Pharmacy Research**, v. 5, n. 3, p. 1414-1417, 2012.

TON, J.; D'ALESSANDRO, M.D.; JOURDIE, V.; JAKAB, G.; KARLEN, D.; HELD, M.; MAUCH-MANI, B.; TURLINGS, T.C.J. Priming by airborne signals boosts direct and indirect resistance in maize. **The Plant Journal**, v. 49, p. 16-26, 2007.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, p. 113-128. 2000.

4 Consideração Finais

Extratos de *A. tibourbou* mostraram-se promissores no controle de *S. frugiperda*, evidenciando o potencial inseticida desta planta no controle de insetos-praga. A importância de estudos com plantas que apresentam propriedades químicas e que podem causar efeito inseticida contra insetos-praga deve ser levado em consideração, principalmente por serem menos tóxicos e causarem menor prejuízo ao meio ambiente.

O bioma Amazônico é rico em espécies vegetais que apresentam potencial inseticida, este estudo abre caminhos para que novas pesquisas sejam realizadas avaliando o potencial inseticidas dessas espécies. A utilização de produtos naturais através de inseticidas vegetais apresenta-se como uma alternativa aos inseticidas químicos e para o manejo de pragas agrícolas, principalmente pelo fato de serem menos agressivos ao meio ambiente e a saúde humana também.

Os inseticidas vegetais degradam mais rapidamente que os produtos sintéticos, por serem sensíveis a luz solar, umidade e ao calor. Assim a *A. tibourbou* apresenta um grande potencial inseticida para ser usada em pesquisas como uma alternativa mais sustentavél, buscando uma produção mais voltada a sustentabilidade e de baixo impacto ambiental.