

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

TAYNÁ ALESSANDRA BORDIN

TOXICIDADE DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Ricinus communis* PARA LAGARTAS DO COMPLEXO *SPODOPTERA*

DOIS VIZINHOS

2022

TAYNÁ ALESSANDRA BORDIN

TOXICIDADE DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Ricinus communis* PARA LAGARTAS DO COMPLEXO *SPODOPTERA*

Toxicity of the hexanic fraction of fruits and seeds of *Ricinus communis* to caterpillars of the *Spodoptera* complex

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos – UTFPR-DV.
Orientador: Everton Ricardi Lozano da Silva
Co-orientadora: Michele Potrich

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos



TAYNA ALESSANDRA BORDIN

**TOXICIDADE DA FRAÇÃO HEXÂNICA DE FRUTOS E SEMENTES DE RICINUS COMMUNIS PARA
LAGARTAS DO COMPLEXO SPODOPTERA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Agroecossistemas.

Data de aprovação: 01 de Julho de 2022

Dr. Everton Ricardi Lozano Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Geraldo Andrade Carvalho, Doutorado - Universidade Federal de Lavras (Ufla)

Tatiane Luiza Cadorin Oldoni, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 01/07/2022.

Dedico esse trabalho a Deus, minha família e meus professores, por me fornecerem as condições necessárias para que chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me amparar, dar forças para nunca desistir e enfrentar os obstáculos com discernimento e coragem.

Aos meus pais, Sidivânia F. Bordin e Dolir Bordin, minha eterna gratidão pelo amor incondicional, apoio e incentivo nas horas mais difíceis, fazendo com que eu conseguisse chegar até aqui.

Ao meu marido Maycon Willian Bordin, pela paciência, compreensão, por sempre estar ao meu lado nos momentos de desânimo e angústia, auxiliando a superar todas as dificuldades.

Ao meu orientador Everton Ricardi Lozano pelas orientações, conhecimentos a mim transmitidos, e acima de tudo, pela paciência e compreensão das dificuldades que encontrei pelo caminho.

A minha co-orientadora Michele Potrich pelas orientações.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Controle Biológico que me auxiliaram na condução dos experimentos: Leonardo, Mateus e Renan.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Agroecossistema pela excelente contribuição na minha formação como Mestre.

À empresa Corteva Agriscience por fornecer grande parte do material utilizado para a pesquisa.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos pela oportunidade em cursar um Mestrado de Excelência na área de Ciências Agrárias e poder contribuir para o meio científico.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo fomento, por meio do processo: 408121/2021-1, que possibilitou a realização desse trabalho.

O meu muito obrigada!

RESUMO

O uso de extratos vegetais vem se tornando cada vez mais frequente como estratégia de manejo de insetos-praga, devido principalmente, a diversidade de compostos químicos presentes nas plantas com potencial inseticida, baixa toxicidade a mamíferos, além de ser mais sustentável. Neste viés, a mamona, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) é uma planta que se destaca como potencial ferramenta, pois apresenta potencial inseticida e é facilmente encontrada em todo o território nacional. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da fração hexânica do extrato bruto de frutos e sementes de *R. communis* (FHFSRC) sobre ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda* e sobre lagartas de diferentes instares de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, em condições de laboratório, em duas modalidades de aplicação (contato e ingestão), além de identificar os compostos presentes na fração hexânica do extrato bruto por meio de cromatografia de alta eficiência (HPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS). Para tal, foram realizados três bioensaios: 1) Efeito da FHFSRC à 2%, sobre ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda*; 2) Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto instar de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*; 3) Efeito letal da FHFSRC à 2% aplicado em discos foliares de soja e dispostos para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto instares de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*. Verificou-se que o FHFSRC à 2% apresentou efeito tóxico para ovos de *S. frugiperda* e *S. cosmioides*, reduzindo totalmente a eclosão das larvas, e para os quatro instares das três espécies de insetos avaliadas, tanto quanto aplicado topicamente, quando aplicado sobre o alimento. Quanto a cromatografia realizada da FHFSRC, cinco compostos foram identificados na fração hexânica, sendo três flavonoides, um ácido ricinoleico e cinâmico. A FHFSRC à 2% possui efeito ovicida e inseticida agudo sobre as lagartas das espécies estudadas, configurando-se como potencial inseticida a ser utilizado.

Palavras-chave: inseticida botânico; *Spodoptera frugiperda*; *Spodoptera comioides*; *Spodoptera eridania*.

ABSTRACT

The use of plant extracts has become increasingly frequent as a pest management strategy, mainly due to the diversity of chemical compounds present in plants with insecticidal potential, low toxicity to mammals, in addition to being more sustainable. In this bias, castor bean, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) is a plant that stands out as a potential tool, as it has insecticidal potential and is easily found throughout the national territory. In this sense, the present work aimed to evaluate the effect of the hexane fraction of the crude extract of fruits and seeds of *R. communis* (FHFSRC) on eggs of *S. cosmioides* and *S. frugiperda* and on caterpillars of different instars of *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*, under laboratory conditions, in two application modalities (contact and ingestion), in addition to identifying the compounds present in the hexane fraction of the crude extract by means of high performance chromatography (HPLC-ESI-Q- TOF-MS/MS). To this end, three bioassays were carried out: 1) Effect of 2% FHFSRC on eggs of *S. cosmioides* and *S. frugiperda*; 2) Lethal effect of 2% HFSFRC, applied topically on first, second, third and fourth instar caterpillars of *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*; 3) Lethal effect of 2% FHFSRC applied to soybean leaf discs and arranged for first, second, third and fourth instar larvae of *S. cosmioides*, *S. eridania* and *S. frugiperda*. It was verified that the 2% FHFSRC had a toxic effect for eggs of *S. frugiperda* and *S. cosmioides*, totally reducing the hatching of the larvae, and for the four instars of the three species of insects evaluated, as much as applied topically, when applied on the food. As for the chromatography performed by the FHFSRC, five compounds were identified in the hexane fraction, being three flavonoids, one ricinoleic acid and cinnamic acid. The FHFSRC at 2% has an ovicidal and acute insecticidal effect on the caterpillars of the studied species, configuring itself as a potential insecticide to be used.

Keywords: botanical insecticide; *Spodoptera frugiperda*; *Spodoptera cosmioides*; *Spodoptera eridania*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 - Diferentes fases do ciclo de vida de <i>Spodoptera cosmioides</i> : A) Ovos. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.....	16
Fotografia 2 - Diferentes fases do ciclo de vida de <i>Spodoptera eridania</i> : A) Ovos. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.....	18
Fotografia 3 - Diferentes fases do ciclo de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> : A) Ovos. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.....	19
Fotografia 4 - Vaso com plantas de soja convencional, cultivar BRS 525 emergidas acondicionada em casa de vegetação.....	34
Fotografia 5 - Preparação do material vegetal para a obtenção do extrato vegetal bruto de <i>Ricinus communis</i> . A) e B) Frutos e sementes colhidos do material vegetal preparados para a secagem em estufa de circulação forçada. C) Frutos e sementes coletados após 48 horas de secagem em estufa de circulação forçada a 60°C. D) Trituração dos frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i> em moinho de facas tipo Willey. E) Pó fino com granulometria de 0,5mm.....	35
Fotografia 6 - Processo de obtenção do extrato bruto de <i>Ricinus communis</i> . A) Procedimento de banho de água termostatizado da solução/extrato. B) Processo de filtragem do extrato em membrana filtrante, com auxílio do balão Kitasato acoplado a uma bomba a vácuo.....	36
Fotografia 7 - Processo de fracionamento do extrato bruto de <i>Ricinus communis</i> , por meio da técnica de extração líquido-líquido, para obtenção da fração hexânica. A) Funil de separação apresentando as duas fases (extrato bruto na parte inferior e fração hexânica na parte superior). B) Processo de separação das duas fases (extrato bruto na parte inferior e fração hexânica na parte superior).....	37
Fotografia 8 - Processo de rotaevaporação da fração hexânica do extrato de <i>Ricinus communis</i> . A) Evaporador rotativo com temperatura de 42 a 45°C em processo de extração do solvente e obtenção da fração hexânica. B) Extrato Hexânico de <i>Ricinus communis</i> utilizado no experimento.....	38
Fotografia 9 - Condução do bioensaio de efeito ovicida da fração hexânica de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Spodoptera cosmioides</i> : A) Postura de ovos de <i>Spodoptera cosmioides</i> em papel manteiga para posterior utilização no bioensaio. B) Processo de imersão de ovos de <i>Spodoptera cosmioides</i> no extrato hexânico de <i>Ricinus communis</i> à 2%.....	39
Fotografia 10 - Processo de montagem do bioensaio de aplicação tópica da fração hexânica de <i>Ricinus communis</i> em lagartas de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> . A) Placas de acrílico com 12 poços, forrados com papel-filtro umedecido, contendo discos foliares de soja. B) Aplicação dos extratos no dorso da lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> de segundo ínstar com auxílio de uma micropipeta.....	40
Fotografia 11 - Processo de montagem do bioensaio de aplicação dos produtos em discos foliares de soja sobre lagartas de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> . A) Discos foliares de soja imersos nos tratamentos dispostos em câmara de fluxo laminar para evaporação da água. B) Placas de acrílico com 12 poços, forradas com papel-filtro umedecido, contendo discos foliares de soja já tratados.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Viabilidade de ovos (\pm EP) de e <i>Spodoptera frugiperda</i> e <i>Spodoptera cosmioides</i> imersos no FHFSRC à 2%. Temperatura $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 12 h de fotofase e UR de $65 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.....	44
Tabela 2 - Mortalidade (%) (\pm EP) aos 10 dias, de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> de 1 ^o , 2 ^o , 3 ^o e 4 ^o instares, após aplicação do FHFSRC à 2%. Temperatura $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 12 h de fotofase e UR de $65 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.....	45
Tabela 3 - Mortalidade (%) (\pm EP) aos 10 dias, de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> de 1 ^o , 2 ^o , 3 ^o e 4 ^o instares, após imersão de discos foliares de soja no FHFSRC à 2%. Temperatura $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 12 h de fotofase e UR de $65 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.....	46
Tabela 4 - Compostos bioativos identificados por UHPLC-ESI-QTOF—MS/MS de <i>Ricinus communis</i> (Fr-Hex) obtidos em modo negativo.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	O complexo <i>Spodoptera</i>	14
2.1.1	Ocorrência e biologia de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
2.2	Danos, prejuízos e controle de lagartas do complexo <i>Spodoptera</i> em sistemas convencionais e alternativos de produção.....	19
2.3	Utilização e extração de extratos de plantas para o controle de insetos-praga.....	22
2.3.1	Fração hexânica de frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i>	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Obtenção dos insetos e das plantas de soja	30
3.2	Obtenção da fração hexânica de frutos e sementes de <i>Ricinus Communis</i>.....	31
3.3	Avaliação do efeito da fração hexânica de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Spodoptera cosmioides</i>, <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	35
3.3.1	Bioensaio 1: Efeito da FHFSRC à 2% sobre ovos de <i>Spodoptera cosmioides</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
3.3.2	Bioensaio 2: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
3.3.3	Bioensaio 3: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado em discos foliares de soja e dispostos para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	37
3.4	Análise da fração hexânica de frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i> por cromatografia líquida de alta eficiência-HPLC-ESI-Q-TOF-MS /MS.....	38
3.5	Análise estatística	39
4	RESULTADOS	40
4.1	Avaliação do efeito da fração hexânica de frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Spodoptera cosmioides</i>, <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	40
4.1.1	Bioensaio 1: Efeito da FHFSRC à 2% sobre ovos de <i>Spodoptera cosmioides</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	40
4.1.2	Bioensaio 2: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	40

4.1.3	Bioensaio 3: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado em discos foliares de soja e dispostos para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto instares de <i>Spodoptera cosmioides</i> , <i>Spodoptera eridania</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	41
4.2	Análise da fração hexânica de frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i> por cromatografia líquida de alta eficiência-HPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS.....	43
5	DISCUSSÃO	44
6	CONCLUSÃO	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Entre o complexo de insetos-praga que acometem as culturas, destacam-se os lepidópteros. Devido a desfolha e destruição de estruturas reprodutivas, as espécies *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858, *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) e *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) são consideradas pragas-chave de culturas de importância econômica (CRUZ; VIANA; WAGUIL, 2016). Esses insetos são polifágicos e de difícil controle, sendo o uso de inseticidas químicos sintéticos o método mais utilizado. Entretanto, é sabido que o uso excessivo de produtos químicos sintéticos pode causar vários efeitos negativos, como seleção de populações resistentes, aparecimento de pragas secundárias, ressurgência de pragas e desequilíbrios biológicos (SIEGWART *et al.*, 2015; VELASQUES *et al.*, 2017).

Neste contexto, visando desenvolver medidas alternativas aos inseticidas químicos sintéticos, pesquisas com fitoquímicos têm sido amplamente realizadas com extratos botânicos (extraídos com diferentes solventes) e óleos essenciais para o controle de insetos-praga (ISMAN; GRIENEISEN, 2014; ISMAN, 2015; CELESTINO *et al.*, 2016). É possível encontrar uma diversidade de substâncias químicas nas plantas, oriundas de metabólitos secundários, os quais podem ser obtidos de diferentes partes da planta, tais como caules, flores, folhas, cascas, raízes e frutos (MORAIS; MARINHO-PRADO, 2016). Esses metabólitos podem inativar toxinas produzidas pelos insetos, causar repelência, provocar inibição da alimentação, atraso no desenvolvimento, deformações e esterilidade dos insetos (SILVA *et al.*, 2010; HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2016).

Nessa perspectiva, extratos de mamona, *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) vêm se tornando alvos de estudos para o controle de pragas em culturas de importância econômica, devido principalmente à presença da proteína ricina e do ácido ricinoleico (SEVERINO *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 2020). A planta *R. communis* possui diversas propriedades químicas e modo de ação que podem atuar sobre os insetos, ocasionando diversos efeitos como redução de crescimento, alterações na ecdise, incluindo efeitos sobre o seu comportamento alimentar (JENA; GUPTA, 2012). O potencial inseticida da fração hexânica de frutos e sementes de *R. communis* (FHFSRC) foi verificado para larvas de segundo ínstar de *Chrysodeixis includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae), com concentração letal média (CL50)

de 20.000 mg.L⁻¹ (WARMLING, 2018).

Nesse contexto, salientando-se importância do complexo *Spodoptera* como pragas, o potencial do FHFSRC como inseticida botânicos e a demanda por medidas de manejo que sejam mais sustentáveis, faz-se necessário investigar os possíveis efeitos desse extrato sobre lagartas do complexo *Spodoptera*. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da fração hexânica de frutos e sementes de *R. communis* sobre ovos de *S. cosmioides* e de *S. frugiperda*; o seu efeito sobre lagartas de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, quando aplicado topicamente ou ingerido, bem como identificar os compostos presentes na fração estudada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O complexo *Spodoptera*

A ordem Lepidoptera é constituída por borboletas e mariposas, sendo considerada a segunda maior ordem de diversidade de insetos do planeta. A família Noctuidae é composta por cerca de 20.000 espécies, sendo a maioria de importância econômica devido ao ataque direto e indireto às várias culturas de interesse agrícola (GALLO *et al.*, 2002; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2015).

O gênero *Spodoptera* inclui espécies consideradas pragas, com relevante importância econômica na agricultura de áreas tropicais como o Brasil (BUENO *et al.*, 2010). É composto por insetos polípagos, ou seja, as lagartas podem causar injúrias e/ou danos em plantas distintas ao mesmo tempo, em um mesmo lugar, ou permanecer no mesmo lugar com população reduzida, até que se tenham plantas hospedeiras capazes de suportar o seu desenvolvimento (MOSCARDI *et al.*, 2012).

As mariposas possuem comprimento de 16 a 38 mm, com asas cinzas-amarronzadas, sendo algumas com traços curtos no sentido longitudinal de coloração marrom-avermelhado. Os ovos são depositados em massa sobre as folhas; apresentam coloração amarela e são recobertos por escamas. A quantidade de ovos na massa é irregular, podendo ser de 30 a 300 ovos (GALLO *et al.*, 2002; SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2014).

As lagartas são caracterizadas por colorações que variam de cinza-claro, castanho, ou mais comumente preto. O que as diferem são algumas características próprias de cada espécie, como faixas longitudinais de coloração distintas (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007; SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2014). Em geral, durante seu ciclo, as lagartas passam por cinco a oito ínstares dependendo da planta hospedeira. Quando completado seu desenvolvimento larval procuram local adequado, geralmente o solo, para que possam pupar (RUIZ, 2015).

As espécies de maior destaque no complexo *Spodoptera* são *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, sendo as duas primeiras mais conhecidas como lagartas-vagens e *S. frugiperda* como lagarta-do-cartucho-do-milho (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2014).

2.1.1 Ocorrência e biologia de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

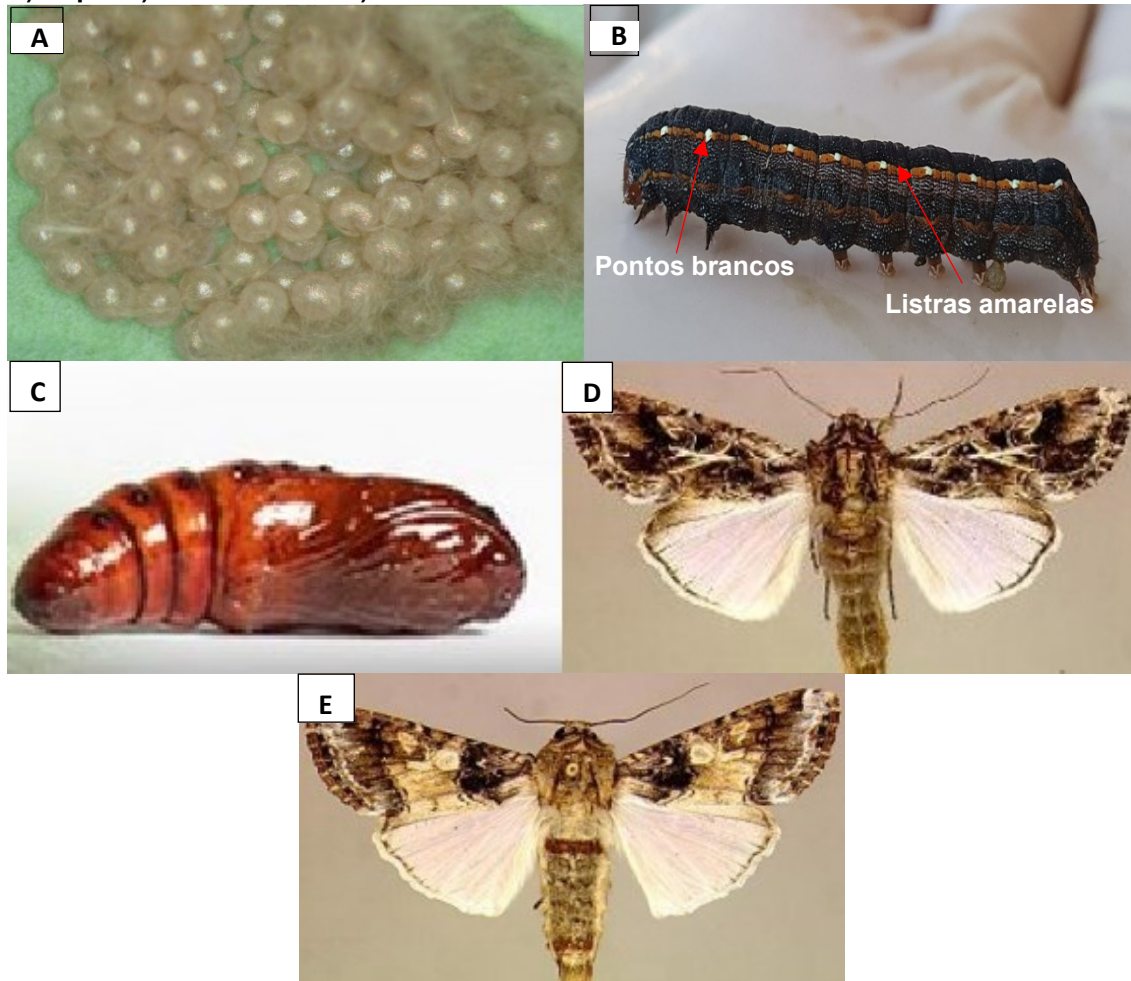
Spodoptera cosmioides é uma espécie nativa dos trópicos americanos, sendo encontrada na América do Sul e, de acordo com Specht e Roque-Specht (2016), há cerca de 126 espécies de plantas hospedeiras presentes em 39 famílias (14 fabáceas e 15 solanáceas). Essa lagarta causa danos significativos por atacar frutos e folhas de macieira, algodão, arroz, milho, feijão, girassol, tomate, berinjela e cebola (GALLO *et al.*, 2002; BAVARESCO *et al.*, 2003; SPECHT; SILVA; LINK, 2004).

O período de ovo-adulto dura de 40 a 46 dias (GALLO *et al.*, 2002). As mariposas fêmeas de *S. cosmioides* (Fotografia 1D) dispõem de coloração branca na região posterior das asas e desenhos brancos nas asas anteriores. Os machos (Fotografia 1E) apresentam asas anteriores amarelas com desenho escuro, o que permite a diferenciação sexual da espécie (SANTOS; SANTOS; SANTOS, 2003). As fêmeas ovipositam em massa de forma agrupada na face inferior das folhas das plantas, podendo conter entre 30 a 300 ovos de cor amarela (Fotografia 1A) (KING; SAUNDERS, 1984).

As lagartas recém-eclodidas possuem coloração marrom-claro e a cabeça preta e, quando mais avançado o estágio larval, apresentam tom pardo-negro-acinzentado, com três listras longitudinais alaranjadas, com pontos brancos (Fotografia 1B). Próximo aos pontos brancos encontram-se triângulos pretos apontando para o dorso do inseto. As lagartas de último ínstar podem atingir até 48 mm de comprimento, apresentando variação no padrão de manchas e com uma faixa mais escura entre o 3° par de pernas torácicas e o 1° par de falsas-pernas abdominais (SANTOS; SANTOS; SANTOS; 2003; TEODORO *et al.*, 2013). No total, o número de ínstars varia de seis a oito, dependendo da espécie de planta hospedeira (BAVARESCO *et al.*, 2004; ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007). Bavaresco *et al.* (2003) relataram que *S. cosmioides* alimentadas com feijão alcançaram período médio de duração da fase larval de 21,3 dias e quando alimentadas com plantas de soja alcançaram 28 dias.

Quando aproximam do término do estágio larval, as lagartas migram para o solo, onde pupam. As pupas (Fotografia 1C) são de coloração castanho-escuras, medindo cerca de 15 a 25 mm de comprimento (GALLO *et al.*, 2002; ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007; TEODORO *et al.*, 2013).

Fotografia 1 – *Spodoptera cosmioides* em diferentes fases do ciclo de vida: A) Ovos. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.



Fontes: Fotografia 1- A) e B) Identificação de pragas agrícolas (2010). C) Embrapa Soja (2009). D) Autoria própria (2021). E) Sistema Roundup ready plus (2018)

Spodoptera eridania é uma espécie nativa dos trópicos americanos, sendo encontrada principalmente na América Central, América do Sul e Caribe (CAPINERA, 2005; VALVERDE, 2007; EFROM et al., 2013). Possui importância

econômica em grandes culturas, como soja, feijão, algodão, citros e também causa danos significativos em repolho, couve, tomate e girassol (GALLO et al., 2002; PEREIRA et al., 2009; SILVA, C et al., 2017). De acordo com Santos et al. (2005), corda-de-viola (*Ipomea grandifolia*), caruru-de-porco (*Amaranthus spinosus*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*) também são hospedeiras dessa lagarta.

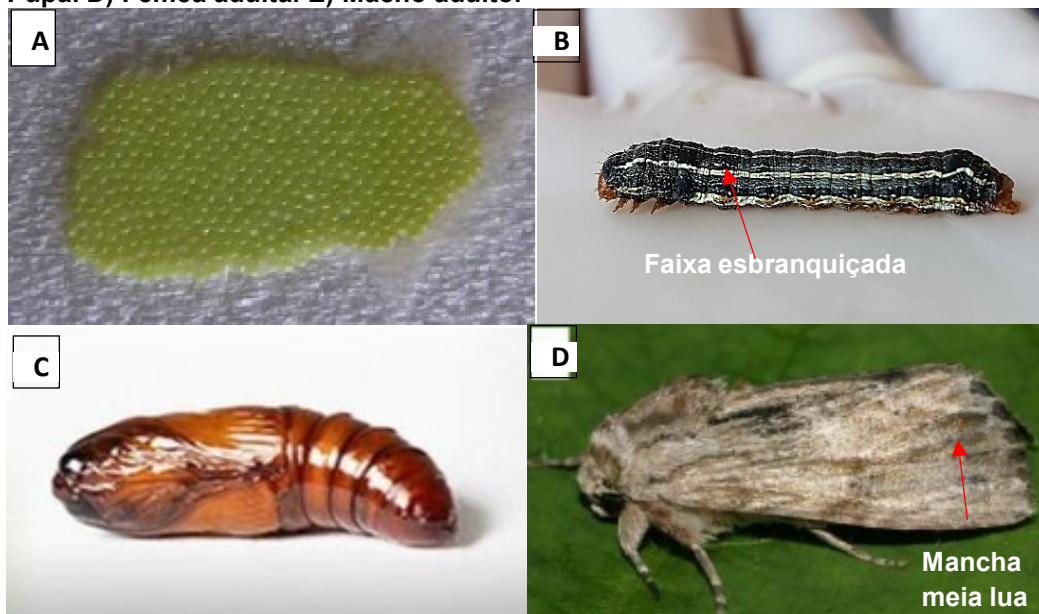
A duração do período ovo-adulto é de aproximadamente 30 a 40 dias, podendo reduzir ou aumentar de acordo com a temperatura do ambiente e alimento disponível no local em que se desenvolve (GALLO et al., 2002). As mariposas medem de 33 a

38 mm de comprimento, possuem coloração que variam de cinza a marrom, sendo que as fêmeas apresentam mancha em forma de meia lua (Fotografia 2D), enquanto os machos (Fotografia 2E) têm uma mancha que se estende até a margem da asa em forma de retângulo (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015). A postura (Fotografia 2A) é realizada em camadas na face inferior das folhas, podendo apresentar de 935 a 1.050 ovos de cor verde-claros (SOUZA *et al.*, 2014).

As lagartas possuem coloração marrom com uma faixa lateral longitudinal esbranquiçada acima das pernas, com cabeça mais aparente quando comparada à *S. cosmioides* (Fotografia 2B). Geralmente, são encontradas nas folhas do “baixeiro” e tem hábito noturno. As lagartas podem passar de 6 a 7 ínstaes e chegam a medir 35 mm de comprimento com duração média de 20 a 25 dias, dependendo do seu hospedeiro (SANTOS *et al.*, 2010; EFROM *et al.*, 2013).

Quando aproximam do término do estágio larval, as lagartas migram para o solo, onde pupam. As pupas (Fotografia 2C) possuem coloração marrom, medindo cerca de 20 mm de comprimento e com duração média de 13 dias até emergir o inseto adulto (EFROM *et al.*, 2013).

Fotografia 2 – *Spodoptera eridania* em diferentes fases do ciclo de vida: A) Ovo. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.





Fonte: Fotografia 2- A) Embrapa Soja (2013). B) Autoria própria (2021). C) Efrom (2013). D)Efrom (2013) E) Sistema Roundup ready plus (2018)

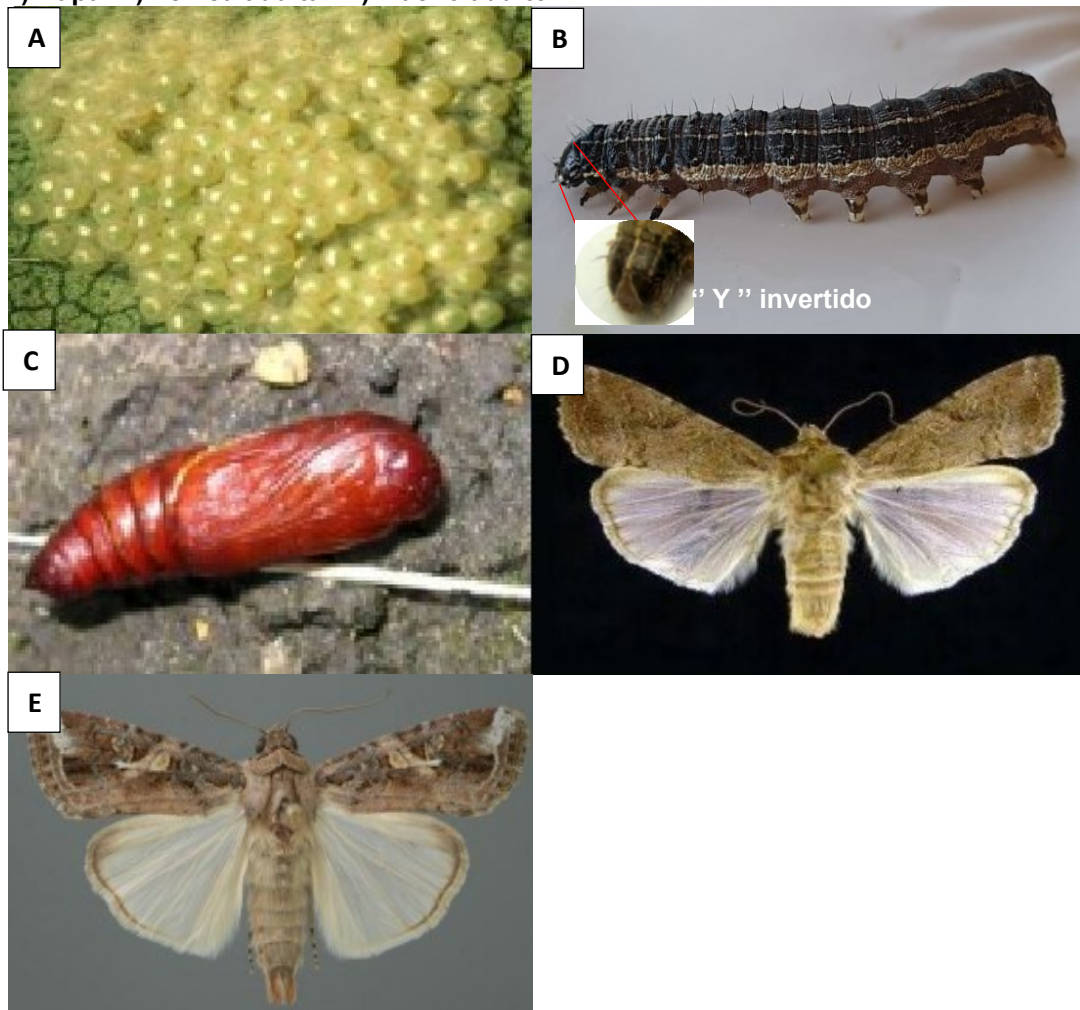
Spodoptera frugiperda é originária das zonas tropicais com ocorrência em toda a América (SARMENTO *et al.*, 2002; DEQUECH *et al.*, 2013). É considerada uma praga polífaga, atacando diversas culturas, como sorgo, milho, soja e arroz, sendo atualmente considerada a principal praga da cultura do milho no Brasil (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007; BARROS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2011; BUZZI, 2013). Além disso, Boregaset *al.* (2013) destacou também o campim-branquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e caruru-de-porco (*Amaranthus spinosus*) como hospedeiros dessa lagarta.

O período de ovo-adulto dura entre 28 a 44 dias (GALLO *et al.*, 2002). Os adultos possuem asas de 32 a 38 mm, sendo que as fêmeas apresentam coloração cinzas-amarronzadas (Fotografia 3D), enquanto os machos são mais escuros, com margens escuras e listras mais claras (Fotografia 3E). Os ovos de *S. frugiperda* são ovipositados em camadas na face axilar das folhas, chegando até 2000 ovos por fêmea (Fotografia 3A) (GALLO *et al.*, 2002; SOSA- GÓMEZ *et al.*, 2014).

As lagartas possuem coloração predominantemente cinza-amarronzadas e apresentam na cabeça uma sutura frontal em forma de um ípsilon invertido (Fotografia 3B), o que a difere de outras lagartas do complexo *Spodoptera*. As lagartas podem passar por até 6 instares, completando o período larval entre 12 a 30 dias, chegando a um tamanho aproximado de 50 mm de comprimento (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2014).

Ao final do ciclo larval, as lagartas se deslocam até o solo para assim entrarem na fase de pupa, de coloração marrom (Fotografia 3C) e com duração entre 8 a 25 dias, dependendo das condições climáticas do ambiente (GALLO *et al.*, 2002; MURÚA; VIRLA, 2004).

Fotografia 3 – Diferentes fases do ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*: A) Ovos. B) Lagarta. C) Pupa. D) Fêmea adulta. E) Macho adulto.



Fonte: Fotografia 3-A) Identificação de pragas agrícolas (2010). B) Autoria própria (2021). C) e D) Aegro (2022). E) Sistema Roundup ready plus (2018)

2.2 Danos, prejuízos e controle de lagartas do complexo *Spodoptera* em sistemas convencionais e alternativos de produção

O complexo *Spodoptera* tem se tornado cada vez mais representativo do ponto de vista econômico. São pragas desfolhadoras e consideradas polípagas por se alimentarem de inúmeros cultivos agrícolas e de plantas daninhas (MIRANDA, 2010). A desfolha causada pelo ataque reduz a área fotossintética, resultando em prejuízos à produção. Além disso, podem danificar outras partes da planta, como botões florais, frutos e maçãs em cultura do algodão, resultando, também, na redução de produtividade (WANGE; PEREIRA JÚNIOR; SANTANA, 2015).

Spodoptera frugiperda é a praga de maior importância dentro do complexo *Spodoptera*, atacando culturas como algodão, soja, milho e cana-de-açúcar. A espécie *S. cosmioides* ocorre principalmente em de soja e algodão, além de atacarem morangueiro e videira (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007; TEODORO et al., 2013; BORTOLOTTI et al., 2015). *Spodoptera eridania* é constatada em várias culturas, como batata-doce, girassol, milho, amendoim, feijão, tomate, abacaxizeiro, algodão, macieira, entre outras (BAVARESCO et al., 2003; SILVA et al., 2011; BORTOLI et al., 2012; SILVIE et al., 2013; TEODORO et al., 2013).

De uma maneira geral, as injúrias ocasionadas por lagartas das espécies do complexo *Spodoptera*, são frequentemente observados logo após a emergência das plantas. As lagartas cortam as plantas na base do caule, causando o sintoma denominado “coração morto”, reduzindo o estande da lavoura, fato este observado em plantações de milho. Além disso, quando atacam a cultura do algodoeiro em fase reprodutiva, se abrigam geralmente no interior da planta, em regiões próximas aos frutos, causando perfurações em botões florais, flores e maçãs desenvolvidas (DEGRANDE, 1998; GALLO et al., 2002; SOARES, 2011).

Segundo Rosa (2011), *S. frugiperda* pode causar danos de até 95% em lavouras de milho no Brasil, dependendo da época de incidência. Na cultura do algodoeiro os danos ocasionados pelo complexo *Spodoptera* pode reduzir o estande em até 90%, quando a incidência de lagartas é próxima a 28 lagartas/m² e de 60% na cultura da soja (GUAZINA et al. 2019). Em condições de déficit hídrico e altas temperaturas, a intensidade de ataque pode ser maior, principalmente em áreas de primeiro cultivo e em solos arenosos, como ocorre na região do cerrado (ÁVILA, 2014).

De maneira geral, o controle químico sintético é a ferramenta mais utilizada pelos agricultores no manejo de pragas em sistemas convencionais de produção, pois proporciona uma rápida ação de controle, minimizando a ocorrência de danos na cultura (VIANNA et al., 2011; CARVALHO et al., 2013). Entretanto, o uso abusivo de produtos fitossanitários químicos sintéticos pode causar efeitos indesejáveis, como, por exemplo, seleção de populações de insetos resistentes a determinado princípio ativo, aumento significativo de populações de pragas secundárias, desequilíbrios biológicos causados pela eliminação de inimigos naturais, contaminação ambiental e problemas à saúde humana (WIT; KIEVITSBOSH; BETTIOL, 2009; KORBES et al., 2010; MOSCARDI et al., 2012; MARTINS; TOMQUELSKI, 2015; LOUREIRO et al., 2020).

Existe um elevado número de inseticidas registrados para o controle desses insetos-praga, entretanto, quando analisados por espécie o mesmo não é observado. Para controle de *S. frugiperda*, 158 produtos estão registrados distribuídos entre as culturas de algodoeiro (87), arroz (35), batata (18), amendoim (7), aveia (5), cevada (4), cana-de-açúcar (1) e ervilha (1). Para o controle de *S. eridania*, apenas 18 produtos registrados, distribuídos entre as culturas de algodoeiro (6), arroz (6), girassol (3), morango (2) e uva (1). Para controle de *S. cosmioides* apenas 3 produtos são registrados, sendo 2 para a cultura da soja e 1 para a cultura de pimenta (AGROFIT, 2022).

Como a utilização de inseticidas químicos sintéticos para o controle de pragas pode ocasionar severos riscos ao ambiente, há necessidade de medidas que sejam mais seguras para o controle de insetos. Nesse sentido, tem-se pesquisado cada vez mais métodos alternativos para o controle de insetos-praga, os quais venham ao encontro com os métodos já empregados no manejo integrado de pragas (MIP), tanto em sistemas orgânicos, quanto em sistemas convencionais de produção. Dentre os métodos que se têm destacado como alternativos aos produtos químicos convencionais, o controle biológico e a utilização de produtos naturais à base de plantas vêm se destacando (MOURA; ROCHA, 2006; VIANNA *et al.*, 2011; WARMLING, 2018).

Dentre as técnicas de controle biológico de lagartas, o uso de *Bacillus thuringiensis* (Bt) ganha destaque, principalmente em razão da descoberta de novos isolados com variado espectro de ação. *Bacillus thuringiensis* é utilizado desde 1938 e na década de 1990, ganhou destaque como ingrediente ativo mais utilizado comercialmente nos bioinseticidas. Seu produto com maior alcance no mercado mundial é o Dipel sendo altamente eficiente para controle de 170 lepidópteros considerados pragas (LOZANO, 2010; NASCIMENTO, 2019).

Em estudo realizado por Constanski *et al.* (2015) avaliaram 34 isolados de *B. thuringiensis* que possuem efeito tóxico sobre as lagartas *S. eridania* e *S. frugiperda* de segundo ínstar. Observaram que três isolados (BR37, BR58 e BR94) causaram mortalidade superior a 90%, para ambas as espécies de *Spodoptera*.

O controle biológico por meio da utilização de vírus entomopatogênicos também é utilizado. Produtos à base de baculovírus também possuem grande eficiência no controle de lepidópteros. O banco de baculovírus da Embrapa conta com 22 isolados de diversos estados do Brasil, dentre os quais, os isolados I-18, I-19 e o

I-6NR, que foram classificados com virulência para o controle de *S. frugiperda* (EMBRAPA, 2010). Além dos baculovírus para controle de *S. frugiperda*, têm-se vírus para controle da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Helicoverpa zea* Hübner, 1805 e *Heliothis virescens* (*Chloridea virescens*) Fabricius, 1777 (Lepidoptera: Noctuidae) (SOUZA, 2013).

Cunha e Okura (2018) destacaram o uso de Baculovírus como bioinseticida, demonstrando resultado eficaz e satisfatório para o controle de *S. frugiperda*. Kist *et al.* (2019) demonstraram vantagens de *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Platygasteridae) para controle de lagartas do complexo *Spodoptera* em relação ao controle com produto químico, destacando-se a importância de complementar o manejo com outros métodos.

Outra forma de controle de insetos-praga nos sistemas alternativos é a utilização de produtos fitossanitários orgânicos à base de plantas, tanto na forma de extratos vegetais (extraídos com diferentes solventes), como óleos essenciais (WARMLING, 2018). Estes são considerados como uma ferramenta de inovação tecnológica viável dentro dos preceitos do MIP, uma vez que associados a outras práticas de controle, podem contribuir para a redução de doses e aplicações de inseticidas químicos sintéticos (MACHADO; SILVA; OLIVEIRA, 2007; BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2012; HAAS *et al.*, 2014; DANTAS *et al.*, 2019).

Produtos à base de extratos vegetais vêm ganhando destaque à cada ano; isso se deve graças ao complexo de substâncias presentes na planta, dentre elas os metabólitos secundários. Várias substâncias do metabolismo secundário de plantas podem ser obtidas e usadas como inseticidas, permitindo a expansão de produtos agroecológicos. Esses podem apresentar efeitos diretos sobre os insetos, como diminuição no consumo alimentar, redução do crescimento e até a mortalidade dos insetos (BRUNHEROTTO; VENDRAMIM; ORIANI, 2010; CORRÊA; SALGADO, 2011; SIEGWART *et al.*, 2015; SILVA, C *et al.*, 2017; GLADENUCCI *et al.*, 2020).

2.3 Utilização e extração de extratos de plantas para o controle de insetos-praga

O uso de extratos vegetais com finalidade inseticida já é empregado desde a época do Império Romano, sendo aplicados na Índia para controle de pragas há mais de 1500 anos a.C. (BARBOSA; SILVA; CARVALHO, 2006; MOREIRA *et al.*, 2006). O

Brasil destacou-se nos anos de 1920 como grande produtor e exportador de inseticidas à base de extratos vegetais à base de nicotina, rotenona e o piretro (ISMAN; GRIENEISEN, 2014; ISMAN, 2015).

No final da década de 1930 a produção e uso de extratos vegetais decaiu, devido à descoberta de novas moléculas químicas sintéticas mais eficazes e economicamente mais baratas. Como consequência disso, o uso desses produtos foi crescente, contudo por vezes, o uso inadequado, como aplicações em excesso e doses acima das recomendadas, ocasionou sérios problemas no sistema de produção, desde a seleção de populações de insetos-praga resistentes aos produtos químicos sintéticos, bem como aos impactos negativos ao ambiente e diretamente ao homem (MOREIRA *et al.*, 2006; SIEGWART *et al.*, 2015; VELASQUES *et al.*, 2017).

Nesse viés, desde o início do século XXI, com o aumento da preocupação em relação à sustentabilidade agrícola, visando desenvolver novas alternativas aos inseticidas químicos sintéticos convencionais, pesquisas com extratos derivados de plantas e fitoquímicos têm sido amplamente realizadas (ISMAN; GRIENEISEN, 2014; ISMAN, 2015; CELESTINO *et al.*, 2016).

O potencial de diversas espécies de plantas vem sendo estudado para o controle de insetos. Maranhão (1954) publicou uma lista contendo 2.000 plantas com propriedades inseticidas distribuídas em mais de 170 famílias, demonstrando, já naquela época, o grande potencial do uso de extratos vegetais para o controle de pragas. Dentre as famílias botânicas com maior potencial inseticida, Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Labiateae, Piperaceae, Euphorbiaceae e Annonaceae estão entre as mais promissoras (RAMOS-LÓPEZ *et al.*, 2010; EL-WAKEIL, 2013). Além dessas famílias, Amen *et al.* (2015) e Santos (2017) citaram a família das fabáceas com propriedades inseticidas e também medicinais.

Extratos vegetais apresentam uma série de vantagens sobre químicos sintéticos, causando nos insetos efeitos como: alterações morfológicas, interrupção de crescimento, alterações na ecdise, toxicidade ou repelência sobre o inseto-praga. Além disso, não poluem o meio ambiente e apresentam biodegradação rápida, tornando possível um amplo espectro de uso (MENEZES, 2005; HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2016; DANTAS *et al.*, 2019).

Cada vez mais é frequente o uso de moléculas orgânicas naturais para o controle de insetos-praga, devido, principalmente, pela gama e complexidade química encontrada em tais substâncias presentes nas plantas (ARAÚJO *et al.*,

2009; SIEGWART *et al.*, 2015; LOZANO, POTRICH; BATTISTI, 2017). Essas substâncias químicas são provenientes dos metabólitos secundários produzidos pelas plantas, desenvolvidos ao longo do processo evolutivo como estratégia de defesa contra ataques de insetos e patógenos (ISMAN, 2006; AKHTAR *et al.*, 2010).

Metabólitos secundários são substâncias produzidas em pequenas quantidades pela planta. Além disso, são conhecidos por serem sintetizados em tipos celulares especializados e em distintos estágios de desenvolvimento da planta (SILVA, 2013). Apesar da planta produzir uma variedade de metabólitos secundários, apenas os que possuem maior concentração são geralmente isolados e avaliados (CECHINEL; YUNES, 1998; PAVELA; BENELLI, 2016).

De modo geral, existem quatro grandes grupos responsáveis pela produção da maioria dos compostos. Segundo Kariño-Betancourt (2018) e Vasconcelos *et al.* (2018), os principais grupos de substâncias químicas podem ser divididos em: ácidos graxos, terpenos, compostos fenólicos e os alcaloides. Os terpenos apresentam ação repelente sobre os insetos (AHARONI *et al.*, 2005; KORTBEEK *et al.*, 2019), enquanto os alcaloides agem inativando a síntese de proteína, apresentando ação tóxica (HOFFMAN *et al.*, 2007). Já os compostos fenólicos desencadeiam adstringência, afetam a respiração e causam interferência hormonal nos insetos (LOPES *et al.*, 2017; KARIÑO-BETANCOURT, 2018). Por sua vez, os compostos fenólicos quando ingeridos por lagartas são dissolvidos no intestino médio e possuem ação tóxica. São responsáveis pela ruptura da integridade da membrana além de ocasionar distúrbios de metabolismo no epitélio intestinal do inseto levando-o à morte (APPEL, 1994; SALVADOR, 2008).

Esses compostos ativos podem ser extraídos de diferentes partes da planta, como por exemplo, raízes, caules, folhas, frutos e sementes (MACIEL; PINTO; VEIGA, 2002; HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2016) e obtidos por diferentes métodos de extração. A escolha do método de extração é dada pela sua eficiência, estabilidade das substâncias extraídas, custo de operação, disponibilidade dos recursos bases, considerando-se sempre a finalidade do extrato a ser produzido (PAVELA; BENELLI, 2016).

Para se obter extrato vegetal aquoso é necessário acrescentar água destilada ao material vegetal, ao passo que para a produção do extrato vegetal etanólico, é utilizado o etanol absoluto (99,5%) (SILVA, S *et al.*, 2017). Após a obtenção do extrato bruto, este ainda pode ser submetido ao fracionamento, utilizando-se diferentes

solventes extratores, como metanol, hexano, diclorometano, acetato de etila e butanol, com objetivo de semi-purificar as substâncias através da polaridade presente nos solventes (WARMLING, 2018). A escolha do solvente extrator deve ser baseada no solvente que apresentar maior densidade que a água, bem como, capacidade de extração dos compostos de interesse e baixa solubilidade em água, permitindo a separação adequada do extrato orgânico (ALLEIN, 2021).

Em trabalho realizado por Aslan *et al.* (2006) foi destacado que as frações hexânica e clorofórmica apresentam compostos de baixa polaridade, entre eles os diterpenos, os quais possuem potencial inseticida. Em estudo realizado por Reis (2013) foi observado que o solvente hexano quando utilizado para extração de óleo de mamona comparado ao etanol, possuiu baixa eficiência quanto às porcentagens de óleo extraído. Entretanto, Warmling (2018) obteve resultados adversos ao avaliar diferentes solventes extratores, como diclorometo, acetato de etila e hexano do extrato vegetal *R. communis*, em diferentes concentrações, sobre larvas de segundo ínstar de *C. includens*. Constatou que a fração hexânica causou maior percentual de mortalidade, proporcional a concentração.

Entre os agentes extratores, o hexano se destaca, visto que é capaz de extrair alcaloides e terpenos, os quais são diretamente envolvidos na defesa vegetal da planta, incluindo ação inseticida (WARMLING, 2018). Além disso, Barbosa *et al.* (2013) destacaram que em estudo com *Piper permucronatum* (Piperaceae), utilizando-se o hexano como solvente extrator, foi possível extrair lignoides que também possuem ação inseticida.

Tendo em vista a diversificada e quantidade de compostos químicos presentes nas plantas com potencial inseticida, várias espécies de plantas apresentaram efeito inseticida. As das famílias Zingiberaceae, Annonaceae, Verbenaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae, Asteraceae, Apiaceae, Piperaceae, Poaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae, Lauraceae e Lamiaceae são relatadas como promissoras para o desenvolvimento de novos extratos vegetais (KARIÑHO-BETANCOURT, 2018).

Extratos vegetais derivados de neem (*Azadirachta indica*) (Sapindales: Meliaceae) se destacam pelos efeitos de repelência, interferência no desenvolvimento do inseto, além de apresentar ação fagoinibitória. Tais efeitos foram observados no controle do pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas. Os resultados mais eficientes

ocorreram na concentração de 2%, atingindo até 98,5% de controle após a terceira aplicação (VIEIRA; PERES, 2017). Low *et al.* (2020), ao avaliarem a bioatividade de extratos aquosos sobre a mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius, (Hemiptera: Aleyrodidae), observaram que o extrato de nim (*Azadirachta indica*), apresentou efeito repelente tanto para alimentação como para oviposição.

Extratos vegetais derivados de barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae) reduziram a oviposição de *Plutella xylostella* L. (JESUS *et al.*, 2011). Bullangpoti *et al.* (2012) avaliaram o efeito dos extratos de folhas de *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) e *Melia azedarach* L. (Meliaceae) incorporados à dieta artificial e oferecida a lagartas de *S. frugiperda*. Observaram efeito antialimentar, sendo que o extrato de *M. azedarach* provocou 100 % de mortalidade das lagartas duas semanas do início do experimento.

Diversas outras plantas também podem ser exploradas quanto aos seus extratos para o controle de insetos-praga. Haas *et al.* (2014) obtiveram resultados positivos no controle de *S. frugiperda* com extratos aquosos de folhas de *Mikania laevigata* da família Asteraceae, folhas de *Eucalyptus. robusta* da família Myrtaceae, folhas e frutos de *Capsicum baccatum* da família Solanaceae, na concentração de 10%. Segundo os autores, todas as plantas estudadas apresentaram controle significativo de *S. frugiperda*, destacando-se o extrato aquoso de *E. robusta* e *C. baccatum* que também foram responsáveis pela redução do peso das lagartas.

Várias pesquisas vêm demonstrando o potencial de extratos vegetais obtidos da espécie *R. communis* no controle dos lepidópteros *S. frugiperda* (PERON; FERREIRA, 2012), *H. zea* (BESTETE *et al.*, 2011), *C. includes* (WARMLING, 2018), entre outros.

O potencial inseticida de *R. communis* também já foi verificado sobre o inimigo natural *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) (OLIVEIRA, 2020) e ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (ALLEIN, 2021), evidenciando que os produtos naturais também podem causar efeito negativo ao ambiente.

2.3.1 Fração hexânica de frutos e sementes de *Ricinus communis*

Ricinus communis é uma planta pertencente à família Euphorbiaceae nativa da

África do Sul e que se espalhou por regiões tropicais do mundo (AMÉLIO, 2016; KUMAR, 2017; MANZOORE *et al.*, 2021). É classificada como uma planta xerófila, de clima tropical e subtropical, possui fácil cultivo, resistência à seca e boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (OLIVEIRA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2009; FRANCISCO *et al.*, 2016). No Brasil devido em grande ao clima tropical, a mamona está presente de forma espontânea em diversas regiões (PUTTINI, 2014).

A mamona é uma planta herbácea perene ou semi-lenhosa, podendo atingir até 12 metros de altura (MANZOORE *et al.*, 2021). Possui folhas grandes, com coloração verde-avermelhada, com 15 a 30 cm de largura, com um formato de palma com 5 a 11 lóbulos serrados. Apresenta na mesma planta flores masculinas e femininas localizadas na parte inferior da inflorescência e superior da inflorescência, respectivamente (FRIEDMAN *et al.*, 2010; FIOREZE *et al.*, 2016).

Ricinus communis é planta tolerante a seca, sendo que a cultura da mamona necessita de pelo menos 500 mm de chuva durante seu ciclo para ter uma produção satisfatória (OGUNNIYI, 2006; COSTA *et al.*, 2009). Segundo Severino *et al.* (2006) essa cultura é exigente em relação à fertilidade do solo, aproveitando bem a adubação do solo, mesmo sob o déficit hídrico. Por outro lado, a altitude é considerada um fator limitante para a mamona, visto que o potencial produtivo está entre 300 a 1500 metros. Em condições térmicas entre 20°C e 30°C, também colabora para uma maior produtividade de sementes; entretanto, em temperaturas fora dessa faixa, o teor de óleo é reduzido (BELTRÃO *et al.*, 2003; SEVERINO *et al.*, 2006).

Nos últimos anos a mamona vem se destacando no cenário mundial pela versatilidade de aplicações no ramo industrial e na agricultura. Os frutos de *R. communis* são cápsulas espinhosas que apresentam coloração de amarelo para azul-esverdeado, sendo que à medida que amadurecem se tornam marrons. Por ser uma cultura oleaginosa, destaca-se devido ao elevado teor de óleo presente nas sementes, o qual representa, em média, cerca de 55% em peso de cada semente, podendo chegar até 60%, dependendo da variedade e da região. O óleo é composto por 80-90% de ácido ricinoleico, 3-6 % de ácido linoleico, 2-4 % de ácido oleico e de 1-5 % de ácidos graxos saturados (OGUNNIYI, 2006; VOLLMANN & RAJCAN, 2009; SAEZ-BASTANTE, 2015; DANTAS *et al.*, 2017).

Além disso, *R. communis* é conhecida como uma planta tóxica, devido à presença da proteína ricina altamente tóxica para mamíferos (FRIEDMAN *et al.*, 2010; PAES *et al.*, 2012). Esta planta é utilizada como matéria-prima na fabricação de

detergentes, cosméticos, produtos farmacêuticos, tintas, vernizes, lubrificantes em máquinas e produção de biodiesel não tóxico e biodegradável (COSTA *et al.*, 2009; FONSECA; SOTO-BLANCO, 2014; FRANCISCO *et al.*, 2016).

Além de todos os usos na indústria, um subproduto, a torta de mamona também pode ser utilizada para ração animal, devido ao elevado teor de proteínas. Na alimentação do gado quando misturada às folhagens, aumenta a produção láctea. Além disso, é muito utilizada na produção de biodiesel brasileiro, diminuindo em até 78% a emissão de gás carbônico e ainda apresenta uma vantagem frente a outras culturas, pois possui capacidade de absorver quatro vezes mais gás carbônico (PUTTINI, 2014).

A mamona possui elevado potencial de desenvolvimento em diversas condições climáticas, o que favorece seu crescimento em diversas regiões tropicais. No Brasil, a região Nordeste é a principal produtora de mamona, devido à fácil adaptação da planta às condições edafoclimáticas do local, o que torna o cultivo da mamona uma fonte de renda para muitas famílias da região (CONEJERO *et al.*, 2017).

A produção mundial de mamona é estimada em aproximadamente 1,8 milhão de toneladas por ano, sendo 87% de toda produção produzida pela Índia seguida por China e Brasil (AZAD *et al.*, 2016; FAOSTAT, 2017). Ao longo dos anos, o Brasil sofreu oscilações na produção de mamona e, em 2020 houve um crescimento na produção, com 43,3 mil toneladas (CONAB, 2021). Na produção brasileira, aproximadamente mais de 90% são provenientes da região Nordeste (IBGE, 2021).

Derivados de *R. communis* vêm ganhando notoriedade, sendo utilizados a partir dos constituintes químicos presentes nos diferentes órgãos da planta como produtos alternativos a inseticidas sintéticos (RANA *et al.*, 2012; GAHUKAR, 2017), visto que podem ser uma alternativa ao controle de artrópodes-praga resistentes a inseticidas e acaricidas químicos sintéticos (TOUNOU *et al.*, 2011; GHOSH *et al.*, 2013). Estes compostos presentes nas plantas possuem características tóxicas, repelentes, inibidoras de crescimento e esterilizantes, capazes, de em conjunto, causar efeito letal em lagartas (RANA *et al.*, 2012; GAHUKAR, 2017; SAAD *et al.*, 2017; FONSECA *et al.*, 2019).

Dentre os compostos químicos, a ricina e a ricinoleína, estão presentes no endosperma da planta. A ricina é um alcaloide, encontrada em maior concentração no endosperma das sementes, que possui elevada ação inseticida. É uma toxina classificada como proteína inativadora de ribossomos (RIPs), impedindo a síntese de

proteínas no trato intestinal, conseqüentemente reduzindo a digestibilidade (BESTETE *et al.*, 2011). A ricinoleína é um ácido graxo. Os efeitos tóxicos causados por esses dois constituintes estão ligados à capacidade de inibir a síntese de proteínas, inibindo os ribossomos de forma irreversível, causando morte celular (GAHUKAR, 2017; MAIAJOWICZ; KUŚMIREK, 2019).

Esses compostos podem ser absorvidos pelo inseto por meio de três vias: ingestão oral, injetável ou por inalação. Em relação ao nível de toxicidade, depende tanto da dose quanto da via de exposição. Essas toxinas podem causar inflamações, hemorragias gastrointestinais, além de necrose tubular renal (GAHUKAR, 2017; MAIAJOWICZ; KUŚMIREK, 2019). Além disso, estudos demonstram que compostos nitrogenados, com destaque aos alcaloides são os constituintes mais comumente presentes no extrato e agem no sistema nervoso de insetos-praga. Além disso, substâncias terpenoides presentes no extrato também podem apresentar ação repelente sobre os insetos (LOPES *et al.*, 2017; BORGES, AMORIM, 2020).

Segundo Gahukar (2017), os extratos das folhas e sementes de *R. communis* apresentam eficiência no controle de doenças, nematoides e insetos. Tais efeitos inseticidas são descritos por Ferreira (2019) utilizando extratos vegetais de *R. communis* e coité (*Crescentia cujete*) da família Bignoniaceae para o controle de pulgão-preto-do-feijoeiro, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) que observou resultados eficientes no controle dessa praga. Além disso, Bestete *et al.* (2011), obtiveram resultados promissores quanto ao efeito inseticida do óleo de *R. communis* à 3% v/v em lagarta *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae). Este, quando ingerido pela lagarta causou mortalidade de 44,0%. Para a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), o óleo de mamona também se mostrou eficiente à 3% v/v, causando 57,3% de mortalidade (CELESTINO *et al.*, 2015).

Outra possibilidade para o manejo de pragas por meio de produtos botânicos a ser explorada é o emprego de associação do extrato de mamona com demais extratos de plantas. OVIEDO *et al.* (2018) verificam que a associação do extrato bruto de mamona *R. communis* com o extrato de fumo-bravo, *Solanum granuloseprosum* (Solanaceae), reduziu significativamente a emergência de adultos de *Ceratitís capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) e causou mortalidade de 100% em adultos de *C. capitata* e de *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (Diptera: Tephritidae).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), no Laboratório de Controle Biológico (LABCON). Os bioensaios foram conduzidos em salas de criação de insetos, com ambiente controlado, à temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. A fração hexânica de frutos e sementes de *R. communis* (FHFSRC) à 2% sobre insetos do complexo *Spodoptera* foi avaliada em três diferentes bioensaios: 1) efeito da FHFSRC sobre ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda*; 2) efeito letal da FHFSRC aplicado topicamente sobre larvas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* e 3) efeito letal da FHFSRC aplicado no alimento ofertado para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*.

3.1 Obtenção dos insetos e das plantas de soja

Ovos de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* foram obtidos em empresa especializada em inovação e tecnologia de produtos agrícolas. Para o primeiro bioensaio, parte dos ovos foram acondicionados em refrigerador, por no máximo 24 h, à temperatura de aproximadamente 4°C . Paralelamente, para a realização dos demais bioensaios, os ovos foram mantidos em copos plásticos descartáveis, com dieta artificial desenvolvida por Greene *et al.* (1976), modificada por Hoffmann-Campo *et al.* (1985), contendo feijão, levedura de cerveja, caseína, proteína de soja, germe-de-trigo, vitamina, antibiótico, ácido sórbico, ácido ascórbico e nipagim, sendo fornecido até atingirem o primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes, estádios em que os insetos foram utilizados nos experimentos e mantidos em sala de criação do laboratório de controle biológico da UTFPR-DV.

Para a obtenção das plantas de soja, *Glycine max* L. Merrill (Fabaceae), utilizadas no experimento, na primeira quinzena de setembro de 2021, semearam-se três sementes de soja convencional da cultivar BRS 525 em vasos com dimensões de 254×250 mm (diâmetro x altura), contendo solo de área de cultivo orgânico (Fotografia 4). Os vasos foram mantidos em casa de vegetação presente em uma

propriedade rural, na linha Carlos Gomes, no município de Dois Vizinhos, PR. Até a realização dos bioensaios, as plantas não receberam qualquer tratamento fitossanitário durante o período de desenvolvimento. As folhas de soja para alimentação das lagartas foram retiradas no período de 40 a 55 dias após emergência das plantas.

Fotografia 4: Vaso com plantas de soja convencional, cultivar BRS 525 acondicionado em casa de vegetação.



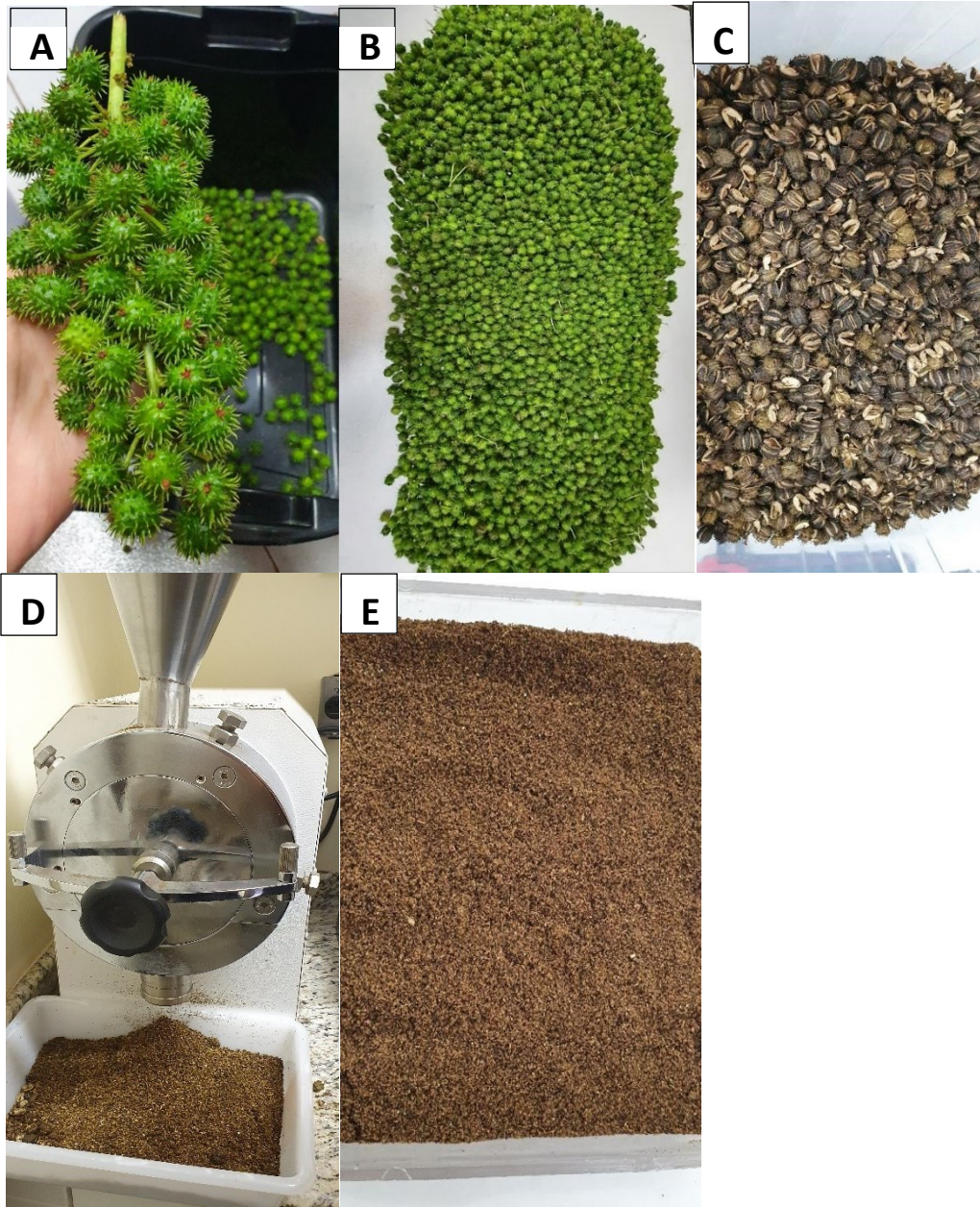
Fonte: Autoria própria (2021)

3.2 Obtenção da fração hexânica de frutos e sementes *Ricinus communis*

Os frutos de *R. communis* (Fotografia 5A) foram coletados em área de vegetação nativa localizada em uma propriedade rural próximo à UTFPR-DV, município de Dois Vizinhos, nas coordenadas de latitude e longitude 25°42'14"S 53°05'34"W e altitude de 521 metros, no mês de março de 2021, no período vespertino, entre às 17h00min e 18h30min. O material coletado foi triado e os frutos de mamona foram individualizados (Fotografia 5B). Os frutos de mamona foram então acondicionados em papel tipo Kraft (60 X 80 cm), permanecendo em estufa de secagem de circulação forçada por 48 h, a 60°C. Após a secagem completa do material (Fotografia 5C), realizou-se a trituração dos frutos e sementes em moinho de

facas tipo Willey (ALPAX) (Fotografia 5D), até a obtenção de um pó fino com granulometria de 0,5 mm (Fotografia 5E).

Fotografia 5: Preparação do material vegetal para a obtenção do extrato vegetal bruto de *Ricinus communis*. A) e B) Frutos e sementes colhidos do material vegetal preparados para asecagem em estufa de circulação forçada. C) Frutos e sementes coletados após 48 horas de secagem em estufa de circulação forçada a 60°C. D) Trituração dos frutos e sementes de *Ricinus communis* em moinho de facas tipo Willey. E) Pó fino com granulometria de 0,5 mm.

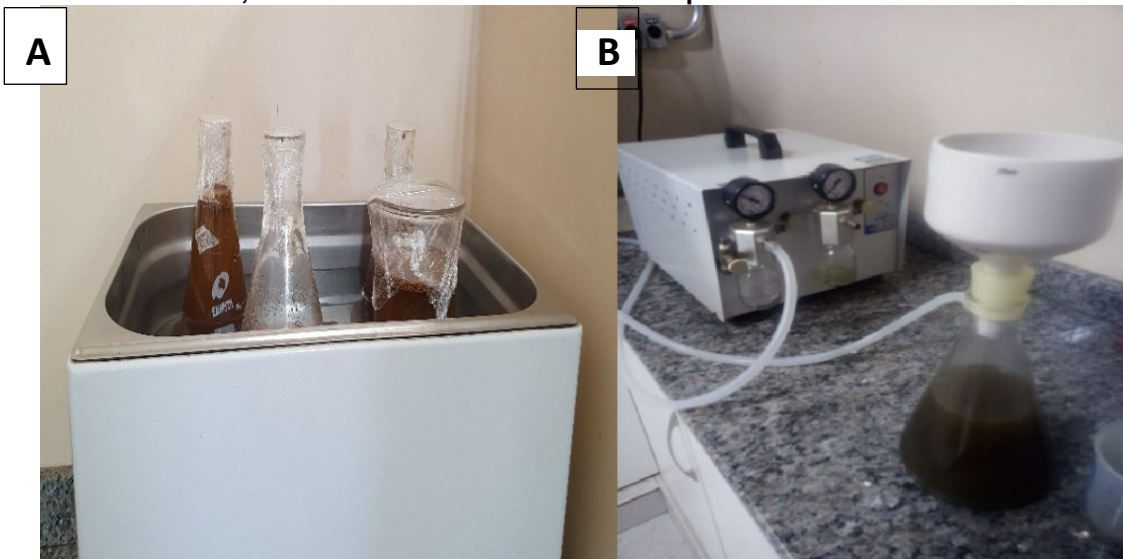


Fonte: Autoria própria (2021)

Para o preparo do extrato bruto etanólico de *R. communis*, diluíram-se 100 g do pó em 1 L de álcool 80%, em recipientes Erlenmeyer com capacidade de 1 L. A

mistura foi transferida para recipientes Becker de 1 L e colocada em banho de água termostaticado a 60°C, por 30 minutos (Fotografia 6A). Em seguida, a solução/extrato obtido foi filtrada com membrana filtrante de 8 µ, em um balão Kitasato acoplado a uma bomba a vácuo (TECNAL - TE058), em pressão constante de 1,2 kgf/cm², sendo obtido o extrato bruto (Fotografia 6B).

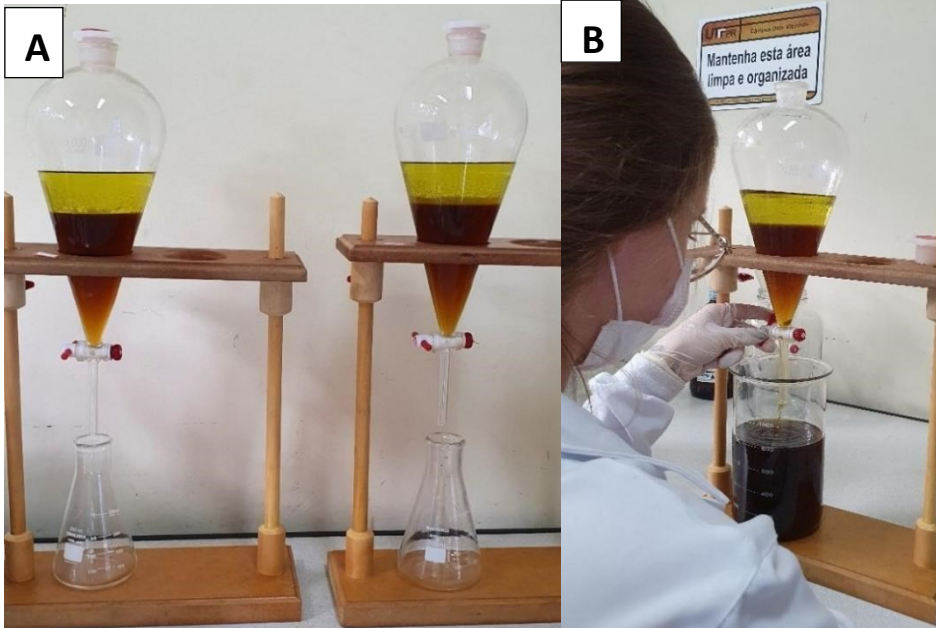
Fotografia 6: Processo de obtenção do extrato bruto de *Ricinus communis*. A) Procedimento de banho de água termostaticado da solução/extrato. B) Processo de filtragem do extrato em membrana filtrante, com auxílio do balão Kitasato acoplado a uma bomba a vácuo.



Fonte: Autoria própria (2021)

O extrato bruto alcólico foi fracionado por meio da técnica de extração líquido-líquido (SNYDER; KIRKLAND; GLAJCH, 1997). Com o auxílio de um funil de separação com capacidade volumétrica de 1 L, colocaram-se 250 mL do extrato bruto de *R. communis* e 250 mL do extrator hexano. A mistura foi agitada manualmente por cerca de um minuto para obter maior homogeneização e após 15 minutos de repouso, ocorreu a separação de duas fases (Fotografia 7A). O extrato bruto ficou depositado na parte inferior do funil e a fração hexânica na parte superior, sendo coletada a parte de interesse através da torneira do funil de separação (Fotografia 7B).

Fotografia 7: Processo de fracionamento do extrato bruto de *Ricinus communis*, por meio da técnica de extração líquido-líquido, para obtenção da FHFSRC. A) Funil de separação com duas fases (extrato bruto alcólico na parte inferior e fração hexânica na parte superior). B) Separação das duas fases (extrato bruto na parte inferior e fração hexânica na parte superior).



Fonte: Autoria própria (2021)

A FHFSRC foi então submetida a evaporador rotativo (Fotografia 8A), em temperatura de 42 a 45°C, para a remoção completa do solvente (Fotografia 8B) e em seguida esta foi armazenada em refrigerador (4°C) sem luz até a realização dos bioensaios. Quando se utilizou a fração hexânica, esta foi diluída em álcool 90% para a obtenção da concentração 2,0% (20.000 mg.mL⁻¹). A escolha da concentração da fração hexânica para o estudo baseou-se em estudo prévio de Warmling (2018), onde foi determinado que a Concentração Letal Média (CL₅₀) de *R. communis* foi de 20.000 mg.L⁻¹ (2,0%) para lagartas de *C. includens*.

Fotografia 8: Processo de rotaevaporação da FHFSRC: A) Evaporador rotativo com temperatura de 42 a 45°C em processo de extração do solvente e obtenção da FHFSRC. B) FHFSRC utilizada no experimento.



Fonte: Autoria própria (2021)

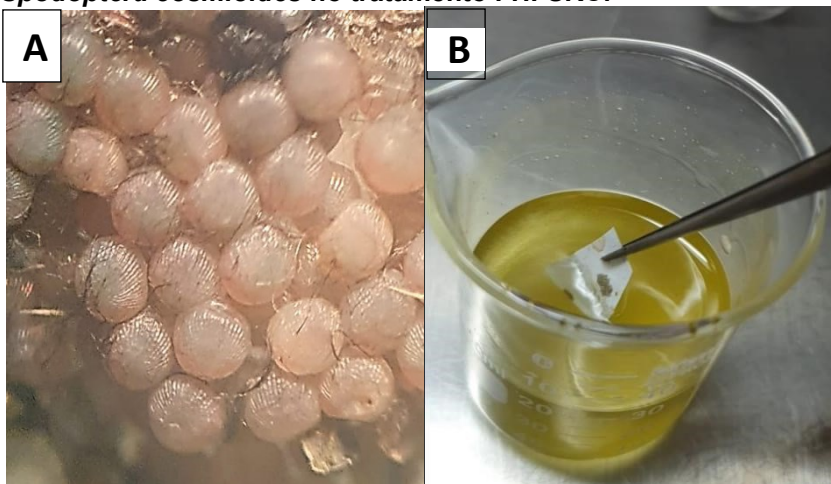
3.3 Avaliação do efeito da fração hexânica de frutos e sementes *Ricinus communis* sobre *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

Em todos os bioensaios os tratamentos avaliados foram: T1) Água destilada eesterilizada; T2) Produto comercial Bazuka 216 SL à base de metomil (avaliados conforme recomendação da bula (0,33 mL/100 mL/água); T3) Fração hexânica de *R. communis* (FHFSRC) (2%); T4) Álcool à 90%. O delineamento experimental utilizado para todos os bioensaios foi DIC (delineamento inteiramente casualizado).

3.3.1 Bioensaio 1: Efeito da FHFSRC à 2% sobre ovos de *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera frugiperda*

Posturas dispostas em papel manteiga (Fotografia 9A) foram separadas em cartelas (aproximadamente 2,0 x 2,0 cm), sendo cada uma composta por 30 ovos, as quais foram posteriormente imersas nos tratamentos por cinco segundos (Fotografia 9B).

Fotografia 9: Condução do bioensaio de efeito ovicida da fração hexânica de frutos e sementes de *Ricinus communis* sobre *Spodoptera cosmioides*: A) Postura de *Spodoptera cosmioides* em papel manteiga para posterior utilização no bioensaio. B) Processo de imersão de ovos de *Spodoptera cosmioides* no tratamento FHFSRC.



Fonte: Autoria própria (2021)

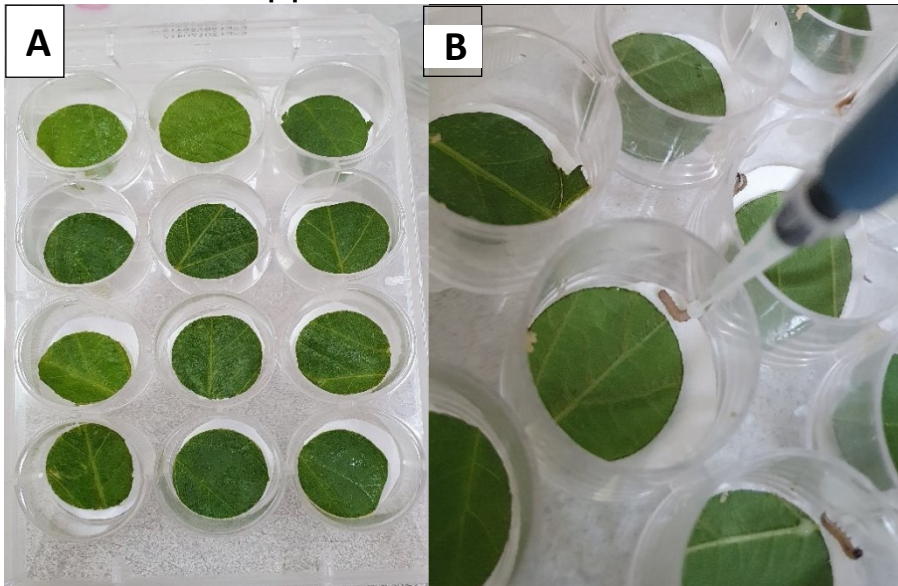
Para cada tratamento foram preparadas 10 cartelas (repetições), com 30 ovos de cada espécie de inseto por cartela. Após a imersão, as cartelas contendo ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda* foram individualizadas em tubos de vidro (25 mm Ø ×100 mm altura), que foram acondicionados em sala climatizada nas mesmas condições já descritas no item 3. A avaliação foi realizada diariamente por cinco dias, quantificando-se o número de larvas eclodidas.

3.3.2 Bioensaio 2: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

Para a avaliação do efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre larvas de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* foram realizados quatro bioensaios separadamente, com lagartas de primeiro, segundo terceiro e quarto ínstares. Foram utilizadas placas de acrílico contendo 12 poços de cultura de células. Em cada poço, foram dispostos discos foliares de soja de aproximadamente $5,4 \pm 0,1$ cm² conforme método descrito por Escoubas *et al.* (1993) com adaptações (FAVERO *et al.*, 2002) e forrados com discos de papel-filtro umedecidos com água destilada (Fotografia 10A).

Com auxílio de um pincel de cerdas finas foi inserido uma lagarta do ínstar avaliado em cada poço. Em seguida, com o auxílio de uma micropipeta foram aplicados 5 µL de cada produto no dorso de cada lagarta (Fotografia 10B). As placas foram identificadas e mantidas em sala de criação, nas condições já descritas no item 3. Para cada tratamento foram utilizadas 5 placas de acrílico (repetições), sendo que em cada uma foram colocadas 12 lagartas, totalizando 60 lagartas por tratamento.

Fotografia 10: Processo de montagem do bioensaio de aplicação tópica da FHFSRC sobre lagartas de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*. A) Placas de acrílico com 12 poços, forradas com papel-filtro umedecido, contendo discos foliares de soja. B) Aplicação dos tratamentos no dorso da lagarta de *Spodoptera frugiperda* em 2^o ínstar, com auxílio de uma micropipeta.



Fonte: Autoria própria (2021)

A avaliação foi realizada diariamente, a cada 24h, até o décimo dia após aplicação dos tratamentos, quantificando-se o número de insetos mortos. Foram consideradas mortas as lagartas que não responderam, após três repetições, ao toque de um pincel de cerdas macias. Após esse período, acompanhou-se o desenvolvimento das lagartas sobreviventes avaliando-se o número de insetos que puparam, o peso de pupas, o número de insetos emergidos e a duração do período ovo-adulto (efeitos subletais).

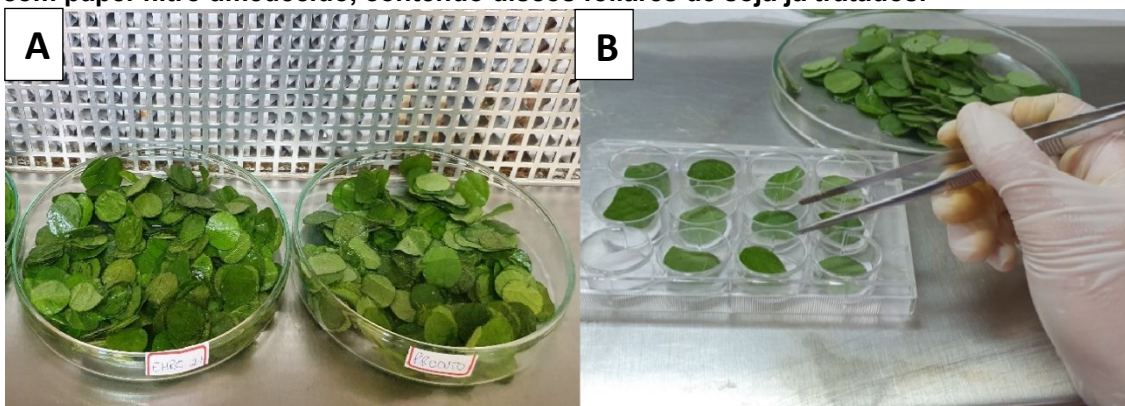
3.3.3 Bioensaio 3: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado em discos foliares de soja e dispostos para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*

Para a avaliação dos efeitos letal e subletais do FHFSRC à 2% aplicado no alimento e ofertado para lagartas de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, foram realizados quatro bioensaios, separadamente, com lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstar.

Discos foliares de soja foram obtidos conforme descrito no subitem 3.3.2. e imersos nos tratamentos e arranjados em placas de Petri (150 × 25 mm), sob câmara

de fluxo laminar por 20 min até a evaporação da água (Fotografia 11A). Os discos foliares foram colocados em placas de acrílico de 12 poços (Fotografia 11B) e, em seguida, colocada uma lagarta do instar correspondente em cada poço. O acondicionamento, o delineamento experimental e avaliação foram semelhantes ao descrito no subitem 3.3.

Fotografia 11: Processo de montagem do bioensaio de aplicação dos tratamentos em discos foliares de soja e oferta para lagartas de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*. A) Discos foliares de soja imersos nos tratamentos sob câmara de fluxo laminar para evaporação da água da calda. B) Placas de acrílico com 12 poços forrados com papel-filtro umedecido, contendo discos foliares de soja já tratados.



Fonte: Autoria própria (2021)

3.4 Análise da fração hexânica de frutos e sementes de *Ricinus communis* por cromatografia líquida de alta eficiência - HPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS

A amostra da FHFSRC à 2% foi ressuspensa em 600 μL de água/acetonitrila (1:1) e 10 μL do extrato foi injetado e analisado em cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu, Japão) acoplado ao Phenomenex Luna C18 (250 x 4,6 mm – 5 μm) com uma taxa de fluxo de 1 mL min^{-1} . A mistura gradiente de solventes para análise negativa foi o solvente A (H_2O com 0,5% de ácido acético, v:v) e o solvente B: acetonitrila:metanol (70:30) foi o seguinte: 15% B 0 - 5 min, 20% B 5 - 18 min, 40% B 18–40 min, 100% B 40 – 50 min, e mantido a 100% B até 50 min a 30°C, sendo os nove minutos finais destinados à reconstituição da coluna para a próxima análise.

Os experimentos MS/MS foram realizados em um espectrômetro de massa de alta resolução Q-TOF MAXIS 3G (Bruker Daltonics Corporation, Alemanha) equipadocom uma fonte de ionização por eletrospray. A fonte de ionização funcionou no modo de ionização negativa e ajustada para 4500 V com um potencial de

compensação de placa final de -500 V. Os parâmetros do gás de secagem foram ajustados para 8 L min⁻¹ a 250 °C e pressão do gás de névoa a 2 bar. Os dados foram coletados na faixa de m/z 50 a 1800 com 5 Hz de taxa de aquisição onde os 5 íons mais intensos foram selecionados para fragmentação automática (Auto MS/MS).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos nos bioensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade nos resíduos (Teste de Lilliefors) e da homogeneidade da variância dos tratamentos (teste de Bartlett). Como os dados não apresentaram a distribuição normal, realizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de significância. Os testes de mortalidade foram comparados entre si, utilizando-se de Mann Whitney. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do software Rbio (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação do efeito da fração hexânica de frutos e sementes de *Ricinus communis* sobre *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

4.1.1 Bioensaio 1: Efeito da FHFSRC à 2% sobre ovos de *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera frugiperda*

Verificou-se que a FHFSRC à 2% aplicada sobre ovos das mariposas *S. frugiperda* e *S. cosmioides* impediu totalmente a eclosão das larvas, como também foi verificado na testemunha positiva. Já nas testemunhas negativas (água e álcool) a eclosão das larvas foi, respectivamente, de 100% e 99% (Tabela 1).

Tabela 1: Percentual de eclosão (\pm EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Spodoptera cosmioides* de ovos imersos na FHFSRC à 2% e testemunhas.

Tratamento	% eclosão de lagartas aos 5 dias		
	<i>S. frugiperda</i>	<i>S. cosmioides</i>	<i>p</i> -valor
Água	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	0,00 \pm 0,00 bA	0,00 \pm 0,00 bA	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	0,00 \pm 0,00 bA	0,00 \pm 0,00 bA	\leq 0,05
Álcool 90%	99,66 \pm 0,31 aA	99,00 \pm 0,67 aA	\leq 0,05
<i>p</i> -valor	\leq 0,05	\leq 0,05	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$). **Fonte: Autoria própria (2021)**

4.1.2 Bioensaio 2: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado topicamente sobre lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstares de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

A FHFSRC à 2% causou mortalidade significativa para as três espécies de lagartas avaliadas em todos seus ínstares, sendo as lagartas de 1º e 2º ínstares, as mais suscetíveis, com mortalidade de 100%, não diferindo da testemunha positiva (BAZUKA 216 SL). Observou-se que a mortalidade causada pela FHFSRC à 2% em

lagartas de 4º ínstar de *S. frugiperda* e *S. cosmioides*, foi menor, diferindo dos demais ínstaes. No caso de *S. eridania*, a mortalidade de lagartas de 3º e 4º ínstar foi menor, não diferindo entre si e diferindo das lagartas de 1º e 2º ínstaes no tratamento com FHFSRC à 2% (Tabela 2).

Tabela 2: Mortalidade (%) (\pm EP) aos 10 dias, de lagartas de 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides*, após aplicação tópica da FHFSRC à 2% destemunhas.

<i>Spodoptera frugiperda</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				<i>p</i> -valor
	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	
Água	9,99 \pm 0,20 bA	14,99 \pm 0,58 bA	5,00 \pm 0,37 cB	3,33 \pm 0,24 cB	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	78,33 \pm 0,24 bA	68,33 \pm 0,49 bB	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	96,66 \pm 0,24 aA	\leq 0,05
Álcool 90%	4,99 \pm 0,24 bB	6,66 \pm 0,37 bB	15,00 \pm 0,37 cA	11,66 \pm 0,40 cA	\leq 0,05
<i>p</i> -valor	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	
<i>Spodoptera eridania</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				<i>p</i> -valor
	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	
Água	9,99 \pm 0,49 bA	9,99 \pm 0,49 cA	11,66 \pm 0,51 cA	13,33 \pm 0,24 cA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	68,33 \pm 0,49 bB	49,99 \pm 0,55 bB	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	96,66 \pm 0,40 aA	\leq 0,05
Álcool 90%	10,00 \pm 0,58 bB	8,33 \pm 0,45 cB	18,33 \pm 0,37 cA	16,66 \pm 0,31 cA	\leq 0,05
<i>p</i> -valor	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	
<i>Spodoptera cosmioides</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				<i>p</i> -valor
	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	
Água	3,33 \pm 0,40 bC	10,00 \pm 0,58 bA	6,66 \pm 0,37 cB	8,33 \pm 0,45 cA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,20 aA	78,33 \pm 0,24 bA	68,33 \pm 0,49 bB	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00aA	\leq 0,05
Álcool 90%	5,00 \pm 0,40 bA	5,00 \pm 0,40 bA	6,66 \pm 0,37 cA	8,33 \pm 0,45 cA	\leq 0,05
<i>p</i> -valor	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$). **Fonte: Autoria própria (2021)**

4.1.3 Bioensaio 3: Efeito letal da FHFSRC à 2%, aplicado em discos foliares de soja e dispostos para lagartas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*

Verificou-se efeito inseticida da FHFSRC à 2% sobre todos os ínstars das três espécies de insetos avaliadas, com mortalidade diferindo das respectivas testemunhas negativas (água e álcool) e não diferindo da testemunha positiva (BAZUKA 216 SL) (Tabela 3).

Tabela 3: Mortalidade (%) (\pm EP) aos 10 dias, de lagartas de 1º, 2º, 3º e 4º ínstars de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides* após imersão de discos foliares de soja FHFSRC à 2% e testemunhas.

<i>Spodoptera frugiperda</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	<i>p</i> -valor
Água	6,66 \pm 0,37 bA	0,00 \pm 0,00 cB	0,00 \pm 0,00 cB	8,33 \pm 0,31 bA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
Álcool 90%	6,66 \pm 0,37 bB	6,66 \pm 0,37 bB	6,66 \pm 0,37 bB	13,33 \pm 0,51 bA	\leq 0,05
<i>p</i>	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	
<i>Spodoptera eridania</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	
Água	0,00 \pm 0,00 cB	0,00 \pm 0,00 bB	0,00 \pm 0,00 bB	5,00 \pm 0,40 bA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
Álcool 90%	10,00 \pm 0,58 bA	5,00 \pm 0,40 bB	5,00 \pm 0,40 bB	13,33 \pm 0,51 bA	\leq 0,05
<i>p</i>	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	
<i>Spodoptera cosmioides</i>					
Tratamento	% Mortalidade acumulada em 10 dias				
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	<i>p</i> -valor
Água	5,00 \pm 0,40 cA	0,00 \pm 0,00 cB	0,00 \pm 0,00 cB	5,00 \pm 0,40 bA	\leq 0,05
FHFSRC à 2%	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	93,33 \pm 0,20 aA	\leq 0,05
BAZUKA 216 SL	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	100,00 \pm 0,00 aA	\leq 0,05
Álcool 90%	16,66 \pm 0,31 bA	15,00 \pm 0,37 bA	6,66 \pm 0,37 bB	15,00 \pm 0,37 bA	\leq 0,05
<i>p</i>	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$). **Fonte: Autoria própria (2021)**

4.2 Análise da fração hexânica de frutos e sementes *Ricinus communis* por cromatografia líquida de altaeficiência - HPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS

Verificou-se a presença de cinco compostos presentes em frutos e sementes de *R. communis*, sendo três flavonas, um ácido graxo e um ácido cinâmico (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização química atribuídos da FHFSRC por UHPLC-ESI-QTOF--MS/MS obtidos em modo negativo.

N°	Composto	rt (min)	Fórmula Molecular	m/z		Fragmentos íons	Classe de
				Massa medida(Da)	Massa teórica (Da)		
1	Naringenina	42.6	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	271.0552	271.0610	150.9997 (100) 119.0456 (36)	Flavona
2	Prunin 3-p-coumarate	44.3	C ₃₀ H ₂₈ O ₁₂	579.1356	579.1580	271.0550 (100) 307.0772 (35) 145.0258 (46)	Flavona
3	Ácido ricinoleico	48.3	C ₁₈ H ₃₄ O ₃	297.2375	297.2435	183.1350 (72) 279.2271 (8)	Ácidograxo
4	Melilotoside	49.2	C ₁₅ H ₁₈ O ₈	325.1765	325.1840	183.0071 (46) 119.0485 (19)	Ácido cinâmico
5	5,6,2'-Trimethoxyflavone	50.2	C ₁₈ H ₁₆ O ₅	311.1626	311.1685	183.0070 (36) 119.0484 (16)	Flavona

Fonte: Aatoria própria (2021)

De acordo com a literatura, infere-se que a fração hexânica tenha em sua constituição, principalmente alcaloides, fenóis e flavonoides os quais apresentam potencial inseticida. Dentre os cinco compostos identificados na FHFSRC no presente estudo, três são flavonoides e dois são os ácidos ricinoleico e cinâmico.

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial inseticida da FHFSRC à 2%, independente da rota de exposição (tópica ou ingestão). Observou-se significativo efeito tóxico para ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda*, bem como efeito inseticida agudo sobre lagartas de 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes de *S. eridania*, *S. cosmioides* e *S. frugiperda*. Os efeitos subletais ocasionados pelos tratamentos nos diferentes ínstaes não foi possível avaliar, devido a ocorrência de mortalidade dos insetos antes mesmo de atingir a fase pupal.

Ao analisar a viabilidade dos ovos de *S. frugiperda* e de *S. cosmioides* após aplicação da FHFSRC à 2%, observou-se redução total da eclosão das larvas. Resultados semelhantes foram obtidos por Warmling (2018), na avaliação do FHFSRC à 2% sobre ovos de *C. includes*. Esse efeito pode estar relacionado ao fato de que o córion (camada externa dos ovos) de lepidópteros possui uma textura rugosa composta por lipoproteínas. Esta camada pode ser favorável à fixação ou retenção das substâncias químicas, mantendo-as sobre a superfície por mais tempo, aumentando a possibilidade da substância penetrar o córion e matar o embrião (MARONEZE; GALLEGOS, 2009; MASSAROLI, 2013).

Efeito ovicida também foi verificado em estudo realizado por Torres *et al.* (2006) com extrato aquoso de Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) aplicado sobre ovos de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). Os autores verificaram que houve inviabilidade dos ovos e associaram esse efeito à presença dessa camada rugosa, o que pode ter possibilitado o acúmulo do extrato na superfície, bem como a possibilidade de o extrato penetrar no ovo. Em trabalhos desenvolvidos com extratos aquosos, metanólicos e acetato de etila de cascas e folhas de *R. communis* avaliados em ovos de *Phlebotomus duboscqui* (Diptera: Phlebotominae), foi constatado que os extratos corromperam a camada do córion, ocasionando 95% de redução da eclosão (SAMUEL *et al.*, 2016), conforme também observado neste trabalho.

Ainda, com relação a estudos com a FHFSRC à 2%, sobre ovos, resultados semelhantes aos deste estudo também foram observados por Allein (2021) ao avaliar a seletividade da FHFSRC à 2% sobre *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no interior de ovos de *C. includes*. Foi verificado a ação tóxica aguda da FHFSRC à 2% sobre larvas de *T. pretiosum* em ovos de *C. includens*, sugerindo a capacidade de a fração penetrar o ovo do hospedeiro e matar

o embrião do parasitoide.

Por outro lado, em estudo sobre a seletividade da FHFSRC, em diferentes concentrações (0,5; 1 e 2%), sobre o parasitoide *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae), aplicando-se o extrato sobre ovos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) contendo o parasitoide (OLIVEIRA, 2020), os resultados foram diferentes. Segundo o autor, a FHFSRC não foi seletiva a *T. podisi* quanto aos parâmetros preferência de parasitismo, bem como percentual de parasitismo em teste com chance de escolha. Quanto ao percentual de emergência, razão sexual, período ovo-adulto e longevidade, o extrato não causou efeito negativo e se mostrou seletivo. Esses resultados permitem inferir que não houve a penetração da FHFSRC no ovo do hospedeiro. Tal fato pode estar relacionado a característica do córion dos ovos de percevejos, que segundo Matesco (2007) não possuem essa camada rugosa presentes em ovos de lepidópteros.

Quando a FHFSRC à 2% foi aplicada topicamente sobre lagartas de *S. cosmiodeis*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, todos os instares foram suscetíveis. Também se observou que para as três espécies, lagartas de 4º instar tiveram menor mortalidade, comparadas às demais, fato também observado para lagartas de 3º instar de *S. eridania*. Contudo, quando a FHFSRC à 2% foi aplicada no alimento, todas as espécies, nos diferentes instares, foram suscetíveis.

A planta *R. communis* possui diversas propriedades químicas e modo de ação que podem atuar sobre os insetos, ocasionando diversos efeitos como redução de crescimento, alterações na ecdise, incluindo efeitos sobre o seu comportamento alimentar. Todas as partes vegetais desta planta podem ser utilizadas para se extrair substâncias que podem ter efeito inseticida, porém frutos e sementes se destacam por possuírem elevadas concentrações das substâncias ricina e ricinina (JENA; GUPTA, 2012). Na literatura, frutos e sementes de *R. communis* são os mais estudados para a obtenção de extratos vegetais com potencial inseticida, assemelhando-se ao utilizado nesta pesquisa. Porém, estudos considerando-se a separação de compostos com solventes apolares como o hexano, são escassos.

Entre os compostos químicos encontrados na FHFSRC, destacam-se os flavonoides e ácidos graxos. Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa realizada por Jena e Gupta (2012) com extrato de *R. Communis*. Os autores também identificaram por meio de cromatografia gasosa por espectrometria de massa alguns ácidos graxos, como: oleico (3,2%), linoleico (3,4%) e ricinoleico (89,4%),

sendo encontrados em maior concentração em sementes e folhas de *R. Communis*. Já Ramos-López et al. (2012) avaliaram a ação inseticida do ácido linolênico e ácido linoléico, sobre o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* e constataram que ambos tiveram ação inseticida sobre esse inseto-praga.

O efeito mais tóxico da FHFSRC à 2% foi observado no bioensaio em que foi aplicada no alimento. Os flavonoides possuem elevada solubilidade em álcool. Além disso, são facilmente encontrados nos frutos, como o caso da preparação do extrato de *R. communis* nesse trabalho, o que pode justificar sua elevada concentração na fração. Os flavonoides em contato com o inseto possuem ação deterrente, repelente, além de serem tóxicas, causando danos histológicos e histoquímicos ao sistema digestivo dos insetos (SIMMONDS 2001; SALVADOR, 2008), o que pode explicar os resultados desse trabalho.

Outro aspecto a se considerar, é que a ação dos flavonoides no metabolismo dos insetos também pode estar relacionada à degradação de lipídios, uma vez que são constituintes de estruturas celulares (ATELLA *et al.*, 2012) fato este observado por PIUBELLI (2006), ao observar menor quantidade de lipídios em lagartas que se alimentaram de dieta contendo flavonoides.

O ácido ricinoleico (ácido graxo) quando ingerido pela lagarta inibem a síntese de proteínas, afetando os ribossomos de forma irreversível, causando morte celular. Além disso, essas toxinas podem causar inflamações hemorrágicas gastrointestinais, além de necrose tubular renal (GAHUKAR, 2017; MAŁAJOWICZ; KUŚMIREK, 2019), o que em conjunto com os flavonoides configura maior efeito inseticida, como observado neste estudo.

Em estudo realizado por Hoffmann *et al.* (2016) utilizando-se o hexano como solvente extrator de metabólitos de outras espécies de plantas, resultados satisfatórios de mortalidade foram obtidos para *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae). O extrato hexânico de *Annona mucosa* (Annonaceae), nas concentrações de 2,0%, 4,0% e 8,0% causaram mortalidade superior a 93,33% em lagartas de primeiro e terceiro instares. Sousa-Neto *et al.* (2018) também avaliaram a fração hexânica de *Andira paniculata* (Fabaceae) na concentração de 0,5% para *S. frugiperda* de terceiro instar e observaram mortalidade de 85% dos insetos. Ainda, o efeito inseticida de extratos botânicos etanólicos e hexânicos das plantas atemóia (*Annona atemoya*), camomila (*Matricaria chamomilla*), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) a 1% sobre a lagarta *S. frugiperda* de

2º instar. Dentre as frações analisadas, a hexânica causou a maior mortalidade de *S. frugiperda*, com destaque a *S. aromaticum*, que apresentou 90% mortalidade e *A. atemoya* com 77% (GORRI, 2018).

Além dos compostos presentes em *R. communis* possuírem efeito inseticida, a ação da FHFSRC sobre as lagartas pode estar associada ao contato do extrato com o inseto. O extrato pode ter penetrado através dos espiráculos, causando intoxicação das vias respiratórias e conseqüentemente a morte das lagartas. Fato este já relatado por alguns pesquisadores, utilizando-se óleo de plantas para controle de insetos-praga (STADLER; BUTELER, 2009; BUTELER; STADLER, 2011).

Neste estudo verificou-se que a ingestão dos compostos presentes causou mortalidade significativa em lagartas de 4º instar, o que não foi observado no bioensaio de aplicação tópica. Conforme já discutido acima, tal efeito pode estar associado ao modo de ação dos flavonoides. Outros trabalhos que demonstraram o potencial inseticida de *R. communis* por ingestão também foram publicados. De forma semelhante à deste presente trabalho, Santos *et al.* (2008) avaliaram o extrato aquoso do fruto verde de *R. communis*, nas concentrações 7 e 10%, aplicados sobre folhas de soja e observaram que a porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* chegou a 90%, após 8 dias de aplicação do extrato.

A toxicidade por ingestão do extrato aquoso de *R. communis* também foi constatada em outras espécies de lepidópteros. O referido extrato, quando pulverizado sobre folhas de couve que foram ofertadas para os insetos, nas concentrações de 5% e 10% causaram, respectivamente 33,9 e 100% de mortalidade em lagartas de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) de terceiro instar (TOUNOU *et al.*, 2011).

Além disso, Lima *et al.* (2015) avaliaram a atividade inseticida do óleo de *R. communis* 1% para *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidoptera: Pyralidae). Foram realizadas aplicações sobre folhas da abóbora *Cucurbita moschata* (Cucurbitales: Cucurbitaceae), as quais foram dispostas como alimento para as lagartas de segundo instar também tratadas. A concentração de 1% do óleo de mamona causou maior toxicidade por ingestão, porém, quando avaliado o efeito do óleo de *R. communis* sobre a lagarta, também se identificou resultados de controle, semelhantes ao observado nesse estudo.

6 CONCLUSÃO

A fração hexânica de frutos e sementes de *R. communis* à 2% é tóxica para ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda* e para lagartas de 1°, 2°, 3° e 4° instares dessas duas mariposas e de *S. eridania*, tanto quando aplicado topicamente, quanto ofertado via alimento contaminado.

Os compostos identificados neste estudo, flavonoides, ácido ricinoleico e cinâmico possuem efeito inseticida.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas a respeito do uso de produtos à base de inseticidas botânicos vêm ganhando notoriedade em âmbito internacional, visto que há o crescimento constante em publicações sobre o assunto em países como África, Brasil, China, Estados Unidos e Europa. Entretanto, muitas vezes, a utilização desses produtos tem como entrave a liberação de seu uso, bem como seu registro (ISMAN, 2015).

Os extratos vegetais com potencial inseticida representam uma alternativa importante para o controle de insetos-praga, visto que as plantas possuem diversas substâncias químicas com elevado potencial de controle de insetos-praga. O emprego desses extratos vegetais pode ser utilizado tanto no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em cultivos convencionais, como também na agricultura orgânica.

De modo geral, os resultados do presente estudo evidenciam que a FHFSRC à 2% apresenta efeito tóxico para lagartas de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda*, bem como para ovos de *S. cosmioides* e *S. frugiperda*. Assim, considerando-se o potencial inseticida da FHFSRC para o controle de pragas, sugerem-se estudos mais aprofundados em laboratório, visando identificar o seu modo de ação específico. Neste estudo, como foi observado efeito inseticida utilizando-se duas estratégias de aplicação (tópica e ingestão), a investigação dos possíveis efeitos sobre no sistema nervoso e no canal alimentar são fundamentais para o avanço do conhecimento neste tema. A avaliação histológica apresenta-se como uma análise de grande utilidade em diagnósticos de efeitos agudos e crônicos causados pelas substâncias químicas, permitindo constatar os efeitos da exposição a diversos compostos e avaliar com profundidade as alterações patológicas ocorridas no espécime (AKAISHI *et al.*, 2004).

Ainda nesse viés, outro fator importante a se considerar para aprimoramento dos efeitos de substâncias ocasionados sobre os insetos e, neste caso, os efeitos da FHFSRC, é a avaliação em nível de semicampo (casa de vegetação) e campo, visto que os resultados encontrados no presente trabalho, podem ser diferentes quando avaliados no agroecossistema. A condução do experimento em laboratório está sujeita a assertividade das aplicações, bem como a padronização de variáveis, porém em campo diversos fatores e intempéries podem impedir a replicação dos resultados.

Em condições de campo, importante também são as informações acerca do efeito da referida fração sobre inimigos naturais, como os estudos de seletividade da

FHFSRC para o parasitoide *T. podisi* (OLIVEIRA, 2020) e *T. pretiosum* (ALLIEN, 2021), onde demonstraram que a mesma não foi seletiva, visto que reduziu o parasitismo e a preferência de parasitismo. Nesse sentido, estudos sobre estratégias de utilização de agentes biológicos e a FHFSRC em campo, também são fundamentais para o manejo desses insetos-praga.

Além disso, se torna interessante a utilização de métodos que avaliem a interação substância/ambiente, a fim de obter resultados quanto à degradação do desta no ambiente. Atrelado a isto, avaliar a deterrência alimentar através de avaliações de consumo de área foliar desses insetos, em contato com a FHFSRC, também se tornam relevantes, visto que são escassas as informações referentes ao tema.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 23.02.2022.
- 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.
- AKAISHI, F. M. et al. Morphological and neurotoxicological findings in tropical freshwater fish (*Astyanax* sp.) after waterborne and acute exposure to water soluble fraction (WSF) of crude oil. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 46 (2), p. 244-253, 2004.
- AKHTAR, Y. et al. Dialkoxybenzene and dialkoxyallylbenzene feeding and oviposition deterrents against the cabbage looper, *Trichoplusia ni*: Potential insect behavior control agents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4983-4991 2010.
- ALLEIN, C.M. **Seletividade do extrato hexânico de frutos de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) à *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2021. 69f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.
- AMÉLIO, D. A. Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições. **Embrapa**, Brasília, DF, ed. 1, p. 73, 2016.
- AMEN, Y. M. et al. The genus *Machaerium* (Fabaceae): taxonomy, phytochemistry, traditional uses and biological activities. **Natural Product Research**, v.29, n.15, p.1388-1405, 2015.
- APPEL, H.M. The chewing herbivore gut lumen: Physochemical condction and then impact on plant nutrients, alelochemicals and insect pathogens. p. 209–223, In: E. A. BERNAYS (ed.) **Insect–Plant Interactions**, 1994.
- ARAÚJO, S. A. C. et al. Usos Potenciais de *Melia azedarach* L. (Meliaceae): um levantamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 1, p. 141–148, 2009.
- ASLAN, I. et al. Toxicity of acetone extract of *Sideritis trojana* and 7-epicandiciol, 7-epicandiciol diacetate and 18- acetylsideroxol against stored pests *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Sitophilus granarius* (L.) and *Ephestia kuehniella* (Zell.). **Industrial Crops and Products**, v. 23, p. 171-176, 2006.
- ATELLA, G. C.; MAJEROWICZ, D.; GONDIM, K. C. Metabolismo de lipídeos. Tópicos Avançados em Entomologia Molecular. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular INCT- EM**. Cap. 06, 2012.
- ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e produção: soja 2013/2014**. c.6. p. 109-168. 2014.
- AZAD, A.k. et al. Prospects, feedstocks and challenges of biodiesel production from beauty leaf oil and castor oil: a nonedible oil sources in australia. : A nonedible oil

sources in Australia. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 61, p. 302-318, ago. 2016.

BARBOSA, A.P.M. et al. Estudo fitoquímico do extrato hexânico dos frutos de *Piper permucronatum* (Piperaceae). In: **Congresso Nacional de Botânica**. 64. Belo Horizonte, 2013.

BARBOSA, F. R.; SILVA, C. S. B.; CARVALHO, G. K. L. Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 2006.

BARROS, E. M. et al. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures incotton. **Entomol Exp Appl** 137: 237-245, 2010.

BAVARESCO, A. et al. Adequação de uma dieta artificial para criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepdoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 155-161, 2004.

BAVARESCO, A. et al. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera:Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 6, n.33, p. 993-998, 2003.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Zoneamento e época de plantio da mamoneirapara o nordeste brasileiro. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2003.

BESTETE, L. R. et al. Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.791-797, 2011.

BAVARESCO, A. et al. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodopteracosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology, Londrina**, v. 33, p. 155-161, 2003.

BHERING, L. L.. Rbio: Uma ferramenta de análise biométrica e estatística usando a plataforma R. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 17, 187-190, 2017.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Resistência de plantas e produtos naturais no controle de pragas em culturas agrícolas. **Tópicos em entomologia agrícola**—VAC Busoli, JFJ Grigolli, LA Souza, MM Kubota, EN Costa, LAO Santos, JC Netto, MA Viana. Eds. Gráfica Multipress Ltda., Jaboticabal. pp, p. 139-158, 2012.

BOREGAS, K. G. B. et al. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**. v. 72, n. 1, pp. 61-70, 2013.

BORGES, L. P.; AMORIM, V.A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, p. 54-67, 2020.

BORTOLI, L. C.; BERTIN, A.; EFROM, C. F. S.; BOTTON, M. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepdoptera: Noctuidae) em morangueiro e videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p.1068-1073, 2012.

BORTOLOTTTO, O. C. et al. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, 25-32, 2015.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D.; ORIANI, M.A. Efeito de Genótipos de Tomateiro e de Extratos Aquosos de Folhas de *Melia azedarach* e sementes de *Azadirachta indica* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 39, n. 5, p.784-79, 2010.

BUENO, R.C.O.F. et al. Capacidade de parasitismo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera:Scelionidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia**. v 53, p. 133-139, 2010.

BULLANGPOTI, V. et al. Antifeedant activity of jatropha gossypifolia and *Melia azedarach* senescent leaf extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their potential use as synergists. **Pest Management Science**, Sussex, v. 68, n. 9, p. 1.255-1.264,2012.

BUTELER E T. M. STADLER. “Uma revisão sobre o modo de ação e uso atual de óleos de spray destilados de petróleo”, em Pesticides in the modern world-pesticides use and management , **InTech**, 2011.

CAMPOS, E.V.R; PROENÇA, P.L.F; OLIVEIRA, J.L; BAKSHI, M; ABHILASH, P.C; FRACETO, L. Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives. *Ecological Indicators* , v. 105, p. 483–495, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.038>

CAPINERA, J.L., **Southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Cramer) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. University of Florida. 2005. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/southern_armyworm.htm> .

CARVALHO, R. A. et al. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **PLoS One**, 8(4), e 62268. 2013.

CECHINEL F., V; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais: conceitos sobre modificados estruturalmente para otimização da atividade. **Química nova** , v. 21, p. 99-105, 1998.

CELESTINO, F.N. et al. Toxicidade do óleo de mamona à broca-do-café [*Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)]. **Coffee Science**, v.10, n.3, p.329-336, 2015.

CELESTINO, F. N. et al. Control of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with botanical insecticides and mineral oils. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 1, p. 1–8, 2016.

CONEJERO, M. A. et al. The organizational arrangement of castor bean family farmers promoted by the Brazilian Biodiesel Program: a competitiveness analysis. : A competitiveness analysis. **Energy Policy**, [s.l.], v. 110, p. 461-470, 2017.

CONSTANSKI, K. C. et al. J. Neves Seleção e caracterização molecular de isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 50 pp. 730-733, 2015.

CORRÊA, J.C.R; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida de plantas e aplicações.

Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

COSTA, F. X. et al. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 259-268, 2009.

COSTA, F. X. et al. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n.1, p. 259-268, 2009.

COWAN, M.M. Plant Products as Antimicrobial Agents. **Clinical Microbiology Reviews**, v.12, n.4, p.564-582, 1999.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAGUIL, J.M. Milho: Pragas da Fase Vegetativa e reprodutiva. **Cultivo do milho**, v. 3, 2016.

CUNHA, I. C.; OKURA, M. H. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda*: eficiência do uso de Baculovirus *spodoptera* e outras técnicas. **Revista Brasileira Científica, Tec. e Inov.** Uberaba, MG, V3, N.1, p.32-47, 2018.

CUNHA, G.H.M; ROCHA, U.R; OLIVEIRA, A.B. Economia da mamona: uma visão do mercado brasileiro no início do século XXI. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017. Disponível em:<
<http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/01/mamona.html>> Acesso em: 15 novembro 2019.

DANTAS, A. A. et al. Efeito do ácido giberélico na germinação de sementes de *Ricinus communis* L. em diferentes substratos. In: **Anais do Simpósio de Ciências Agrárias e Ambientais**, I, Monte Carmelo. Anais. Monte Carmelo: UFU. p. 192-199, 2017.

DANTAS, P. C.; ARAÚJO, R. G. V.; ABREU, L. A.; JÚNIOR, J. V. A.; BATISTA, A.S.; SABINO, A. R.; CUNHA, J. L. X. L.; DUARTE, A. G. Toxicidade de extratos vegetais em *Coccidophilus citricola* (Brèthes, 1905) (Coleoptera: Coccinellidae). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 2060–2067, 2019.

DEGRANDE, P. E. Guia prático de controle das pragas do algodoeiro. Dourados, UFMS, 60p. Discriminação de cenários pluviométricos do Estado da Paraíba utilizando distribuição Gama incompleta e teste Kolmogorov- Smirnov. **Revista Brasileira de Geografia Física** 9,1206-1216, 1998.

DEQUECH, S. T. B. et al. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *trichogramma* in maize. **Acta Scient, Agronomy**, v. 35, p. 295-300, 2013.

EFROM, C. F. S. et al. Bioecologia e controle de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em videirano Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. **Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico**, v 7 p.150, 2013.

EL-WAKEIL N.E. Botanical pesticides and their mode of action. *Gesunde Pflanzen*, v. 65, n. 4, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Produção de Soja – Paraná. **Embrapa soja**. Sistemas de produção, 10. Londrina, PR. 2010.

ESCOUBAS, P. et al. An improved leaf-disk antifeedant bioassay and its application for the screening of Hokkaido plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Japan, v.66, n.1, p.99-107, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.15707458.1993.tb00697>

FAVERO, S. et al. Atividade anti-alimentar de óleos essenciais de plantas aromáticas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2. supl. 2, julho, 2002.

FERREIRA, V. B. Avaliação de extratos de mamona *ricinus communis* e do coité crescentia cujete l. no controle de *aphis craccivora* koch (hemiptera: aphididae) em feijão caupi . Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil. **Universidade Federal Rural de Pernambuco** 2019.

FIOREZE, S. L. et al. Características agrônômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 86–92, 2016.

FONSECA, N. B S., SOTO-BLANCO, B. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1415-1424, 2014.

FONSECA, R. S. et al. Efeitos da torta de neem no controle alternativo de nematoides gastrintestinais em ovinos: Revisão. **Pubvet**, v. 13, n. 4, p. 1-12, 2019.

FRIEDMAN, M. H. et al. *Ricinus communis*, castor bean. Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, n. 244, p. 1-3, 2010. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FR/FR30600.pdf>>. Acesso em: 14 setembro 2021

GAHUKAR, R. T. A review of castor-derived products used in crop and seed protection. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 5, p.655-666, nov. Springer Science and Business Media LLC. 2017.

GALLO, D. et. al. **Entomologia Agrícola**. FEALQ, Piracicaba, 920 p. 2002.
GAZZONI, D.L. Desafios sanitários associados à globalização de mercados. **Biológico**, São Paulo, v.63, n.1/2, p.21-23, jan./dez., 2001.

GHOSH, S. et al. Acaricidal properties of *Ricinus communis* leaf extracts against organophosphate and pyrethroids resistant *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus. **Veterinary Parasitology**, v.192, n.1-3, p.259-267, 2013.

GLADENUCCI, J. et al. Selectivity and Sublethal Effects of Botanical Extracts to Pupae of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 9, p. 136-146, 2020.

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

GORRI, J. E. R. Prospecção de extratos botânicos no controle de *Spodoptera frugiperda*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – **Universidade Federal Viçosa**, Campus Rio Paranaíba, Minas Gerais, 2018.

GUAZINA, R. A. et al. Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em plântulas de soja. **Revista de Ciências**

Agroveterinárias, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 41-46, 14 fev. 2019. Universidade do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331109599_Danos_da_lagarta_Helicoverpa_armigera_Hubner_1805_Lepidoptera_Noctuidae_em_plantulas_de_soja>. Acesso em: 12 dez. 2021.

HAAS, J. et al. Efeitos de extratos aquosos vegetais sobre a lagarta do cartucho. **São Paulo**, v.81, n.1, p. 79-82, 2014

HALFELD-VIEIRA, A., et al. Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas. **Brasília: Embrapa Meio Ambiente (CNPMA)**, 2016. 853 p.

HOFFMANN, A.R.L.; PEREIRA, M.J.B.; DALLACORTE, R. **Efeito das mudanças climáticas sobre a lagarta *Helicoverpa* nos biomas Matogrossenses e a fotoquímica como alternativa para o manejo desta praga**. 2016, 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra (MT), 2016.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*)**. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa da Soja. Londrina, Documentos 10, 21p, 1985.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Indicadores IBGE – Estatística da produção agrícola. 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72415&view=detalhes>

ISMAN, M. B. A renaissance for botanical insecticides? **Pest Management Science**, v. 71, n. 12, p. 1587-1590, 2015.

ISMAN, M. B.; GRIENEISEN, M. L. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in Plant Science**, v. 19, n. 3, p. 140-145, 2014.

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

JENA, J.; GUPTA, A. K. *Ricinus communis* Linn: A phytopharmacological review. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Shastri Chowk Sadar Bazar**, v.4, n.4, p.25-29, 2012.

JESUS, F. G. et al. Efeito de plantas inseticidas no comportamento e biologia de *Plutellaxylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p.279-285, 2011.

KNAAK, N. et al. Atividade Inseticida de Extratos de Plantas Medicinais Sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**. Londrina, v.7, n.1, p.1-6, 2012.

KARIÑHO-BETANCOURT, E. Plant-herbivore interactions and secondary metabolites of plants: Ecological and evolutionary perspectives. **Botanical Sciences**, v. 96, n. 1, p. 35–51, 2018.

KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. The invertebrate pests of annual food crops in **Central America**. London: Overseas Development Administration, 1984.

KIST, N. A. et al. Controle biológico: uso de *Telenomus remus* para o controle de *Spodoptera frugiperda*. **VII Fórum de sustentabilidade**, 2019.

KORBES, D. et al. Alterações no sistema vestibulo coclear decorrentes da exposição ao agrotóxico: revisão de literatura. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 146-152, 2010.

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.

KUMAR, M. A. Review on Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Ricinus communis* L. Plant. International. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v. 9, n. 4, p. 466-472, 2017.

LIMA, B. M. F. V. et al. Entomopathogenic fungi associated with citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) in Southern Bahia. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 84, 2018.

LIMA, R. K. et al. Caracterização química e atividade inseticida do óleo essencial de *Ageratum conyzoides* L. sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)(Lepidoptera: noctuidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.1, p.1-5, 2010.

LIMA, V. L. S. et al. Atividade inseticida do óleo de mamona sobre *Diaphania nitidalis* (Stoll) (Lepidoptera: Pyralidae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n.3, p.347-351, 2015.

LOPES, E. A. et al. **A química na produção vegetal**. RioParanaíba, MG: Dos autores, 2017.

LOUREIRO, E.S. et al. Manejo de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: noctuidae) com bioinseticidas. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 7, p. 1-20, 12 maio 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/341393630_Manejo_de_Spodoptera_cosm ioides_Walker_Lepidoptera_Noctuidae_com_bioinseticidas](https://www.researchgate.net/publication/341393630_Manejo_de_Spodoptera_cosm_ioides_Walker_Lepidoptera_Noctuidae_com_bioinseticidas)>. Acesso em: 12 jan. 2021.

LOW J.W. et al. Desenvolvimento e entrega de batata-doce no sul do Saara. NERI,

D. K. P. et al. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **holos**, v. 4, p. 1-14, 2020.

LOZANO, Everton Ricardi; POTRICH, Michele; BATTISTI, Lucas. Insetos-praga que atacam a soja no cultivo orgânico. In: MAZARO, Sérgio Miguel et al (Org.). **Sistema de produção: Soja orgânica**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2017. Cap. 09. p. 179-197.

LOZANO, Everton. Ricardi. **Efeito de produtos alternativos sobre *Bacillus thuringiensis* subesp. kurstaki e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera:**

Trichogrammatidae). 2010. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. **Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. Biológico**. São Paulo, v.69, n.2, p.103-106, 2007.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA J. R, V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3. 2002.

MALAJOWICZ, J.; KUŚMIREK S. Structure and properties of ricin—the toxic protein of *Ricinus communis*. **Postipy Biochemii. Polskie Towarzystwo Biochemiczne (Sociedade Bioquímica Polonesa)**, v. 65, n. 2, p.103-108, 2019.

MANZOORE, E. M, S. et al. Effect of Sr@ZnO nanoparticles and *Ricinus communis* biodiesel-diesel fuel blends on modified CRDI diesel engine characteristics. **Energy**, v. 215, 2021.

MARANHÃO, Z. C. Plantas inseticidas. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 29, n. 3/4, p. 113-121, 1954.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N.; Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imaturas e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.

MARTINS, G. L.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas sobre *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 25-31, 2015.

MASSAROLI, A. **Efeito de extratos de anonáceas sobre a lagarta falsa medideira *Chrysodeixis includens* (Walker 1857) (Lepidoptera: Noctuidae)**.

2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MATESCO, V. C. **Morfologia dos estágios imaturos e biologia de três espécies de *Chinavia orian* (Hemiptera, Pentatomidae) e estudo comparado dos ovos de algumas espécies de pentatomídeos ao microscópio eletrônico de varredura**. 2007. 214 f. Dissertação (Mestrado Biologia Comparada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

MIRANDA, J. E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiro. Campina Grande, PB: **Embrapa Algodão**, 2010. p. 17-18 (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 98). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/18289/1/CIRTEC98.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2022.

MORAIS, L. A. S. de.; MARINHO-PRADO, J. S. Defensivos agrícolas: Uso e perspectiva. Plantas com atividade inseticida, **EMBRAPA**, Brasília, p. 542-593.2016.

MOREIRA, M. D. et al. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Eds.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: Epamig/CTZM. p. 89-120. 2006.

MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMAN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. **EMBRAPA**, Brasília, p.213-309, 2012. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo4.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

MOURA, A.P.; ROCHA, L.C.D. Seletivos e eficientes. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 6, n. 36, p. 6-8, 2006.

MUÑOZ, E. et al. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), (Lepidoptera: Pyralidae), passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el valle del cauca. **Acta Agronomica**, v.41, p.99- 104, 1991.

MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on com and two predominant grasses from Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, Mexico, v. 20, n. 1, p. 199-210, 2004.

NASCIMENTO, J. Persistência de *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 em condições de campo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e efeito na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae) **Dissertação de mestrado** – Jaboticabal, SP, 86f. 2019.

OLIVEIRA, D. H. R. O extrato hexânico de frutos e sementes de *Ricinus communis* é seletivo a *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)? **Dissertação de mestrado** - Dois Vizinhos PR, 71 f.: il. color., 30 cm. 2020.

OGUNNIYI, D. S. CASTOR, O.I.L: a vital industrial raw material. **Bioresource Technology**, Barking, v. 97, n. 9, p. 1086-1091, 2006.

OLIVEIRA, I. P. C. et al. Potenciais da mamona (*Ricinus communis*) na região Centro-oeste brasileira. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luis de Montes Belos, v. 1, n. 2, p.104-130, 2005.

OVIEDO, A. et al. Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Austral Entomology*, v. 57, n. 4, p. 457–464, 2018. <https://doi.org/10.1111/aen.12296>

PAES, J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim (*azadirachta indica* A. Juss.) e mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) a gungos xilófagos em simuladores de campo. **Ciência Florestal**, v. 22, n.3, p. 617-624, 2012.

PAVELA, R.; BENELLI, G. Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 12, p. 1000–1007, 2016.

PEREIRA, J. M. et al. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p.140-143, 2009.

PERON, F.; FERREIRA, G. C. A. Potencial inseticida de extrato de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) no controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). In: **VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, 2012, Maringá. Cesumar, 2012.

PIUBELLI, G.C. et al. Baculovirus-resistant *Anticarsia gemmatalis* responds differently to dietary rutin. *Entomol. Exp. Appl.* v. 119, p. 53-60, 2006.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocão. In: PRATISSOLI, D. (Org.) *Pragas emergentes no estado do Espírito Santo*. Alegre: **UNICOPY**, p. 46-53, 2015.

PUTTINI, F. A. **Caracterização química e agromorfológica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Campinas. Instituto agrônomo. 92p, 2014.

RAMOS-LÓPEZ, M. A. et al. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.9, p.1359-1365, 2010.

RAMOS-LÓPEZ, M. A. et al. Activity of the main fatty acid components of the hexane leaf extract of *Ricinus communis* against *Spodoptera frugiperda*. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, p. 4274-4278, 2012.

RAMPADARATH, S; PUCHOOA, D. In vitro antimicrobial and larvicidal properties of wild *Ricinus communis* L. in Mauritius. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 6, n. 2, p. 100–107, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.10.011>

REIS, I, B, A. **Extração de óleo de mamona utilizando etanol em extrator semicontínuo**. xii, 66 f., II. Dissertação (Mestrado em Química) —Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ROSA, A. P. S. A. **Monitoramento da lagarta-do-cartucho do milho**. Pelotas: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37326/1/Monitoramento-dalagarta.pdf>>. Acessado em 16 maio. 2019.

SAAD, K.A.; IDRIS, A.B.; MOHAMAD-ROFF, M.N.; Toxic, repellent, and deterrent effects of citronella essential oil on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on chili plants. **Journal of Entomological Science**, v.52, n.2, p.16-52, 2017.

SAEZ-BASTANTE J. et al. Synthesis of biodiesel from castor oil: Silent versus sonicated methylation and energy studies. **Energy Conversion and Management** v. 96, p. 561-567, 2015. DOI: 10.1016/j.enconman.2015.03.019.

SAITO, M.L; POTT, A; FERRAZ, J.M.G; NASCIMENTO, R.S. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner. *Pesticidas: Revista Ecotoxicol e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 14, p. 1-10, 2004.

SALVADOR, M. C. Efeito de genótipos de soja e de flavonoides na biologia e no intestino médio de *Anticarsia gemmatalis*. Dissertação, **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**, Universidade Estadual Paulista. 116 p. 2008.

SALEM, N. et al. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. 3, p. 2899–2913, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1382508>

SAMUEL, et al. Ovicidal and Larvicidal Effects of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) Extracts on *Phlebotomus duboscqi*. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 11, n. 3, p.1-14, 2016.

SANTOS, H. O. et al. Eficiência do extrato aquoso de folhas de mamona (*Ricinus communis* L.) sobre ovos e ninfas de quinto instar do predador *Podisus nigrispinus dallas* (Pentatomidae). **IN V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos Gorduras e Biodiesel**.2008.

SANTOS, K. B. D. et al. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 626-631, 2010.

SANTOS, K.B.; MENEGUIN, A.M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepdoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 903-910, 2005.

SANTOS, R. G. **Avaliação das atividades tóxica, citotóxica, antimicrobiana e inseticida das folhas de *Machaerium opacum* Vogel (Fabaceae)**. 114p
Dissertação (mestrado em Ciências Moleculares) - Câmpus Anápolis De Ciências Exatas E Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Go. 2017.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: **congresso brasileiro do algodão**, 4, 2003.

SARMENTO, R. A. et al. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. **Biosci J.**; 18:41–48. 2002.

SEVERINO L. S, et al. A review on the challenges for increased production of castor. **Agron J** 104:853-880. 2012.

SEVERINO, L. S. et al. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos demamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, nº 2, p.188-194, 2006.

SIEGWART, M. et al. Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review. **Frontiers in Plant Science**, v.6, p.1-19, 2015.

SILVA, C. M. A. D. **Metabólitos secundários de plantas do semi-árido de Pernambuco-uma inovação no controle de fitopatógenos**. Dissertação (mestrado) –Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Bioquímica e Fisiologia, 2013.

SILVA, C. P. et al. Extratos vegetais de espécies de plantas do cerrado Sul-Matogrossense com potencial de bioherbicida e bioinseticida. **Uniciências**, 2017.

SILVA, D. M. et al. Biology of *Spodoptera eridania* and *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4,

2017.

SILVA, D. M. et al. Aspectos biológicos de *Spodotera cosmioides* Walk. (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes plantas hospedeiras. In: SARAIVA, O. F.; MELO, P. G. S. (Eds.). JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 6. Resumos expandidos. Londrina: **EmbrapaSoja**, p. 42-45. 2011.

SILVA, M. B. et al. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa:, **EPAMIG**, 232 p. 2010.

SILVA, S. C. S. et al. Perfil fitoquímico, susceptibilidade antibacteriana e capacidade antioxidante das folhas de *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 29, n. 3, p.264-270, 2017.

SILVIE, P. J. et al. Pragas e seus danos em algodoeiro. Primavera do Leste: **Instituto Mato-grossense do Algodão**, p.185. 2013.

SIMMONDS, M. S. J. Importance of flavonoids in insect-plant interactions: feeding and oviposition. **Phytoch.** v. 56, p. 245-252, 2001.

SNYDER, L. R; KIRKLAND, J. J; GLAJCH, J. L. **Practical HPLC Method Development**. 2. ed. New York: Interscience Publication, 1997. 765 p.
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ja975555h>

SOARES, F. B.. **Impacto de fungicidas e inseticidas na densidade populacional de *Beauveria bassiana* no solo sob efeito da microbiota nativa**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94876/soares_fb_me_jabo.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Embrapa, Documentos, n. 269, ed. 3, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105924/1/Doc269-OL.pdf>>, acesso em: 14 fev. 2021.

SOUSA-NETO, M. **Toxicidade de extratos de *Andira paniculata* (Fabaceae) em *Helicoverpa armigera*** (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Goiás, 32p, 2016.

SOUSA-NETO, M. et al. Toxicity of *Andira paniculata* (Fabaceae) Extracts to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 6, 2018.

SOUZA, B. H. S. de; COSTA, E. N.; SILVA, A. G. da; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Aspectos bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): uma praga em expansão na cultura da soja na região do cerrado brasileiro. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 2, p. 75-80, 2014.

SOUZA, C. S. F. **Seletividade do Baculovirus *spodoptera* (SfMNPV) às espécies de lagartas do milho**. Dissertação (Dissertação em biosistemas) – Universidade Federal de São João Del Rei, Minas Gerais. 44p, 2013.

SOUZA, K. S. et al. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

SPECHT, A.; ROQUE-SPECHT, V. F. Fases imaturas de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae): parâmetros de desenvolvimento e plantas hospedeiras. **Zoologia (Curitiba)**, v. 33, 2016.

SPECHT, A.; SILVA, E.; LINK, D. Noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) do museu entomológico Ceslau Biezanko. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 4, n. 10, p. 389-409, 2004.

STADLER, T.; BUTELER, M.. Modos de entrada de óleos de pulverização destilados de petróleo em insetos: uma revisão. *Bull Insectol* 62:169–177. 2009.

TEODORO, A. V. et al. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): Novas Pragas de Cultivos da Região Nordeste. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 2 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, **Comunicado Técnico**, 131). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97808/1/Com.-tec.-131.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2021.

TORRES, A. L. et al. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.3, p. 447-457, 2006.

TOUNOU, A. K. MAWUSSI, G. et al. Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. **Journal of Applied Biosciences**, v.43, n.3, p.2899-2914, 2011.

TURCHEN, M; COSME-JÚNIOR, L. GUEDES, R.N. Plant-Derived Insecticides Under Meta-Analyses: Status, Biases, and Knowledge Gaps. **Insects**. v.11, n. 532, 2020. DOI:10.3390/insects11080532

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 761 p, 2015.

VALVERDE, L. Microestructura del huevo de *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Zoologica Lilloana**, 51: 53-56, 2007.

VASCONCELOS, V. O. et al. Efficacy of plants extracts from the Cerrado against adult female of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 75, n. 4, p. 419–427, 2018.

VELASQUES, J. et al. The rescue of botanical insecticides: a bioinspiration for new iches and needs. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 143, p. 14–25, 2017.

VIANNA, U.R. et al. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (hymenoptera: trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (lepidoptera: noctuidae), **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.1, p.81-87, jan./mar., 2011.

VIEIRA, M. R.; PERES, L. S. Uso de extrato foliar de Nim, *Azadirachta indica* A. Juss, para o controle do pulgão *Brevicoryne brassicae* (L.) em cultivos de brócolis. **Cultura Agrônômica**, v. 26, n. 4, p. 492–501, 2017.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 16 p, 2010.

WACHIRA, S.W. et al. Toxicity of six plant extracts and two pyridone alkaloids from *Ricinus communis* against the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Parasites and Vectors*, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2014.

WALE, M; ASSEGIE, H. Efficacy of castor bean oil (*Ricinus communis* L.) against maize weevils (*Sitophilus zeamais* Mots.) in northwestern Ethiopia. *Journal of Stored Products Research*, v. 63, n. 1, p. 38–41, 2015. DOI: 10.1016/j.jspr.2015.05.006

WANG, Z. et al. Selectivity of novel and traditional insecticides used for management of whiteflies on the parasitoid *Encarsia formosa*. **Pest Management Science**, v. 75, n. 10, p. 2716- 2724, 2019.

WANGEN, D. R. B.; PEREIRA JÚNIOR, P. H. S.; SANTANA, W. S. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 22; p. 802-808. 2015.

WARMLING, J. V. **Efeitos letais e subletais de extratos vegetais alcoólicos sobre *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

WIT, J. P.; KIEVITSBOSH, R. A.; BETTIOL, W. Integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em lírios e espatifilo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas, **Embrapa**: Jaguariuna-SP, Cap 22, 330-335p. 2009.

ZENKER, M. M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 24: 99-107, 2007.